ТЕХНОЛОГИЯ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

XXVII съезд КПСС и последующие Пленумы ЦК КПСС нацеливают внимание научных работников и специалистов пищевых, в том числе и мясной, отраслей промышленности на максимально полную переработку сырья, создание и широкое внедрение в производство малоотходных и безотходных технологических процессов, сберегающих сырьевые, материальные и энергетические ресурсы. Большое внимание уделяется вопросам механизации и автоматизации тяжелого ручного труда.

Мясная промышленность сегодня — это 1200 предприятий, научно-исследовательские и проектные институты, конструкторские и технологические подразделения.

Мясная промышленность начала формироваться в 30-х годах после постановления ЦК ВКП(б) и Совета Народных Комиссаров «О развитии мясной и консервной промышленности». В эти годы было построено более 20 крупных и средних мясокомбинатов и консервных заводов, в их числе наиболее крупные: Московский, Ленинградский, Бакинский, Семипалатинский, Орский. К этому времени следует отнести создание научных, проектных и учебных заведений, в которых были сконцентрированы усилия по научно-техническим разработкам, проектированию предприятий, подготовке кадров на всех уровнях: от рабочих до инженерно-технических работников; за достаточно короткий период были выполнены фундаментальные теоретические и практические работы по биохимии и микробиологии мяса, установлено влияние термической обработки на физико-химические и технические свойства мяса, усовершенствованные способы холодильной обработки. Эти работы были положены в основу ряда технологических процессов, обеспечивающих получение продуктов высшего качества. Были разработаны научные основы проектирования предприятий мясной промышленности.

Большая роль в развитии науки о мясе и ее прикладных решений принадлежит широко известным ученым: И. А. Смородинцеву, Д. А. Христодуло, Н. С. Дроздову, А. Н. Анфимову, А. А. Манербергу, А. А. Соколову, Д. В. Павлову, Н. Е. Федорову, А. И. Пелееву, А. А. Зиновьеву, А. М. Бражникову и другим.

Перестройка требует резкого усиления экономических рычагов хозяйствования, широкого использования достижений науки и техники, более глубокой переработки сырья, выпуска продукции высокого качества. Решениями XXVII съезда КПСС намечено к концу двенадцатой пятилетки обеспечить рост объемов производства мяса на 18—20%, повысить производительность труда на 25—28%, увеличить производство продукции высшего сорта в 1,9—2,1 раза. При этом основной упор делается не на строительство новых предприятий, а на модернизацию и реконструкцию действующих, что экономически более целесообразно.

Осуществляемая в нашей стране невиданная по масштабам перестройка жизни общества, экономики и техники создает для мясной промышленности благоприятные возможности в условиях интеграции сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей для увеличения производства продукции животноводства и коренного улучшения снабжения населения страны полноценными продуктами питания.

Для того чтобы приблизить переработку к источникам сырья, создать благоприятные условия для снабжения населения высококачественными мясными продуктами, в двенадцатой пятилетке будут построены небольшие предприятия мощностью 10—30 т в смену.

В последние годы все отчетливее стал проявляться разрыв между фундаментальной наукой и прикладными задачами отрасли. Научно-технический прогресс в мясной отрасли еще не отвечает современным задачам, не обеспечивает решительных улучшений как собственно технологии, так и техники. Особенно это заметно в области производительности труда, принципиально новых энерго- и ресурсосберегающих технологий, кардинального снижения уровня ручного труда как при переработке скота, так и в механизации погрузочно-разгрузочных работ. Все это не могло не сказаться также на качестве продукции.

При создании в нашей стране мясной промышленности и ее инфраструктуры в 30-х годах при формировании научных воззрений за основу были приняты биохимические представления. Этому есть ряд причин: во-первых, биохимия и в настоящее время является важнейшей наукой, объясняющей многие процессы в пищевых продуктах, во-вторых, биохимия в то время уже была оформившейся областью знаний, которые могли быть немедленно использованы для прикладных целей.

И на самом деле, биохимические представления внесли решающий вклад в становление науки о мясе, достаточно вспомнить теории созревания мяса, представления о превращениях в жирах, обоснование коагуляционных и денатурационных процессов и т. д. Роль биохимии и сегодня представляется одной из важнейших. В то же время все больше в последние го-

ды к решению отраслевых задач приходится привлекать смежные науки: биологию, биофизику, микробиологию, вычислительную технику, системный анализ и др., причем роль отдельных из них в ряде случаев становилась главной. За последние годы набирает силу биотехнология, которая представляет собой плодотворный союз биологии, биохимии, микробиологии, генной инженерии, вычислительной техники и др. Такой синтез наук не случаен, он закономерен. XXI век крупные ученые называют веком биологии и биотехнологии. Директивные документы КПСС определяют развитие биотехнологии как приоритетное направление.

Увеличение производства высококачественных традиционных и новых пищевых продуктов, внедрение и развитие принципиально новых интенсивных технологий возможно только при широком использовании результатов фундаментальных научных исследований в биотехнологии, реализующих современные технические и технологические решения. В настоящее время в отечественной и зарубежной промышленности формируется биотехническая индустрия с экономически замкнутым способом производства, представляющая собой промышленность целевого преобразования сырья животного происхождения в конкретные пищевые продукты со специфическим аппаратурным оформлением, системами контроля, управлением и экономикой. Бесспорно, в состав этой индустрии войдут и сложившиеся традиционные технологические процессы, обеспечивающие получение мясопродуктов высокого качества при минимизации сырьевых и энергетических затрат.

Производство мясопродуктов по существующей схеме: подсистема, производящая средства производства, агросистема и подсистема, перерабатывающая продукцию сельского хозяйства, энергетически крайне дорого. Согласно оценочным расчетам, на производство 1 кг товарного мяса расходуется около 22 кВт·ч энергии, причем более 80% энергозатрат приходится на агросистему. На производство единицы животного белка расходуется в 13 раз больше энергии и в 4 раза больше пахотных угодий, чем на производство единицы растительного белка.

По этим причинам наряду с совершенствованием системы традиционного производства мясопродуктов на основе животноводства следует рассматривать и альтернативные возможности и, по-видимому, перспективное направление в пищевой технологии — создание пищевых продуктов заранее заданного состава с учетом возрастного, профессионального состава населения, а также регионального его распределения. Мы живем в технологической сфере, и если каждый из нас в той или иной степени является частью этой сферы, то и пища как необходимый компонент нашего существования должна проектироваться в той же мере, в какой проектируются жилище, одежда, машины и пр.

В основе конструирования пищи лежит комплекс исследований химических, физических, физико-химических, биохимических, технологических, медико-биологических и, как результат формализации, создание математической модели пищевых продуктов. Совершенно очевидно, что любая модель, сколь бы подробна она ни была, вряд ли способна полностью быть адекватной качеству. Аналогично любому математическому моделированию модель качества — всегда упрощение. В настоящее время возможно несколько принципиальных подходов к моделированию качества пищевых продуктов, хотя трудности, возникающие в этом направлении, достаточно большие.

Комбинированные продукты питания — это пища, получаемая из естественного сырья, которое проходит технологическую обработку, заключающуюся в выделении из сырья ценных (главным образом белковых) пищевых компонентов и придании им структуры, внешнего вида и вкуса, соответствующих привычному представлению потребителя о пищевых продуктах. Таким образом, различие между традиционной и комбинированной пищей сводится к различию в степени технологической обработки сырья. Сами пищевые компоненты при производстве пищи не синтезируются.

Создание комбинированных мясных продуктов — это максимальное использование сырьевых ресурсов как животных, так и растительных, а также максимальное приближение собственно пищи к идеальной, сбалансированной по всем показателям. Именно в этом направлении развивается новое для мясной промышленности производство детских и диетических продуктов, медико-биологические требования к которым сформулированы достаточно четко.

Совершенно бесспорным является влияние на производство пищевых продуктов, в том числе и мясопродуктов, фундаментальных достижений биологии, науки о питании. Практически до наших дней развитие технологии производства пищевых продуктов осуществлялось, опираясь фактически на твердую научную основу, сформированную в процессе длительной эволюции, — теорию сбалансированного питания. Основополагающими принципами этой теории являются следующие положения: потребляемая пища должна обеспечивать поступление питательных веществ в количестве, компенсирующем их потерю в процессе жизнедеятельности организма, при этом должны поддерживаться оптимальные соотношения между многочисленными нутриентами, синтез которых не может быть осуществлен непосредственно в организме (незаменимые аминокислоты, жирные кислоты, некоторые моносахариды и др.).

До настоящего времени теория сбалансированного питания, являясь классической концепцией, определяла не только основные понятия биологической и пищевой ценности продуктов, но служила практическим руководством при выборе путей и спо-

собов переработки сельскохозяйственного сырья в готовые к употреблению пищевые продукты. Повсеместное господство классической концепции породило мнение о том, что поступающие с пищей белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины должны быть в возможно большей степени очищены от малоусваиваемых организмом так называемых балластных веществ; к тому же это еще улучшало органолептические свойства продуктов.

Широкое распространение рафинирования многих жизненно важных для организма пищевых продуктов постепенно привело к дефициту в питании человека грубоволокнистых балластных веществ, основу которых составляют пищевые волокна. В мясе и мясопродуктах их роль в определенной степени играют соединительнотканные образования. Недостаток пищевых волокон в пище приводит к серьезным нарушениям организма, болезням. В настоящее время сложилась необходимость включения малоусваиваемых компонентов в пищевую цепь.

Объяснение этим явлениям наиболее полно и обоснованно дает теория адекватного питания, основные принципы которой на базе отечественных и зарубежных исследований в последние годы были сформулированы акад. А. М. Уголевым. Особенность новой теории заключается в том, что она не отвергает прежних достижений науки о питании, а, наоборот, базируется на них, значительно расширяя и углубляя их, объясняет внутренние механизмы пищеварения. Существовавшая до сих пор теория сбалансированного питания вошла составной частью в концепцию адекватного питания.

Основу новой теории составляют фундаментальные положения о том, что питание должно соответствовать как характеру обмена веществ в организме, так и сформированным в ходе эволюции человека особенностям переработки пищи в желудочно-кишечном тракте. Вывод о необходимости соответствия структуры рациона питания естественному процессу освоения пищи был сделан, прежде всего, благодаря открытию мембранного пищеварения. Новая теория питания утверждает, что все вещества, а не только нутриенты, как считалось раньше, являются существенными и физиологически необходимыми. Благодаря их наличию в «рабочем» состоянии поддерживаются ферментная, бактериальная, иммунная и другие системы желудочно-кишечного тракта. Теория адекватного питания чрезвычайно важна не только с точки зрения фундаментальной науки, но и имеет большое прикладное значение, в том числе и для развития производства полноценных мясопродуктов.

Очень важной представляется для мясной промышленности борьба с потерями, которые еще очень велики. В первую очередь это касается транспортирования, приемки и обработки скота. Большие потери при холодильном хранении мяса и мясопродуктов. В двенадцатой пятилетке предстоит полностью

перейти на приемку скота непосредственно в хозяйствах и вывоз его транспортом заготовителей, что позволит сберечь значительные количества мясных ресурсов.

Вопросы механизации и автоматизации производства требуют кардинального решения. Сменяемость парка машин и технологического оборудования невелика, а использование высокопроизводительной сложной техники оправдывает себя, как правило, на крупных предприятиях, которых не так много. Предстоит создание системы машин преимущественно модульного типа, которые можно будет рационально использовать на предприятиях различной мощности. Уровень механизации отдельных производств отличается друг от друга, много ручного малопроизводительного труда. Примером является переработка скота, осуществляемая в основном на базе ручного труда, что приводит к значительным потерям, снижению качества. В этой области предстоит большая и трудная работа по механизации и автоматизации многих процессов на основе использования робото- и вычислительной техники. Вообще, мясная промышленность, и в первую очередь погрузочно-разгрузочные и складские операции, — широкое поле деятельности для роботизации. Большие перспективы имеет переработка парного мяса (технологические и экономические выгоды очевидны), но предстоит решить много технических вопросов.

Снижение потерь, повышение сроков хранения мяса и мясопродуктов обеспечивают широкое использование различных видов упаковок. Это очень важный вопрос и требует серьезного технического вооружения предприятий мясной промышленности, четкого материально-технического обеспечения упаковочными материалами.

В двенадцатой пятилетке и в последующие годы будут разрабатываться и осваиваться новые технологические процессы переработки побочных продуктов переработки скота в полноценные пищевые продукты. Эти ресурсы значительны: крови около 500 тыс. т, кости 1 млн. т, субпродуктов около 1 млн. т; много побочных продуктов молочной промышленности. Начинает развиваться новое направление в переработке кости — получение костного белка.

Предприятия мясной промышленности, концентрируя переработку скота, создают реальную опасность загрязнения окружающей среды как промышленными отходами, содержащими значительные количества белков и жиров, так и дурнопахнущими газами кормовых и технических продуктов. Работы в области оздоровления экологической ситуации являются очень важными и их следует увязывать с комплексной углубленной переработкой сырья, созданием безотходных процессов.

По-видимому, одним из главных направлений будут биотехнологические методы переработки стоков мясокомбинатов в полноценные кормовые продукты для животных.

Значительно рационализировать производство мяса и мясопродуктов, создать безотходные, минимизированные по энергетическому вкладу процессы помогут методы системного анализа и вычислительной техники. Пока их использование носит локальный характер.

Работа мясной промышленности, интегрированной в системе АПК, нацеливается на конечный результат, в связи с чем особенно остро ставятся вопросы резкого улучшения качества и ассортимента мясопродуктов, полного удовлетворения потребностей населения страны.

В книге введение, в гл. 2 «Физические свойства мяса и мясопродуктов» и в гл. 8 «Белковые препараты и их использование при производстве комбинированных мясопродуктов» написаны д-ром техн. наук, проф. И. А. Роговым; гл. 1 и в гл. 8 «Осадка колбасных изделий», «Копчение», «Тепловая обработка», «Охлаждение» — канд. техн. наук В. В. Хорольским; в гл. 3 «Убой скота и разделка туш» — канд. техн. наук А. К. Фоминым, а «Обработка птицы» и «Обработка кроликов» и гл. 12 — канд. техн. наук Л. М. Отряшенковой; в гл. 4 «Обработка субпродуктов», гл. 7 и в гл. 8 «Посол мяса», «Фасованное мясо, полуфабрикаты», «Быстрозамороженные блюда», «Производство, продуктов для детского диетического питания», в гл. 9 «Производство детских консервов» — д-ром техн. наук, проф. А. С. Большаковым; гл. 2, в гл. 4 «Сбор и консервирование эндокринно-ферментного и специального сырья», гл. 5, 6 — д-ром техн. наук, проф. Н. К. Журавской; в гл. 8 «Разделка, обвалка, жиловка», «Измельчение соленого мяса и шпика», «Технологические схемы», «Приготовление фарша», «Шприцевание и формовка» и гл. 13 — канд. техн. наук В. Г. Боресковым; в гл. 8 «Сушка мясопродуктов» — канд. техн. наук В. К. Мамыкиным; гл. 9— канд. техн. наук А. И. Жариновым; гл. 10 — канд. техн. наук Л. Т. Алехиной; гл. 11 — канд. техн. наук Г. М. Слепых; гл. 14— канд. техн. наук Ю. А. Ивашкиным.

Глава 1

ПРИЕМКА И СОДЕРЖАНИЕ СКОТА, ПТИЦЫ И КРОЛИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ СКОТА И ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ

На предприятия мясной промышленности скот доставляют автомобильным, железнодорожным, водным транспортом, а в некоторых случаях гоном. В пунктах отправления животных подвергают тщательному ветеринарному осмотру. За 10—14 дней до отправки необходимо провести соответствующие прививки и диагностические исследования всей партии скота, а перед отправкой обязательное термометрирование с целью выявления и отстранения от отправки больных животных. После этого компетентные ветеринарные органы выдают ветеринарное свидетельство установленной формы на право перегона или транспортирования скота, товарно-транспортную накладную и путевой журнал. В ветеринарном свидетельстве указывают количество осмотренного здорового скота, благополучие местности, откуда отправляется скот, в отношении заразных заболеваний, проведенную ветеринарно-санитарную обработку отправляемого скота. В товарно-транспортной накладной и путевом журнале указывают пол, живую массу, упитанность, порядковый номер бирки животного, кем сопровождается, маршрут следования, пункты кормления и водопоя скота, количество отпущенных на дорогу кормов и инвентаря.

Главной задачей проводников, сопровождающих скот, является полное исключение снижения живой массы и упитанности животных, травматических повреждений и заболеваний. В случае подозрений в отношении заболевания скота в пути проводник обязан заявить об этом на ближайший ветеринарный пункт.

Скот перевозят в двух- и четырехосных вагонах, а также в специализированных железнодорожных вагонах, оборудованных водопойными корытами, бачками для воды, полками для корма, кормушками, вентиляционными люками и т. д. Основной фактор, влияющий на размер потерь массы, — продолжительность перевозки: чем дольше перевозка, тем бóльшая потеря массы. Однако самый большой процент потерь приходится на первые 24—36 ч перевозки. Следует отметить, что масса и упитанность животного влияют на потерю массы, причем она возрастает с увеличением массы и понижением упитанности.

Скот должен быть обеспечен подстилкой из соломы и торфа, в летнее время для свиней используют песок, смоченный водой.

Количество скота, размещаемого в вагонах, зависит от размера вагона, а также возраста, размеров и массы животных. В товарные двухосные вагоны помещают 8—14 голов крупного рогатого скота, 18—20 — телят, 50—60 — овец и коз, 18—40 — свиней; в четырехосные вагоны — в 2,5 раза больше крупного рогатого скота и в 2 раза свиней и овец. Летом в очень жаркие дни рекомендуется помещать в вагоны на 10—15% меньше свиней, а при температуре воздуха свыше 25—30 °С жирных свиней не следует перевозить по железной дороге.

Транспортирование в специализированных вагонах имеет целый ряд преимуществ: оборудование вагона в целом обеспечивает нормальные условия кормового и питьевого режима для перевозимого скота, который мало отличается от режима при стационарном его содержании, сокращается количество проводников, лучше используется площадь вагона, легче осуществлять кормление и поение, резко снижаются потери массы, а иногда наблюдается прибавление массы в результате лучшего и более полного поедания даваемых кормов.

При перевозке в железнодорожном транспорте скот поят на специально оборудованных железнодорожных станциях: летом 3 раза в день после каждого кормления, а зимой 2 раза перед кормлением. Водопою следует уделять большое внимание, так как при регулярном поении животные в пути меньше утомляются, лучше и охотнее поедают корма и усвояемость их значительно выше. Рекомендуемый радиус доставки скота железнодорожным транспортом не более 600 км, продолжительность не более 4 сут.

На мясокомбинаты скот доставляют как обычным грузовым, так и специально оборудованным автотранспортом. В связи со спецификой перевозки длительность ее регламентируется не более 5 ч.

Для транспортирования свиней учеными ВНИИМПа предложен контейнерный способ. В контейнере размещают 13 голов свиней живой массой 110—120 кг. Он представляет собой сварную конструкцию, выполненную в виде короба из уголков и листового железа. Сверху контейнер перекрыт решеткой, ячейки которой не позволяют животным выбираться наружу. Одно из преимуществ использования контейнеров для этих целей заключается в том, что их можно близко подавать к месту содержания свиней при откорме, спокойно перегнать в них животных из станков, погрузить на автомобиль, транспортировать и аналогичным образом разгрузить на мясокомбинате.

В настоящее время начато серийное производство полуприцепов-скотовозов типа фургон с применением современных конструкционных материалов в одно- и двухъярусном исполнении

к седельным тягачам ЗИЛ-130В1-80 грузоподъемностью соответственно 9 и 8 т и КАМАЗ-5410 грузоподъемностью соответственно 12 и 11 т. Вместимость новых автоскотовозов в 2 раза и более выше эксплуатируемых моделей, а себестоимость перевозки в среднем на 25% ниже, достигается значительная экономия автомобильного топлива. Новая модель полуприцепа-скотовоза типа фургон состоит из кузова и ходовой части базового полуприцепа к соответствующему тягачу.

Все модели полуприцепов-скотовозов по заказу могут комплектоваться специальными раздвижными трапами для погрузки-выгрузки непосредственно с земли. Кузов полуприцепа-скотовоза ОдАЗ-9976 оборудован принудительной приточно-вытяжной вентиляцией. Каждый поставляемый полуприцеп-скотовоз комплектуют электропогонялкой.

Температурные условия перевозки скота определяет его отправитель в соответствии с ветеринарно-санитарными требованиями в зависимости от вида, возраста и упитанности скота, дальности, времени и назначения перевозок. Все модели скотовозов рассчитаны на эксплуатацию при температуре наружного воздуха от —40 до 40 °С.

По морю и рекам скот для предприятий мясной промышленности доставляют на специализированных судах и баржах. Подготовку скота, ветеринарный осмотр и обработку, оформление документации и пр. производят таким же образом, как при транспортировании по железной дороге.

Доставка скота гоном на предприятия мясной промышленности осуществляется, как правило, на близкие расстояния и в случаях экономической целесообразности. При согласовании обеих сторон формируют гурты в зависимости от вида скота. крупный рогатый скот — 150—200 голов; молодняк — 200—250 голов; овец — 600—1000 голов. Скорость движения гуртов зависит от вида скота: для крупного рогатого скота — не более 15 км в сутки, для мелкого рогатого скота — не более 10 км в сутки. Скот перегоняют только по грунтовым дорогам в основном в пастбищный период.

Птицу и кроликов транспортируют теми же видами транспорта, что и скот. Отличительной особенностью является то, что сухопутную птицу (куры, индейки, цесарки) и водоплавающую (утки, гуси) доставляют в специальных деревянных или металлических ящиках-клетках, а также в контейнерах. В связи с тем что потери массы птицы после кормления через 4—5 ч уменьшаются примерно на 0,5% (за каждый час), оптимальным считается радиус 45—50 км. При перевозках железнодорожным и водным транспортом организуют кормление и водопой птицы во избежание потерь живой массы. Кроликов доставляют также в специально изготовленных клетках и контейнерах, но желательно с индивидуальным размещением, с тем

чтобы исключить различного рода травмы кожи и волосяного покрова, снижающие сортность, а следовательно, и стоимость шкурок.

ЦЕНТРОВЫВОЗ

Стабильное обеспечение населения продуктами питания требует от всех отраслей агропромышленного комплекса дальнейшего совершенствования межотраслевых связей. При огромном количестве перерабатываемого скота мясной промышленностью первостепенное значение приобретает вопрос своевременной и без потерь доставки его на предприятия отрасли. Решить этот вопрос помогает организация прямых долгосрочных связей предприятий с колхозами и совхозами на основе центровывоза скота.

За последние годы объем централизованных перевозок скота в стране резко увеличился, и в настоящее время из всего поступающего на переработку скота более половины доставляется центровывозом. Однако расширение прямых связей хозяйств с предприятиями мясной промышленности сдерживается рядом причин организационного и технического характера. Не все хозяйства могут обеспечить требуемые условия при погрузке скота на специализированный автотранспорт (отсутствие рампы с освещением, несовершенное весовое хозяйство, отсутствие подъездных путей с твердым покрытием). Основные затраты на развитие системы центровывоза связаны с формированием автомобильного парка и ремонтных мастерских по его обслуживанию.

Хозяйства, переведенные на центровывоз, не несут никаких затрат по доставке и сдаче скота, а транспорт и трудовые ресурсы используют в сельскохозяйственном производстве. Кроме этого, обеспеченность мясокомбинатов скотом проходит более ритмично, потери при доставке снижаются, а качественные показатели сдаваемого на переработку скота улучшаются. Наибольший экономический эффект при центровывозе достигается благодаря тому, что хозяйства имеют прямые связи с предприятиями, при этом исключаются неоправданно высокие расходы на промежуточные заготовительные звенья.

ОСОБЕННОСТИ СКОТА, ВЫРАЩЕННОГО В УСЛОВИЯХ КРУПНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Животноводческий комплекс промышленного типа — это крупное специализированное производство, где на основе техники и научной организации труда осуществляются непрерывные технологические процессы, обеспечивающие ритмичный выпуск продукции. Условия содержания, кормления, цикличность зоотехнических операций, использование генетического разно-

образия пород в промышленных комплексах предопределяют интенсивное выращивание скота. Поэтому в современных животноводческих комплексах используют лучшие мировые генетические ресурсы пород скота, новые методы селекции, создание на основе скрещивания и гибридизации синтетических генотипов, которые должны обеспечить устойчивый прогресс и повышение мясной продуктивности. Разрабатываются новые, более совершенные системы нормирования кормления и оценки питательности кормов.

Существующие в СССР промышленные животноводческие комплексы специализируются по выращиванию крупного рогатого скота, свиней и мелкого рогатого скота. Эффективность увеличения животноводческой базы за счет промышленных животноводческих комплексов несомненна. Но животные, выращенные в условиях комплексов, имеют специфические особенности, связанные с условиями содержания, кормления, селекции и гибридизации, которые отрицательно могут влиять на качественные показатели готового продукта. Поэтому наряду с положительными результатами (интенсивность выращивания, повышение мясности и т. д.) животные, выращенные в комплексах, приобретают ряд особенностей, которые в значительной степени будут влиять на дальнейшую технологическую обработку.

В условиях промышленных комплексов животные становятся восприимчивыми к стрессовым нагрузкам, резко проявляются некоторые их физиологические особенности: ухудшение качества мяса, внезапная гибель из-за сердечной недостаточности, возрастание потерь при транспортировании. Содержание свиней в условиях гиподинамии привело к появлению у животных ослабленной двигательной деятельности. Обособленность выращивания в комплексах вызывает у животных обостренное чувство агрессивности, которое проявляется во время смешивания групп и выражается в ухудшении качества кожного покрова.

В зависимости от чувствительности к нагрузкам при транспортировании встречаются различные случаи, которые начинаются с утомления животного, затем переходят в необратимые симптомы миопатии нагрузки, или стрессового синдрома. Так, свинина имеет пороки — бледная, мягкая, экссудативная и темная, плотная, жесткая.

Особенность разведения скота современными методами (быстрый рост и образование мускулатуры при одновременном ограничении возможности движения) приводит к повышенному обмену веществ. При этом наблюдается диспропорция между массой сердца и тела, между объемом крови и массой животного. Основной причиной, ведущей к гибели животных при транспортировании, является дегенерация мышц — беломышечная болезнь, протекающая в относительно спокойных условиях

незаметно (т. е. в период откорма), но выявляющаяся (клинические признаки — повышение температуры тела, слабость костной ткани, мускулатуры и т. д.) в период транспортирования.

Стресс появляется у животных уже при расставании с обжитым местом после завершения откорма. Например, свиньи теряют до 1 кг своей массы лишь по пути от станка до транспортного средства. При этом повышенное сопротивление у них вызывают незнакомые элементы внешней среды: естественное освещение, другой состав воздушной среды, жара, холод, принудительные средства подгона и т. п. В этих условиях у животных появляется рефлекс тревоги и они устремляются обратно к своим местам. «Выключить» этот рефлекс тревоги удается лишь с помощью болевых ощущений — палки, хлыста, хлопушки, кнута.

В конечном итоге мясная промышленность несет убытки за счет снижения сортности кожевенного сырья, а также недополучает мясо из-за увеличения зачисток с туш побитых животных.

Чтобы снизить потери, можно проводить инъекцию животным транквилизаторов для более быстрого воздействия на их адаптационные механизмы. Эффект при этом неоспорим, но в ряде стран запрещено их применение вследствие того, что остаточное количество их в тканях представляет опасность. Наиболее целесообразно сочетание промышленной технологии выращивания (спокойные условия, при которых происходят максимальные приросты массы и усвоение корма) с аналогичными условиями транспортирования.

ПОСТУПЛЕНИЕ СКОТА НА СКОТОБАЗУ

Скотобазы расположены в основном при мясокомбинатах и служат как сырьевые склады для обеспечения бесперебойной доставки скота в цехи убоя скота и разделки туш. Пропускная способность скотобаз зависит от мощности предприятий, но в любом случае скотобаза должна иметь двухсуточный запас предназначенного к убою скота для ритмичной работы предприятия. В случае стабильного графика доставки скота ритмичная работа может быть и без запаса. На мясокомбинатах скотобазы располагаются вблизи цехов убоя скота и разделки туш.

Качество мяса, длительность его хранения в значительной степени зависят от состояния животного перед убоем, поэтому на скотобазах перед убоем животным необходим отдых в течение 2—3 сут с хорошим кормлением, содержанием и уходом. Необходимость в отдыхе вызвана тем, что во время транспортирования животные подвергаются стрессовым нагрузкам, в результате чего значительно снижаются защитные функции

кишечного тракта, а это позволяет микроорганизмам, в том числе и болезнетворным, проникать в кровеносные сосуды и распространяться в ткани и органы животного, т. е. увеличивается обсемененность получаемого мяса. Немаловажное значение играет отдых животного и на изменение величины pH.

Скотобазы оборудованы площадками для разгрузки, специально отведенными загонами с расколами для осмотра скота, помещениями для карантина, изолятора, санитарной бойни, складами для хранения кормов, площадками для обезвреживания навоза, промывания и дезинфекции транспорта, устройствами для обеззараживания сточных вод.

ПРИЕМКА И УСЛОВИЯ СОДЕРЖАНИЯ

По прибытии партии скота, птицы и кроликов на предприятии делается отметка в товарно-транспортной накладной о ее поступлении и скот подвергают ветеринарному осмотру в соответствии с Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов.

При осмотре проверяют правильность заполнения ветеринарного свидетельства и соответствие всех сопроводительных документов, скот термометрируют (выборочно или поголовно). В зависимости от результатов осмотра здоровый скот с подозрением на заразные заболевания карантинируют в специальные помещения, больной скот поступает в изолятор с последующим при необходимости направлением на санитарную бойню.

Приемку птицы, как сухопутной, так и водоплавающей, при доставке на птицеперерабатывающее предприятие осуществляют согласно ветеринарному свидетельству и товарно-транспортной накладной с указанием вида, возраста, количества голов и живой массы.

Сортируют птицу по виду, полу, возрасту и упитанности. По виду птицу делят на сухопутную (куры, цыплята-бройлеры, индейки, цесарки) и водоплавающую (утки, гуси); по возрасту — на молодняк и взрослую. При определении возраста, например, у петухов ощупывают длину шпор (с возрастом они становятся длиннее), старые куры имеют менее глянцевидное и плотное оперение и более грубые чешуйки на ногах, у взрослой птицы киль грудной кости окостеневший.

При определении упитанности сухопутной птицы прощупывают отложение мяса по сторонам выступа грудной кости (киля), у водоплавающей птицы проверяют наличие жирового образования под крылом.

Приемка кроликов на предприятиях мясной промышленности производится аналогично приемке скота и птицы. По упитанности кроликов разделяют на I и II категории. Упитанность

определяют прощупыванием остистых отростков в области пахов и на холке — утолщенных полос жировых отложений. У I категории упитанности остистые отростки прощупываются слабо, животные имеют хорошо развитые мышцы на крупе и бедрах, а по длине туловища имеются утонченные полосы жировых отложений; II категория кроликов имеет удовлетворительно развитые мышцы, остистые отростки легко прощупываются, жировые отложения бывают редко и слабо выражены. Если упитанность кроликов по характерным признакам ниже II категории, то их относят к тощим.

СИСТЕМА СДАЧИ-ПРИЕМКИ

Для приемки партии скота по живой массе его рассортировывают по возрастным группам и категориям упитанности в соответствии со стандартами на живой скот: крупный рогатый скот по возрасту и полу — на четыре группы (первая — волы и коровы; вторая — быки; третья — молодняк в возрасте от 3 мес до 3 лет; четвертая — телята в возрасте от 14 дней до 3 мес); свиньи — на следующие группы: свиньи, подсвинки (молодые свиньи массой от 20 до 59 кг), поросята (II категории — от 6 до 20 кг, молочные поросята I категории — от 2 до 6 кг). Скот сортируют в загонах, оснащенных расколами.

При сортировке выделяют взрослых некастрированных самцов крупного рогатого скота (быков) и свиней (хряков), которых размещают в индивидуальных загонах. Упитанность скота определяют органолептическим путем, осматривая животных и прощупывая подкожные жировые отложения. Так, при определении упитанности крупного рогатого скота прощупывают подгрудок (соколок), поясничную часть, выступы седалищных костей (маклоки), паховую часть (щуп), корень хвоста, мошонку (у волов). Упитанность мелкого рогатого скота определяют так же, но для жирнохвостных и курдючных особей учитывают еще и жировые отложения на хвосте. У свиней прощупывают позвонки в области спины.

Крупный рогатый скот и молодняк по упитанности, согласно стандартам, разделяют на три категории: высшую, среднюю и ниже средней; телят и бычков — на I и II категории. Соответственно категориям упитанности животные имеют хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно развитую мускулатуру и отложения подкожного жира в местах прощупывания.

Молодняк аналогично крупному рогатому скоту имеет те же признаки, но меньшее наличие жировых отложений. Телята I категории — молочники (выращенные молоком), живая масса не менее 30 кг. Телята II категории — молочники, получавшие подкормку, имеют менее развитую мускулатуру, с явно выступающими остистыми отростками спинных и поясничных позвонков. При несоответствии животных требованиям

стандарта и ниже средней упитанности или II категории их относят к тощим.

Мелкий рогатый скот по упитанности разделяют на три категории: высшую, среднюю и ниже средней.

При приемке скота производят скидку с фактической живой массы на содержимое желудочно-кишечного тракта, количество которого в зависимости от степени наполнения может колебаться у жвачных животных от 11 до 25%, а у свиней — от 5 до 12% от массы животного. Поэтому в соответствии с договорными условиями скидку на содержимое желудочно-кишечного тракта производят от 1,5 до 3%, а у стельных животных — до 10%.

Рассортированный скот взвешивают группами по упитанности. При приемке молодняка крупного рогатого скота повышенной массы, за которую выплачивают надбавку к закупочным ценам, а также бычков до 2 лет массой 300 кг и более каждое животное взвешивают отдельно. Молодняк овец до года взвешивают группами.

Скот по возрастным группам размещают в отдельных загонах, свиней — по группам в зависимости от намечаемого способа переработки (со снятием шкуры, в шкуре, со снятием крупона). Для освобождения желудочно-кишечного тракта кормление крупного рогатого скота прекращается за 24 ч до убоя, а свиней — за 12 ч, поение животных не ограничивают. Затем скот передают на переработку партиями по заявкам цеха убоя скота и разделки туш и, как правило, в порядке очередности поступления их на мясокомбинат. Субъективность оценки при приемке по живой массе, особенно при перекорме животных, иногда приводит к ошибкам и разногласиям. Они разрешаются контрольным убоем и оценкой категории упитанности.

Принципиальным отличием системы приемки скота по массе и качеству мяса от приемки скота по живой массе является оплата действительной продукции — мяса, а не живой массы. Эта система имеет ряд преимуществ. Исключается перекорм скота перед сдачей, а это, в свою очередь, ведет к сокращению расхода кормов, исключаются недоборы мяса, а следовательно, возникновение конфликтных ситуаций между сдатчиками и приемщиками в связи с обеспечением полной сохранности принадлежности скота и получением после его обработки мяса определенным поставщиком. Приемка и сортировка осуществляется так же, как и по живой массе, за исключением определения упитанности. Принятые по количеству голов партии скота, рассортированные на группы, размещают в загонах с сохранением принадлежности скота хозяйствам-поставщикам. На каждую группу скота, размещаемую в загоне, составляют карточку, в которой указывают количество голов, наименование хозяйства-поставщика, намечаемое время переработки, а для свиней и способ переработки. Карточка должна храниться

в специальном ящике, прикрепленном к изгороди загона. С этого момента ответственность за сохранность животных несет мясокомбинат. Упитанность скота по качеству мяса, полученного после убоя, определяют в соответствии с действующими стандартами на живой скот.

ПРЕДУБОЙНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Для создания необходимых условий содержания и подготовки животных к убою, организации необходимого запаса скота для беспрерывной работы цеха убоя скота и разделки туш на мясокомбинатах созданы цехи предубойного содержания скота. Их располагают в непосредственной близости от цеха убоя скота и разделки туш. Это обеспечивает подачу подготовленного к убою скота и гарантирует ритмичную работу конвейера разделки туш. Цехи предубойного содержания скота бывают одно- и многоэтажные. В них располагают загоны для скота, весы, расколы для термометрирования. Они рассчитаны на передержку такого количества скота, которое обеспечило бы суточную потребность цеха убоя и разделки туш.

В течение предубойной выдержки скот постоянно находится под ветеринарно-санитарным контролем. Здесь же производится термометрирование. В период предубойного содержания чистка животных — очень важное и необходимое мероприятие. Поэтому перед подачей животного в предубойные загоны их тщательно моют, используя для этих целей как наружные бассейны (в зонах теплого климата), так и камеры, имеющие душевые устройства с восходящими и нисходящими струями воды, или из шланга с температурой воды 20—25 °С. Из цеха предубойного содержания скот подают в предубойные загоны, рассчитанные на двухчасовую бесперебойную работу линии убоя и разделки. Для переработки однородного сырья скот сортируют по возрастным группам и живой массе.

Цель предубойной выдержки птицы — освобождение пищеварительного тракта от кормовых и пометных масс, осложняющих обработку тушек. Птицы, в зобе которых имеются кормовые массы, направляются на просидку до полного освобождения зоба. В зависимости от метода переработки, вида, возраста, характера откорма и упитанности птицы определяют длительность предубойной выдержки (от 4 до 8 ч). Ее проводят в помещениях, оборудованных клетками с решетчатыми или сетчатыми полами. Цыплята и куры остаются для просидки в клетках, где производят откорм, а индеек, уток, гусей помещают в специально оборудованные просидочные базы с навесами. Водоплавающую птицу перед предубойной выдержкой рекомендуется пропускать через специально оборудованные бассейны, где птица, поплавав 20—30 мин, самостоятельно очищает себя от грязи, ноги и оперение от помета.

Глава 2

СОСТАВ, СВОЙСТВА МЯСА И ДРУГИХ ПРОДУКТОВ УБОЯ

Продукты убоя сельскохозяйственных животных и птицы являются многокомпонентными структурно-сложными системами. В зависимости от состава и свойств их используют для производства пищевых продуктов, кормовой и технической продукции, медицинских препаратов.

В питании человека мясо и мясопродукты являются источниками полноценных белков, жиров, витаминов, минеральных и экстрактивных веществ, которые используются организмом для биологического синтеза и покрытия энергетических затрат.

Состав и свойства мяса и других продуктов убоя зависят от вида, породы, пола, возраста, условий выращивания и кормления животных и тех изменений, которые возникают в тканях под воздействием ферментов, микроорганизмов, кислорода воздуха и других факторов.

СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА

Мясо — это туша или часть туши, полученная от убоя скота, представляющая совокупность мышечной, жировой, соединительной и костной (или без нее) тканей. Качество мяса определяется количественным соотношением тканей и их физико-химическими, морфологическими характеристиками, зависящими от вида скота, породы, возраста и пола, условий содержания и откорма животного, анатомических особенностей частей туши. Количественное соотношение тканей в мясе примерно составляет: мышечная ткань — 50—70%, жировая ткань — 3—20, костная ткань — 15—22, соединительная ткань — 9—14%.

Мышечная ткань

Мышечная ткань — это часть мяса, обладающая наибольшей пищевой ценностью. Она представляет собой совокупность количественно преобладающих мышечных волокон и соединительнотканных оболочек.

Морфологический состав. Отдельное мышечное волокно можно рассматривать как гигантскую многоядерную клетку. Ее оболочка — сарколемма — представляет собой двойную

мембрану. Диаметр развитого мышечного волокна составляет от 10 до 100 мкм, а длина его обычно соответствует длине мышцы. Мышечные волокна содержат нитевидные образования — миофибриллы, расположенные параллельно оси волокна. Миофибриллы окружены жидкой фазой — саркоплазмой, в которой находятся ядра, митохондрии, рибосомы, лизосомы и другие клеточные органоиды. Ядра мышечного волокна, имеющие вытянутую форму, расположены непосредственно под сарколеммой.

Саркоплазма составляет 35—40% клетки. Это неоднородная система, состоящая из полужидкого белкового золя, в котором содержатся включения гликогена липидов, и из эндоплазматической сети (саркоплазматический ретикулум) — сложной системы тончайших трубочек и пузырьков (цистерн). Саркоплазматический ретикулум соединяет отдельные участки миофибрилл между собой и сарколеммой.

Миофибриллы характеризуются поперечно-полосатой исчерченностью, создаваемой в результате чередования темных (анизотропных) и светлых (изотропных) участков, которые соответственно называются А-дисками и I-дисками (рис. 1). Z-линии, расположенные в середине I-диска, ограничивают повторяющиеся участки миофибрилл, называемые саркомерами. Длина саркомера 2,5—3 мкм. Каждая миофибрилла состоит из нескольких сот саркомеров. Кроме Z-линии различают также М-линию и Н-зону, занимающие центральную часть А-диска. При сокращении мышц длина саркомера может уменьшаться на 25—50% от первоначальной величины.

Химический состав. Содержание отдельных групп химических веществ в мышечной ткани составляет: вода — 72—80%; белки — 16,5—20,9; азотистые экстрактивные вещества — 1—1,7; безазотистые экстрактивные вещества — 0,7—1,4; липиды — 2—3; минеральные вещества — 1—1,5%. Белки, составляющие около 80% сухих веществ мышечной ткани, в решающей степени определяют пищевую ценность, физико-химические показатели мяса, а также особенности его изменений при технологической обработке.

Белки. Белки, входящие в состав мышечной ткани, различны по аминокислотному составу, строению, физико-химическим свойствам и биологическим функциям. Они подразделяются на три основные группы: саркоплазматические (35% всех мышечных белков), миофибриллярные (45% всех мышечных белков) и белки стромы. Состояние мышечных белков определенным образом влияет на консистенцию, водоудерживающую, эмульгирующую способность, адгезионные свойства и цвет мяса.

Белки саркоплазмы. К саркоплазматическим белкам относятся белки, характерным свойством которых является растворимость в растворах невысокой ионной силы. Все белки

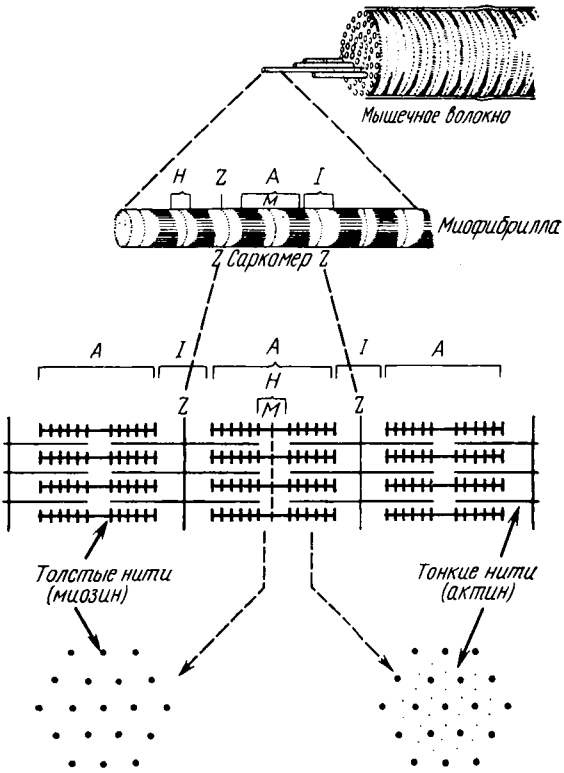


Рис. 1. Схема строения миофибрилл

этой группы, за исключением миоглобина, представляют собой сложные гетерогенные системы, близкие по физико-химическим свойствам, что затрудняет их идентификацию. Разделение этих белков на миоген, глобулин X и миоальбумин носит весьма условный характер.

На долю белков фракции миогена приходится около 20% всех белков мышечной ткани. Молекулярная масса миогена составляет от 81 000 до 150 000. Изоэлектрическая точка находится в пределах pH 6,0—6,6, температура коагуляции в растворе 55—66 °С. Аминокислотный состав этой группы белков хорошо сбалансирован по незаменяемым аминокислотам. Белки фракции миогена выполняют ряд ферментативных функций, в частности регулируют превращения углеводов.

Белки фракции глобулина X составляют около 20% всего количества белков мышечной ткани. Эта группа белков проявляет свойства, характерные для глобулинов. Изоэлектрическая точка глобулина X соответствует pH 5,2. Температу-

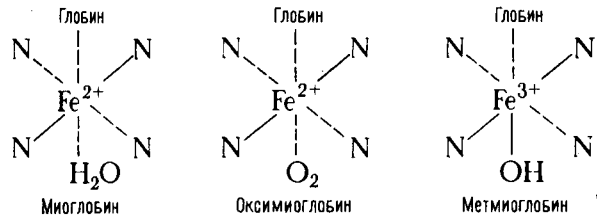
ра коагуляции в растворе около 50 °С. Биологическая роль его не совсем ясна.

Количество миоальбумина составляет 1—2% от общего содержания белка в мышечной ткани. Миоальбумин относится к типичным альбуминам. Изоэлектрическая точка этого белка находится при pH 3,0—3,5. Температура коагуляции миоальбумина равна 45—47 °С.

Миоглобин — это белок, обусловливающий характерную красную окраску мышечной ткани. Содержание миоглобина в мышечной ткани составляет около 1% и различается в зависимости от возраста животного и вида мышц. Функция миоглобина в тканях состоит в транспортировании кислорода, доставляемого гемоглобином крови к ферментным системам клеток. Группы мышц, выполняющих большую физическую нагрузку, содержат относительно больше миоглобина и соответственно имеют более темную окраску. С возрастом содержание этого белка в мышечной ткани увеличивается. Молекулярная масса миоглобина крупного рогатого скота 17 000, свиней — 16 500.

Молекула миоглобина состоит из белковой части — глобина, (около 94% общей массы) и простетической группы — гема. В молекуле гема центральное место занимает атом железа, имеющий 6 координационных связей: одна связывает атом железа с молекулой глобина; четыре связи — с атомами азота пиррольных ядер; шестая участвует в образовании миоглобином комплексов с различными соединениями.

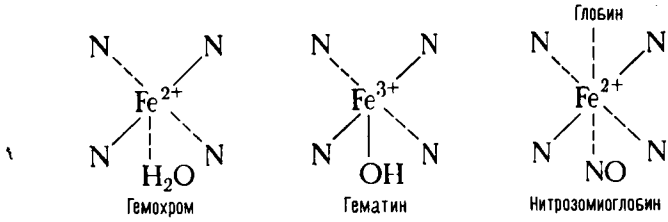
Присутствие миоглобина обусловливает пурпурно-красную окраску мышечной ткани. При этом атом железа в геме двухвалентен и связан шестой координационной связью с молекулой воды.



Миоглобин легко присоединяет кислород с образованием ярко-красного пигмента — оксимиоглобина. При этом железо гема не окисляется, а остается двухвалентным, благодаря тому что гем в молекуле миоглобина окружен неполярным белком. Длительный контакт с кислородом приводит к окислению миоглобина и появлению метмиоглобина, который окрашен в коричневый цвет.

В процессе промышленной переработки мяса миоглобин подвергается различным превращениям. При тепловой обработ-

ке, сопровождающейся денатурацией хромопротеидов, образуются гемохромы и гематины. При этом цвет мяса изменяется от красного до серо-коричневого.



Сохранение характерной окраски мясопродуктов при тепловой обработке обеспечивается введением нитрита. Образуется нитрозомиоглобин, который при денатурации глобина в процессе варки переходит в нитрозомиохром, сообщающий розово-красную окраску солено-вареным изделиям.

В саркоплазме присутствует белок, обратимо связывающий ионы кальция, — кальмодулин. Являясь регуляторным белком, кельмодулин играет роль посредника во многих ферментативных реакциях, активируемых Ca^{+2}. Этот белок влияет на процесс мышечного сокращения, изменение консистенции мяса при его хранении.

Миофибриллярные белки. В состав миофибрилл входят специализированные белки сократительной системы скелетной мускулатуры: миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, тропонин и др.

Среди собственно миофибриллярных белков на долю миозина приходится примерно 55%.

Молекулярная масса миозина составляет 450 000. Молекула белка имеет вытянутую форму (150 нм). Две длинные белковые цепочки, имеющие молекулярную массу около 200 000 каждая, образуют двойную спираль, так называемый «хвост» молекулы. Продолжением молекулы является несколько коротких полипептидных цепочек, создающих глобулярную «голову» молекулы (рис. 2).

В аминокислотный состав миозина входят все незаменимые аминокислоты. Всего в белковой молекуле миозина содержится около 5000 аминокислотных остатков. Примерно 30% из них составляют дикарбоновые аминокислоты, что обусловливает кислые свойства миозина и его способность связывать ионы калия, кальция и магния.

Важнейшим свойством миозина является его способность катализировать расщепление АТФ на АДФ и H_3PO_4. В ходе этой реакции выделяется энергия, необходимая для мышечного сокращения. Участки полипептидной цепи, обладающие АТФ-азной активностью, сосредоточены в «голове» молекулы.

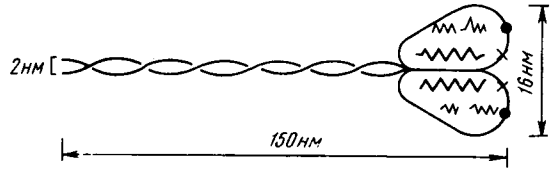


Рис. 2. Строение миозиновой молекулы

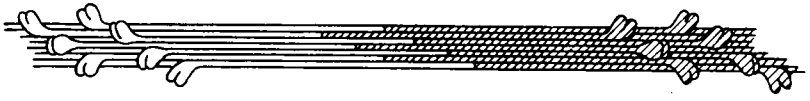


Рис. 3. Схема строения толстого миозинового филамента

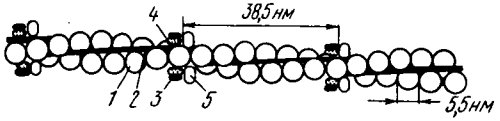


Рис. 4. Структура тонкого филамента:
1 — актин; *2* — тропомиозин; *3* — тропонин-С; *4* — тропонин-I; *5* — тропонин-Т

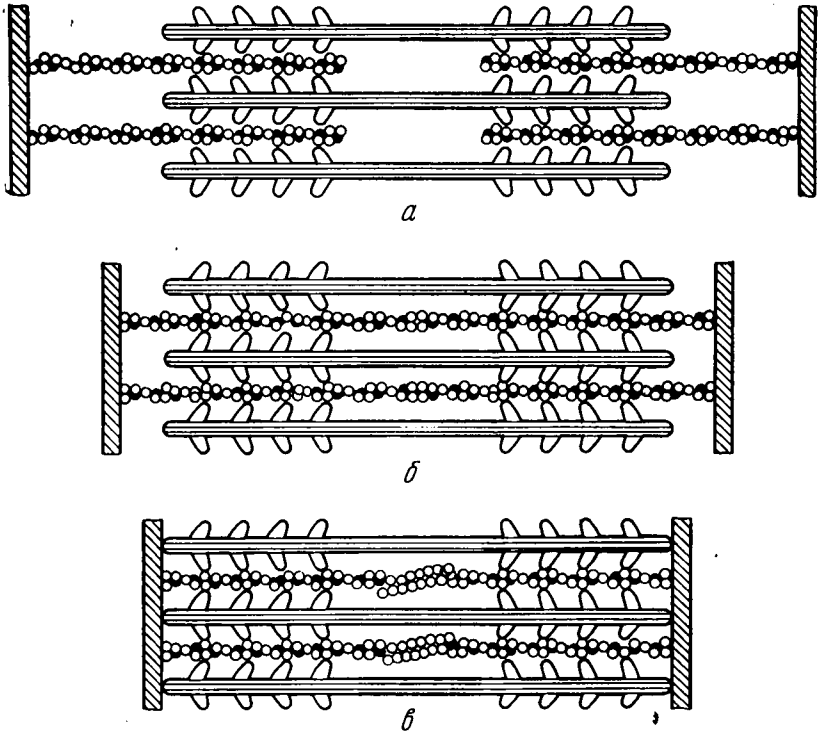


Рис. 5. Скольжение филаментов в процессе сокращения:
а — состояние покоя; *б* — умеренное сокращение; *в* — максимальное сокращение; толстые филаменты контактируют с *Z*-линиями

Именно этот участок молекулы миозина взаимодействует с актином при сокращении мышцы.

Молекулы миозина, соединяясь определенным образом («хвост к хвосту»), образуют толстые нити миофибрилл (рис. 3). Толстые нити, образующие А-диски, состоят примерно из 400 молекул миозина. От М-линии, проходящей в центре зоны Н, миозиновые нити ориентированы в противоположных направлениях. Существует предположение, что в зоне М-линии локализован особый белок (М-белок).

Содержание актина составляет примерно 25% общего количества миофибриллярных белков. Актин является полноценным белком. Существуют две формы актина: глобулярный (Г-актин) и фибриллярный (Ф-актин). Молекулярная масса Г-актина 42 000. Это водорастворимый глобулярный белок. Молекула состоит из 376 аминокислотных остатков. Ф-актин образуется в результате полимеризации Г-актина и имеет двухцепочечную спиральную структуру (рис. 4). Один виток спирали включает 13—14 молекул Г-актина. Тонкие нити миофибрилл (I-диски) образованы Ф-актином.

Сложный белковый комплекс актомиозин образуется при мышечном сокращении в результате соединения миозина с актином. При образовании актимиозина молекулы миозина прикрепляются «головой» к глобулам актина. Молекулярная масса актомиозина изменяется в интервале от 1 600 000 до 3 900 000.

Тропомиозин, содержащийся в тонких нитях миофибрилл, составляет 4—7% миофибриллярных белков. Молекулярная масса около 70 000. Молекула тропомиозина представляет собой две спирали длиной 40 нм. В тонких нитях тропомиозина располагается внутри цепочки Ф-актин на отрезках, соответствующих по длине семи глобулам Г-актина.

Тропонин — глобулярный белок, входящий в состав тонких филаментов (см. рис. 4). Количество тропонина составляет примерно 2% миофибриллярных белков. Молекулярная масса — около 80 000. Сферическая молекула тропонина состоит из трех неодинаковых субъединиц, выполняющих различные регуляторные функции. Молекулы тропонина связывают Ca^{2+} и инициируют АТФ-азную активность миозина.

Рассмотренные миофибриллярные белки принимают участие в акте сокращения мышечной ткани. Источником энергии мышечного сокращения является химическая энергия гидролитического распада АТФ. Катализатором процесса распада АТФ является миозин. Проявление каталитической активности миозиновой АТФ-азы обусловливается повышением в системе концентрации ионов Ca^{2+} в результате их выделения из саркоплазматического ретикулума. В живой мышце процесс выделения Ca^{2+} стимулируется поступлением нервных импульсов.

Распад АТФ приводит к переходу А-актина в фибриллярную форму, что является одним из условий образования ак-

томиозина. Взаимодействие макромолекул миозина и Ф-актина происходит с участием сульфгидрильных групп «головки» миозина.

Процессу образования актомиозинового комплекса предшествует устранение «блокирующего» действия тропонина и тропомиозина миозинсвязующий центр Ф-актина.

Миозиновая головка и глобулы Ф-актина соединяются первоначально под углом 90°, затем головка опускается на 45°. В системе появляется натяжение и актиновая нить продвигается вдоль толстой нити миозина. Совокупным результатом указанных превращений является уменьшение длины саркомера и сокращение мышечного волокна (рис. 5). Максимальное сближение Z-линий, ограничивающих саркомер, определяется длиной А-линий.

Помимо перечисленных белков, в миофибриллах содержится ряд других белков, функции которых окончательно не выяснены. Среди них можно выделить α-актинин. Это белок с молекулярной массой 95 000. По-видимому, он входит в структуру Z-линии миофибрилл. Другой белок, выделенный из миофибрилл (β-актинин), ограничивает нити Ф-актина в I-дисках.

Десмин — белок, который в виде нитей участвует в построении Z-линий миофибрилл.

Белки стромы. Эти белки входят в состав сарколеммы и соединительнотканных оболочек, окружающих мышечные волокна. Основными белковыми компонентами стромы являются коллаген и эластин. В межклеточном веществе мышечной ткани содержатся муцины и мукоиды.

Липиды. Содержание липидов в мышечной ткани составляет около 3% и колеблется в зависимости от вида, пола, возраста, упитанности животных. Часть липидов, в основном фосфолипиды, входит в состав миофибрилл, клеточных мембран, митохондрий, саркоплазматического ретикулума.

Липиды, являющиеся запасным энергетическим материалом, присутствуют в саркоплазме, в межклеточной соединительной ткани и представлены главным образом триглицеридами. Содержание полиненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов, значительно ниже в липидах мышечной ткани свиней, чем у жвачных животных.

Экстрактивные вещества. К экстрактивным веществам, подразделяемым на азотистые и безазотистые, относятся вещества, извлекаемые из мышечной ткани водой. Их прижизненная функция состоит в участии в разнообразных реакциях обмена веществ и энергетических процессах в тканях. Присутствие экстрактивных веществ и продуктов их химических превращений в процессе автолиза во многом обусловливает органолептические показатели мяса.

К группе азотистых экстрактивных веществ относятся небелковые вещества, содержащие азот. Среди них конечные и промежуточные продукты азотистого обмена: мочевина, мочевая кислота, пуриновые основания, свободные аминокислоты и др. Среди свободных аминокислот наиболее высокое содержание характерно для глютаминовой кислоты (0,12%).

Важное значение для формирования вкусоароматических характеристик имеют следующие специфические азотистые экстрактивные вещества мышечной ткани: карнозин, ансерин, креатин, креатинфосфат, карнитин, глютатион, свободные нуклеотиды (АТФ, АДФ и др.). Содержание ансерина в мышечной ткани птиц значительно выше, чем в говядине и свинине. Отношение ансерина к карнозину характерно для определенных видов мышечной ткани и соответственно составляет для мышечной ткани мяса птицы, говядины и свинины 2,5; 0,2 и 0,1. На долю креатина (метилгуанидинуксусной кислоты) и креатинфосфата приходится до 60% небелкового азота мышечной ткани. Эти экстрактивные вещества принимают участие в химических процессах, связанных с мышечным сокращением.

Свободные нуклеотиды выполняют в живой мышечной ткани важную роль в обменных процессах и химических реакциях, результатом которых является выделение энергии, используемой в мышечном сокращении.

К важнейшим безазотистым экстрактивным веществам относятся гликоген и различные продукты его превращений. Общее количество компонентов этой фракции составляет около 1%. Гликоген является энергетическим материалом, который накапливается в состоянии покоя и расходуется в процессе мышечной работы. Количественное соотношение между гликогеном и продуктами его распада зависит от условий предубойного содержания животных и уровня развития автолитических изменений после убоя. Распад гликогена гликолитическим путем приводит к образованию молочной кислоты, фосфорных эфиров гексоз и других соединений, при амилолизе появляются глюкоза, мальтоза и другие олигоглюкозиды. Количество молочной и содержащихся в незначительных количествах янтарной, пировиноградной и других кислот и определяет величину pH мышечной ткани.

Витамины. Витамины мышечной ткани представлены в основном водорастворимыми витаминами. В мышечной ткани содержатся B_1 (тиамин), B_2 (рибофлавин), B_6 (пиридоксин), PP (никотинамид), B_3 (пантотеновая кислота), биотин (витамин H), парааминобензойная кислота, инозит, холин, фолиевая кислота, B_{12}, B_{15} (пангамовая кислота). По количественному содержанию мышечная ткань является важным источником витаминов группы B. Витамины этой группы в разной степени разрушаются при тепловой обработке. Например, витамин B_1 (при pH 7,0) в процессе нагревания до 97 °C в течение 1 ч

теряет активность на 80%. Витамин B_2 при pH 7,2 при нагревании 1 ч до 120 °С разрушается почти на 50%. Витамин B_6 устойчив к нагреванию, но разрушается под действием света и окислителей. Витамин B_{12} в нейтральной среде не теряет активности при нагревании до 121 °С в течение 15 мин.

Минеральные вещества. Содержание минеральных веществ в мышечной ткани составляет 1—1,5%. Среди них в наибольших количествах присутствуют калий, натрий, магний, кальций, железо, цинк, фосфор, сера, хлор. Многие катионы связаны с белковыми веществами мышечной ткани, и часть из них в свободной форме появляется после убоя.

В мышечной ткани присутствуют также микроэлементы: медь, марганец, кобальт, молибден и др.

Соединительная ткань

Соединительная ткань входит в состав хрящей, сухожилий, подкожной клетчатки, кости, межклеточного вещества мышц, паренхиматозных органов, стенок сосудов. Все разновидности соединительной ткани составляют около 50% массы тела животного. Несмотря на некоторые морфологические различия, для всех видов соединительной ткани характерно наличие внеклеточных волокнистых структур — коллагеновых и эластиновых волокон, окруженных межклеточным основным веществом, на долю которого приходится до 30% сухой массы соединительной ткани (рис. 6).

Коллагеновые волокна содержат коллаген, на долю которого приходится около $^1/_3$ общего количества белков. Кроме того, в их состав входят и другие компоненты.

С помощью электронной микроскопии установлено, что коллагеновые волокна построены из фибрилл различного диаметра, имеющих поперечную исчерченность. Фибриллы построены из макромолекул коллагена — тропоколлагена. Тропоколлаген (молекулярная масса 360 000) состоит из трех полипептидных цепей, образующих тройную спираль диаметром около 1,5 нм и длиной 300 нм. Каждая цепь состоит из 1000 аминокислот и имеет молекулярную массу 1200. Структура макромолекулы стабилизируется водородными связями между пептидными группами соседних цепей. Особенности взаиморасположения молекул тропоколлагена,

Рис. 6. Строение рыхлой соединительной ткани:

1 — коллагеновые волокна; *2* — эластиновые волокна; *3* — клетка; *4* — ядро

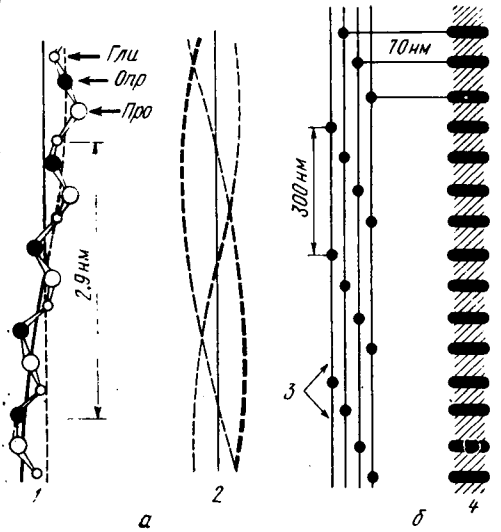


Рис. 7. Структура коллагена:

а — конформация полипептидных цепей в трехцепочной молекуле тропоколлагена. Каждая цепь представляет собой спираль с многократно повторяющимися последовательностями Гли-Про-Опр; *б* — ступенчатое расположение молекул тропоколлагена обусловливает появление в гидратированных волокнах коллагена повторяющихся структурных единиц, расстояние между которыми равно 70 нм

соединенных конец к концу и бок о бок, определяют характер строения фибрилл (рис. 7). В параллельных нитях, образованных соединением тропоколлагена конец к концу, начало молекул смещено, что обусловливает наблюдаемую периодичность в строении фибрилл. Период поперечной исчерченности коллагеновых волокон 64—70 нм.

Специфика структуры тропоколлагена определяется особенностями его аминокислотного состава. Примерно 33% аминокислотных остатков макромолекул коллагена составляет глицин, 21% — пролин и оксипролин, 11% — аланин. В коллагене отсутствуют триптофан, цистин, цистеин, мало метионина и тирозина. Наличие оксипролина, который присутствует в очень немногих белках, позволяет по содержанию этой аминокислоты судить о количестве коллагена в мясе.

Особенности строения коллагеновых волокон определяют их высокую способность к набуханию и большую механическую прочность, что, в свою очередь, влияет на консистенцию мяса. Нативный коллаген не растворим в воде, но способен к набуханию. Он устойчив к действию пепсина и трипсина, подвергается гидролизу в присутствии коллагеназы поджелудочной железы. Коллаген может быть превращен в легкоусвояемые полипептиды в результате гидролиза некоторыми растительными ферментами. Под действием альдегидов происходит дубление коллагена — образование между пептидными цепями метиленовых мостиков, что повышает его механическую прочность, устойчивость к нагреванию в присутствии воды и воздействию протеолитических ферментов.

Тепловая обработка приводит к процессам дезагрегации макромолекул коллагена, характер которых зависит от температуры и продолжительности нагрева.

При умеренном тепловом воздействии происходит «сваривание» коллагена в результате нарушения части водородных

связей внутри пептидных цепей. Изменение их взаиморасположения в трехспиральной структуре тропоколлагена сопровождается ее разрыхлением, повышением гидратации системы и увеличением доступности пептидных связей действию протеаз.

Повышение температуры (до 90 °С) и увеличение продолжительности нагревания приводит к гидротермическому распаду тропоколлагена на составляющие его макромолекулу пептиды в результате разрушения водородных связей между ними. Этот продукт дезагрегации коллагена — глютин — интенсивно набухает в воде и при 40 °С переходит в раствор, понижение температуры которого сопровождается образованием студней. Глютин легко переваривается протеолитическими ферментами. Дальнейшее нагревание при повышенных температурах приводит к гидролизу пептидных связей, к образованию низкомолекулярных продуктов — глютоз (желатоз). При этом не исключена возможность их взаимодействия с образованием новых соединений. Наличие глютоз понижает гидратацию системы и негативно сказывается на студнеобразовании (уменьшается прочность студней). Таким образом, характер изменения коллагена при тепловой обработке мясного сырья может существенно влиять на качество готовых изделий — их консистенцию, водосвязывающую способность, переваримость коллагена ферментами желудочно-кишечного тракта.

В состав эластиновых волокон входит фибриллярный белок эластин. Полипептидные цепи эластина сформированы из молекул проэластина, имеющего молекулярную массу 72 000 и содержащего 800 аминокислотных остатков. Эластиновые волокна построены из сферических молекул. Аминокислотный состав этого белка отличается высоким содержанием глицина, аланина, лизина, отсутствием триптофана и цистина, малым количеством метионина. Содержащиеся только в эластине специфические аминокислоты — десмозин и изодесмозин — участвуют в образовании поперечных связей.

Эластин характеризуется высокой устойчивостью к действию кислот и щелочей. В отличие от коллагена он не изменяется при нагревании. Эластин не переваривается трипсином и химотрипсином, но медленно гидролизуется пепсином при pH 2,0. Продуцируемая поджелудочной железой эластаза и также растительные ферменты — фицин, папаин и бромелин — вызывают протеолиз эластина.

На долю межклеточного основного вещества приходится до 30% сухой массы соединительной ткани. В его состав входят протеогликаны — полисахариды, ковалентно связанные с белками. Содержание в них углеводов может достигать 95%. Полисахаридная группа протеогликанов — глюкозоаминогликаны — содержит глюкозамин или галактозамин. Наиболее распространенным полисахаридом является гиалуроновая кислота, молекулярная масса которой 10^5—10^7. В зависимости от

структуры полипептидной цепи протеогликаны могут связываться с коллагеном. Протеогликаны являются поливалентными анионами, которые прочно связывают катионы. Наличие катионов Ca^{2+} способствует их агрегации. Вследствие особенностей расположения углеводно-белковые цепи занимают большое пространство, заполненное молекулами воды. Состав протеогликанов изменяется в зависимости от возраста животных, что отражается на структурно-механических свойствах соединительной ткани, и их изменении под воздействием внешних факторов.

Жировая ткань

Жировая ткань подразделяется в соответствии с участками локализации на подкожную, межмышечную и внутримышечную. Количество жировой ткани и характер ее распределения в значительной степени определяют пищевую ценность и качество мяса и зависят от вида, породы, пола, возраста, упитанности, условий откорма и содержания животных.

Для мяса скота мясных и мясо-молочных пород характерно наличие жировой ткани в эндомизии и перимизии. Такой характер распределения жировой ткани обусловливает «мраморность» мяса. Мясо с развитой внутримышечной жировой тканью отличается высоким качеством, а продукты на его основе — хорошим комплексом органолептических показателей и высокой пищевой ценностью.

Жировая ткань рассматривается как разновидность соединительной ткани, в которой жировые клетки образуют большие скопления. В структуре живой клетки наибольший объем занимает капля жира, а протоплазма, ядро и другие органеллы располагаются по периферии жировой клетки у соединительнотканной оболочки. В состав межклеточного вещества жировой ткани, помимо основного аморфного вещества, входят коллагеновые и эластиновые волокна.

Содержание основных компонентов (влага, жир, белок) в жировой ткани зависит от анатомического участка расположения ткани в туше. Помимо основных компонентов, в составе жировой ткани присутствуют пигменты, минеральные вещества и витамины.

Пищевая ценность жировой ткани в основном обусловлена содержанием жиров, являющихся источником энергии (1 г жира — 38,55 кДж). Вместе с жирами в организм поступают такие ценные биологические вещества, как полиненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, жирорастворимые витамины, стерины. Для усвоения организмом жирорастворимых витаминов, поступающих из других источников, присутствие в кишечнике жиров является обязательным условием.

В животных жирах преобладают триглицериды (сложные

эфиры глицерина и жирных кислот), содержание моно- и диглицеридов незначительно. Количественное содержание в жирах полиненасыщенных жирных кислот в значительной степени определяет их биологическую ценность, так как линолевая и линоленовая жирные кислоты не синтезируются организмом человека, а арахидоновая кислота синтезируется только из линолевой.

Костная ткань

Кости скелета животных состоят из минеральных кристаллических образований в виде пластин и органической основы. Минеральная часть кости состоит из $Ca_3(PO_4)_2$ (80%), $CaCO_3$ (10%), CaF_2 (0,3%), $CaCl_2$ (0,2%), $Mg_3(PO_4)_2$ (1,5%), хлорида и цитрата натрия (4%) и других соединений. Соли Ca^{2+} образуют кристаллы гидроксиапатита — $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, имеющие форму пластин шириной 2—4 нм, длиной 20—40 нм.

Органическая основа кости состоит из коллагена (90—95%) при небольшом количестве протеогликанов. Коллаген составляет 20% массы, или 40% объема костной ткани. В пространстве между коллагеновыми волокнами располагаются кристаллы минеральных веществ.

Наружная часть костей состоит из компактного вещества с упорядоченным расположением пластинок. Под ним расположено губчатое вещество с пластинками, расположенными в разном направлении. В губчатом веществе находится красный костный мозг. Полость средней части костей конечностей заполнена желтым костным мозгом. Желтый костный мозг содержит 84—95% липидов, 1—3 — белка, 4—12% воды. В состав липидной фракции входит 99,5% триглицеридов, 0,2% фосфатидов, 0,3% холестерина. Среди жирных кислот преобладает олеиновая (около 78%).

В соответствии с особенностями структуры кости скелета, характера технологической обработки и направлением использования кости скелета подразделяют на трубчатые (кости конечностей), пластинчатые (кости черепа, лопатки, тазовые), кости ребер, позвонки.

Таблица 1

Кости	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	золы
Позвоночник	30—41	14—23	13—20	20—30
Грудная кость	48—53	16—21	13—16	14—17
Тазовая кость	24—30	16—20	22—24	30—33
Ребра	28—31	19—22	10—11	36—40
Трубчатая	15—23	17—23	13—24	40—50
Кулак	17—32	14—21	18—33	28—36

Химический состав различных видов костей крупного рогатого скота представлен в табл. 1.

В соответствии с особенностями состава кость используют для производства полуфабрикатов, студней, зельцев, костного жира, желатина, клея, кормовой муки. В настоящее время рассматривается новое направление использования коллагена кости как составного компонента некоторых видов мясопродуктов.

Пищевая ценность мяса

Пищевая ценность мяса зависит от количественного соотношения влаги, белка, жира, содержания незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов группы В, микро- и макроэлементов, а также органолептических показателей мяса.

При оценке биологической ценности белков наряду с учетом степени сбалансированности незаменимых аминокислот принимается во внимание уровень гидролиза белков пищеварительными ферментами. Рассматривая мясо прежде всего как источник полноценных белков, заметим, что определяющее значение для его пищевой ценности имеет содержание мышечной ткани.

О пищевой ценности мяса судят по так называемому «качественному белковому показателю», который представляет собой отношение триптофана (как индекса полноценных белков мышечной ткани) к оксипролину (показателю неполноценных соединительнотканных белков). Качество мяса характеризуют также по соотношению вода — белок, жир — белок, вода — жир. Между содержанием влаги и жира существует обратная корреляционная зависимость.

В комплекс показателей, определяющих пищевую ценность мяса, входят органолептические показатели: цвет, вкус, запах, консистенция, сочность и др. Цвет мяса зависит от концентрации миоглобина в мышечной ткани и состояния белковой части макромолекулы — глобина. На окраску термообработанного мяса могут влиять продукты, возникающие в результате реакций меланоидинообразования. Жир, входящий в состав мяса, при наличии каротиноидных пигментов может приобретать желтый оттенок.

Одним из важнейших свойств мяса является его консистенция — нежность и сочность, которая зависит от количества соединительной ткани, содержания внутримышечного жира, размера мышечных пучков и диаметра мышечных волокон, состояния мышечных белков — степени их гидратации, ассоциации миозина и актина, уровня деструкции. На нежность мяса влияет не только общее содержание соединительной ткани, но

и соотношение в ней коллагена и эластина, степень полимеризации основного вещества — мукополисахаридов.

Запах и вкус мяса зависят от количества и состава экстрактивных веществ, наличия летучих компонентов и тех преобразований в их составе, которые возникают в ходе тепловой обработки. На формирование вкусоароматических характеристик мяса влияют глютатион, карнозин, ансерин, глютаминовая кислота, треонин, серосодержащие аминокислоты, продукты распада нуклеотидов, креатин, креатинин, углеводы, жиры и широкий спектр летучих компонентов (серосодержащие, азотсодержащие, карбонильные соединения, жирные кислоты, кетокислоты, продукты реакций меланоидинообразования).

Химический и морфологический состав мяса, его органолептические особенности зависят от вида, породы, пола, возраста, упитанности, технологии выращивания и откорма животных, частей туши.

Большим резервом увеличения ресурсов мяса является повышение массы забиваемого скота и сокращение сроков его откорма.

Видовые особенности. На промышленную переработку поступают крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, куры, гуси, утки, индейки. Мясо различных животных в соответствии с особенностями морфологического состава отличается по содержанию воды, белка и жира и по энергетической ценности (табл. 2).

Мышечная ткань говядины, баранины и свинины отличается по качественному белковому показателю (соответственно 4,7; 4,0 и 5,5). Вследствие особенностей количественного соотношения мягких тканей говядина, баранина и свинина имеют некоторые различия в составе незаменимых и заменимых аминокислот (табл. 3). Существенной разницей в переваримости белков различных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека говядины в среднем составляет 82—83%.

Различные виды мяса отличаются по составу липидов и содержанию жирных кислот (табл. 4), а также по количеству витаминов (табл. 5).

Таблица 2

Мясо	Содержание, г на 100 г съедобной части				Энергетическая ценность, кДж
	влаги	белка	жира	золы	
Говядина	67,7	18,9	12,4	1,0	782
Баранина	67,6	16,3	15,3	0,8	849
Свинина	51,6	14,6	33,0	0,8	1485
Куры	61,9	18,2	18,4	0,8	1008
Гуси	45,0	15,2	39,0	0,8	1724
Утки	45,6	15,8	38,0	0,6	1695

Таблица 3

Аминокислоты	Содержание, мг на 100 г		
	в говядине	в баранине	в свинине
Незаменимые аминокислоты	7131	5778	5619
В том числе:			
валин	1035	820	831
изолейцин	782	754	708
лейцин	1478	1116	1074
лизин	1589	1235	1239
метионин	445	356	342
треонин	803	688	654
триптофан	210	198	191
фенилаланин	796	611	580
Заменимые аминокислоты	11 292	9682	8602
В том числе:			
аланин	1086	1021	773
аргинин	1046	993	879
аспарагиновая	1771	1442	1322
гистидин	710	480	575
глицин	937	865	695
глутаминовая	3073	2459	2224
оксипролин	290	295	170
пролин	685	741	650
серин	780	657	611
тирозин	658	524	520
цистин	259	205	183
Общее количество	18 429	15 460	14 221

Примечание. Приведены данные для говядины и баранины I категории и мясной свинины.

Таблица 4

Липиды	Содержание, г на 100 г съедобной части		
	говядины	баранины	свинины
Триглицериды	13,10	15,30	32,00
Фосфолипиды	0,80	0,88	0,84
Холестерин	0,07	0,07	0,07
Полиненасыщенные жирные кислоты			
линолевая	0,35	0,33	3,28
линоленовая	0,12	0,14	0,22
арахидоновая	0,017	0,016	0,14

Таблица 5

Витамин	Содержание, мг на 100 г съедобной части			
	говядины	телятины	баранины	свинины
B_1	0,6	0,14	0,08	0,52
B_2	0,15	0,23	0,14	0,14
PP	2,8	3,3	2,5	2,4

Видовые различия мяса проявляются в окраске за счет разного содержания миоглобина в мышечной ткани и каротина в жировых отложениях, а также в запахе, вкусе и консистенции вследствие особенностей количественного и качественного состава компонентов, формирующих вкусоароматические характеристики продукта.

Влияние возраста. В процессе роста животных и птицы увеличивается их масса, изменяется морфологический и химический состав мяса, физико-химические, структурно-механические свойства и органолептические показатели. По данным наблюдений за формированием качества говядины в период до 15-месячного возраста, прирост мышечной ткани происходит значительно интенсивней, чем костной. После указанного периода темп роста мышечной ткани замедляется и увеличивается жироотложение. В соответствии с этим в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Судя по соотношению основных компонентов мяса, наиболее благоприятным для его качества является возраст животного между 12 и 18 мес (табл. 6).

С возрастом происходит изменение в содержании коллагена и степени его гидротермического распада, что отражается на консистенции мяса (табл. 7). Несмотря на более высокий уровень содержания соединительной ткани, степень гидротермической устойчивости коллагена мяса молодых животных значительно ниже, что является одной из причин его более нежной консистенции после тепловой обработки.

С учетом увеличения массы туш и качества мяса молодняк крупного рогатого скота поступает на убой после интенсивного выращивания и откорма в 1,5—2-летнем возрасте. У свиней оптимальные качественные показатели формируются к 8 месяцам.

Таблица 6

Компонент	Соотношение в зависимости от возраста животных, мес			
	6	12	15	18
Вода и белок	3,70	3,52	3,45	3,41
Вода и жир	15,02	6,99	6,50	5,09
Белок и жир	4,06	1,99	1,88	1,49

Таблица 7

Показатель	Возраст животных, годы			
	1	2,5—3	5—6	8—10
Азот коллагена, % от общего азота мяса крупного рогатого скота	6,37	5,80	4,23	5,38
Степень гидротермического распада коллагена, %	40,6	31,9	25,5	21,5

Влияние пола. Пол животного оказывает влияние на выход и качество мяса. Половые различия в мясе молодых животных менее выражены. В мякотной части и мышечной ткани туш телок выявлено более высокое содержание жира по сравнению с бычками. При большом содержании коллагена в мясе бычков выше количество эластина.

С увеличением возраста влияние пола отчетливо сказывается на соотношении тканей, химическом составе и органолептических характеристиках. Некастрированные бычки по сравнению с кастрированными отличаются более высокой массой туш.

Влияние упитанности. Степень откормленности животных влияет на выход мяса, его тканевый и химический состав, пищевую и энергетическую ценность (табл. 8).

Таблица 8

Показатель	Бычки	
	некастрированные	кастрированные
Масса туши, кг	201,7	194,8
Выход мякоти, %	80,5	81,2
Содержание в 100 г мякоти		
белка, г	22,3	22,4
жира, г	1,7	2,6
триптофана, мг	356,4	364,9
оксипролина, мг	82,2	77,1
Водосвязывающая способность, % к массе мяса	64,4	56,3

В зависимости от упитанности говядину и телятину подразделяют на I и II категории. К I категории относят мясо, полученное при убое животных высшей и средней упитанности, ко II категории — мясо от скота ниже средней упитанности (табл. 9). Мясо, имеющее показатели по упитанности ниже

Таблица 9

Категория упитанности	Вода — белок	Вода — жир	Белок — жир	Энергетическая ценность, кДж
Говядина				
I	3,58	5,45	1,52	782
II	3,55	10,24	2,89	602
Баранина				
I	4,15	4,42	1,07	849
II	3,33	7,70	2,3	686
Свинина				
I	3,34	1,97	0,59	1322
II	3,40	0,79	0,23	2046
III	3,53	1,56	0,44	1486
Куры				
первая	3,40	3,36	0,99	1008
вторая	3,31	7,83	2,36	690

требований, установленных для II категории, относят к тощему.

По упитанности баранину подразделяют на I и II категории. К баранине I категории относят мясо от скота высшей и средней упитанности, ко II категории — от скота ниже средней упитанности. Баранину, имеющую показатели упитанности ниже требований, установленных для II категории, относят к тощей.

Мясо свиней подразделяют на пять категорий в зависимости от массы туши, толщины шпика, возраста и характера первичной обработки: I — беконная, II — мясо молодняка, III — жирная, IV — промышленная переработка, V — мясо поросят.

Для промышленной переработки и розничной торговли говяжьи и свиные полутуши и туши баранины разделяются на части, соотношение тканей в которых существенно меняется в зависимости от анатомического расположения отруба.

СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СУБПРОДУКТОВ

Химический состав и пищевая ценность субпродуктов широко варьируют. В соответствии с составом и свойствами субпродукты используют для производства пищевой и кормовой продукции, а также для выработки медицинских препаратов.

Говяжьи, бараньи и свиные субпродукты в соответствии с пищевой ценностью подразделяют на две категории — I и II. К I категории относят: печень, почки, язык, мозги, сердце, диафрагму, мясную обрезь всех видов, хвосты говяжьи и бараньи, вымя говяжье. Ко II категории относят субпродукты менее ценные в пищевом отношении: головы без языков и мозгов, легкие, мясо пищеводов, калтыки, селезенку, уши, трахеи, рубцы, сычуги говяжьи и бараньи, путовый сустав, губы, книжки говяжьи, ноги, хвосты и желудки свиные. Такие субпродукты, как баранья книжка, сычуг, вымя, трахея, путовый сустав, головы без языка и мозгов, ввиду их малой пищевой ценности перерабатывают на кормовые продукты.

Пищевая ценность субпродуктов зависит от их морфологического и химического состава, определяемых спецификой физиологических функций органов.

В субпродуктах убойных животных могут содержаться несвойственные им вредные химические соединения и прежде всего стойкие ртутьсодержащие и металлосодержащие соединения, хлорорганические пестициды, которые попадают в организм животного с кормами и водой из открытых водоемов. Больше всего этих веществ накапливается в почках, печени и желудочно-кишечном тракте, что предопределяет целесообразность контроля содержания пестицидов в этих субпродуктах.

Печень. Печень является крупной пищеварительной железой сложного строения и составляет 1,5% массы животного. В пе-

чени депонируется до 20% всего количества крови организма. Снаружи печень покрыта плотной серозной оболочкой. Соединительнотканные тяжи разделяют печень на отдельные участки — печеночные дольки. В междольной соединительной ткани проходят кровеносные и лимфатические сосуды, а также желчные ходы. Внутри долек находятся клетки железистой ткани.

Печень превосходит другие продукты по содержанию полноценных белков. В состав ее входят: глобулины, альбумины, гликопротеиды, ферритин и феррин. Последние содержат соответственно 20—23% и 16% органически связанного трехвалентного железа, а также гематокупреин, в котором содержится 0,34% меди, полный комплекс витаминов В, в том числе и витамина B_{12}, витамин А.

Липиды печени представлены триглицеридами, фосфатидами с высоким содержанием линолевой и арахидоновой кислот.

В качестве экстрактивных веществ в печени содержатся холин, креатин, мочевина и др. Количество гликогена достигает 2—5%. В ней вырабатывается мукополисахарид — гепарин, препятствующий свертыванию крови.

Печень используют для выработки высокосортных ливерных колбас, паштетов, консервов. Наличие в печени специфических белков, значительного количества витаминов группы В, и прежде всего B_{12}, предопределяет целесообразность использования ее для лечебного питания и производства препаратов, обладающих высоким антианемическим действием.

Почки. Почки — парные сосудистые паренхиматозные органы. У крупного рогатого скота они разделены на дольки — почечки, у свиней и мелкого рогатого скота гладкие. Снаружи почки покрыты плотной фиброзной капсулой, на поверхности которой находится жировая ткань. Тело почек состоит из трех слоев: коркового (наружного), мозгового (внутреннего) и промежуточного (среднего). Почки содержат белки, липиды, фосфор, ферменты, витамины группы В. Белки представлены в основном глобулинами и в небольшом количестве муцинами и мукоидами. В почках содержится гликоген, молочная кислота, аммиак, мочевина, пуриновые основания. Почки обладают специфическими запахом и вкусом, обусловленными их физиологической функцией. После вымачивания и промывки почки используют для выработки пищевой продукции, как правило, не смешивая их с другими видами мясного сырья. Из них вырабатывают деликатесные консервы и некоторые виды кулинарных блюд.

Язык. Язык — мясистый мышечный орган, покрытый снаружи слизистой оболочкой. Мышечное тело языка состоит из поперечно-полосатых мышц и соединительной ткани, содержащей жировые клетки.

В языке содержится значительное количество полноценных белков, характеризующихся высоким содержанием лизина и

лейцина. Липидная фракция представлена олеиновой, линолевой и арахидоновой жирными кислотами. Из минеральных веществ преобладают калий, натрий, фосфор, медь и др.

Языки являются сырьем для изготовления колбас и консервов. Продукты характеризуются высокой биологической ценностью и обладают приятным вкусом и запахом.

Головной мозг. Головной мозг животных состоит из трех отделов: полушарий большого мозга, мозжечка и продолговатого мозга. Мозг состоит из серого (наружного) и белого (внутреннего) мозгового вещества.

Состав мозгов характеризуется высоким содержанием липидов. Липидная фракция представлена фосфатидами (лецитин, кефалин), стеридами, стеринами, цереброзидами, холестерином (около 10% общего количества липидов). Липиды характеризуются содержанием большого количества ненасыщенных жирных кислот, в их числе олеиновая, арахидоновая кислоты. Белковые вещества представлены в основном коллагеном и нейрокератином, незначительным количеством альбуминов и фосфорсодержащих глобулинов. Мозги содержат большое количество фосфора, железа. Пищевая ценность мозгов в основном определяется наличием высоконепредельных жирных кислот и органических фосфорсодержащих соединений.

В производстве головной мозг используют как один из компонентов фарша паштетов и ливерных колбас, а также для изготовления консервов.

Сердце. Сердце представляет собой мышечный орган, построенный из особой поперечно-полосатой мышечной ткани. Стенки сердца состоят из трех слоев: внутреннего – из соединительнотканной оболочки, среднего — мышечного и наружного — серозной оболочки. Остовом сердца служит плотная соединительная ткань, что предопределяет ее повышенную жесткость. В состав сердца входят полноценные белки с высоким содержанием метионина, фосфора, железа, витаминов группы В и РР. Сердце используют для производства мясных продуктов, технология которых предусматривает тонкое измельчение сырья.

Вымя. Молочная железа животных является паренхиматозным органом. Вымя состоит из паренхимы и остова, в основе которых лежат эпителиальная, рыхлая, ретикулярная и жировая ткани. Снаружи вымя покрыто соединительнотканной оболочкой.

Вымя содержит мало полноценных белков. Высокое содержание жира обусловливает повышенную энергетическую ценность. На пищевые цели используют только вымя крупного рогатого скота. В связи с особенностями состава его применяют для выработки изделий мазеобразной консистенции (паштетов) и на вытопку пищевого жира (от молодых животных).

Селезенка. Селезенка — это кроветворный орган, является биологическим фильтром, способна продуцировать антитела. Капсула селезенки построена из соединительной и гладкой мышечной тканей, снаружи покрыта серозной оболочкой. Для селезенки характерна ретикулярная ткань, содержащая белок ретикулин. В селезенке содержится железо (до 5% к массе сухого остатка), которое входит в состав ферритина и феррина.

Пищевая ценность селезенки невелика, ее не используют для выработки пищевой продукции. Учитывая, что в состав тканей селезенки входит большое количество ферментов, она может служить сырьем для выработки ферментных препаратов.

Легкие. Легкие — это органы дыхания, имеют форму усеченного конуса и представляют собой систему трубок, концевые разветвления которых заканчиваются альвеолами. Поверхность легких покрыта слизистой оболочкой — плеврой. Остов легких представлен соединительной тканью. В составе белковых веществ преобладают коллаген и эластин. Из экстрактивных веществ следует отметить гепарин.

Вследствие особенностей строения и состава легкие используют для выработки ливерных колбас и как сырье для получения гепарина.

Диафрагма. Диафрагма — это грудобрюшная перегородка куполообразной формы, состоит из центральной сухожильной и периферической мышечной частей. Снаружи диафрагма покрыта соединительнотканной оболочкой. Значительную часть белковых веществ составляют неполноценные белки — коллаген, эластин.

Диафрагма обладает невысокой пищевой ценностью. Ее используют для выработки низкосортных колбасных изделий.

Желудки. Различают желудки однокамерные (у лошади, свиньи и др.) и многокамерные (у мелкого и крупного рогатого скота). Стенка однокамерного желудка состоит из трех слоев: наружного (серозного), среднего (мышечного из гладких мышечных волокон) и внутреннего (слизистого). Многокамерный желудок состоит из рубца, сетки, книжки и сычуга, отличающихся друг от друга строением слизистой оболочки. Слизистые оболочки трех камер не имеют желез. Стенка желудка состоит из четырех слоев: серозного (наружного), мышечного, подслизистого и слизистого.

Рубец — самая большая камера желудка. Слизистая оболочка рубца покрыта многослойным плоским ороговевшим эпителием. Мышечная оболочка состоит из продольного и поперечного слоев.

Сетка имеет форму круглого мешка; на внутренней поверхности развиты гребни из мышечных волокон, которые, пересекаясь, образуют ячейки, похожие на пчелиные соты.

Книжка имеет своеобразное строение слизистой оболочки — собрана в многочисленные складки (листочки), покрытые ороговевшим многослойным эпителием.

Рубец и сетка (их при переработке не отделяют) ввиду значительного содержания в них неполноценных белков используются для изготовления ливерных колбас. Книжка обладает низкой пищевой ценностью и служит сырьем для выработки кормовой продукции.

Сычуг — собственно железистый желудок. Слизистая оболочка сычуга жвачных животных, а также слизистая желудков свиней содержит железы, выделяющие желудочный сок. Из слизистой оболочки сычугов мелкого и крупного рогатого скота и свиных желудков вырабатывают ферментные препараты: медицинский и пищевой пепсин, желудочный сок, сычужный фермент (из слизистой оболочки молодых телят).

Головы. Головы включают кости, головной мозг, мышцы и кожу, если ее не снимают в процессе обработки. Кости головы в основном плоского типа. Их разделяют на кости верхней и нижней челюсти. Кости содержат мало жира, значительное количество коллагена и являются сырьем для выработки желатина и кормовой продукции.

Мышцы голов крупного рогатого скота образованы поперечно-полосатой мышечной тканью. Мышечная ткань голов крупного рогатого скота вследствие значительного содержания коллагена и эластина обладает сравнительно небольшой пищевой ценностью и используется для выработки мясных продуктов (колбас, зельцев, студней) пониженной сортности. Мышечная ткань свиных голов менее жесткая, содержит больше жира, поэтому ее можно использовать для производства и более высокосортной продукции.

Хвост. Мясокостный хвост — это хвостовые позвонки, связанные между собой хрящами и связками, снаружи покрыты поперечно-полосатой мускулатурой. Мясокостные хвосты содержат незначительное количество мышечной ткани с преобладанием соединительной. Их используют для выработки мясной продукции после варки. Шкура, снятая с хвостов, является хорошим сырьем для производства желатина.

Ноги. На пищевые цели используют путовый сустав конечностей крупного рогатого скота (без рогового башмака и ахиллова сухожилия) и свиные ноги без рогового башмака. Путовый сустав включает пальцы конечностей. Кости связаны с сухожилием, представляющим собой плотную соединительную ткань. Снаружи путовый сустав покрыт шкурой. В подкожном слое между пучками коллагеновых волокон имеются прослойки жировой ткани. Свиные ноги представляют собой кисти передних и стопы задних конечностей. В сухожилиях свиных ног имеются небольшие прослойки мышечной и жировой тканей.

В составе соединительной ткани ног содержится много кол-

лагена, поэтому их используют для производства зельцев, студней. Ахиллово сухожилие, отделяемое от ног крупного рогатого скота, является хорошим сырьем для производства желатина.

Губы и уши. В состав губ входят кости (передняя часть верхней и нижней челюстей), мышцы и кожа. Снаружи губы покрыты кожей, переходящей в полостях рта и ноздрей в слизистую оболочку.

Уши состоят в основном из хрящей и кожи. В хряще преобладают эластиновые волокна. В нижнем конце ушей имеются небольшие мышцы ушной раковины, а у свиней — отложения жира. Кожный покров состоит из коллагеновых и эластиновых волокон.

В составе белковых веществ ушей и губ преобладает коллаген, поэтому они являются хорошим сырьем для производства зельцев, студней и желатина.

СОСТАВ И СВОЙСТВА КРОВИ

Кровь является жидкой тканью организма. Она составляет в среднем от живой массы: у крупного рогатого скота — 7,5—8,3%, у свиней — 4,5—6,0, у баранов и коз — 6,5—7,5, у птиц — 8, у кроликов — 6%. Кровь, получаемая при убое сельскохозяйственных животных, является ценным сырьем для производства пищевой, лечебной, кормовой и технической продукции. Так, широкий диапазон ее использования определяется прежде всего количеством и качеством входящих в ее состав белков.

Морфологический состав крови. Кровь состоит из плазмы и взвешенных в ней форменных элементов, к числу которых относятся эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Плазма крови имеет соломенный цвет, а наличие в ней эритроцитов обусловливает красный цвет крови. Объемное соотношение (в %) плазмы и форменных элементов крови различных животных приведено в табл. 10.

Основную массу форменных элементов составляют эритроциты, на долю других клеток приходится около 1% общего объема крови.

Таблица 10

Животные	Плазма	Форменные элементы
Крупный рогатый скот	63,0	37,0
Овцы и козы	72,0	28,0
Свиньи	56,4	43,6

Таблица 11

Животные	Относительная вязкость	
	крови	сыворотки
Крупный рогатый скот	4,09—5,46	1,50—2,0
Свиньи	5,08—6,76	1,70—2,05
Овцы и козы	3,32—4,84	2,55—1,90

Физико-химические свойства крови. Плотность крови зависит от вида, возраста, упитанности и условий предубойного содержания животных. Плотность крови составляет в среднем 1052—1060 кг/м^3, плазмы — 1027—1034, форменных элементов 1080—1090, фибрина, образующегося при свертывании крови, — 700—800 кг/м^3. Вследствие разности плотностей плазмы, форменных элементов и фибрина создается возможность их быстрого разделения посредством центрифугирования, сепарирования и отстаивания.

Вязкость крови зависит от содержания белков и количества форменных элементов (табл. 11).

Осмотическое давление крови, так же, как криоскопическая точка, зависит от молярной концентрации растворимых в ней веществ. Осмотическое давление крови равно 0,75—0,8 МПа, криоскопическая точка — 0,56—0,62 °С.

Концентрация ионов водорода поддерживается буферными системами крови (бикарбонатной, фосфорной, белковой) примерно на одном уровне. Величина pH только что собранной крови различных животных находится в пределах 7,3—7,8. При хранении консервированной крови вследствие гликолитических процессов величина pH понижается до 6,8—7,0.

Электропроводность цельной крови составляет (40—60)·10^{-4}, плазмы — $105 \cdot 10^{-4}$, эритроцитов — $2 \cdot 10^{-4}$.

Химический состав крови. Химический состав крови зависит от вида, возраста, упитанности и условий предубойного содержания животных (табл. 12).

В среднем величина сухого остатка крови наиболее высокая у свиней и составляет у различных видов животных 19—21%. Эта величина значительно ниже у молодняка, у животных низких категорий упитанности и зависит от питьевого режима перед убоем. В условиях производства величина сухого остатка широко варьирует и составляет 14—17%. Содержание белков в сухом остатке крови достигает 90%, причем на долю гемоглобина приходится около 60—65% величины сухого остатка.

В состав органических небелковых веществ крови входят азотистые и безазотистые экстрактивные вещества различного

Таблица 12

Животные	Содержание в крови, %				
	влаги	белка		органических небелковых веществ	минеральных веществ
		общего	гемоглобина		
Крупный рогатый скот	80,9	17,3	10,3	1,0	0,8
Овцы и козы	82,1	16,4	10,0	0,7	0,8
Свиньи	79,0	18,9	14,2	1,2	0,9

химического состава. Около 75% общего количества небелковых органических веществ приходится на долю липидов при довольно высоком содержании лицитина.

Неорганические вещества крови находятся в виде минеральных соединений и в органически связанной форме с белками (железо, медь).

В крови содержатся в значительном количестве витамины группы В, а также витамины С, D, Е, К.

Состав плазмы и сыворотки. Содержание воды в плазме крови животных составляет около 90—91%. Основная масса сухого остатка состоит из белков, содержание которых в плазме достигает 7—8%. Белки плазмы подразделяются на пять основных фракций: фибриноген, альбумин, α-глобулин, β-глобулин и γ-глобулин, отличающихся по своим физико-химическим свойствам и аминокислотному составу. Особенности свойств плазмы крови сельскохозяйственных животных обусловлены в первую очередь различным соотношением входящих в ее состав белков (табл. 13).

Таблица 13

Белок	Содержание в крови, %		
	крупного рогатого скота	баранов и коз	свиней
Фибриноген	7,92	6,17	8,51
Альбумин	48,15	46,25	30,58
Глобулины	43,93	47,58	60,91

Молекула фибриногена представляет собой вытянутый эллипсоид с размерами 9×45 нм. Она состоит из трех пар неидентичных полипептидных цепей, которые соединяются дисульфидными связями. Молекулярная масса 330 000—340 000, изоэлектрическая точка 6,3, содержание углеводов 4%. Аминокислотный состав фибриногена хорошо сбалансирован по содержанию незаменимых аминокислот (табл. 14).

Таблица 14

Аминокислота	Содержание в белках, %			
	фибриногена	альбумина	глобулина	гемоглобина
Валин	3,9	2,5	5,5	9,1
Лейцин	14,3	13,7	18,7	16,6
Изолейцин	5,0	2,9	1,0	—
Метионин	2,6	1,3	1,0	1,6
Триптофан	3,5	0,6	2,3	1,2
Треонин	7,9	6,5	8,4	6,8
Лизин	9,0	12,4	6,2	7,5
Фенилаланин	7,0	6,2	3,8	5,3

Фибриноген обладает специфической особенностью под влиянием ферментов плазмы превращаться в нерастворимый белок — фибрин. Оставшаяся жидкая часть называется сывороткой, отличие которой от плазмы по белковому составу, если не касаться вопроса изменения состояния ферментов, обусловлено содержанием в ней только фракций альбумина и глобулинов.

Молекула альбумина образована одной полипептидной цепью и имеет 17 дисульфидных связей. Молекулярная масса белка около 70 000. Благодаря высокой гидрофильности и значительной концентрации альбумин играет важную роль в поддержании осмотического давления крови. Изоэлектрическая точка белка 4,7. Аминокислотный состав альбумина приведен в табл. 14.

В плазме крови содержатся α-, β- и γ-глобулины, которые, в свою очередь, подразделяются на ряд подфракций. В состав α- и β-глобулиновых фракций входят липопротеиды и гликопротеиды, а также белки, связанные с металлами. Молекулярная масса этих белков 21 000—160 000, изоэлектрическая точка 2,7—5,4. В состав фракций γ-глобулинов входят белки, способные ингибировать трипсин, и другие протеолитические ферменты. Во фракции γ-глобулина содержатся антитела. Молекулярная масса составляет 150 000, изоэлектрическая точка 6,3—7,3. Аминокислотный состав глобулиновых фракций представлен в табл. 14.

Небелковые азотистые вещества плазмы и сыворотки состоят из полипептидов, аминокислот, мочевины, мочевой кислоты, креатина, креатинина, билирубина, аммиака, индикана. Азот перечисленных соединений составляет в плазме крови около 0,02—0,03%.

В состав безазотистых органических веществ входят глюкоза, полисахариды, жирные кислоты, холестерин, лецитины, ксантофилл, каротин и другие соединения.

Минеральные вещества представлены хлоридом натрия, карбонатом натрия, фосфатом натрия, небольшим количеством солей калия и кальция.

Состав эритроцитов. Содержание воды в эритроцитах составляет 57—68%. Подавляющая часть сухого остатка эритроцитов падает на долю красного пигмента — гемоглобина, количество которого в эритроцитах колеблется от 30 до 41%.

Гемоглобин является сложным белком. Молекулярная масса его 68 000, изоэлектрическая точка 5,5. Он состоит из бесцветного белка — глобина, связанного с гемом. Глобин образован двумя парами неидентичных α- и β-полипептидных цепей, каждая из которых содержит по одной молекуле гема. Гем представляет собой комплекс порфирина с железом. Аминокислотный состав глобина характеризуется высоким содержанием гистидина (6—8%) и отсутствием изолейцина (см.

табл. 14). Поэтому, если в диету в качестве белкового компонента входит только гемоглобин, наблюдается падение массы при довольно постоянном уровне гемоглобина в крови. Добавление изолейцина создает нормальные условия развития организма.

Некоторое количество гемоглобина в эритроцитах находится в сочетании с так называемой стромой. Она состоит из малоизученных белков (около 70%) и липидов (около 30%). В эритроцитах среди липидов преобладают лецитин (0,35%) и холестерин (0,15%). Характер азотистых небелковых веществ в количественном и качественном отношении аналогичен их составу в плазме (и сыворотке). Среди минеральных веществ в эритроцитах преобладает хлорид калия.

При определенных условиях гемоглобин может перейти из эритроцитов в плазму. Это явление носит название гемолиза. Гемолиз может явиться результатом уменьшения осмотического давления во внешней для эритроцитов среде, добавления веществ, увеличивающих проницаемость поверхностного слоя эритроцитов или вызывающих его разрушение, механического разрушения оболочки эритроцитов. Причиной гемолиза может быть добавление к крови воды. В этом случае возникает разница в осмотическом давлении внутри и вне эритроцитов. Вода диффундирует в эритроциты, в результате чего разрывается оболочка.

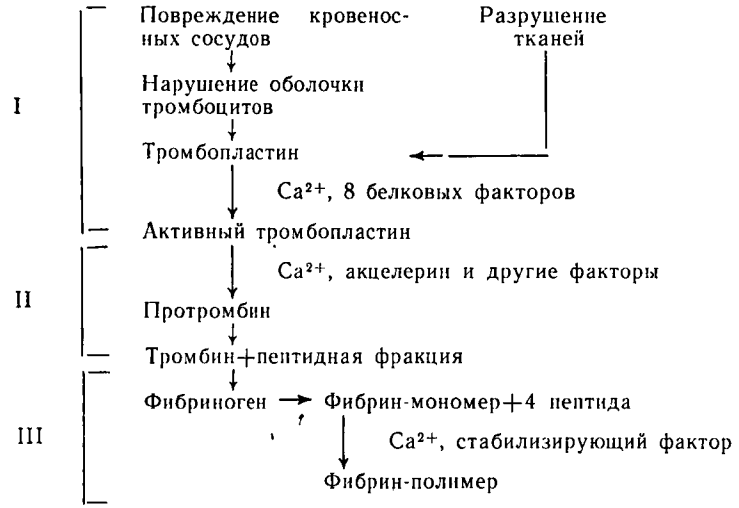
Явление гемолиза может наблюдаться при сепарировании крови вследствие нарушения целостности оболочки эритроцитов под влиянием механических сил, а также при замораживании в результате механического повреждения оболочки эритроцитов кристаллами льда.

Свертывание крови. Кровь, извлеченная из туши животного при убое, быстро свертывается. Время свертывания крови различных убойных животных различно и составляет: для крупного рогатого скота — 6,5—10 мин, свиней — 3,5—5, мелкого рогатого скота — 2,5—4, птицы — 1, лошадей — 11—15 мин. Свертывание крови обусловлено превращением растворимого белка плазмы-фибриногена в нерастворимый белок-фибрин-полимер. Нити фибрина захватывают часть форменных элементов, образуя кровяные сгустки. Процесс удаления фибрина называется дефибринированием, а полученная в результате этого процесса кровь — дефибринированной.

Свертывание крови является сложным многоступенчатым процессом, в развитии которого участвуют белковые компоненты плазмы, тромбоцитов и тканей, а также ионы кальция. Все они относятся к факторам свертывания. Завершающим результатом реакций, в ходе которых образуются активные ферменты, является превращение фибриногена в фибрин.

Процесс свертывания может быть разделен на три стадии (см. схему).

Схема свертывания крови



На первой стадии в результате повреждения сосудов происходит активация белковых факторов плазмы крови, один из которых способствует разрушению мембраны оболочки тромбоцитов и выделению одного из важных компонентов свертывания. При травмировании тканей в плазму попадает также тканевый фактор свертывания. В результате сложного взаимодействия белковых факторов и ионов Ca^{2+} образуется активный тромбопластин. Под влиянием этого фермента при участии акцелерина, ионов Ca^{2+} и других факторов на второй стадии процесса происходит гидролитическое расщепление протромбина плазмы крови с образованием активного фермента — тромбина. В результате воздействия тромбина от молекулы фибриногена отщепляется четыре пептида и образуется фибрин-мономер, который полимеризуется в нерастворимый фибрин-полимер в присутствии ионов Ca^{2+} при участии стабилизирующего фактора. Нити фибрин-полимера под влиянием АТФ-азы тромбоцитов сокращаются, что приводит к уплотнению сгустка.

Образующаяся сетка из волокна фибрина резко меняется в своем объеме при взбивании. Уменьшение объема фибринового сгустка является результатом соединения белковых поверхностей фибриновых нитей. Свойством фибриновой сетки изменять свой объем при взбивании широко пользуются при дефибринировании крови. Если своевременно не выделить фибрин посредством взбивания только что извлеченной крови, то возникающая в процессе свертывания густая сеть разветвленных нитей фибрина захватит в свои петли значительное количество форменных элементов, что приведет к образованию сгустков.

В целом ряде случаев процесс свертывания крови, связанный с необходимостью последующего выделения из нее наиболее полноценного по аминокислотному составу продукта превращения фибриногена — фибрина, целесообразно предотвратить или значительно замедлить. Процесс предотвращения свертывания крови называется стабилизацией.

Стабилизация крови вызывается действием различных веществ, которые или выключают из реакций свертывания крови отдельные компоненты, необходимые для превращения неактивных ферментов в их активные формы, или тормозят действие активных ферментов. К стабилизаторам первого типа относятся соли, которые выводят из реакции превращения протромбина в тромбин ионы кальция, образуя с ними нерастворимые или малодиссоциируемые соединения. К числу первых относятся сульфаты, одно- и двузамещенные фосфаты, пирофосфаты, оксалаты и фториды, ко вторым — цитрат натрия, триоксиглютараты. При стабилизации крови указанные вещества должны добавляться в количествах, обеспечивающих связывание необходимого количества кальция, содержание которого в крови сельскохозяйственных животных составляет около 0,007%. Декальцинирование крови можно осуществить с помощью ионообменников.

Ко второй группе стабилизаторов относятся соединения, оказывающие тормозящее действие на ферментные системы, принимающие участие в свертывании крови. Катионы магния и бериллия резко угнетают активность тромбопластина. Ингибиторами тромбина являются нейтральные соли щелочных металлов, которые, кроме того, обнаруживают свойства растворителей фибрина. Свертывание крови тормозится такими биологическими веществами, как гепарин и герудин. Антикоагулазное действие гепарина связано с его ингибирующим влиянием на активный тромбопластин.

Уменьшение скорости ферментативных реакций, приводящих к свертыванию крови, можно достигнуть резким понижением температуры только что собранной крови или значительным сдвигом pH от его оптимального для данных ферментов значения. В соответствии с этим свертывание крови замедляется при добавлении аммиака и уксусной кислоты. Коагуляция крови предотвращается при насыщении ее углекислотой.

Наряду с указанными веществами для стабилизации крови применяют целый ряд синтетических препаратов. Из них наибольшим антикоагулазным эффектом обладает натриевая соль серного эфира частично расщепленной целлюлозы — синантрин 130. Механизм действия этого стабилизатора подобен стабилизирующему действию гепарина.

В практике работы мясокомбинатов в качестве стабилизаторов применяют фибризол, действие которого определяется как угнетающим влиянием на тромбин поваренной соли и ее рас-

творяющим действием на фибрин, так и выключением ионов кальция из реакций свертывания крови благодаря присутствию в нем фосфатов.

Продолжительность антикоагулазного действия стабилизаторов различна для крови, полученной от разных сельскохозяйственных животных, и зависит от вида и количества добавленного стабилизатора, температурного режима, в условиях которого выдерживается стабилизированная кровь, обсемененности крови микроорганизмами. При увеличении бактериальной обсемененности стабилизированная кровь свертывается вследствие того, что протеолитические ферменты, вырабатываемые микроорганизмами, вызывают превращение протромбина в тромбин без участия кальция.

Один и тот же стабилизатор обнаруживает различный стабилизирующий эффект при введении в кровь, полученную от разных видов животных. Например, при добавлении хлорида натрия кровь крупного рогатого скота не свертывается в течение 24 ч, кровь свиней коагулируется через 10 ч. Плазма крови крупного рогатого скота более чувствительна к действию гепарина, чем плазма крови баранов. Стабилизирующее действие синантрина 130 наиболее выражено по отношению к крови крупного рогатого скота, чем крови свиней.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ЭНДОКРИННО-ФЕРМЕНТНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Некоторые виды сырья, получаемого при убое сельскохозяйственных животных, используют для изготовления препаратов, применяемых в медицине и ветеринарии с целью профилактики и лечения ряда заболеваний. Эффективность их воздействия обусловлена введением недостающих количеств гормонов и ферментов, а также общетерапевтическим действием.

Применение препаратов в зоотехнии позволяет регулировать процессы размножения сельскохозяйственных животных. Благодаря воздействию вводимых гормональных препаратов на обменные процессы организма можно получать максимальный выход наиболее важных видов сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время некоторые виды гормонов можно получить с помощью химического и биохимического синтеза. Однако основным путем получения большинства гормональных и ферментных препаратов является извлечение действующих начал из животных органов и тканей.

В качестве эндокринно-ферментного и специального сырья используют гипофиз, гипоталамус, зобную, паращитовидные, щитовидную, поджелудочную железы, тимус, надпочечники, половые железы, плаценту, слизистую оболочку свиных же-

лудков, сычугов крупного рогатого скота, овец и коз, слизистую оболочку тонких кишок, кровь, печень, желчь, легкие, трахеи, молочные железы, спинной и головной мозг, мышечную ткань, стекловидное тело глаз.

Эндокринно-ферментное сырье

Эндокринные железы продуцируют гормоны, которые в соответствии с химическим строением можно разделить на три группы: белки и полипептиды, производные аминокислот, стероиды.

Гипофиз. Использование гипофизов в качестве ценного сырья для получения целого ряда медицинских препаратов обусловлено тем, что в мозговом придатке вырабатываются многочисленные гормоны, один из которых влияет на секреторную деятельность многих эндокринных желез, а другие — непосредственно регулируют обменные процессы в организме. Гормоны гипофиза по своему строению относятся к пептидам или белкам с небольшой молекулярной массой.

Передняя доля гипофиза секретирует ряд гормонов: гормон роста, регулирующий размножение клеточных элементов, рост тканей, скорость обменных процессов; тиреотропный гормон, влияющий на обмен веществ в целом посредством стимуляции щитовидной железы; адренокортикотропный гормон, стимулирующий рост коры надпочечников и синтез кортикостероидов; гонадотропные гормоны, влияющие на деятельность женских и мужских половых желез; пролактин, стимулирующий развитие молочных желез и лактацию; липотропные гормоны, обладающие жиромобилизующим кортикотропным действием и инсулиноподобным эффектом.

Средняя доля гипофиза продуцирует гормоны, влияющие на деятельность пигментных клеток.

Задняя доля содержит вазопрессин, повышающий кровяное давление, регулирующий водный обмен и сокращение гладкой мускулатуры; окситоцин, стимулирующий сокращение гладкой мускулатуры матки при родах и мышечных волокон молочной железы.

Одно из важных направлений использования гипофиза связано с выделением из передней доли адренокортикотропного гормона (АКТГ). Адренокортикотропной активностью обладает полипептид, состоящий из 39 аминокислотных остатков. Содержание АКТГ в гипофизах свиней превышает соответственно в 2—4 и 5—6 раз количество гормона в гипофизах овец и крупного рогатого скота. Вследствие этого гипофизарная ткань свиней является лучшим сырьем для производства АКТГ.

Гормоны средней доли гипофиза по химической природе являются пептидами, состоящими из 13 и 18 аминокислотных

остатков. Содержание гормонов в гипофизе крупного рогатого скота ниже, чем в гипофизе свиней. Помимо АКТГ, из передней и средней долей гипофиза изготавливают такие препараты, как пролактин, гонадотропин, аденозин, интермедин.

Гормоны задней доли гипофиза представляют собой циклические пептиды, состоящие из девяти аминокислот и содержащие одну дисульфидную связь. Они являются действующими началами таких препаратов, как питуитрин, гифотоцин, адиурекрин, маммафизин.

Паращитовидные железы (околощитовидные). Паращитовидные железы синтезируют гормон белковой природы — паратгормон. Он участвует в регуляции концентрации ионов Ca^{2+} и фосфора. Паратгормон состоит из одной полипептидной цепи, содержащей 84 аминокислоты. Под влиянием протеолитических ферментов паратгормон теряет биологическую активность. Поэтому препарат паращитовидной железы — паратиреокрин — применяют при различных формах тетании, астме, крапивнице и других заболеваниях.

Щитовидная железа. Секретируемые щитовидной железой тироксин и трийодтиронин являются йодсодержащими аминокислотами. Они увеличивают скорость синтеза белка и активность многих ферментативных систем.

В щитовидной железе йод преимущественно входит в состав тиреоглобулина. Этот белок содержит 0,5—1% йода и 8—10% углеводов. Тиреоглобулин не обладает гормональными свойствами. Однако в результате протеолиза этого белка освобождаются два тиреоидных гормона. По своим физико-химическим свойствам и молекулярной структуре оба вещества близки между собой и являются производными тиронина. Наиболее высокой биологической активностью обладают тиреоидные гормоны свиней. Максимальное содержание тиреоглобулина в щитовидной железе обнаруживается в зимние и весенние месяцы.

Помимо этих гормонов, в щитовидной железе синтезируется гормон пептидной природы — кальцитонин, обеспечивающий постоянный уровень содержания кальция в крови.

Препарат из щитовидной железы — тиреодин — применяют при лечении заболеваний, связанных с гипофункцией щитовидной железы, микседеме, кретинизме, ожирении.

Тимус. Секретируемые эндокринной железой гормоны влияют на иммунологическую реактивность организма.

Поджелудочная железа. Поджелудочную железу как полифункциональный орган используют в качестве сырья для изготовления гормональных и ферментных препаратов. Важнейшее направление промышленной переработки поджелудочной железы связано с выделением из нее инсулина.

Инсулин, продуцируемый островками Лангерганса поджелудочной железы, является гормоном, регулирующим углеводный

обмен организма за счет влияния на транспорт глюкозы и ее использования тканями. Инсулин представляет собой глобулярный белок с известной последовательностью аминокислот и пространственной структуры. Молекулярная масса 5700, изоэлектрическая точка соответствует pH 5,3—5,35. В водных растворах мономер инсулина находится в равновесии с более высокомолекулярными частицами. В зависимости от концентрации инсулина, величины pH и других факторов частицы мономера ассоциируют с кратным увеличением молекулярной массы.

Молекула инсулина состоит из двух полипептидных цепей (А и В), связанных между собой дисульфидными мостиками. Дисульфидная связь имеется также в цепи А. Нарушение дисульфидных связей в молекуле инсулина приводит к падению биологической активности. Видовая специфичность инсулинов обусловлена разницей в содержании аминокислот во фракции А.

Молекула инсулина легко расщепляется под действием пепсина. Трипсин совместно с химотрипсином вызывает дальнейшее разрушение инсулина. Два последних фермента продуцируются поджелудочной железой, и их активность значительно повышается при автолизе тканей.

Содержание инсулина в сырье, а следовательно, и его выход при переработке зависят от вида и возраста животного, времени года. Наибольшее количество инсулина удается получить из поджелудочной железы свиней. Зимой содержание инсулина выше, чем летом. У крупного рогатого скота поджелудочная железа тем богаче инсулином, чем моложе животное.

Белковая природа инсулина и наличие в поджелудочной железе, помимо этого, гормона целого комплекса протеолитических ферментов — все это определяет условия сбора поджелудочной железы, режим извлечения из нее гормона и последующую обработку экстрактов инсулина.

Помимо инсулина, в поджелудочной железе вырабатывается другое активное вещество — липокаин, влияющий на процессы жирового обмена в печени. Липокаин является полипептидом. Его получают из остатков поджелудочной железы после извлечения из нее инсулина. Липокаины применяются при жировом перерождении печени.

Вырабатываемый поджелудочной железой глюкагон называют гликогенолитическим фактором. Он стимулирует распад гликогена, являясь антагонистом инсулина. Глюкагон представляет собой полипептид, содержащий 29 аминокислотных остатка.

Поджелудочной железой продуцируются высокомолекулярный (калликреин) и низкомолекулярный (брадикинин) полипептиды, влияющие на процесс кровообращения. Эти полипептиды являются действующим началом препарата ангиотрофи-

на. Сырьем для получения этого препарата являются маточные растворы после выделения инсулина.

Внешнесекреторная функция поджелудочной железы связана с выделением целого ряда гидролитических ферментов: амилазы, липазы, протеазы. Комплексное действие продуцированных поджелудочной железой трипсина, химотрипсина, карбоксиполипептидазы, аминопептидазы, эластазы обеспечивает расщепление белков и полипептидов до стадии низкомолекулярных соединений.

Поджелудочная железа выделяет трипсиноген и химотрипсиноген. Превращение их в активные формы в результате отделения пептидов может произойти под влиянием энтеропептидазы кишечного сока и автолиза ткани поджелудочной железы. Выход активного фермента зависит от соотношения скоростей реакций превращения трипсиногена в трипсин и инактивации фермента. Образующийся трипсин активирует химотрипсиноген и проэластазу, отщепляя пептид. Молекулярная масса трипсина 23 800, изоточка фермента соответствует pH 10,4—10,8. Молекулярная масса химотрипсина 25 000.

Из поджелудочной железы вырабатывают трипсин кристаллический, химопсин, активным началом которого являются трипсин и химотрипсин, медицинский панкреатин. Эти препараты применяют при нарушении секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта. Препараты трипсина и химотрипсина обладают также противовоспалительным действием. Они эффективны при лечении легочных болезней, заболеваний глаз и др. Технический панкреатин используют в кожевенной промышленности в качестве мягчителя.

Вырабатываемые из поджелудочной железы эластаза и коллагеназа применяются при атеросклерозе, пневмонии, рассасывании рубцовых тканей и др.

В поджелудочной железе секретируется рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза, вызывающие гидролиз нуклеиновых кислот. В настоящее время установлена трехмерная структура ферментов и последовательность аминокислотных остатков в них. Препараты этих ферментов применяют при лечении легочных, глазных и других заболеваний.

Надпочечники. Надпочечники состоят из двух структур: коркового слоя и мозгового вещества. Корковая часть составляет около $^2/_3$ массы надпочечников. Гормоны, вырабатываемые мозговым веществом и корковым слоем, различаются по химическому составу и биологическому воздействию на организм.

Мозговое вещество надпочечников продуцирует адреналин и норадреналин. Соотношение гормонов широко варьирует. Наиболее выраженным эффектом воздействия обладает адреналин, который регулирует углеводный и липоидный обмены, влияет на сердечно-сосудистую систему и мышцы.

Препарат адреналин используют в лечебной практике при понижении кровяного давления, для предотвращения кровотечений, при бронхиальной астме и других заболеваниях.

Корковый слой надпочечников продуцирует большое количество кортикостероидов, влияющих на углеводный, белковый, жировой и водно-солевой обмены, на систему кроветворения, воспалительные и аллергические процессы. Из них главными гормонами являются кортизон, кортикостерон и альдостерон. Кортизон и кортикостерон обладают высокой активностью в отношении углеводного и белкового обмена. Альдостерон является высокоактивным гормоном в отношении водно-солевого обмена.

Вырабатываемый из надпочечников препарат кортин применяют при бронзовой болезни, мышечной слабости, ревматоидных артритах, некоторых заболеваниях глаз и болезнях кожи.

В настоящее время в терапевтической практике приобретают определенное значение синтетические кортикостероидные препараты.

Половые железы, плацента, пузырьковые железы. Половые железы — яичники и семенники — вырабатывают стероидные гормоны, влияющие на многие стороны процессов обмена в организме и обусловливающие развитие вторичных половых признаков. Желтые тела яичников синтезируют женский гормон — прогестерон, влияющий на развитие беременности.

В качестве гормонального сырья используют также плаценту стельных животных, в которой наряду с женскими половыми гормонами образуются кортикостероиды и полипептиды, обладающие действием гормонов передней доли гипофиза.

Препараты, вырабатываемые из половых желез, используют в качестве лечебных средств при заболеваниях, связанных с недостаточной функцией яичников и семенников.

Помимо гормонов, в семенниках содержится фермент — гиалуронидаза. Этот фермент является действующим началом препаратов лидазы и ронидазы. Их применяют для рассасывания рубцов (послеожоговых, послеоперационных), рубцовых контрактур и других последствий травм.

Жмыхи от производства лидазы и инсулина могут служить сырьем для производства нового ферментного препарата — тестипана, обладающего гиалуронидазной и протеолитической активностью. Этот препарат рекомендуется использовать для улучшения консистенции мяса.

Пузырьковые железы являются придаточными половыми железами мужских особей. В качестве гормонального сырья, продуцирующего простагландины, используют пузырьковые железы баранов. Предшественниками простагландинов является линолевая и арахиновая кислоты. Вырабатываемые из пузырьковых желез препараты обладают сосудосуживающим эффектом и вызывают сокращение гладкой мускулатуры матки.

Слизистая оболочка желудков, кишечника. Слизистая оболочка свиных желудков и сычугов крупного рогатого скота вырабатывает протеолитический фермент — пепсин, расщепляющий белки в кислой среде до стадии пептидов. Оптимум переваривающего действия фермента соответствует pH 1,5—2,5, при уменьшении кислотности пепсин свертывает молоко. Молекулярная масса пепсина 32 700.

Автолиз ткани в ограничеких пределах создает условия для максимального получения фермента как вследствие автокаталитического превращения пепсиногена в пепсин, так и в результате более полного освобождения пепсина из тканей слизистой оболочки. В сычугах молодых телят содержится специфический фермент — химозин, вызывающий свертывание молока. Из слизистой оболочки крупного рогатого скота и свиных желудков вырабатывают пепсин пищевой, медицинский, сывороточный, желудочный сок. Из сычугов молочных телят и ягнят — сычужный фермент.

Специальное сырье

Помимо использования на пищевые цели, некоторые виды тканей и органов применяют в качестве сырья для производства целого ряда медицинских препаратов. Химический состав их рассмотрен выше.

Печень. Целесообразность использования печени для изготовления органопрепаратов, обладающих высоким антианемическим действием, определяется наличием витамина B_{12} и металлопротеида-ферритина, содержание железа в котором колеблется от 17 до 23%. Вырабатываемые из печени препараты антианемин, витогепат, камполон применяют при анемии, хроническом поражении печени.

Желчь. Желчь содержится в желчном пузыре, является секретом печени. Направление использования желчи связано главным образом с высоким содержанием в ней желчных кислот и холестерина.

Из желчи вырабатывают медицинские препараты — аллохол, холензим, используемые при заболеваниях, связанных с нарушением деятельности пищеварительного тракта и печени. Лечебный эффект обусловлен эмульгирующим воздействием желчных кислот на жиры и активированием ими липазы панкреатического сока. Сгущенную или сухую желчь используют для изготовления солей желчных кислот для медицинских и бактериологических целей.

Легкие. Легкие крупного рогатого скота используют в качестве сырья для получения гепарина. Гепарин понижает свертываемость крови путем блокирования тромбина, протромбина и тромбопластина. Препарат применяют для снижения свертываемости крови и при лечении тромбозов.

Мышечная ткань. Скелетные мышцы молодняка крупного рогатого скота, лошадей, кроликов служат сырьем для получения аденозинтрифосфата. Лечебный эффект препарата обусловливается тем, что расширяются коронарные и периферические сосуды. Его применяют также при лечении печени, ревматических заболеваний, тромбофлебитах, астме, аллергии.

Головной и спинной мозг. Вопрос об использовании головного мозга в качестве источников нейроспецифических белков и пептидов, кальмодулина, ферментов, липидов находится в стадии активного изучения. В настоящее время из мозга крупного рогатого скота вырабатывают церебролецитин и липоцеребрин, которые применяют как укрепляющие средства при нервном истощении, неврастении, переутомлении.

Из спинного мозга выделяют холестерин для синтеза стероидных гормонов и лецитин для изготовления лекарственных препаратов.

На производство лечебных и лечебно-питательных препаратов используют также кровь (гематоген, фибринная пленка и другие препараты), глаза крупного рогатого скота (стекловидное тело), молочную железу крупного рогатого скота (маммотоцин), хрящи (хонсурид).

Проводимые за последние годы широкие исследования по изучению действующих начал эндокринно-ферментного сырья открывают новые направления их использования при производстве лечебных препаратов.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Эффективность и интенсивность воздействия энергетических полей (механических, тепловых, электрических, акустических и др.) на продукт определяются сопротивляемостью сырья, т. е. его физическими характеристиками. Физическая величина является общей для множества объектов, но в количественном отношении индивидуальна.

Характеристика продукта складывается из комплекса физических свойств, поэтому отдельные свойства не отражают его поведения даже в простейшем процессе. Поэтому важное значение имеет выявление взаимосвязи и взаимовлияния на первый взгляд различных характеристик сырья и продуктов, например массообменных, теплофизических, реологических, электрофизических и др. Знание комплекса физических свойств мясопродуктов в широком диапазоне необходимо для разработки моделей взаимодействия энергетического поля с продуктом.

Современное направление науки в области создания безотходных технологий, высокопроизводительного оборудования, гибких автоматизированных производств, а также системы автоматического проектирования (САПР) невозможны без до-

статочных сведений о свойствах мяса и мясопродуктов и динамики их изменений. Однако не все значения свойств удовлетворяют современным требованиям как по уровню методического обеспечения, так и по технике эксперимента. Значительные различия численных значений физических величин обусловлены чрезвычайной сложностью строения и состава мяса, а также их нестабильностью вследствие биологического происхождения (порода, пол, возраст животного, степень автолиза, введение в мясопродукт различных ингредиентов при последующей обработке и т. д.). Эти различия достаточно велики. Особенно они проявляются в ходе технологического процесса, когда продукт претерпевает серьезные изменения. Так, пластические свойства мясного фарша в процессе термической обработки в результате коагуляционно-денатурационных изменений становятся упругими, в процессе посола резко увеличивается электропроводность и т. д.

Очень важно установить закономерности между численными значениями свойств и качественными показателями продукции, как конечными, так и на отдельных стадиях технологического процесса. Наличие таких корреляционных связей позволяет постоянно контролировать процесс и в конечном счете автоматизировать производство.

Формы связи воды

Перед рассмотрением отдельных свойств следует уделить внимание одному из важных компонентов всех пищевых продуктов — воде. Воду нельзя рассматривать как просто инертный компонент или универсальный растворитель для пищевых веществ. Она является не только преобладающим компонентом большинства пищевых продуктов, но и оказывает предопределяющее влияние на многие качественные характеристики.

Трудности создания общей теории свойств воды вызваны тем, что отсутствует удовлетворительная теория структуры воды, учитывающая изменение волновой функции отдельной молекулы в присутствии смежных молекул или полей.

Несферическая форма молекул воды и наличие у них дипольного момента, различные взаимодействия с окружающей средой (например, диполь-дипольные взаимодействия и образования водородных связей), а также зависимость этих эффектов от направления сильно усложняют структуру воды. Близкодействие определяется структурой молекулы воды, большими амплитудами колебания атомов, и особенно атома водорода. Им обусловлены не только ионные, но и ориентационные дефекты кристаллов льда и жидкой воды, которые определяют ее свойства. Близкодействие молекул в воде, проявляющееся в больших амплитудах колебаний отдельных атомов, в свою

очередь, обусловливает большую анизотропную поляризуемость молекул.

Интенсивные исследования структуры воды пока еще не привели к созданию удовлетворительной модели, которая объясняла бы все свойства воды и водных растворов. Наиболее совершенной до сих пор остается модель воды как четырехкоординатно связанной структуры с изогнутыми водородными связями.

Вода, являясь основным компонентом в пищевых продуктах, может находиться в самых разнообразных формах связи. При этом энергия связи имеет решающее значение.

Связь влаги осуществляется межмолекулярными силами (Ван-дер-Ваальсовы силы), которые обусловлены тремя эффектами: ориентационным (электростатическим), преобладает в веществе с полярными молекулами; индукционным (деформационным), преобладает в веществе с квазиупругими диполями; дисперсионным, когда молекула поляризуется в поле соседней молекулы.

Относительная доля этих эффектов для разных веществ разная, так, по данным Б. В. Дерягина и И. И. Абрикосовой, Ван-дер-Ваальсовы силы взаимодействия имеют место на расстоянии до 0,1—1,2 мкм, т. е. значительно больше самих молекул.

Особым видом межмолекулярного взаимодействия является водородная связь. Она проявляется между ковалентно связанным атомом водорода и электроотрицательными атомами (кислород, фтор, азот), которые принадлежат к той же или другой молекуле.

Энергия водородной связи равна 21,0—29,4 кДж/моль, что лишь на один порядок меньше энергии химического взаимодействия. Энергия Ван-дер-Ваальсового взаимодействия колеблется в пределах 0,42—4,2 кДж/моль.

В процессе удаления влаги нарушается ее связь с телом, на что затрачивается определенная энергия. Поэтому, как указывал акад. П. А. Ребиндер, единственно правильным методом оценки форм связи воды и классификации этих форм является использование для этой цели величины энергии связи — свободной энергии процесса обезвоживания, как это принято в физико-химической термодинамике.

П. А. Ребиндер по величине и энергии связи различает в общем виде четыре формы связи влаги с телами (в порядке убывающей связи): химически связанная, адсорбционно-связанная, осмотически связанная, капиллярно-связанная.

Химически связанная влага представляет воду гидрата, связанную в виде гидроксильных ионов, и конструкционную воду кристаллогидратов, связанную значительно слабее. Химическое связывание влаги в строго определенных молекулярных соотношениях происходит при химической реакции (гидратации).

При этом вода входит в состав новообразованного вещества. При кристаллизации из раствора вода входит в структуру кристалла целыми молекулами.

Адсорбционно-связанная влага обусловлена взаимодействием молекул, адсорбента и молекул воды. Бо́льшую часть адсорбционно-связанной влаги в животных тканях мясопродуктов составляет влага, которая образует сольватную оболочку молекул белковых веществ и гидрофильных коллоидов. Часть адсорбционной влаги входит в состав сольватных оболочек гидрофобных коллоидов.

Осмотически связанная влага является свободной в том смысле, что ей соответствует весьма малая энергия связи. Влага поглощается без выделения тепла и сжатия системы. Осмотически связанная влага диффундирует внутри тела в виде жидкости через стенки клеток благодаря разности концентрации внутри и вне клеток.

К капиллярно-связанной относится влага макрокапилляров. Эта часть воды находится в капиллярах (порах), средний радиус которых 10^{-7} м. Капиллярная влага перемещается в теле, как в виде жидкости, так и в виде пара. Различают два состояния капиллярной влаги: стыковое состояние, когда влага разобщена в виде манжеток (защемленная вода), и канатное состояние, когда клинья жидкости соединены между собой (защепленный воздух), образуя непрерывную жидкую пленку, обволакивающую дисперсные частицы тела.

Таким образом, роль воды необычайно важна и многообразна, и именно она во многом предопределяет состояние мяса и мясопродуктов в процессах переработки и хранения.

Активность воды

Для характеристики состояния влаги в продукте наряду с традиционными показателями водосвязывающей (ВСС) и водоудерживающей (ВУС) способности все шире применяют показатель активности воды a_w, являющийся интегральной характеристикой. Активность воды влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, на биохимические, физико-химические реакции и процессы, протекающие в продукте. От величины активности воды зависят сроки хранения мяса и мясопродуктов, стабильность мясных консервов, формирование цвета и аромата, а также потери в процессе термообработки и хранения. Продукты с пониженным содержанием влаги легче противостоят микробиальной порче и нежелательным физико-химическим изменениям. Из общего количества воды, содержащейся в пищевом продукте, бактерии, плесени, дрожжи могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную «активную» часть. Термин «активность воды», который ввел Скотт в 1953 г. в отношении пищевых продуктов, позволил устано-

вить взаимосвязь между состоянием слабосвязанной влаги продукта и возможностью развития в нем микроорганизмов.

Добавлением таких растворимых субстанций, как соль, сахар, белковые ингредиенты, достигается усиление связи влаги в пищевом продукте. В результате удаления влаги высушиванием, как и превращением воды в лед при замораживании, также уменьшается количество слабосвязанной влаги. Достигнутое этим путем повышение осмотического давления снижает парциальное давление водяного пара, уменьшается активность воды. Эти явления служат основой для традиционных способов консервирования продуктов.

Активность воды определяется как отношение парциального давления водяного пара над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре

$$a_w = p/p_0 = POB/100,$$

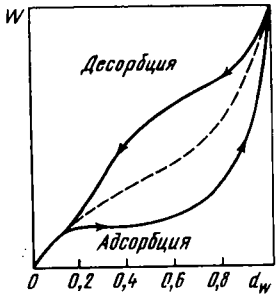
где p — парциальное давление; p_0 — давление насыщенного водяного пара, POB — равновесная относительная влажность.

Активность воды — это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и гигроскопическими свойствами его, POB — характеристика окружающей среды, находящейся в гигротермическом равновесии с продуктом. Активность воды служит качественной характеристикой связи влаги в продукте. Так, энергия связи влаги с материалом равна

$$E = -RT \ln (p/p_0) = -RT \ln a_w,$$

где R — газовая постоянная; T — температура.

Чем прочнее связана влага с материалом, тем меньше величина p, и наоборот, для свободной воды p достигает значения p_0 и становится равный 1, а энергия связи E — равной 0.



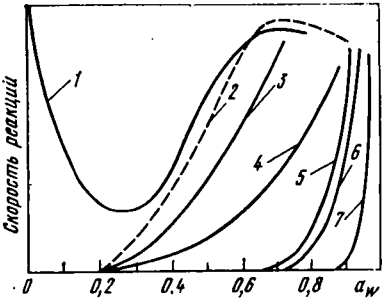


Рис. 8. Примерная изотерма сорбции пищевых продуктов

Рис. 9. Средняя скорость реакций порчи в пищевых системах как функция активности воды (температура комнатная):

1 — окисление липидов; *2* — неферментативное покоричневение; *3* — гидролитические реакции; *4* — ферментная активность; *5* — рост плесневых грибов; *6* — рост дрожжей; *7* — рост бактерий

Зависимость активности воды от влагосодержания продукта [$a_w = f_w$] при постоянной температуре носит название изотермы (рис. 8). При удалении влаги из продукта (десорбции) и получении влаги продуктом (адсорбции) изотермы совпадают только в начальных точках, т. е. имеет место сорбционный гистерезис.

Для каждого вида микроорганизмов существуют максимальное, минимальное и оптимальное значения активности воды. Удаление a_w от оптимального значения приводит к уменьшению жизненных процессов, присущих микроорганизмам. При достижении определенной максимальной или минимальной величины активности воды прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, что не говорит о гибели клетки. Минимальные значения активности воды для различных микроорганизмов приведены ниже.

Микроорганизмы	a_w
Грамнегативные палочки	1,00—0,95
Большинство кокков и лактобацилл	0,95—0,91
Большинство дрожжей	0,91—0,88
Большинство плесеней	0,88—0,80
Большинство галофильных бактерий	0,80—0,75
Ксерофильные плесени	0,75—0,65
Осмофильные дрожжи	0,65—0,60

На практике редко встречается рост микроорганизмов при указанных выше значениях активности воды, потому что в большинстве случаев не все остальные факторы роста находятся в оптимальных пределах. Активность воды является не только фактором роста микроорганизмов, но и играет значительную роль для выживаемости их в условиях, когда рост невозможен. Как при низкой, так и при высокой температуре споры имеют меньшую выживаемость в среде с более высокой активностью воды.

На рис. 9 показан график средней скорости порчи пищевых продуктов, впервые представленный Лабузой и названный «картой стабильности пищевых продуктов в зависимости от активности воды». Все пищевые системы обладают специфическими чертами как с химической, так и с физической точки зрения, поэтому этот рисунок может дать только относительную информацию. Тем не менее в общем он дает возможность заглянуть в суть различных явлений порчи. Уменьшение активности воды замедляет все типы реакций порчи и рост микроорганизмов до тех пор, пока на определенном уровне все реакции практически останавливаются, кроме химического окисления липидов, для которого благоприятно и дальнейшее понижение активности воды.

Таблица 15

Продукты	Содержание влаги, %	Активность воды
Мясо	70—74	0,96—0,99
Колбасы		
вареные	62—72	0,96—0,98
полукопченые	40—55	0,94—0,97
варено-копченые	40—43	0,90—0,93
сырокопченые	24—30	0,78—0,85

Активность воды имеет большое практическое значение. В табл. 15 приведены ее численные значения для некоторых мясопродуктов.

Активность воды можно изменять, подбирая сырье и рецептуры с учетом используемого количества поваренной соли и жира. Создание оптимальных условий обезвоживания колбас в процессе созревания является еще одной возможностью регулирования активности воды. В созревших колбасах рост нежелательных микроорганизмов сдерживается сочетанием низкой активности воды, анаэробной среды, низкого значения pH, наличием хлорида и нитрата натрия и молочнокислой микрофлоры.

При использовании пищевых добавок степень их воздействия на активность воды уменьшается в следующем порядке: поваренная соль, полифосфат, цитрат, аскорбиновая кислота, глюкозо-дельта-лактон, ацетат, тартрат, глицерин, лактоза, молочный белок, жир. При этом микромолекулы с бо́льшей степенью диссоциации приводят к бо́льшему снижению активности воды, чем макромолекулярные вещества.

Для определения активности воды в мясопродуктах применяют различные методы. В гравиметрических методах выходной величиной является изменение массы пробы или вспомогательного гигроскопического материала за счет сорбции им влаги. В гигрометрических методах определяют изменение физических или электрофизических параметров гигроскопического материала (геометрические размеры, электропроводность, диэлектрическую проницаемость). Все эти методы являются косвенными. К прямым относится манометрический метод непосредственного измерения давления водяного пара с помощью манометров (жидкостных, емкостных и др.). Этот метод является основным при проведении исследовательских работ и принят за эталонный.

Структурно-механические свойства

Структурно-механические (реологические) свойства характеризуют поведение мяса и мясопродуктов в условиях напряженного состояния, основными показателями которого при при-

ложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации. В зависимости от характера приложения усилий свойства делятся на сдвиговые (касательные напряжения), компрессионные (нормальные напряжения растяжения-сжатия) и поверхностные на границе раздела с другим материалом (нормальные и касательные).

В реальных условиях работы аппарата или машины имеет место сочетание всех свойств, в то же время в зависимости от направленности процесса превалирует один из них.

Сдвиговые реологические свойства — предельное напряжение сдвига (θ_0, Па), вязкость эффективная ($\eta_{эф}$, Па·с) и пластическая (η, Па·с), период релаксации ($\tau_р$, с) — наиболее полно отражают внутреннюю сущность объекта, поэтому их принято считать основными. С их помощью рассчитывают течение продуктов в трубах, рабочих органах машин и аппаратов, определяют необходимые усилия для перемещения продукта. Кроме того, они позволяют судить о качестве продукта и степени его отработки, т. е дают возможность обосновать оптимальные технологические и механические условия процесса, а приборное оснащение позволяет их контролировать и регулировать, обеспечивая постоянное и стабильное качество.

К основным компрессионным (объемным) свойствам относятся модуль упругости (E, Па), равновесный модуль (E_R, Па), период релаксации деформации при постоянном напряжении ($\tau_о$, с), относительная деформация (ε). Эти параметры необходимы для расчета процессов шприцевания, формования, дозирования и течения по трубопроводам пластично-вязких продуктов. Объемные свойства можно также использовать для оценки качества пластично-вязких (фарши) и упругоэластичных (колбасные изделия) продуктов.

Особое место среди структурно-механических характеристик занимают поверхностные свойства (адгезия, коэффициент внешнего трения и др.). Они характеризуют усилие при взаимодействии между поверхностями контакта при нормальном отрыве или сдвиге. Для пищевых материалов различают три основных вида отрыва: адгезионный, когезионный и адгезионно-когезионный, или так называемый смешанный отрыв. Наиболее часто в адгезиометрах реализуется схема нормального отрыва от поверхности исследуемого продукта. Для большинства мясных продуктов природа адгезии невыяснена, хотя существует несколько гипотез для объяснения физико-химической сущности адгезионных явлений: адсорбционная теория Дебройна и Мак Лорена, электрическая теория Б. В. Дерягина и Н. А. Кротовой, электромагнитная теория, электрорелаксационная теория Н. М. Москвитина, диффузионная теория С. С. Воюцкого и Б. В. Дерягина и др.

Коэффициент внешнего трения в отличие от вязкости и

предельного напряжения сдвига представляет собой комплексную величину и, по-видимому его нельзя отнести к конкретным физическим свойствам продукта.

Поверхностные характеристики необходимы для выбора и разработки новых видов контактирующих материалов с продуктом для оборудования, тары, трубопроводов и т. д., поверхности которых должны обладать малой адгезией и минимальным сопротивлением при движении продукта. Кроме того, величины поверхностных свойств частично могут характеризовать консистенцию продукта.

Мясо и мясопродукты сложны по химическому составу и обладают комплексом различных свойств, составляющих в совокупности качество продукции, при этом структурно-механические свойства занимают ведущее место. Знание этих свойств, установление их зависимости от различных факторов приобретают большое практическое значение для получения объективной информации о состоянии продукта на различных стадиях обработки. Такая информация нужна также при разработке новых технологий и методов управления и контроля за технологическими процессами, при проектировании машин и аппаратов. Таким образом, структурно-механические свойства нужны для определения и контроля с точки зрения качества продукта структурно-механических характеристик; разработки технологий, обеспечивающих получение дисперсных систем с заранее заданными свойствами; разработки научно обоснованных методов расчета машин и аппаратов с учетом особенностей обрабатываемого продукта; создания автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами.

Структурно-механические свойства отражают внутреннее строение (структуру) и состав вещества. Наиболее полно они характеризуют структуру, которая может быть коагуляционной и конденсационно-кристаллизационной. Для мясопродуктов наиболее распространен коагуляционный тип структуры, которая является следствием взаимодействия между частицами вещества на основе сил Ван-дер-Ваальса через дисперсионную среду. Структурам такого типа присуща тиксотропия, т. е. способность восстанавливать свои свойства после снятия напряжения или даже после разрушения. Очевидно, что структурно-механические свойства коагуляционных систем значительно зависят от содержания воды, размеров частиц и прослоек, их физико-химических свойств. Для технологии представляется важной зависимость структурно-механических свойств от изменения размеров частиц, например при измельчении мяса в процессе приготовления колбасного фарша.

При обезвоживании коагуляционные структуры могут переходить в конденсационно-кристаллизационные, которые характеризуются большой прочностью, необратимостью характера разрушения, отсутствием тексотропности. Очевидно, оба вида

Показатель	Определение	Формула
Относительная деформация при сдвиге γ		$\gamma = \frac{\Delta\gamma}{\delta}$, где $\Delta\gamma$ — абсолютная величина сдвигового смещения слоя под действием касательных сил, м; δ — толщина слоя
Скорость сдвиговой деформации (градиент скорости $\dot{\gamma}$, $с^{-1}$); скорость деформации при растяжении-сжатии ($\dot{\varepsilon}$, $с^{-1}$)	Скорость деформации (для неустановившихся процессов деформирования), $с^{-1}$	$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{d\tau}$; $\dot{\varepsilon} = d\varepsilon/d\tau$, где γ, ε относительная деформация соответственно при сдвиге и растяжении-сжатии; τ — время
Напряжение сдвига, среза (θ, Па)	Мера внутренних сил, возникающих в теле под влиянием внешних воздействий на единицу площади поверхности, нормальной к вектору приложения силы	$\theta = P/F$, где P — сила, Н; F — площадь, $м^2$
Предельное напряжение сдвига (θ, Па)	Напряжение, равное пределу текучести	Для неразрушенной структуры, определяемой на конических пластомерах $\theta_0 = Km/h^2$, где K — константа конуса, Н/кг; m — масса подвижной части прибора, кг; h глубина погружения индентора в момент практического равновесия. Для неразрушенной и разрушенной структуры, определяемой на ротационных вискозиметрах, $\theta_0 = K_0 m_0$, где m_0 — масса нагрузки, при которой ротор начинает вращаться, кг; K_0 — постоянная вискозиметра
Эффективная вязкость ($\eta_{эф}$, Па·с)	Итоговая характеристика, которая описывает равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры в установившемся потоке	$\eta_{эф} = \theta/\dot{\gamma}$, определяется на ротационных вискозиметрах РВ-8 системы М. П. Воларовича $\eta_{эф} = km/N$, где k - константа прибора, m — масса грузов, вращающих ротор, кг; N — частота вращения ротора вискозиметра

Показатель	Определение	Формула
		$\eta_{эф} = B W_*^m = B_0 \dot{\gamma}_*^m$, где B, B_0 — соответственно эффективная вязкость при единичном значении относительной скорости (W_*) или градиенте скорости ($\dot{\gamma}_*$)
Пластическая вязкость (η, Па·с)	Вязкость, полученную для малых скоростей деформации, лежащих в области ползучести, называют шведовской, а для больших скоростей деформации, вызванных напряжениями, превышающими предельное напряжение сдвига, — вязкостью	По методике М. П. Воларовича при сдвиге, распространяющемся на всю толщину кольца продукта, находившегося в зазоре вискозиметра, $\eta = (Km - K_2\theta_0)/N$; когда сдвиг не распространяется на всю толщину кольца $\eta = \frac{\theta_0}{N} \cdot \frac{1}{4\pi}\left(\frac{\theta}{\theta_0} - 1 - \ln\frac{\theta}{\theta_0}\right)$, где K, K_2 — константы вискозиметра
Пластичность по М. П. Воларовичу (Ψ, $с^{-1}$)		$\Psi = \theta_0/\eta$
Деформация	Изменение формы или линейных размеров тела под действием внешних сил без нарушения сплошности	
Относительная деформация (ε) при одноосном растяжении-сжатии (свободном или в форме)		$\varepsilon = \Delta l/l$, где Δl — абсолютное изменение размеров тела, l — первоначальный размер, м Для мясного фарша А. В. Горбатовым рекомендовано кинетическое уравнение деформации $\varepsilon(p, \tau) = a_\varepsilon p a_1 (1 + a_2 \lg \tau)$, где a_ε, a_1, a_2 — коэффициенты, зависящие от состава и свойств сырья
Упругость	Способность тела восстанавливать полностью свою форму после деформации	
Модуль упругости первого рода (E, Па) и при растяжении-сжатии		$E = \sigma/\varepsilon$

Продолжение

Показатель	Определение	Формула
Модуль упругости второго рода (G, Па) при сдвиге		$G=\theta/\gamma$
Объемный модуль упругости (K, Па) при одноосном сжатии пластично-вязкого тела, не заключенного в жесткую форму		$K=\sigma V/\Delta V$, где V — объем тела, м³; ΔV изменение объема тела ($\Delta V=V-V_к$) или $K=EG/(E+G)$
При одноосном деформировании тела в замкнутом объеме		$K=E(1-2\mu)$
Коэффициент Пуассона (μ)	Относительная деформация при условии постоянного объема, например, при одноосном сжатии уменьшается высота тела и увеличиваются его поперечные размеры	$\mu=\varepsilon_r/\varepsilon$, ε_r, ε — относительная деформация по вертикали и горизонтали продукта
При трехосном деформировании с приложением одинаковых напряжений		$K=E/(3-6\mu)$
Коэффициент объемного сжатия (β, Па$^{-1}$)	Относительное изменение продукта при изменении давления на единицу измерения	$\beta(p,\tau)=\Delta V/V\Delta p=\varepsilon(p,\tau)/\Delta p$, где Δp изменение давления, Па
Период релаксации ($\tau_р$, с)	Характеризует быстроту процесса перехода системы из неравновесного термодинамического состояния, вызванного внешними воздействиями, в состояние термодинамического равновесия	$\tau_р=\eta/6$ Экспоненциальный закон релаксации напряжений $\theta=\theta_1\exp(-\tau/\tau_р)$ при $\tau=0$ — продолжительность деформации
Внешнее трение	Взаимодействие между телами по границе их соприкосновения, препятствующее относительному их перемещению вдоль поверхности соприкосновения	По закону Б. В. Дерягина $P_{тр}=f(P_к+P_0F_0)$, где f — истинный коэффициент внешнего трения; $P_к$ — усилие контакта, Па; P_0 — адгезия (липкость), Па; F_0 — поверхность контактирования, м²

Продолжение

Показатель	Определение	Формула
Адгезия (P_0, Па)	Удельная сила нормального отрыва пластины от продукта (три вида адгезии: когезионный отрыв — по продукту, по границе контакта и смешанный адгезионно-когезионный; часто любой вид отрыва называют липкостью)	$P_0 = \frac{P_0}{F_0}$, где P_0 — сила отрыва, Н; F_0 — площадь пластинки, м²

структур могут существовать в различных промежуточных формах.

В колбасном производстве, которое занимает ведущее место в производстве мясопродуктов, с помощью структурно-механических свойств и приборов можно контролировать технологические параметры сырья и фарша, качество продукции на любой стадии технологического процесса фаршеприготовления (от созревания мяса до набивки фарша в оболочку или форму), а также консистенцию готовых изделий.

Таким образом, без интенсификации технологического процесса и разработки средств для контроля оптимальных параметров невозможны модернизация существующих и создание новых совершенных поточно-механизированных и автоматизированных линий, являющихся основой технического перевооружения предприятий мясной промышленности.

Показатели структурно-механических свойств представлены в табл. 16.

Таблица 17

Продукт	Предельное напряжение сдвига, Па	Пластическая вязкость, Па·с
Говядина куттерованная	700	18—20
Свинина полужирная куттерованная	650	19—22
Колбаса		
любительская	700	18—28
докторская	540	16—19
чайная	500	—
ливерная при		
30 °С	2200	—
60 °С	100	—
Сосиски свиные	450	9—11
Котлеты	400	9—14

Таблица 18

Скот	Вязкость $\eta \cdot 10^3$, Па·с		Плотность ρ, кг/м³	
	цельной крови	сыворотки крови	цельной крови	сыворотки крови
Крупный рогатый	30—42	7,0—12,0	1050—1060	1028—1030
Мелкий рогатый	23—36	7,4—11,0	1055—1060	—
Свиньи	38—52	8,8—12,0	1049—1055	—

Численные значения некоторых сдвиговых структурно-механических характеристик мяса и мясопродуктов, по данным А. В. Горбатова, приведены в табл. 17, 18.

Эти данные позволяют рассчитывать перемещение продукта в рабочих органах машин и аппаратов, а также использовать при разработке технологий. Взаимосвязь структурно-механических свойств с технологическими показателями сырья и готовых изделий очевидна.

Теплофизические и массовлагообменные свойства

Большинство мясопродуктов при нормальных условиях классифицируются как коллоидные капиллярно-пористые тела. Сложная структура, наличие фазовых переходов, а также биологический характер происхождения делают задачу определения теплофизических и массовлагообменных характеристик очень сложной и в большинстве случаев достаточно приближенной. К теплофизическим характеристикам относятся теплопроводность, температуропроводность и теплоемкость. Фурье установил закон теплопроводности, положив в основу линейную связь между тепловым потоком и температурным градиентом

$$\vec{q} = -\lambda \nabla \theta,$$

где $\vec{q}$ — тепловой поток, Вт/м²; λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); $\nabla\theta$ — градиент температур, К/м.

Теплоинерционные свойства продукта характеризуются коэффициентом температуропроводности (в м²/с)

$$a = \lambda / c\rho,$$

где c — удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); ρ — плотность продукта, кг/м³.

Коэффициент температуропроводности практически не зависит от влажности продукта, если она больше гигроскопической. В то же время на теплоемкость влажность влияет очень значительно.

Аналогично теплопроводности, где перенос тепла идет от более нагретого к менее нагретому телу, перенос массы (в на-

шем случае влаги) также происходит при наличии разности потенциала переноса вещества. Уравнение переноса вещества имеет вид

$$\vec{q}_m = \lambda_m \nabla \theta_m,$$

где $\vec{q}_m$ — вектор плотности потока влаги, кг/м²; λ_m — коэффициент влагопроводности, кг/м с ед. потенц.; $\nabla\theta_m$ — градиент потенциала вещества, ед. потенц./м.

Градиент потенциала пропорционален, в зависимости от вида переноса, градиенту давления пара или градиенту капиллярного потенциала, или градиенту осмотического давления.

Коэффициент потенциалопроводности, или коэффициент диффузии влаги, определяют по формуле

$$a_m = \lambda_m / (c_m \rho).$$

Этот коэффициент зависит от влажности и температуры. Связь между основными параметрами уравнения, характеризующего перенос теплоты и влаги, приведена в табл. 19.

Теплофизические показатели мяса зависят от содержания влаги и жира (в %).

Обработка экспериментальных данных позволила получить эмпирическое уравнение, связывающее $c = f(W)$ и $c = f(Ж)$.

Таблица 19

Показатель	Перенос теплоты	Перенос массы (влаги)
Потенциал переноса	Температура θ	Потенциал вещества $П$, θ_m (влагосодержание u)
Движущая сила переноса	Градиент температуры $\nabla\theta$	Градиент потенциала вещества $\nabla\theta_m$ (градиент влагосодержания ∇u)
Основные уравнения переноса	Поток теплоты $\bar{q} = -\lambda\nabla\theta$	Поток массы $\bar{q}_m = -\lambda_m\nabla\theta_m$ [поток влаги $\bar{q}_m = -(\lambda_m/c_m)\nabla u = -(\lambda_m/c_m\rho_0)\rho_0\nabla u = -a_m\rho_0\nabla u$]
	Дифференциальное уравнение переноса теплоты внутри тела $\partial\theta/\partial\tau = a\nabla^2\theta$	Дифференциальное уравнение переноса влаги внутри тела $\partial u/\partial\tau = a_m\nabla^2 u$
Кинетические характеристики	Коэффициент температуропроводности $a = \lambda/(c\rho)$	Коэффициент массопереноса (диффузии) влаги $a_m = \lambda_m/(c_m\rho_0)$

Примечание. λ, λ_m — соответственно коэффициенты теплопроводности и массопроводности; c, c_m — удельная теплоемкость и удельная массоемкость; ρ — плотность абсолютно сухого материала; $\nabla = \partial/\partial x + \partial/\partial y + \partial/\partial z$ — оператор Гамильтона; $\nabla^2 = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2 + \partial^2/\partial z^2$ — оператор Лапласа.

Таблица 20

Мясо	T, К	W, %	$Ж$, %	ρ, кг/м³	c, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м²/с
Говядина							
высший сорт	—	—	—	1962	3517	0,455	12,3
I сорт	—	—	—	1087	3601	0,49	12,5
II сорт	—	—	—	1078	3056	0,35	12,3
III сорт	273	76,4	3,2	—	3559	0,36	—
	273	76,6	0,9	—	3550	0,40	—
филе постное	280	75,0	0,9	1158	3517	0,50	12,6
бок постный	280	74,5	3,4	1158	3517	0,47	11,3
бедренная часть	280	76,0	3,0	1158	3517	0,45	11,0
Свинина полужирная	318	—	—	1030	3056	0,33	10,6
	—	—	—	950	2177	0,41	19,8
	303	76,8	—	1070	3770	0,49	12,5
ножки постные	280	72	6,1	1158	3475	0,50	13,0
Солонина	273	74	—	1110	3446	0,12	3,1
Кур	—	—	—	1030	2307	0,41	12,0
Цыплят	273—293	69—75	—	1070	3559	0,415	10,9
Индейки	273—293	74	—	1070	3517	0,519	13,8

Эти уравнения справедливы при $T=273—303$ К, $W>26\%$ и $Ж<30\%$.

$$c=1675+25{,}1W, \quad c=3658+25{,}1Ж.$$

Сводные данные Еремина В. И., Горбатова В. М., Латышева В. П., Соколова А. А., Масюкова В. Н., Гинзбурга А. С., Громова М. А., Красовской Г. И., Алмаши Е., Рха С. о численных значениях теплофизических свойств мяса приведены в табл. 20.

Повышение влажности вызывает характерные изменения теплофизических свойств не только мяса, но и продуктов его переработки. В. П. Федоров и др. установили эти свойства для шквары (табл. 21).

Теплофизические характеристики колбасных изделий близки к данным по мясу. Они также зависят от содержания влаги и жира. В то же время при плавлении жира величина коэффи-

Таблица 21

T, К	W, %	ρ, кг/м³	c, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м²/с
298	9	1100	583	0,133	20,7
323	9	1100	1000	0,140	12,7
348	9	1100	1333	0,147	10,0
—	15	910	1000	0,120	13,1
—	20	910	1300	0,135	11,6
—	30	910	1600	0,153	10,3
—	40	910	1800	0,160	9,8

Таблица 22

Продукт	W, %	Ж, %	ρ, кг/м³	$a \cdot 10^8$ (в м²/с) при T, К		Показатель	Среднее значение в интервале 293—341 К
				298—323	323—343		
Колбаса							
столовая	67,3	15,9	1025	11,7	13,0	c, Дж/(кг·К)	4050
						λ, Вт/(м·К)	0,51
любительская вареная	—	—	1012	12,0	12,5	c, Дж/(кг·К)	3770
						λ, Вт/(м·К)	0,46
отдельная	—	—	1013	12,0	12,5	c, Дж/(кг·К)	3770
						λ, Вт/(м·К)	0,46
докторская	—	—	1020	12,3	13,1	c, Дж/(кг·К)	4020
						λ, Вт/(м·К)	0,51
Сосиски молочные	70,6	15,4	1030	11,4	12,4	c, Дж/(кг·К)	3900
						λ, Вт/(м·К)	0,48
Сардельки I с.	67,8	19,8	1030	13,2	14,3	c, Дж/(кг·К)	3940
						λ, Вт/(м·К)	0,56

циента теплопроводности заметно растет. По данным В. М. Горбатова, в табл. 22 приведены обобщенные теплофизические характеристики колбасных изделий.

В. Н. Родин и В. И. Еремин наблюдали заметное изменение коэффициента температуропроводности колбасных фаршей в зависимости от состояния жира (табл. 23).

Для мясных консервов А. А. Соколов установил численные значения температуропроводности (табл. 24).

Таблица 23

Фарш	$a \cdot 10^8$, м²/с	
	до плавления жира	после плавления жира
Из говяжьего жилованного мяса	7,8—8,3	14,0—14,7
Для колбасы		
полукопченой	5,2—5,6	12,5—13,6
вареной (любительской)	5,2—5,6	12,5—13,6
столовой	5,8—6,4	15,0—15,6

Таблица 24

Консервы	$a \cdot 10^8$, м²/с	Консервы	$a \cdot 10^8$, м²/с
„Тушеное мясо"	18,5	„Жареные мозги"	13,0
„Печеночный паштет"	14,0	„Гуляш"	16,2
„Мясной паштет"	12,4	„Сосиски в томате"	16,7
„Жареное мясо"	14,2	„Языки в томате"	14,5
„Почки соте"	14,7		

Электрофизические свойства

Мясо и мясопродукты с точки зрения поведения их в электромагнитном и акустическом полях представляют собой гетерогенные смеси, содержащие воду. Такие компоненты, как белки, жиры, углеводы, вода, по существующей классификации можно отнести к разряду диэлектриков с потерями, а водные растворы солей — электролиты — к разряду проводников.

Электрические и магнитные поля являются векторными величинами и характеризуются электромагнитной напряженностью E и H. Электрические и магнитные поля взаимосвязаны и могут превращаться одно в другое. Для реальной среды связь векторов поля можно описать системой уравнений

$$\vec{B}=\mu\vec{H};\quad D=\varepsilon_a\vec{E};\quad \delta=\varkappa\vec{E},$$

где $\vec{B}$ — магнитная индукция; μ — магнитная проницаемость; D — электрическая индукция; ε_a — абсолютная диэлектрическая проницаемость; δ — плотность тока проводимости; $\varkappa$ — проводимость.

Диэлектрические свойства материала могут быть описаны с помощью комплексной диэлектрической проницаемости $\varepsilon=\varepsilon'-j\varepsilon''$. Действительная часть ε' называется диэлектрической проницаемостью, мнимая часть ε'' — фактором потерь и является мерой того, сколько энергии материал может рассеять в виде тепла. Тангенс угла потерь $\operatorname{tg}\delta=\varepsilon''/\varepsilon'$ определяет отношение энергии, расходуемой на нагрев, к энергии, запасенной за период электромагнитных колебаний.

Зависимость диэлектрических свойств от частоты представляется очень важной. Диэлектрическая проницаемость и удельное сопротивление мышечной ткани зависит от частоты. Существуют три области дисперсии электрофизических свойств: α (низкие частоты), β (радиочастоты), γ (сверхвысокие частоты). Такой вид дисперсии характерен для большинства пищевых продуктов, содержащих значительное количество воды.

Внутри каждой области возможны довольно значительные вариации, которые обусловлены химическим составом, структурой и др. При рассмотрении этих позиций мясо с некоторым упрощением можно считать двухфазной системой: оболочка клетки и ее содержимое. Если первая фаза приближается по своим свойствам к диэлектрикам, то вторая — типичный электролит с ионным характером проводимости, причем первая фаза устойчива в живом организме и после убоя животного разрушается, а вторая фаза относительно стабильна. В связи с этим при микроскопическом рассмотрении электрофизические свойства мяса в постоянной системе координат имеют разрывы в своих значениях, совпадающие с границей раздела фаз. Наличие ионной проводимости существенно изменяет частотные характеристики, причем оказывается, что ионная про-

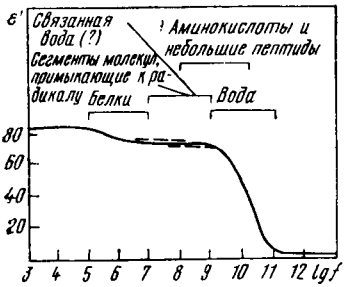


Рис. 10. Дисперсия диэлектрической проницаемости белков и некоторых других молекул

водимость играет бо́льшую роль, чем релаксационные явления. На практике диэлектрические потери нельзя отделить от потерь проводимости.

Дисперсия диэлектрической проницаемости компонентов пищевых продуктов показана на рис. 10. Как видно из рисунка, водные растворы белков имеют в основном две области дисперсии; первая (10^5—10^7 Гц) относится к молекулам белков, вторая (примерно $2 \cdot 10^{10}$ Гц) — к молекулам воды. В настоящее время не существует удовлетворительной теоретической трактовки частотной зависимости диэлектрических свойств воды.

Дисперсия для трех видов белков — гемоглобина, яичного и сывороточного альбумина — лежит в интервале 10^7—10^9 Гц. Аминокислоты и пептиды имеют дисперсию в области 10^8—10^{10} Гц. Эти данные показывают, что некоторые молекулы биологического происхождения взаимодействуют с элекромагнитными полями на СВЧ примерно в области 10^9 Гц.

Фазовые переходы оказывают большое влияние на электрофизические свойства продукта. Так, при переходе воды (при понижении температуры) из жидкого состояния в твердое тело — лед имеют место скачкообразные изменения свойств (табл. 25).

Из табл. 25 видно, что, несмотря на то что концентрация H^+ уменьшилась в 10^3 раз, электропроводность (при 0°С) изменилась незначительно. Это объясняется резким увеличением подвижности ионов водорода в твердой фазе.

Обезвоживание компонентов мяса и мясопродуктов характеризуется высокими значениями ε'' и ε', так как отдельные молекулы не имеют свободного вращения и вклад переноса ионов незначителен. Удельное сопротивление обезвоженных компонентов велико. Численные значения удельного сопротив-

Таблица 25

Свойства	Жидкость	Лед
Концентрация ионов H^+: C_{H^+}, моль/м³	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-10}$
Удельная электропроводность, См/м	$1 \cdot 10^{-6}$	$0{,}3 \cdot 10^{-6}$
Подвижность ионов H^+, м²·В⁻¹·с⁻¹	$3{,}6 \cdot 10^{-7}$	$0{,}3 \cdot 10^{-4}$
Скорость реакции $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$, л·моль⁻¹·с⁻¹	10^{11}	10^{13}—10^{14}
Коэффициент диффузии молекул H_2O, м²·с⁻¹	$2{,}4 \cdot 10^{-9}$	$8 \cdot 10^{-15}$

ления обезвоженных белков и полипептидов (в Ом·м) представлены ниже.

Тромбин	$2{,}6 \cdot 10^9$
Фибриноген	$6{,}2 \cdot 10^9$
Альбумин плазмы крупного рогатого скота	$7{,}9 \cdot 10^9$
Эластин	$2{,}0 \cdot 10^{12}$
Коллаген	$2{,}9 \cdot 10^{11}$
Желатин	$4{,}7 \cdot 10^{11}$
Гемоглобин	
нативный	$5{,}4 \cdot 10^9$
денатурированный	$1{,}1 \cdot 10^{10}$
Глобин	$4{,}5 \cdot 10^{11}$

Для животных тканей в области низких частот (α-дисперсия) превалирует ионная проводимость. Мембраны клетки ведут себя как изолирующие слои. Низкочастотные токи могут протекать только во внеклеточной среде, что и обусловливает низкую удельную проводимость тканей. Жировые ткани сами по себе обладают низкой удельной проводимостью, а содержание в них электролитов весьма мало.

Характер изменений электрофизических свойств мышечной и жировой тканей в области α-дисперсии показан на рис. 11. β-дисперсия в области более высоких частот вплоть до сверхвысоких представлена на рис. 12 ($а, б$). По мере возрастания частоты ε' уменьшается до тех пор, пока период не станет столь малым, что мембраны не успевают заряжаться (иначе говоря, когда емкостное сопротивление мембраны становится незначительным).

Характер γ-дисперсии при частотах выше 1 ГГц удовлетворительно объясняется полярными свойствами молекул воды. Характер дисперсии для жировых тканей практически не зависит от частоты в диапазоне выше 1000 МГц, тогда как у тканей, состоящих из жировых клеток, окруженных электролитической средой, наблюдается дисперсия.

Численные значения электрофизических характеристик могут несколько различаться. Наиболее полно электрофизические характеристики мяса и мясопродуктов исследованы для СВЧ-диапазона.

Для диапазона частот, используемых в промышленной практике, диэлектрические свойства ряда мяса и мясопродуктов при 20 °С приведены в табл. 26.

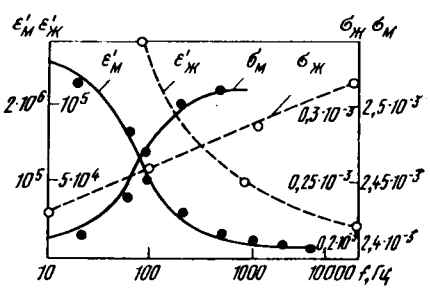


Рис. 11. Диэлектрическая проницаемость и удельная проводимость мышечных ($\varepsilon_м'$; $\sigma_м$) и жировых ($\varepsilon_ж'$; $\sigma_ж$) тканей при низких частотах

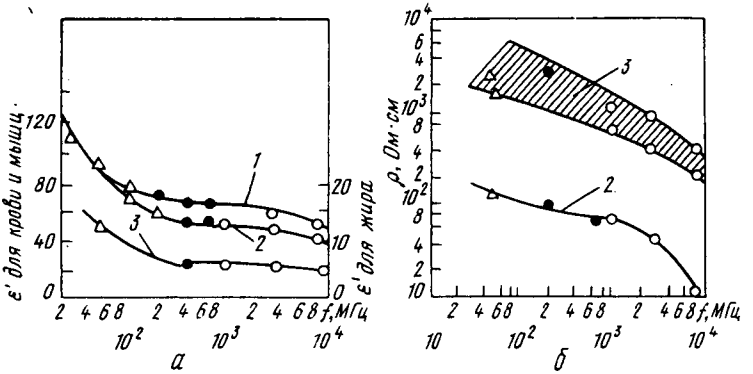


Рис. 12. Дисперсия диэлектрической проницаемости (*а*) и удельного сопротивления (*б*):
1 — крови; *2* — мышц; *3* — жира

Некоторые диэлектрические характеристики жировых тканей для различных животных при температуре 20 °С приведены в табл. 27.

Диэлектрические характеристики костной ткани (средняя часть большой берцовой кости) 37 °С представлена в табл. 28.

Для ряда субпродуктов (печень, почки) значение диэлектрических характеристик ниже, чем для мышечной ткани; ε' для печени — на 4—7%, а ε'' — на 24—26% ниже, чем для мышечной ткани говядины.

Таблица 26

Мясо	Влажность W, %	Жирность Ж, %	Диэлектрическая характеристика	МГц		
				433	915	2400
Говядина			ε'	53,7	51,7	48,7
плечевая	75,4	2,2	ε''	33,5	27,8	17,6
часть			ε'	52,3	50,5	48,0
фарш	75,0	2,5	ε''	32,0	26,3	17,0
Свинина			ε'	54,6	52,5	49,5
плечевая	76,5	2,4	ε''	34,4	28,4	18,1
часть			ε'	53,0	51,2	48,5
фарш	75,9	2,6	ε''	33,1	27,0	17,6
Баранина			ε'	53,9	51,6	48,9
плечевая	76,6	1,5	ε''	33,6	28,0	18,0
часть			ε'	53,0	49,9	48,3
фарш	76,1	1,7	ε''	32,5	26,8	16,8
Куры I категории	74,7	0,9	ε'	52,6	49,4	46,2
(белое мясо)			ε''	37,6	30,1	20,0

Таблица 27

Жировая ткань	f, МГц	Влажность W, %	ρ, кг/м^3	ε'	ε''
Межмышечная крупного рогатого скота	433	14,2	900	6,4	0,91
	915	14,2	900	6,0	0,13
	2400	14,2	900	5,0	0,10
Внутренняя овец	433	11,6	890	5,6	0,78
	915	11,6	890	5,3	0,61
	2400	11,6	890	4,4	0,41
Внутренняя кур	433	8,6	870	5,5	0,62
	915	8,6	870	5,1	0,51
	2400	8,6	870	4,2	0,34

Таблица 28

f, МГц	ε'	ε''	f, МГц	ε'	ε''
1800	8,40	1,50	3600	8,30	1,29
3000	8,35	1,32	4800	7,83	1,30

Оптические свойства

Мясо и мясопродукты характеризуются сложностью микроструктуры и большой оптической плотностью. Поглощение и рассеивание излучения в этом случае определяются в основном четырьмя процессами: резонансным поглощением излучения молекулами сухого вещества, а также молекулами структурной и связанной влаги; рассеиванием излучения, обусловленным флуктуациями плотности вещества, а также рассеиванием на молекулах белков, полисахаридов и др. или ионах; рассеиванием излучения на взвешенных коллоидных частицах, клетках, частицах пигментов и пр.; рассеиванием на оптических неоднородностях — капиллярах, порах.

Для технологических целей наиболее часто используют терморадиационные характеристики мяса и мясопродуктов. Для произвольного интегрального потока излучения F_n, падающего на вещество, справедливо равенство

$$F_A + F_R + F_T = F_n,$$

где F_A — поглощенный лучистый поток; F_R — отраженный лучистый поток; F_T — пропущенный продуктом лучистый поток.

После преобразований

$$A + R + T = 1,$$

где $A = F_A/F_n$ — поглощательная способность; $R = F_2/F_n$ — отражательная способность; $T = F_T/F_n$ — пропускательная способность.

Часто эти величины называют соответственно коэффициентами поглощения, отражения, пропускания.

Для практического использования представляет интерес глубина проникновения излучения в продукт, которая является обратной величиной коэффициента поглощения. Закон Бугера устанавливает зависимость ослабления интенсивности излучения при проникновении его в вещество:

$$I_x = I_0 \exp(-A_x),$$

где I_0 и I_x — соответственно интенсивности потока излучения начальная и на глубине x.

Таким образом, глубина проникновения показывает толщину материала, после прохождения которой интенсивность излучения уменьшается в $e = 2{,}72$ раза.

Оптические характеристики могут быть спектральными и интегральными. В первом случае они характеризуют явления при определенной длине волны излучения λ, во втором — для длин волн $\lambda = 0 \div \infty$. Для аналитических целей используют спектральные характеристики, для инженерной практики (для инфракрасного нагрева) интегральные характеристики.

Как и все физические характеристики, оптические свойства зависят от количества и состояния воды в мясопродуктах. Для воды характерно значительное поглощение и небольшое рассеивание излучения по всему ИК-спектру, что является следствием энергии и формы связи влаги с материалом. Большое значение имеет также фазовое состояние воды. Оптические характеристики зависят и от длины волны излучения.

В спектрах отражения различных мясопродуктов отчетливо виден селективный характер (рис. 13). Наибольшие значения отражательной способности соответствуют ближней части ИК-спектра. Большое значение для практики имеет пропускательная и отражательная способность мяса и мясопродуктов для интегрального потока ИК-излучения (табл. 29, 30).

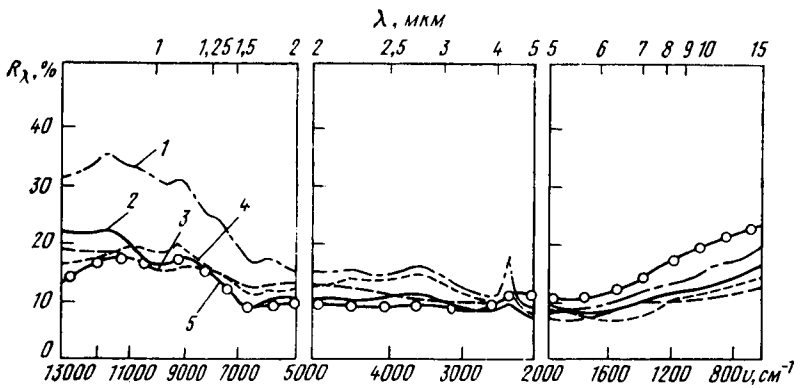


Рис. 13. Спектральная отражательная способность:

1 — фарш, обжаренный ИК-излучением; *2* — свинина; *3* — фарш докторской колбасы; *4* — свиной жир; *5* — говядина

Таблица 29

Продукт	Толщина образца, мм	Пропускная способность (в %) при λ_{max}, мкм				
		1,04	2,3—2,5	2,7—2,9	3,8	4,5
Свинина	0,5	42,0	18,1	14,4	7,6	5,1
($W = 70 \div 72\%$)	1,0	21,0	7,2	5,2	2,3	1,4
	2,0	10,6	2,6	2,0	1,5	0,39
	4,0	5,2	1,1	0,75	0,36	0,11
Говядина	0,5	34,0	15,2	12,4	10,1	4,6
($W = 75 \div 78\%$)	1,0	17,3	5,3	4,4	3,3	1,15
	2,0	8,8	2,2	1,5	1,1	0,23
	3,0	5,9	1,2	0,84	0,58	0,13
Белое мясо кур	4,0	4,4	0,8	0,55	0,37	0,07
($W = 69\%$)	0,5	54,6	17,2	13,4	11,6	9,0
	1,0	33,1	9,5	8,6	7,3	5,1
	2,0	21,3	3,1	2,8	2,0	1,8
Фарш докторской	4,0	10,0	0,5	0,3	0,2	—
колбасы ($W =$	0,5	30,9	10,2	7,8	5,6	3,3
$= 71 \div 72\%$)	1,0	16,3	6,3	4,3	2,5	1,0
	2,0	7,6	1,0	0,5	—	—
Свиной жир	2,5	5,0	—	—	—	—
($W = 5 \div 7\%$)	0,5	47,4	20,0	17,6	13,2	11,0
	1,0	35,3	11,1	8,3	6,1	6,0
	2,0	18,8	5,0	5,2	1,4	0,9
Желатин	4,0	6,0	0,1	0,7	—	—
($W = 14\%$)	4,0	30,0	6,0	4,3	3,1	2,6

Таблица 30

Продукт	W, %	Отражательная способность (в %) при λ_{max}, мкм					
		1,04		2,3—2,5		4,5	
		до термообработки	после термообработки	до термообработки	после термообработки	до термообработки	после термообработки
Свинина	70—72	9,6	13,4	6,6—7,2	9,1—10	6,0—6,1	8,4—8,5
Говядина	75—78	8,4	11,6	6,45—7,1	8,9—9,8	4,1—4,6	5,71—6,4
Мясо кур белое	69	13,3	16,4	8,4	10,6	6,0	7,8
Фарш докторской колбасы	71—72	14,7—15,3	—	6,7	—	6,0—6,6	—

Акустические свойства

Основными характеристиками акустического поля являются частота колебаний, скорость звука, амплитуда, волновое и удельное акустическое сопротивление среды, звуковое давление, интенсивность звука.

Относительно хорошо (в зависимости от частоты звука и вязкости среды) ультразвук распространяется в жидкостях, а еще лучше в твердых телах.

Удельное акустическое сопротивление является важным параметром — характеризует свойства среды по отношению к проходящей через нее волне

$$\rho c = p/u,$$

где ρ — плотность среды, кг/м^3; c — скорость звука, м/с; p — звуковое давление, МПа; u — колебательная скорость, м/с.

Энергия звуковых колебаний, проходящая нормально к поверхности продукта через единицу площади за одну секунду, является интенсивностью звука.

$$I = p^2/(\rho c).$$

Интенсивность оценивают по отношению к величине предела слышимости человеческого уха, т. е. определяют силу звука (в дБ).

$$1\ \text{дБ} = 10 \lg (I/I_n),$$

где I_n — предел слышимости, Вт/м^2 ($I_n = 10^{-12}$ Вт/м^2)

Убывание интенсивности звука с расстоянием описывается уравнением

$$I_x = I_0 e^{-\alpha x},$$

где I_x — интенсивность звука на расстоянии x при начальной интенсивности I_0; α — коэффициент поглощения, см$^{-1}$ (Нп/см)

1 Нп $= \ln (A_1/A_2)$ при $A_1/A_2 = \ln 2{,}718$. Для пересчета величины α в дБ/м число Нп/см умножают на 868,6.

Поглощение звука в жидкостях обусловлено вязкостью среды, а также теплопроводностью. Полный коэффициент поглощения

$$\alpha = \alpha_r + \alpha_e,$$

где α_r — коэффициент поглощения, обусловленный вязкостью среды; α_e — коэффициент поглощения, обусловленный теплопроводностью среды.

Распространение звуковых волн в среде сопровождается потерями на рассеивание, которые внешне проявляются в повышении температуры среды (табл 31).

Таблица 31

Продукт	Относительное повышение температуры, °С	Продукт	Относительное повышение температуры, °С
Яичный альбумин	1	Жир	12,5
Коагулированный яичный белок	1	Печень	4,5
		Мозги	
Яичный желток	5,5		4,75

Примечание. Яичный белок принят за единицу. Продолжительность обработки продуктов ультразвуком 30 с; $f = 750$ кГц; $W = 100$ Вт.

Таблица 32

Продукт	α, $м^{-1}$	$1/\alpha$, м	Продукт	α, $м^{-1}$	$1/\alpha$, м
Вода	0,03	30	Почки	22	0,05
Плазма крови	0,7	1,3	Жировая ткань	13	0,08
Кровь	2,0	0,5	Костная ткань (при	302	0,0033
Скелетные мышцы	20—25	0,045	частоте 800 кГц)		
Печень	17	0,06			

Неоднородность в строении мышечных волокон мяса ведет к различному поглощению звука отдельными элементами, т. е. наблюдается анизотропия затухания звука.

Аномальные отклонения коэффициента поглощения обнаружены при ультразвуковой обработке ряда органических и биологических жидкостей. Эти отклонения вызываются объемной вязкостью, являющейся функцией изменения объема в местах сжатия и расширения жидкости. При этом характер молекулярного поглощения энергии зависит от продолжительности восстановления равновесия молекулярных процессов за один полупериод колебания. Исключение составляет костная ткань, которая в диапазоне частот 500 кГц — 2 МГц не дает отклонений от классической теории.

Показатели поглощения и глубина проникновения для некоторых животных тканей при обработке на частоте 1 МГц приведены в табл. 32.

Коэффициент поглощения зависит от частоты ультразвукового поля — линейно возрастает с увеличением частоты независимо от вида ткани. При ультразвуковом облучении суспензий коэффициент поглощения линейно возрастает с увеличением концентрации. Кроме того, он зависит от диаметра частиц суспензии. Характерно, что наиболее резкое затухание колебаний наблюдается при размерах частиц 1—10 мкм. Анизотропия поглощения ультразвука особенно сильно проявляется у тка-

Таблица 33

Ткань	Температура, °С	Скорость звука, $c \cdot 10^3$, м/с	Плотность ρ, $кг/м^3$	Удельное акустическое сопротивление $\rho \cdot c$, Па·с/м
Мышечная ткань (говядина)	16—20	1,575—1,578	1033—1048	1,79
Жировая ткань (свинина)	16—20	1,444	930	1,32
Мозговая ткань (свинина)	16—20	1,506	1026	1,55
Печень	16—20	1,553	1064	1,63
Кость (плотная масса)	16—20	3,37	185	6,23

ней, состоящих из чередующихся слоев с различными свойствами (шкура, жировые прослойки и др.). В этом случае характер затухания акустической энергии зависит от направления ультразвука — вдоль или поперек слоев. Акустические характеристики различных животных тканей показаны в табл. 33.

АВТОЛИТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЯСА

Ферментные системы тканей сохраняют свою каталитическую активность после убоя животных. Однако характер биохимических превращений приобретает специфику, обусловленную тем, что в ткани не поступает кислород и из них не удаляются продукты ферментативного распада. Развитие полиферментных процессов, приводящих к распаду тканевых компонентов, оказывает существенное влияние на качественные показатели мяса, его устойчивость к микробиологическим процессам.

Изменение свойств мяса развивается в определенной последовательности, и его качественные показатели на разных стадиях послеубойного хранения существенно отличаются. По этой причине определение направлений использования мяса должно проводиться с учетом глубины и характера автолитических превращений.

В ходе автолиза значительно изменяются такие важные характеристики качества мяса, как водосвязывающая способность и его консистенция (рис. 14). В изменении величин этих

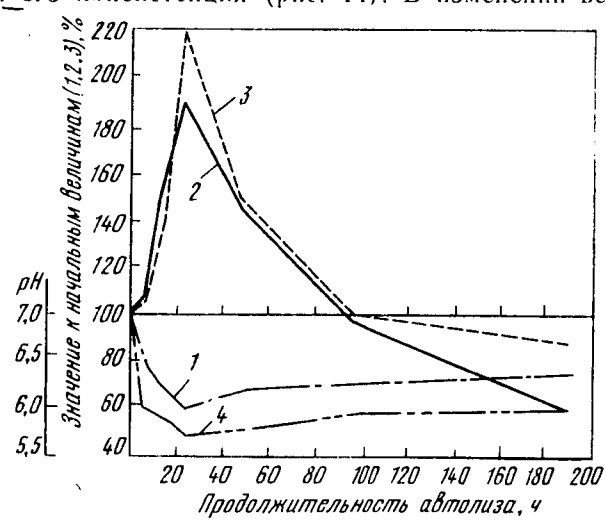


Рис. 14. Диаграмма посмертных изменений:

1 — водосвязывающая способность мяса; *2* — сопротивление срезу; *3* модуль упругости; *4* — величина pH (для баранины при 4 °С)

показателей прослеживается три временных периода. В пределах 3—4 ч после убоя мясо имеет наиболее высокую водосвязывающую способность и хорошую консистенцию. В последующий период развитие посмертного окоченения приводит к резкому понижению водосвязывающей способности и росту механической прочности. К 12—24 ч хранения говядины и баранины при температурах, близких к нулю, указанные величины соответственно достигают своего минимума и максимума. На последующих стадиях хранения происходит созревание мяса. Его водосвязывающая способность повышается, однако не достигает уровня, соответствующего величине этого показателя у парного мяса. Параллельно наблюдается существенное улучшение консистенции.

Непосредственной причиной изменения указанных показателей является изменение белков и микроструктуры мяса. В парном состоянии мышечные волокна имеют наибольший диаметр и плотно прилегают друг к другу. На стадии посмертного окоченения наблюдается сокращение мышечных волокон и их деформация. В последующий период происходит разрыхление мышечных волокон, их распад на саркомеры, в дальнейшем фиксируется разволокнение миофибрилл, их поперечный распад, растворение ядер.

В ходе автолиза изменяются также пищевая ценность мяса вследствие изменения устойчивости белков к действию протеолитических ферментов и вкусоароматические характеристики. На стадии посмертного окоченения гидролиз белков ферментами желудочно-кишечного тракта понижен. После 2 сут хранения приготовленный бульон и термообработанное мясо приобретают специфический вкус и аромат, интенсивность которых усиливается с увеличением сроков послеубойной выдержки.

Рассмотренные выше изменения свойств мяса являются итогом развития сложных, взаимосвязанных биохимических и физико-химических процессов, интенсивность течения которых зависит от вида мяса, а характер — от условий выращивания животных, способов транспортирования, предубойного содержания и других факторов.

Изменение углеводов, АТФ и креатинфосфата. В результате анаэробного гликолиза происходит распад мышечного гликогена с образованием гексозофосфатов, триозофосфатов и молочной кислоты в качестве конечного продукта их превращений. Анаэробный гликолиз является также источником образования АТФ и креатинфосфата. Наряду с форфоролизом гликогена некоторая часть полисахарида гидролизуется с образованием редуцирующих углеводов, в том числе глюкозы (рис. 15).

Введение хлорида натрия на ранних стадиях автолиза подавляет развитие гликолиза. В отличие от этого, электростимуляция туш существенно ускоряет процесс распада гликогена.

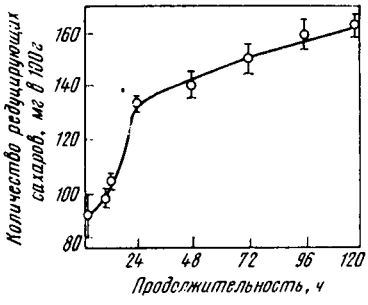


Рис. 15. Накопление редуцирующих сахаров при распаде гликогена в процессе автолиза (4 °С) мышц крупного рогатого скота

Ферментативный распад гликогена является пусковым механизмом для развития последующих биохимических и физико-химических процессов.

Накопление молочной кислоты приводит к смещению pH мышечной ткани в кислую сторону. Уровень изменения этого показателя зависит от прижизненного содержания мышечного гликогена, которое в норме составляет около 1%. Понижение pH мышечной ткани с 7,3—7,4 до 5,4—5,8 благоприятно сказывается на устойчивости мяса в отношении развития микробиологических процессов. Важнейшим результатом увеличения концентрации ионов водорода является изменение состояния белков. Наряду с этим накопление молочной кислоты способствует разрушению бикарбонатного буфера, сопровождающемуся выделением углекислого газа при тепловой обработке, а также влияет на стабильность сульфгидрильных групп и дисульфидных связей при нагреве мяса.

Для состояния миофибриллярных белков определяющее значение имеет распад АТФ. Уровень содержания АТФ в мышечной ткани является совокупным результатом ее синтеза в процессе гликолиза и гидролитического распада под действием миозиновой АТФ-азы. Проявление ферментативной активности миозина может быть обеспечено при наличии в системе в нужных концентрациях ионов Ca^{2+}. По всей вероятности, их выделение из саркоплазматического ретикулума связано с накоплением молочной кислоты. По мере понижения содержания полисахарида начинает преобладать гидролиз АТФ, что приводит к резкому снижению ее количества и способствует развитию мышечного окоченения. Наряду с АТФ сразу же после убоя распадается креатинфосфат с переносом фосфата на АДФ. Эта реакция на первых ступенях автолиза также способствует повышению уровня АТФ.

Изменение мышечных белков и коллагена. Состояние мышечных белков в первую очередь определяет консистенцию, способность связывать воду, эмульгирующие и адгезионные свойства мяса. Накопление молочной кислоты прямо или косвенно действует на состояние белков. Увеличение концентрации ионов водорода сокращает интервал между изоэлектрической точкой мышечных белков и pH мяса, что приводит к понижению их гидратации.

Наряду с изменением гидратации важнейшее значение для

качественных показателей мяса имеет образование актомиозинового комплекса. Пусковым механизмом превращений миофибриллярных белков является увеличение концентрации ионов Ca^{2+} в мышечной ткани с 10^{-8} до 10^{-5} за счет выделения их из каналов саркоплазматического ретикулума. В результате этого проявляется АТФ-азная активность миозина и устраняется блокирующее действие тропонина и тропомиозина. Энергия распада АТФ стимулирует взаимодействие миозина с Ф-актином, в результате чего длина саркомеров уменьшается на 20—50% от исходной величины, что приводит к развитию мышечного окоченения. Указанное явление сопровождается резким уменьшением водосвязывающей способности мяса и увеличением механической прочности мышечных волокон.

Механизм дальнейших изменений миофибриллярных белков, приводящий к разрешению мышечного окоченения, недостаточно изучен. На первых стадиях созревания происходит частичная диссоциация актомиозина, одной из причин которой является увеличение в этот период количества легкогидролизуемых фосфатов и, по всей вероятности, воздействие тканевых протеаз.

Смещение pH в кислую сторону и разрушение лизосомальных мембран сопровождается увеличением общей активности тканевых катепсинов, что создает условия для протеолитического гидролиза мышечных белков на стадии созревания мяса.

В настоящее время установлено присутствие в мышечной ткани протеазы, вызывающей дезинтеграцию структуры миофибрилл в области *Z*-линий при наличии ионов Ca^{2+}. Протеаза получила название кальцийактивирующий фактор (КАФ). КАФ наиболее активен при нейтральном значении pH. КАФ вызывает ограниченное расщепление белков при автолизе мяса. Важную роль в регулировании Ca^{2+} принадлежит кальмодулину. Этот белок обратимо взаимодействует с Ca^{2+} и служит посредником во многих ферментативных реакциях, зависящих от концентрации ионов кальция.

В ходе автолиза претерпевают изменения также белки соединительной ткани. Развариваемость коллагена, максимальная в парно́м мясе, резко понижается на стадии посмертного окоченения. Дальнейшее хранение мяса приводит к увеличению степени дезагрегации коллагена при нагревании. Несомненное влияние на гидротермическую устойчивость коллагеновых волокон оказывает состояние основного вещества соединительной ткани.

. Наряду с изменением свойств коллагена в ходе автолиза под воздействием катепсинов гидролизуется эластин с образованием при длительном созревании растворимых продуктов.

Накопление веществ, формирующих вкус и аромат. Развитие ферментативных процессов при созревании мяса приводит к накоплению в нем веществ, влияющих на вкус и аромат го-

товых мясных продуктов. Этими соединениями являются продукты распада белков и пептидов (глютаминовая кислота, треонин, серосодержащие аминокислоты и др.), нуклеотидов (инозинмонофосфорная кислота, инозин, гипоксантин, рибоза), углеводов (глюкоза, фруктоза, молочная, пировиноградная кислоты), липидов (низкомолекулярные жирные кислоты), а также креатин, креатинин и другие азотистые экстрактивные вещества. Среди летучих компонентов, определяющих аромат продуктов из созревшего мяса, обнаружены жирные кислоты, карбонильные соединения, спирты, эфиры. Существенную роль в формировании запаха играют серосодержащие соединения, предшественниками которых являются цистеин, цистин и метионин. На образование вкуса и аромата мясопродуктов значительно влияют сахароаминные реакции или реакции неферментативного потемнения при тепловой обработке мяса, в которых участвуют редуцирующие сахара, аминокислоты или белки, а также альдегиды, возникающие в результате превращения жирных кислот.

Продолжительность созревания мяса. Сроки созревания мяса в первую очередь зависят от вида животного и температурного режима хранения. Продолжительность созревания при 0—2 °С составляет для говядины 10—14 сут, мяса кур и гусей 5—6 сут. Увеличение температуры позволяет сократить продолжительность созревания. Эта зависимость по Куприянову описывается уравнением

$$\lg \tau = 0{,}0515(23{,}5 - t),$$

где τ — продолжительность созревания, сут; t — температура, °С.

Повышения скорости биохимических процессов в мясе можно достигнуть электростимулированием туш, в результате чего ускоряются реакции гликолиза. Низкое значение pH и достаточно высокая температура мяса способствуют интенсивному течению ферментативных реакций, вызывающих его размягчение.

Использование мяса. Для производства большой группы вареных мясопродуктов целесообразно использовать парное мясо. Белки парного мяса обладают наибольшей водосвязывающей и эмульгирующей способностью, развариваемость коллагена на этой стадии автолиза максимальна. Указанные обстоятельства обеспечивают высокий выход продукции и снижают вероятность возникновения дефектов при тепловой обработке. Серьезным преимуществом переработки парного мяса является снижение энергетических затрат, расхода холодильных площадей.

В настоящее время особое значение приобретает вопрос направленного использования мяса с учетом характера его автолиза, так как увеличилось поступление на мясокомбинаты животных, после убоя которых в мышечной ткани обнаруживаются значительные отклонения от обычного в развитии автолити-

ческих процессов. В соответствии с этим выделяют мясо с высоким конечным pH (DFD) и экссудативное мясо (PSE).

Мясо с высоким конечным pH (выше 6,3) имеет темную окраску, обладает высокой водосвязывающей способностью, повышенной липкостью. Обычно такими свойствами обладает мясо молодых бычков, которые подвержены стрессу. Вследствие прижизненного распада гликогена образование молочной кислоты в мясе после убоя таких животных невелико. Высокое значение pH ограничивает продолжительность хранения такого мяса в охлажденном состоянии. Его целесообразно использовать при производстве вареных изделий и быстрозамороженных полуфабрикатов.

Экссудативное мясо характеризуется светлой окраской, мягкой консистенцией, выделением мясного сока, кислым привкусом. Подобными характеристиками чаще всего обладает свинина, полученная от животных с интенсивным откормом и ограниченным движением. После убоя таких животных в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена. В пределах 60 мин величина pH мяса понижается до 5,2—5,5. За этот период температура мяса остается достаточно высокой, и значительное увеличение концентрации ионов водорода в этом случае приводит к конформации саркоплазматических белков и их взаимодействию с белками миофибрилл. В результате изменений свойств мышечных белков их гидратация резко понижается. Указанные особенности свойств такого мяса должны учитываться при определении путей его использования.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОРЧА МЯСА

В технологии мяса и мясопродуктов одним из важнейших вопросов является микробиологическая стабильность и санитарно-гигиеническая безопасность сырья и готовой продукции.

Вследствие высокого содержания влаги и белков мясо является благоприятной средой для развития микрофлоры, вызывающей гнилостную порчу продукта.

Распад белков, полипептидов, аминокислот и других компонентов мяса, катализируемый ферментными системами микроорганизмов, сопровождается понижением биологической ценности продукта, значительным ухудшением органолептических показателей. При этом не исключена возможность образования в продукте ядовитых веществ и попадания в него токсинов, продуцируемых некоторыми видами микрофлоры. Поэтому опасно использовать в пищу мясо и мясопродукты, подвергнутые микробиологической порче.

Интенсивность и характер развития микробиологических процессов зависят от состава и свойств продуктов, их начальной микробиологической обсемененности и таких внешних факторов, как температура, относительная влажность, состав атмосферы, продолжительность хранения, а также содержание

влаги, активность воды, величина pH, окислительно-восстановительный потенциал.

При определенных условиях существует взаимосвязь между активностью воды a_w и ростом микроорганизмов. По мере снижения активности воды продолжительность лаг-фазы увеличивается и уменьшается число микроорганизмов, способных к размножению.

Увеличение a_w мяса благоприятствует размножению микроорганизмов. Понижение a_w до 0,8 способствует подавлению развития основных видов бактерий, вызывающих порчу мяса, но в этих условиях возможен рост дрожжей и плесеней.

Наряду с a_w существенное значение в отношении стабильности мяса к микробиологической порче имеет конечное значение pH. Высокое значение pH, обусловленное низкой концентрацией молочной кислоты в мышечной ткани вследствие пониженного содержания гликогена перед убоем, способствует развитию бактерий.

На размножение оказывает влияние также величина окислительно-восстановительного потенциала мяса. Высокий уровень этого показателя мышечной ткани на начальных стадиях после убоя животных способствует увеличению продолжительности лаг-фазы развития микроорганизмов. Влияние окислительно-восстановительного потенциала на развитие микробиологических процессов при последующем хранении мяса становится менее значительным.

Интенсивность развития микробиологических процессов в значительной степени зависит от первоначальной микробиологической обсемененности мяса. Инфицирование мясных туш и других продуктов убоя происходит эндогенным и экзогенным путем.

Эндогенное обсеменение микроорганизмами тканей и органов может происходить при жизни животных или после убоя. Прижизненное обсеменение органов и тканей чаще всего обусловлено ослаблением резистентности организма здоровых животных в результате утомления, длительного голодания, переохлаждения, нарушения режима поения. Воздействие этих факторов создает предпосылки для проникновения микроорганизмов из кишечника через кровеносную и лимфатическую системы в органы и ткани животных. Обсеменение микроорганизмами мяса может явиться следствием механических травм животных. Посмертное эндогенное обсеменение продуктов убоя может быть при задержке извлечения желудочно-кишечного тракта, так как после смерти животных стенки кишечника становятся проницаемыми для микроорганизмов.

Попадание микроорганизмов в мясо экзогенным путем возможно на всех стадиях технологической переработки, начиная с момента убоя: в период обескровливания, съемки шкур, извлечения внутренних органов, зачистки.

Источниками инфицирования мяса и других продуктов убоя могут явиться инструменты, оборудование, руки и одежда работающих, воздух производственных помещений.

Для мяса, полученного при строгом соблюдении технологической дисциплины и санитарных требований от здоровых, упитанных и неутомленных животных, характерна только поверхностная микробиологическая обсемененность.

Наиболее часто встречающимися видами микрофлоры свежего мяса являются сапрофиты, микрококки, бактерии группы кишечной палочки, аэробные клостридии, дрожжи, молочнокислые бактерии, споры лучистых грибов и плесеней. Наряду с указанными микроорганизмами в мясе могут содержаться сальмонеллы и другие патогенные микроорганизмы. Микробиологическая порча развивается в результате размножения гнилостной аэробной и анаэробной микрофлоры. Наиболее распространенными гнилостными микроорганизмами являются Bac subtilis, Pseudomonas, Cl. putrifucus, Cl. sporogenes.

При низком значении pH мяса развитию аэробной и анаэробной микрофлоры может предшествовать рост плесеней на его поверхности. В результате их жизнедеятельности, сопровождающейся накоплением аммиака и аминов, понижается концентрация ионов водорода, что благоприятствует росту гнилостной микрофлоры.

Ферменты, продуцируемые этими микроорганизмами, катализируют гидролиз белков, полипептидов и дальнейшее превращение свободных аминокислот. Распад аминокислот в зависимости от характера микрофлоры и конкретных условий внешней среды происходит благодаря гидролитическому, окислительно-восстановительному дезаминированию и декарбоксилированию. В ходе процесса дезаминирования образуются аммиак, жирные кислоты с преобладанием летучих (уксусная, масляная, муравьиная, пропионовая), оксикислоты, альдегиды, спирты. Образование их влияет на формирование неприятного запаха. В результате декарбоксилирования образуются углекислый газ и амины, некоторые из которых (например, образующийся из лизина кадаверин) обладают ядовитыми свойствами. Возникающий при распаде гистидина гистамин влияет на проницаемость клеточных мембран.

Катализируемое ферментами гнилостной микрофлоры дезаминирование и декарбоксилирование тирозина и триптофана приводит к образованию, помимо аммиака и углекислого газа, крезола, фенола, скатола и индола, которые являются ядовитыми веществами и резко ухудшают запах мяса.

Распад серосодержащих аминокислот (цистина, цистеина, метионина) под воздействием гнилостных микроорганизмов сопровождается накоплением сероводорода, аммиака и выделением меркаптанов, что отрицательно влияет на цвет, запах мяса, а возможно, и на его безвредность.

Изменение цвета мяса, связанное с изменением состояния гемовых пигментов, может быть обусловлено взаимодействием H_2S с миоглобином. Образующийся сульфимиоглобин или холемиоглобин придают мясу зеленую окраску. Приобретение мясом зеленой или желтой окраски может явиться результатом разрушения миоглобина пероксидом водорода, продуцируемого некоторыми микроорганизмами, с образованием желчных пигментов. Кроме того, причиной изменения окраски могут служить посторонние пигменты различного цвета, которые выделяются при развитии некоторых микроорганизмов.

Наряду с изменением мышечных белков развитие микробиологических процессов приводит к изменению компонентов соединительной ткани. В результате действия коллагеназы и/или алуронидазы, виделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов основного вещества, что сказывается на микроструктуре мяса, его консистенции и способствует увеличению интенсивности распространения микрофлоры в толщу продукта.

Микробиологическая порча мяса связана с распадом нуклеопротеидов и расщеплением липопротеидов. Дальнейшее превращение фосфатидов сопровождается образованием триметиламина, диметиламина, метиламина, окиси триметиламина, возможно образование ядовитого вещества — нейрина. Под воздействием ферментов микроорганизмов не исключается возможность разрушения некоторых азотистых веществ с выделением аммиака, углекислого газа и ядовитых веществ — метилгуанидина, гистамина.

Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в том числе и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, запах, консистенцию, способствует образованию вредных для человека веществ.

Предотвращение развития гнилостных процессов требует строгого соблюдения технологической дисциплины, санитарно-гигиенических требований при переработке мяса. Подавление развития гнилостных микроорганизмов может быть достигнуто использованием конкурирующих бактериальных культур и специальных приемов технологической обработки.

ГИДРОЛИЗ И ОКИСЛЕНИЕ ЖИРОВ

Жиры, входящие в состав мяса, жиросырья, различных мясопродуктов, подвергаются биохимическим и химическим изменениям в процессе технологической обработки и хранения.

Гидролитическое расщепление. Процесс гидролиза жира приводит к накоплению свободных жирных кислот. Сложные эфирные связи разрушаются ступенчато с постепенным образо-

ванием ди- и моноглицеридов. Полного расщепления молекул в обычных условиях не происходит. При гидролизе фосфолипидов наряду с указанными веществами образуются фосфорная кислота и аминоспирт. Гидролитический распад липидов в тканях катализируется липолитическими ферментами, и его скорость зависит от степени контакта липидов с водой, величины pH, температуры. Хотя оптимальная температура для действия липазы 35—40 °С, этот фермент обнаруживает активность и в условиях низких температур.

Наряду с действием тканевых липаз гидролиз липидов может быть обусловлен липолитическими ферментами, продуцируемыми микроорганизмами. Инактивация ферментов и удаление влаги в процессе выделения жиров делают их устойчивыми к гидролитическому распаду.

Накопление свободных высокомолекулярных жирных кислот не приводит к изменению органолептических показателей, однако может повлиять на развитие окислительных процессов.

Окисление. В отличие от гидролиза, окислительные изменения жиров влияют на пищевую ценность продукта. В зависимости от уровня и характера развития процесса окислительные превращения могут сопровождаться понижением биологической ценности продукта благодаря снижению содержания полиненасыщенных жирных кислот и жирорастворимых витаминов, миграции двойных связей, ухудшением органолептических показателей. Окисление жиров, входящих в состав мясопродуктов, способствует разрушению витаминов группы В. Продукты окисления жиров при взаимодействии с белками могут образовывать комплексы, устойчивые к гидролизу протеолитическими ферментами. В результате окисления жиров могут возникать вещества, обладающие токсическим и канцерогенным действием.

Указанные обстоятельства предопределяют значение технологических процессов обработки, направленных на торможение развития окислительных процессов при производстве и хранении продуктов.

Основополагающее значение для выяснения механизма реакций окисления органических соединений имели пероксидная теория Баха — Энглера и теория цепных реакций Семенова.

Цепные реакции характеризуются разрывом ковалентных связей, в результате чего образуются промежуточные продукты с высокой реакционной способностью — радикалы. Их высокая химическая активность обусловлена содержанием неспаренных электронов на внешних атомных или молекулярных орбитах. Свободные радикалы возникают в результате фотохимических реакций под действием тепла, ионизирующего излучения, электрического разряда.

Реакции органических соединений с кислородом протекают по типу медленных разветвленных цепных, или, как их назы

вают, вырожденно-разветвленных реакций, в которых активными компонентами, приводящими к разветвлению цепи, служат не атомы или свободные радикалы, а промежуточные молекулярные продукты. Молекула кислорода содержит два неспаренных электрона и рассматривается как бирадикал с низкой реакционной способностью. При наличии в системе свободного радикала, возникшего на стадии зарождения цепной реакции, кислород активно с ним взаимодействует, что приводит к образованию пероксидного радикала. Его превращение в гидропероксид за счет атома водорода исходного вещества сопровождается появлением нового радикала, т. е. продолжением цепи. Гидропероксид является первым кинетически стабильным продуктом реакции. Он служит инициатором развития последующих стадий цепной реакции. Распад гидропероксида сопровождается образованием двух активных частиц, что приводит к разветвлению цепи.

Обрыв цепи возникает вследствие рекомбинации свободных радикалов, которая приводит к появлению неактивных продуктов.

Последовательность развития вырожденно-разветвленной реакции может быть представлена на следующей схеме:

1. Зарождение цепи

$$RH \xrightarrow{E} R\cdot + H$$

2. Продолжение цепи

$$R\cdot + O_2 \rightarrow ROO\cdot$$

3. Разветвление цепи

$$ROO\cdot + RH \rightarrow ROOH + R\cdot$$
$$ROOH \rightarrow RO\cdot + OH\cdot$$

4. Обрыв цепи

$$RO_2\cdot + RO_2\cdot$$
$$R\cdot + R\cdot$$
$$RO_2\cdot + R\cdot,$$

где *RH* — исходное вещество; *E* — внешняя энергия; R·, ROO·, RO·, OH· — свободные радикалы; ROOH — гидропероксид.

В соответствии с изложенным представлением о механизме цепных реакций окисление липидов при контакте с воздухом начинается с присоединения кислорода к свободному радикалу жирной кислоты. Свободный радикал образуется в результате отрыва атома водорода от метиленовой группы жирной кислоты в результате фотохимического инициирования или нагревания. Поскольку энергия связи между атомами углерода и водорода метиленовой группы, находящейся в α-положении

к двойной связи, ослаблена, в первую очередь окисляются молекулы с ненасыщенными радикалами жирных кислот

$$RCH_2{-}CH{=}CH{-}R_2 \longrightarrow \dot{R}CH{-}CH{=}CH{-}R_2;$$

$$\dot{R}CH{-}CH{=}CHR_2 \xrightarrow{O_2} RCH(OO\cdot){-}CH{=}CHR_2$$

Пероксидный радикал отрывает от молекул жирных кислот водород с образованием пероксида и свободного радикала жирной кислоты, продолжающего цепь окисления:

$$R_1CH(OO\cdot){-}CH{=}CHR_2 + R_1CH_2CH{=}CH{-}R_2 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow RCH(OOH){-}CH{=}CH + R_1\dot{C}HCH{=}CHR_2$$

При окислении насыщенных кислот и их глицеридов в реакцию окисления в первую очередь вступают метиленовые группы, находящиеся рядом с карбоксильной группой или сложноэфирной связью.

Скорость окисления ненасыщенных жирных кислот с увеличением количества двойных связей в молекуле возрастает. Образование радикалов жирных кислот, содержащих две и более двойные связи, приводит к миграции двойных связей и образованию сопряженных (конъюгированных) двойных связей.

Изолированные двойные связи полиненасыщенных жирных кислот в результате отрыва атома водорода переходят в сопряженные двойные связи

$$-CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2{-} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow -CH_2{-}CH{=}CH{-}\dot{C}H{-}CH{=}CH-$$

$$-\dot{C}H{-}CH{=}CH{-}CH{=}CH{-}CH_2-, \text{ или}$$

$$-CH_2{-}CH{=}CH{-}CH{=}CH{-}\dot{C}H-$$

Последующее взаимодействие кислорода с радикалами жирных кислот приводит к образованию гидропероксидов. По имеющимся данным, образование сопряженных двойных связей сопровождается понижением биологической ценности полиненасыщенных жирных кислот.

Таким образом, первичными продуктами окисления жиров являются гидропероксиды. Их накопление не сопровождается изменением органолептических показателей продукта.

Вследствие сравнительно низкой энергии связи —О—О— (125—165 кДж/моль) гидропероксиды являются неустойчивыми соединениями и легко образуют свободные радикалы. Их

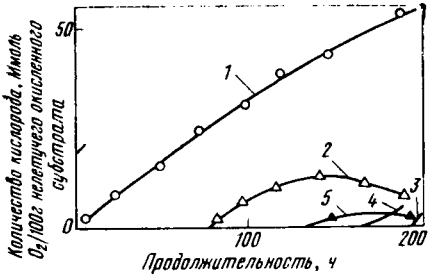


Рис. 16. Окисление метилолеата при 35 °С:

1 — пероксидный кислород; *2* — карбонильный кислород; *3* гидроксильный кислород; *4* — оксирановый кислород; *5* — карбоксильный кислород

дальнейшие превращения приводят к образованию вторичных продуктов окисления. Механизм возникновения вторичных продуктов окисления носит гипотетический характер. Схема возможного образования вторичных продуктов окисления приводится ниже.

Вторичные продукты окисления имеют относительно небольшую молекулярную массу и участвуют в формировании запаха и вкуса испорченных жиров. Увеличение содержания альдегидов повышает возможность вовлечения аминогрупп азотистых соединений в реакции неферментативного потемнения. В определенных условиях окисление может сопровождаться образованием продуктов полимеризации.

При прочих равных условиях интенсивность развития окислительных процессов зависит от жирнокислотного состава, наличия ингибиторов и катализаторов процесса.

Устойчивость жиров характеризуется индукционным периодом, в пределах которого не обнаруживается присутствие продуктов окисления. Последующий контакт жира с кислородом приводит к образованию гидропероксидов, а затем и вторичных продуктов окисления. Последовательность образования продуктов окисления показана на рис. 16.

На скорость окислительной порчи жиров влияют свет, особенно в ультрафиолетовой области, температура, давление кислорода, металлы переменной валентности — железо, медь и др. Сильными катализаторами окисления являются миоглобин и гемоглобин. Гидропероксиды при контакте с железом распадаются с образованием свободных радикалов, инициирующих дальнейшие реакции окисления:

$$Fe^{2+} + ROOH \longrightarrow Fe^{3+} + RO\cdot + OH\cdot;$$
$$Fe^{3+} + ROOH \longrightarrow Fe^{2+} + ROO\cdot + H\cdot$$

Эффект воздействия металлов переменной валентности на интенсивность развития окислительных процессов зависит от

их концентрации. Экспериментально установлено, что при небольших концентрациях гемовых пигментов катионы железа, реагируя с молекулами окисленного вещества, инициируют процесс. При высоком содержании катионов железа их взаимодействие со свободными радикалами приводит к обрыву цепи. Скорость окислительных процессов может повышаться благодаря действию ферментов микроорганизмов.

Принимая во внимание негативные последствия окисления жиров для качества продукции, важным вопросом является торможение развития процесса, которое достигается понижением температур, уменьшением концентрации кислорода, защитой от действия света. Эффективным способом предотвращения окислительной порчи выделенного жира и липидной фракции мясопродуктов является применение ингибиторов окисления и вакуумирование. Ингибиторы, взаимодействуя со свободными радикалами, обрывают цепь окислительных процессов

$$InH + RO_2\cdot \longrightarrow \dot{R}OOH + In\cdot;$$

$$InH + R\cdot \longrightarrow RH + In\cdot.$$

Радикалы ингибиторов обладают низкой активностью и не способны инициировать окислительные превращения. Положительный эффект использования ингибиторов достигается в случае их применения на начальных стадиях развития окисления. Выраженным антиокислительным действием обладают фенолы. В ряде случаев целесообразно использовать несколько ингибиторов. Если они усиливают действие друг друга, то говорят об их синергизме. В качестве синергистов используют некоторые серосодержащие соединения, фосфатиды, органические кислоты, аминокислоты, полифосфаты и др.

Торможение окислительных изменений жира при одновременном повышении биологической ценности продуктов можно достигнуть, вводя в них каротин, витамины А, Е.

Увеличение стабильности липидов достигается при обработке мясопродуктов коптильными веществами, содержащими фенолы. Положительно влияют на устойчивость жиров некоторые пряности, в состав которых входят антиоксиданты. Ингибирующий эффект обнаруживают молочные и соевые белковые концентраты, используемые при производстве комбинированных продуктов.

В нашей стране в качестве синтетических антиокислителей разрешено применять бутилоксицианизол и булитокситолуол в концентрациях 0,01—0,02% к массе жира.

Глава 3
ПЕРЕРАБОТКА СКОТА, ПТИЦЫ И КРОЛИКОВ

УБОЙ СКОТА И РАЗДЕЛКА ТУШ

После предубойной выдержки животные поступают на первичную переработку для получения мясной туши и подготовки отделенных от туши органов и тканей для дальнейшей переработки на пищевые, лечебные и технические продукты. При этом соблюдают санитарно-гигиенические требования с тем, чтобы максимально использовать органы и ткани на пищевые цели, проводят тщательную ветеринарно-санитарную экспертизу туши и внутренних органов. Переработку производят на подвесных конвейерных линиях, специализированных для переработки определенного вида скота (крупного или мелкого рогатого скота, свиней), или универсальных для переработки двух либо всех трех видов.

Технологический процесс убоя скота и разделки туш осуществляют в следующей последовательности: оглушение, обескровливание и сбор пищевой крови; отделение головы и конечностей, забеловка туши с последующей съемкой шкуры; извлечение внутренних органов; распиловка туш крупного рогатого скота и свиней на две продольные половины (полутуши); сухая и мокрая зачистка туш с последующей оценкой качества мяса, определение массы и упитанности туш.

Оглушение

Предубойное оглушение является одной из важных операций в процессе убоя животных, осуществляется с целью обездвиживания животного, лишения его чувствительных восприятий в период посадки на подвесной путь и проведения обескровливания. Оглушают только крупный рогатый скот и свиней.

Существует несколько способов оглушения: поражение нервной системы животного электрическим током, поражение головного мозга механическим воздействием, анастезирование углекислым газом или другими химическими веществами.

Электрооглушение крупного рогатого скота. На предприятиях мясной промышленности применяют три схемы оглушения, в зависимости от способа подведения электроконтактов к телу животных (рис. 17).

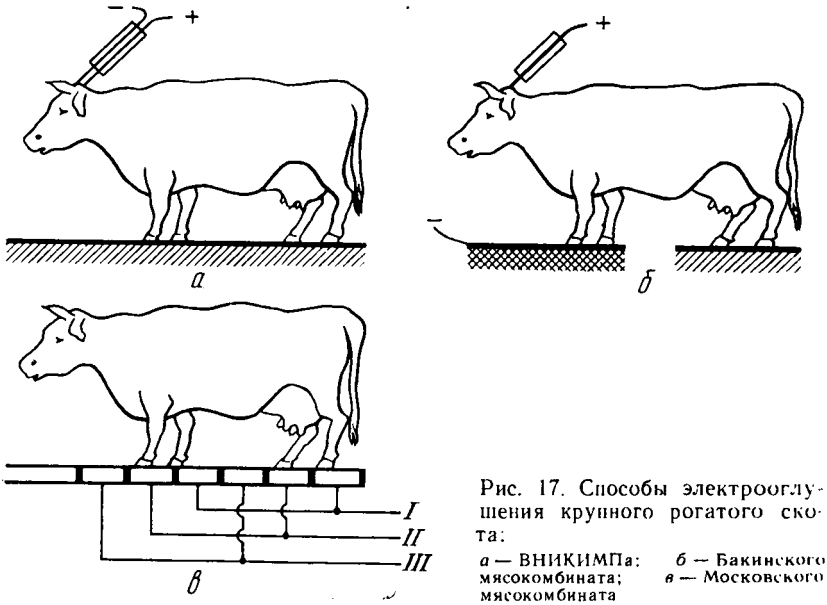


Рис. 17. Способы электрооглушения крупного рогатого скота:

а — ВНИКИМПа; *б* — Бакинского мясокомбината; *в* — Московского мясокомбината

По первой схеме, разработанной ВНИКИМПом, электроконтакты накладывают на затылочную часть головы, прокалывая кожу с помощью вилкообразного стека. Напряжение электротока от 125 до 200 В при силе тока 1 А. Длительность воздействия 6—15 с (в зависимости от возраста животного), для быков — 15—30 с. При таком способе наблюдается мало смертельных случаев, но у животных судорожно сгибаются конечности, а это неудобно и опасно для рабочих.

По второй схеме, разработанной на Бакинском мясокомбинате, одним контактом служит острый стержень, вмонтированный в стек, который накладывают на затылочную часть головы, прокалывая кожу. Вторым контактом служит металлическая плита, на которую животное становится передними ногами, а задними ногами — на изолирующую резиновую плиту. Напряжение электротока 70—120 В при силе тока 1—1,5 А. Продолжительность воздействия 6—15 с (в зависимости от возраста животных).

По третьей схеме, разработанной на Московском мясокомбинате, электроконтактами служат плиты на полу бокса, где смонтировано шесть изолированных между собой плит, к которым подведен трехфазный ток: одна фаза подведена к первой и четвертой плите, вторая — ко второй и пятой, третья — к третьей и шестой плите. После размещения животных в боксе к контактам подводят электроток.

Оглушенное животное скатывается из бокса на пол. На обе ноги крупного рогатого скота (немного выше путовых суста-

вов) накладывают путовые цепи и поднимают животное на подвесной путь фрикционными лебедками или электролебедками. Посадочную лебедку можно сочетать с маятниковым посадочным автоматом.

Применяемые при этих схемах параметры электрического тока в результате длительности воздействия приводят в отдельных случаях к судорожным сокращениям скелетной мускулатуры, что способствует перелому позвоночника и кровоизлияниям в ткани и органы животного.

Для устранения этих недостатков ВНИКИМПом разработано и внедрено на Липецком мясокомбинате устройство для оглушения крупного рогатого скота. В этой установке выходное напряжение 300 В при силе тока 2 А частотой 50 Гц. Время воздействия сокращается до 2—5 с в зависимости от массы животного. При оглушении животных с помощью этого устройства количество переломов и кровоизлияний уменьшается в 2,6 раза по сравнению с действующими устройствами.

Электрооглушение свиней. Свиней можно оглушать в боксах для крупного рогатого скота по бакинскому способу при напряжении тока 65—100 В. Продолжительность оглушения 7—15 с. Применяют также способ оглушения свиней наложением щипцов с электроконтактами. Щипцы накладывают на голову так, чтобы контакты прижимались к обеим боковым сторонам черепа. Напряжение тока 70—100 В, продолжительность оглушения 7—10 с.

На мясокомбинатах малой мощности свиней целесообразно оглушать с помощью специальной электроиглы, смонтированной вместе с источником тока напряжением 24 В. Иглу вводят в мышцы за ухом и не вынимают до полного сбора пищевой крови. Длительность процесса 45 с.

Оглушение электротоком вызывает повышение кровяного давления и беспорядочное сокращение мускулатуры животных, напоминающие судороги. Вследствие этого нередко, в особенности у свиней, наблюдаются кровоизлияния, ухудшающие товарный вид. Чтобы предотвратить эти недостатки, при оглушении свиней применяют ток повышенной частоты по способу, разработанному ВНИКИМПом.

На Чебоксарском мясокомбинате изготовлен и сдан в эксплуатацию карусельный бокс для автоматического электрооглушения свиней (рис. 18). Свиней электропогонялкой загоняют в отсек, который находится под углом к боксу, а затем непосредственно в бокс, где вращающимися полом и внутренней стенкой они подхватываются и подаются последовательно под панели с электродами. Электроды имеют свободное качание и подключены к установке ФЭОС напряжением 220/250 В и частотой тока 2200—2400 Гц. Она смонтирована рядом с приводом на перекрытии бокса. После оглушения свиньи отсекателем выбрасываются из бокса к роликовому элеватору ЭР-1,85.

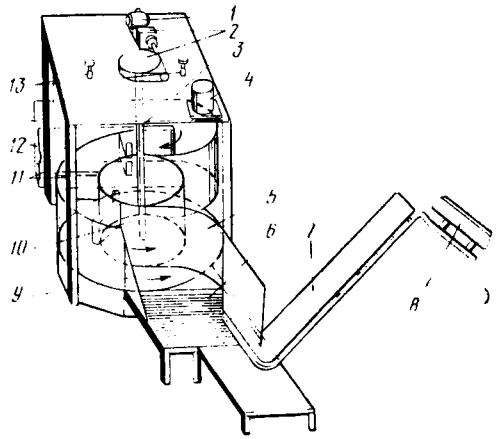


Рис. 18. Карусельный бокс для автоматического электрооглушения свиней:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — трубчатый вал; *4* — установка ФЭОС; *5* — отсекатель; *6* — рольганг; *7* — роликовый элеватор; *8* — полосовой подвесной путь; *9* — вращающийся пол бокса; *10* — вращающаяся внутренняя стенка бокса; *11* — электроды; *12* — загон для свиней; *13* — сигнально-осветительные лампы

Рабочая поверхность элеватора смонтирована над рольгангом. На заднюю конечность оглушенной свиньи накладывают путы, при помощи элеватора подвешивают тушу на полосовой подвесной путь. Далее туши поступают на обескровливание. Производительность карусельного бокса 200—250 свиней в час.

На Московском мясокомбинате электрооглушение свиней производят на движущемся транспортере электротоком напряжением 200—240 В и частотой 2400 Гц. Продолжительность оглушения 8—10 с.

Оглушение крупного рогатого скота механическим воздействием. Под механическим способом оглушения подразумевают нанесение удара определенной силы в лобную часть головы животного посредством деревянного молота, пневмомолота или стреляющего устройства (пистолета) без нарушения целостности костей. Механический способ имеет некоторые преимущества перед электрооглушением: отсутствие переломов костей скелета и кровоизлияний в ткани и внутренние органы, что позволяет получить товарное мясо, которое по качеству превосходит мясо, полученное от животных, оглушенных электротоком; мышечная ткань животных после механического оглушения имеет более высокую влагосвязывающую способность и пластичность по сравнению с мышечной тканью животных, подвергнутых электрооглушению. Однако этот способ более трудоемок и требует от рабочих, производящих оглушение, более высокой квалификации.

Оглушение свиней газовой смесью. Для оглушения свиней применяют газовую смесь, состоящую из 65% углекислого газа и 35% воздуха. Газовой смесью животных обрабатывают в герметизированной камере. Продолжительность обработки 45 с. Животное погружается в глубокий сон и остается в полной неподвижности и расслабленности мышц в течение 1—2 мин. За это время производят убой и обескровливание.

Обескровливание и сбор пищевой крови

Крупный рогатый скот и свиней после оглушения и мелкий рогатый скот без оглушения поднимают на подвесной путь. Крупный рогатый скот поднимают с помощью лебедки, а свиней и мелкий рогатый скот — элеватором, для чего у крупного рогатого скота накладывают путовую цепь на обе задние ноги, а у свиней и мелкого рогатого скота — на одну заднюю ногу.

Перед обескровливанием на пищевод поднятых на подвесной путь животных (крупный рогатый скот) накладывают лигатуру, для чего разрезают кожу в области шеи, отделяют пищевод от прилегающих тканей и для предотвращения выделения содержимого желудка его перекрывают зажимом или перевязывают.

На пищевые и лечебные цели кровь от крупного рогатого скота и свиней собирают полыми ножами или специальными установками (закрытый способ). При закрытых способах исключается загрязнение крови и достигается большой выход. Это благоприятно сказывается на санитарно-гигиенических условиях сбора и дальнейшей переработки крови.

Полый нож представляет собой трубку из нержавеющей стали с острием на конце. На другой конец надевают резиновый шланг, который помещают в сосуд для сбора крови. При обескровливании полый нож вводят в область шеи, направляя его вдоль трахеи с таким расчетом, чтобы острие перерезало крупные кровеносные сосуды около сердца (полая вена, аорта). Кровь через полую трубку ножа по шлангу поступает в приемник.

На ряде мясокомбинатов кровь собирают с помощью пульсирующей вакуумной установки «Импульс» (ГДР). Принцип действия ее (рис. 19) заключается в следующем: после введения полого ножа в кровяное русло животного открывают трехходовой кран, через который под действием вакуума засасывается кровь, и стабилизатор. Кровь и стабилизатор смешиваются в полом ноже при обескровливании. Стабилизированная кровь по прозрачному шлангу поступает в фильтр, а затем в промежуточную емкость, соединенную с вакуум-системой и пульсатором, последний предупреждает прилегание тканей к прирезям ножа. По окончании процесса сбора крови нож извлекают из туши и стерилизуют. После положительного заключения ветеринарно-санитарной экспертизы собранную кровь из промежуточной емкости направляют в общую емкость.

Минским ЭКБ «Мясомолмаш» разработана и внедрена в производство установка карусельного типа В-2/ФСН (рис. 20). Установка производительностью 100 голов в час предназначена для сбора крови от свиней в закрытую систему с помощью двух

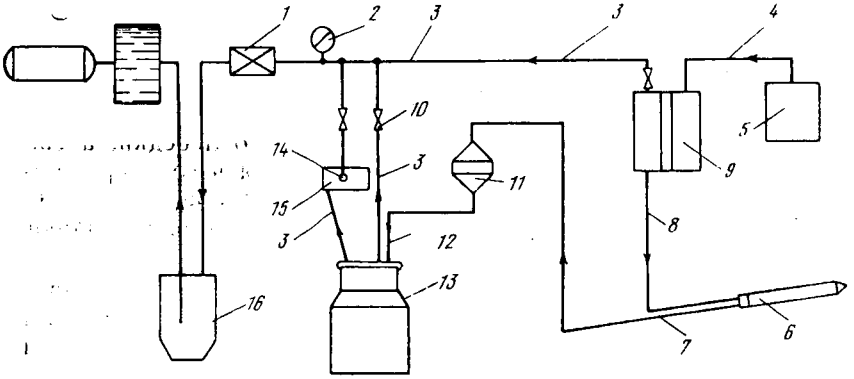


Рис. 19. Схема установки «Импульс» для сбора пищевой крови:

1 — регулятор вакуума; *2* — вакуумметр; *3* — вакуумный трубопровод; *4* — шланг для подачи стабилизатора; *5* — запасная емкость стабилизатора; *6* — полый нож; *7* — кровопровод; *8* — шланг подачи стабилизатора; *9* — сосуд для стабилизатора; *10* — вентили; *11* — фильтр; *12* — прозрачный кровопровод; *13* — сосуд для приема крови; *14* — пульсатор; *15* — усилитель пульсатора; *16* — конденсатоотделитель

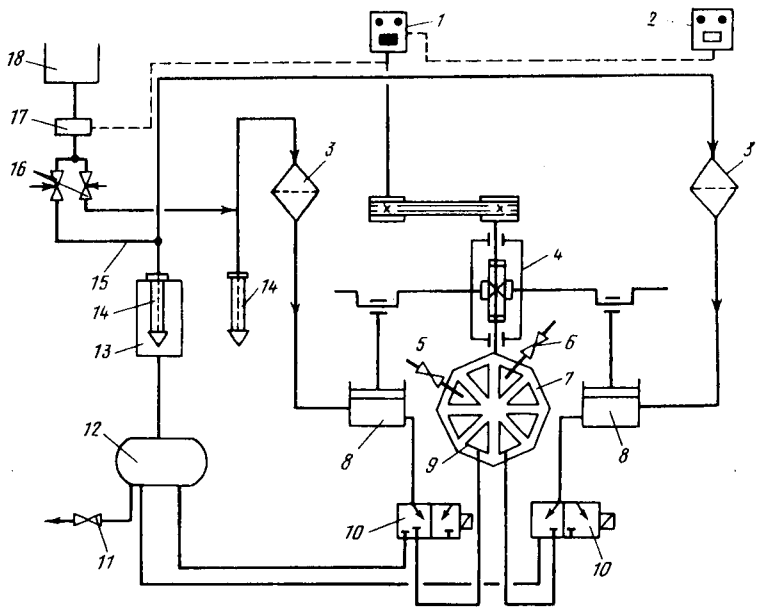


Рис. 20. Схема карусельной установки для сбора пищевой крови:

1 — пульт управления установки; *2* — пульт ветеринарно-санитарного контроля; *3* — фильтры; *4* — привод насосов; *5* — слив зараженной крови; *6* — слив крови; *7* — карусель; *8* — насосы; *9* — бак для крови; *10* — распределители для крови и стабилизатора; *11* — вентиль для заполнения емкости дезинфицирующим раствором; *12* — емкость для дезинфицирующего раствора; *13* — стакан; *14* — полый нож; *15* — прозрачный шланг; *16* — трехходовые клапаны; *17* — насос-дозатор стабилизатора; *18* — емкость для стабилизатора

полых ножей из нержавеющей стали, соединенных гибким прозрачным шлангом с системами для сбора и с баками для стабилизатора. Сбор крови, стабилизация, мойка и дезинфекция систем сбора крови и баков, а также их транспортирование с кровью, слив крови, подача опорожненных баков под заполнение осуществляются автоматически. Кровь собирают поочередно двумя полыми ножами, в которые по прозрачным шлангам при помощи насоса-дозатора подается стабилизатор. После заполнения бака кровью нож помещают в соответствующий дезинфекционный стакан и начинается автоматическая санитарная обработка первой системы сбора крови и бака. В дальнейшем кровь собирается вторым чистым ножом в следующий бак, который подается в позицию «сбор крови» при повороте карусели. Оптимальный режим санитарной обработки систем сбора крови и баков обеспечивает санитарное благополучие крови. Общая микробиальная обсемененность собранной крови в среднем составляет 4368 микробных тел в 1 мл (допустимая норма до 100 000) при отсутствии кишечной палочки и протея.

После отбора крови на пищевые цели для полного обескровливания у крупного рогатого скота ножом перерезают крупные сосуды в шейной области (сонные артерии), у свиней уколом под грудную кость перерезают аорту и яремную вену грудной полости. От мелкого рогатого скота кровь на пищевые и лечебные цели не отбирают. Для обескровливания животных производят сквозной прокол шеи, перерезая сонную артерию и яремную вену.

Кровь стекает в поддоны, расположенные под подвесным путем конвейера обескровливания. Продолжительность стекания крови 6—8 мин. Критерием полноты обескровливания служит выход крови: он должен составлять для крупного рогатого скота — не менее 4,5% живой массы, для свиней и мелкого рогатого скота — не менее 3,5%.

Съемка шкур

После обескровливания с туши крупного рогатого скота начинают снимать шкуру с головы.

Отделение головы и конечностей. Голову после съемки шкуры отделяют и перевешивают на конвейер голов (или на вешала), где ее осматривает ветеринарный врач. Затем для дальнейшей обработки туши пересаживают на конвейер забеловки. Высота подвесного пути на участке обескровливания 4,6 м, а на участке забеловки и последующих участках — 3,35 м. Пересадку осуществляют двумя способами: с помощью наклонного участка пути и механическими приспособлениями.

В процессе пересадки снимают шкуру с задних ног, отделя-

ют путовой сустав, цевку и под ахилловы сухожилия обеих ног вставляют крючки, оканчивающиеся роликами, которые сажают на подвесной путь участка забеловки.

Забеловка. Перед съемкой шкуры с туши производят предварительную операцию — отделение части шкуры вручную — забеловку. Шкуру вручную снимают с конечностей, шеи, а также с грудной и брюшной частей туши. Площадь забеловки для крупного рогатого скота составляет 25—30%, а иногда и более от всей площади шкуры. Чем упитаннее туша, тем больше площадь забеловки. Качество забеловки влияет на дальнейшую, окончательную съемку шкуры.

Забеловку проводят для подготовки туш к механической съемке шкуры. Установки для механической съемки работают на принципе отрыва. Шкуру от туши отделяют по подкожной клетчатке (рыхлая соединительная ткань), которая наименее прочна.

Съемка шкур. В зависимости от анатомо-гистологической структуры усилия, возникающие при съемке шкуры, весьма различны. К факторам, влияющим на величину усилия, относятся: вид, пол, упитанность животных, различные участки шкуры.

При механической съемке шкуры методом разрыва подкожного слоя усилие, прилагаемое к шкуре, передается через подкожный слой и поверхностную фасцию на мышечную или жировую ткань. Связь между поверхностной фасцией и лежащими под ней слоями наименее прочна. При правильном подборе величины и направления прилагаемого усилия и надлежащей скорости разрыва усилие, действующее на подкожный слой, будет сосредоточенным, а усилие, действующее на связь фасций с нижележащими слоями, распределенным. В последнем случае действующее напряжение будет меньше и разрыв произойдет по подкожному слою. На тех участках, где шкура связана с поверхностной фасцией через подкожный слой, прочность которого одинакова во всех направлениях, отделение шкуры способом разрыва возможно при любом направлении прилагаемого усилия. Но там, где дерма шкуры связана с поверхностной фасцией мышцы вдоль вертикальной оси туши (в передней ее части), усилие должно быть направлено поперек волокон мышцы или вдоль волокон фасции. При этом условии волокна фасции не разрываются, а расслаиваются, так как для расслаивания необходимо меньше усилий, чем для разрыва. Этим удается избежать повреждений поверхности туши.

Отделение шкуры способом разрыва получило наибольшее распространение и реализовано в механических установках для съемки шкур. Направление действия усилия зависит от угла съемки (сдира) шкуры.

Удельное сопротивление отделения шкуры посредством разрыва подкожного слоя зависит от угла отделения (по А. И. Пелееву)

$$P_\alpha = P_0/\cos^2\frac{\alpha}{2},$$

где α — угол отделения; P_0 — удельное сопротивление при $\alpha=0°$, Па.

Зависимость удельного сопротивления от скорости отделения характеризуется уравнением

$$P_0 = (\ln v + 8{,}294)/a.$$

Общее сопротивление (в Н) при отделении шкуры

$$P = P_\alpha S_0 = \frac{\ln v + 8{,}294}{a\cos^2\frac{\alpha}{2}} S_0,$$

где v — скорость отделения шкуры, м/с; S_0 — периметр отделения шкуры, м; a — коэффициент.

Таким образом, с повышением скорости съемки возрастает удельное усилие, необходимое для отрыва шкуры. Отсюда, при необходимости увеличения угла отрыва шкуры, что ведет к увеличению удельного усилия, следует уменьшать скорость съемки так, чтобы оно не превышало прочности фасции или шкуры.

Дефекты шкуры и поверхности туши при механической съемке являются следствием несоблюдения условий, от которых зависят направление и скорость съемки в определенный момент и на определенном участке поверхности туши.

Работами ВНИКИМПа было установлено, что шкуру крупного рогатого скота следует снимать в двух направлениях: вначале до отделения шкуры у последнего спинного позвонка под углом 70° со скоростью не выше 0,06—0,08 м/с, затем по касательной к поверхности туши со скоростью не выше 0,12—0,16 м/с. Наибольшие усилия возникают при отрыве шкуры в области лопаточно-плечевой и задней частей.

В связи с особенностями строения подкожного слоя у мелкого рогатого скота и свиней не возникает необходимости в изменении направления съемки. Поэтому снимать шкуру с туш свиней и мелкого рогатого скота можно под постоянным углом, приближающимся к 180°.

Наблюдения показали, что даже при соблюдении всех необходимых условий в процессе съемки шкуры не исключены повреждения поверхности, особенно жирных туш крупного рогатого скота и свиней, а также туш мелкого рогатого скота низкой упитанности. Поэтому в процессе отрыва шкуры на отдельных участках туши, где образуются задиры, подрезают шкуры вручную.

Установки для механической съемки шкур первоначально были разработаны и внедрены на Бакинском, Омском, Московском и Ленинградском мясокомбинатах в 30-х годах. В дальнейшем эти установки совершенствовались. В настоящее время на предприятиях мясной промышленности работают установки двух типов: периодического действия с механическими фиксаторами туш типа ФУА и ФУАМ и непрерывного действия «Москва».

Основу установки периодического действия составляет гиперболическая направляющая, по которой движется бесконечная цепь, к звеньям которой прикреплены крючки для захватывания троса со шкурой. Гиперболическая направляющая обеспечивает два необходимых направления при съемке шкур (перпендикулярное и параллельное). Изменение скорости съемки шкур обеспечивается вариатором скоростей.

Для съемки шкур туша подается по подвесному пути спиной к установке (рис. 21) и фиксируется за передние ноги фиксатором ФУА или ФУАМ. Фиксатор ФУА состоит из двух частей — верхней ведущей и нижней для фиксации передних конечностей. Верхняя ведущая часть фиксатора состоит из конвейера с пальцем снизу и привода. Нижний фиксатор изготовлен из замкнутой трубы и укреплен на металлическом каркасе. По трубе двигаются роликовые каретки, служащие гнездами для закрепления цепи, которой фиксируют передние конечности животного.

С конвейера забеловки тушу подают к фиксатору, где она захватывается пальцами цепи конвейера за первый троллей и перемещается к месту фиксации передних конечностей. Здесь в цевки передних ног вставляют крючки, а цепь от них попадает в скобы роликовых кареток нижнего фиксатора и конец цепи закрепляют в звеньях с помощью концевого крючка. После фиксации туши шкуру закрепляют за крюк установки (петлей цепи за шкуру и кольцом за крюк) и снимают шкуру.

В установке ФУАМ при съемке шкур крупного рогатого скота предусмотрен поворотный фиксатор, т. е. транспортное устройство карусельного типа. Поворотный фиксатор производит фиксацию туши, ее подачу к агрегату и передачу на следующую технологическую операцию. Фиксатор состоит из вертикального вала, на котором в верхней части закреплены рычаги для транспортирования туш, а в нижней — скобы для их фиксации. Над валом на перекрытии расположен привод поворотного фиксатора и устройство с кнопочным выключателем для автоматической остановки фиксатора после поворота на угол 90°. Во время работы установки с поворотным фиксатором одновременно обрабатывают три туши: одну — на участке снятия креплений, другую — на участке съемки шкуры и третью — на участке фиксации.

При съемке шкуры на установках периодического действия

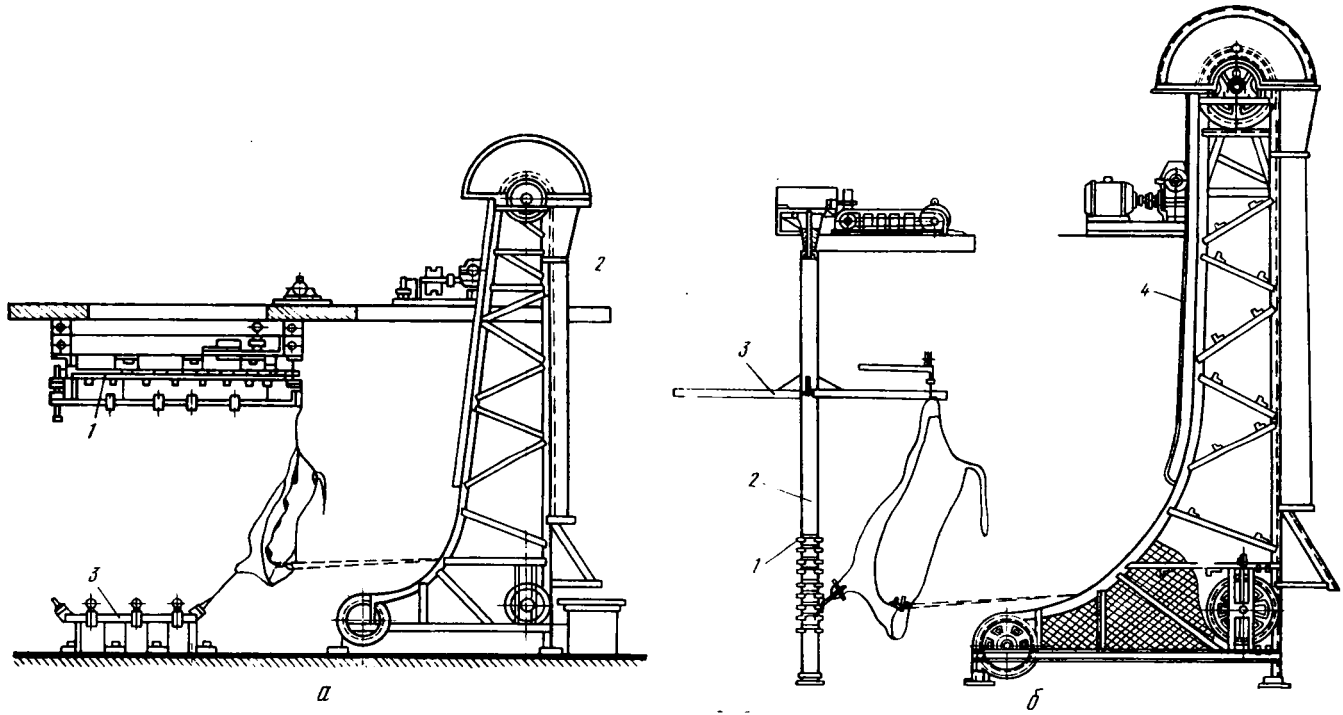


Рис. 21. Агрегаты периодического действия для съемки шкур с туш крупного рогатого скота с механизированным фиксатором:

а — ФУА с фиксатором конвейерного типа: *1* — конвейер фиксатора; *2* — установка для съемки шкур; *3* — фиксатор; *б* — ФУАМ с поворотным фиксатором: *1* — скоба фиксации передних конечностей; *2* — вал фиксатора; *3* рычаги перемещения туш; *4* установка для съемки шкур

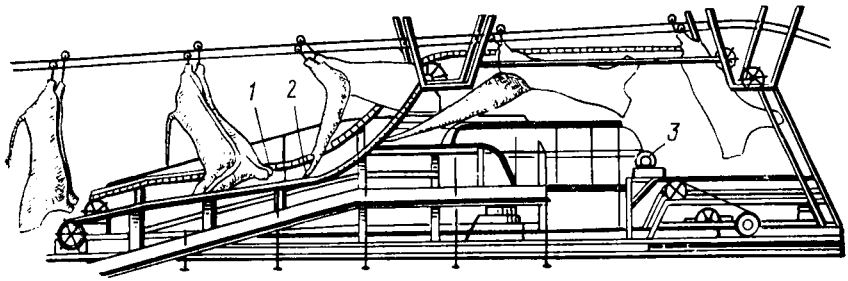


Рис. 22. Установка для съемки шкур с туш крупного рогатого скота «Москва-4»:

1 — конвейер конечностей; 2 — конвейер съемки шкур; 3 — конвейер транспортирования шкур

туши необходимо выключать с конвейера, а затем вновь включать в конвейер для дальнейшей обработки. Кроме того, шкура расположена над тушей, что нежелательно, так как находящиеся на поверхности шкуры механические загрязнения будут попадать на тушу.

Эти недостатки устранены в установке «Москва» непрерывного действия (рис. 22). Работа на конвейерном агрегате «Москва-4» производится следующим образом. Забелованную тушу, подвешенную за задние ноги на двух роликах, подают по подвесному пути к агрегату и посредством автоматической стрелки переводят с одинарного полосового пути на два параллельных, расположенных над агрегатом. Крюками, продетыми в сухожилия передних ног, тушу фиксируют за скалку конвейера ног. Затем оба конца шкуры фиксируют цепями к крюкам конвейера съемки шкур, одинаково удаленным от скалки.

Шкуру с туши снимают при движении конвейеров за счет разности их скоростей. Цепи конвейеров двигаются по направляющим, выполненным в форме лекальных кривых, которые обеспечивают наилучшие углы отрыва шкуры от туши. В процессе съемки шкура находится под тушей, что обеспечивает хорошее санитарное состояние. Снятая шкура падает на ленточный транспортер. Цепи, фиксирующие шкуру, съемником автоматически сбрасываются с крюков конвейера фиксации шкур. Крюки, фиксирующие передние ноги за скалку конвейера ног, сбрасываются со скалки специальным автоматическим приспособлением.

Конвейерный агрегат «Москва-4» механической съемки шкур с туш крупного рогатого скота позволяет снимать в непрерывном потоке шкуры с туш различных категорий упитанности, используя один из трех режимов его работы, снижает прирези мяса и жира до 0,1% к массе туши (на 100 голов — около 15 кг), повышает производительность труда до 70%.

Производительность агрегата 75, 100, 150, 300 голов в час, что дает возможность применять его на предприятиях различной мощности. Длина агрегата 12 м, его располагают на одном этаже, в то время как установки непрерывного действия ФУА и ФУАМ требуют помещения большой высоты.

Шкуру с туши мелкого рогатого скота начинают снимать вручную с задних ног. Затем ее переводят в горизонтальное положение (подвешивают за все четыре ноги). В таком положении удобно снимать шкуру с передних ног, шеи, груди и частично с живота. При переработке скота на конвейере движение туши на кольцевом пути согласовано с движением рабочего конвейера. После съемки шкуры на кольцевом пути передние ноги освобождают от разноги и туша принимает вертикальное положение. В этом положении производят окончательную съемку шкуры с живота, боков и спины (отрывают вручную).

Механическую съемку шкур с туш мелкого рогатого скота производят после забеловки от 50 до 75% всей площади шкуры. Механическую съемку шкур с туш мелкого рогатого скота можно производить на установке барабанного типа (рис. 23, *а*, *в*). Рабочей частью ее является вращающийся барабан (частота вращения 0,3—0,6 $с^{-1}$), на котором по окружности установлены в один ряд пальцы для фиксации и отрыва шкуры. Производительность 100—350 голов в час. Площадь забеловки до 70%. Шкуры захватываются петлей цепи, которая накидывается на палец барабана.

ВНИКИМПом разработана более простая вертикальная установка (рис. 23, *б*). По принципу действия она аналогична барабанной. Производительность ее 100 голов в час.

Наиболее рациональны барабанная и вертикальная установки, на которых отрыв шкур происходит под углом, близким к нулевому.

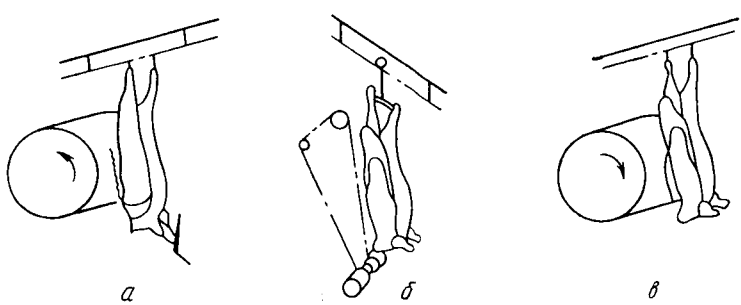


Рис. 23. Схемы установок для механической съемки шкур с туш мелкого рогатого скота:

а — барабанного типа для съемки шкур снизу вверх; *б* — вертикального типа; *в* — барабанного типа для съемки шкур сверху вниз

Со свиных туш шкуру либо снимают полностью, либо частично (крупонирование), либо обрабатывают туши в шкуре. Полную съемку шкуры проводят в случае, если свинина предназначается для реализации или для выработки колбасных изделий. Крупонирование рекомендуется при выработке из части свиной туши штучных соленых изделий. Шкуры не снимают с туш в случае полного или частичного использования свинины для выработки бекона и ветчинных изделий.

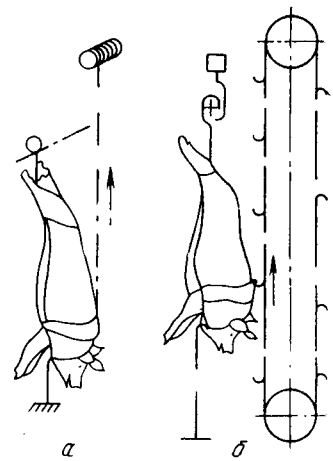


Рис. 24. Устройство для съемки шкур со свиней: *а* — лебедкой; *б* — непрерывной цепью с крюками

При полной съемке шкуры производят забеловку так же, как и у крупного рогатого скота, исключая голову и ноги. Площадь забеловки 25—30% для мясных туш и до 50% для жирных. Для свиных туш можно производить как вертикальную, так и горизонтальную забеловку. При вертикальной забеловке получают выигрыш в площади, энергии, кроме того, туши легче транспортировать.

После обескровливания свиные туши пересаживают на разногу, которую цепляют на ролик, находящийся на подвесном пути. Для механической съемки шкуры тушу закрепляют неподвижно захватом за нижнюю челюсть или за глазную впадину педальным натяжным устройством. Шкура захватывается с помощью петли из цепочки или гибкого троса. Конец троса цепляют за крюк лебедки (рис. 24, *а*), которой шкура отрывается от туши в направлении от головы к задней части. Скорость отрыва для жирных туш 3—5 м/мин, для мясных — 10—12 м/мин. Шкура отрывается под углом, равным нулю. При отделении шкуру поддерживают руками во избежание отрыва шпика.

Лебедку можно заменить непрерывной цепью с крюками, на которые накидывается конец троса, захватывающей шкуру (рис. 24, *б*).

На Московском мясокомбинате установлен агрегат непрерывного действия для механической съемки шкур с туш свиней, который состоит из цепного элеватора для съемки шкур, установленного под углом 70° к подвесному пути технологического конвейера, и конвейера фиксации туш, размещенного параллельно подвесному пути технологического конвейера. Агрегат работает следующим образом. Туша после забеловки перемещается по конвейеру к месту фиксации, где ее фиксируют за нижнюю часть. Шкуру у передних ног захватывают путовой

цепью, крюк которой надевают на один из упоров тяговой цепи наклонного цепного элеватора. Съемка шкуры производится снизу вверх от шейной части к хвостовой при перемещении крюка тяговой цепи вверх по наклонному рельсу цепного элеватора. Шкура после съемки по наклонному трубчатому пути спускается на приемную площадку. Производительность агрегата до 200 голов в час.

При забеловке и механической съемке шкур могут возникнуть прирези мышечной и жировой тканей на шкурах. Целесообразно после отделения шкуры от туши проводить удаление прирезей со шкуры, в этом случае их можно использовать на пищевые цели. Эта операция называется обрядкой шкуры. Кроме того, при некачественной забеловке и обрядке на шкурах могут быть выхваты — глубокие срезы мездры, подрези — несквозные порезы ножом с мездреной стороны и дыры — отверстия в шкуре от прорези ножом.

Обработка свиных туш в шкуре

Технологический процесс осуществляется следующим образом: свиные туши поднимают на путь обескровливания, промывают, удаляют часть боковой и хребтовой щетины вручную или при помощи электростригальных машин и направляют на шпарку. Перед шпаркой дыхательное горло тампонируют или перевязывают пищевод.

Шпарку свиных туш производят в шпарильных чанах (температура воды 63—65 °С), продолжительность процесса 3—4 мин. При шпарке верхний слой шкуры (эпидермис) размягчается, вследствие чего луковица щетины легче выходит из волосяной сумки. При перешпарке (повышенная температура или увеличенная продолжительность) коагулируют белки дермы (сваривание коллагена), в результате чего щетина сжимается и при оскребке не будет выдергиваться (будет ломаться), так как луковица не сможет выйти из волосяной сумки, при недошпарке щетина плохо выдергивается.

В шпарильный чан туши спускают лебедкой или специальным приспособлением. Туши в чане передвигают вручную (веслом) или с помощью качающегося толкателя или конвейера. Для извлечения из чана предусмотрена подъемная решетка. Вода нагревается острым паром, подаваемым через барботер.

Свиные туши можно шпарить в камерах, где туши двигаются по подвесным путям с помощью конвейера и орошаются пароводяными струями температурой 63—65 °С.

Щетину после шпарки удаляют в скребмашинах. По расположению свиной туши в процессе удаления щетины скребмашины разделяют на горизонтально-поперечные, горизонтально-продольные и вертикальные.

В горизонтально-поперечную машину свиная туша подается граблеобразным устройством, которым туша захватывается из

шпарильного чана. В скребмашине туша очищается от щетины металлическими скребками-лопатками с загнутыми концами, закрепленными на поверхности вращающихся валов на резиновых прокладках. На поверхности валов туша при вращении удерживается вертикальной заслонкой, которая после удаления щетины откидывается. Очищенная туша из машины поступает на приемный стол посредством вращающихся валов. Производительность машины 100 голов в час.

В горизонтально-продольных машинах создается поступательно-вращательное движение свиной туши, во время которого щетина удаляется скребками, закрепленными на вращающемся очистном валу, который расположен параллельно движению туши. Поступательно-вращательное движение туши в машине создается вращением четырех шнековых валов, расположенных по длине машины; пятый валик удаляет щетину. Тушу из шпарильного чана в скребмашину подает пластинчатый транспортер, конец которого опущен в воду. Производительность скребмашины до 400 голов в час.

Шпарку свиных туш и очистку от щетины можно проводить в одном агрегате непрерывного действия, где шпарка и удаление щетины происходят при движении туши по рабочему конвейеру. Агрегат представляет собой металлическую камеру, в которой по обеим сторонам смонтированы пластинчато-шарнирные цепи со скребками. Цепи надеты на звездочки, они движутся сверху вниз. Длина камеры зависит от скорости движения туш и времени, необходимого для очистки туш. Производительность до 600 голов в час.

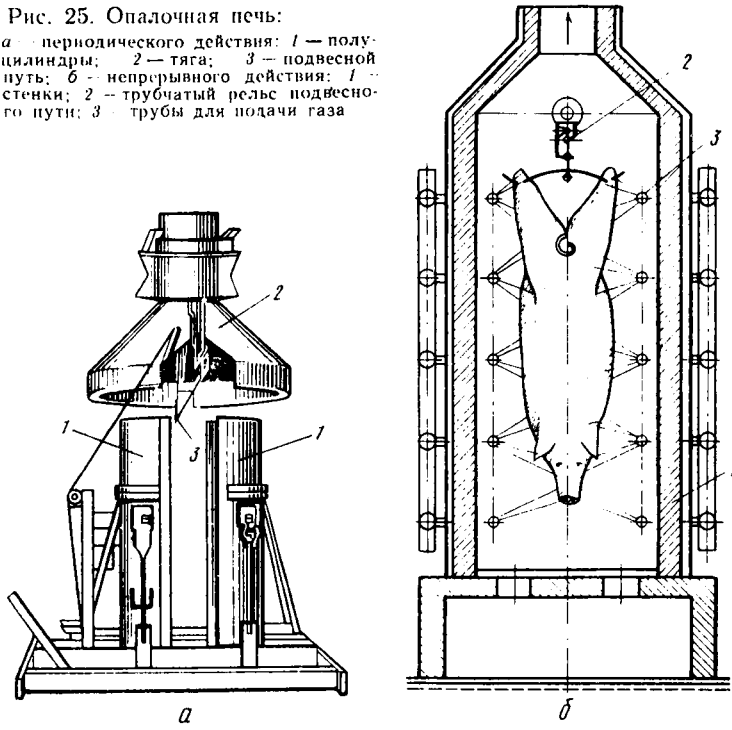
В скребмашинах всех типов свиные туши обильно орошаются водой температурой 62—65 °С. Щетина из скребмашины удаляется током воды или специальными транспортерами. Отработавшую воду очищают в фильтре, подогревают и вновь подают в скребмашину.

Из скребмашины периодического действия очищенные от щетины туши попадают на приемные столы, где вручную удаляют остатки щетины, вставляют разноги в задние ноги и элеватором поднимают туши на подвесной путь для дальнейшей обработки.

После удаления щетины с туш на скребмашинах от них остается мелкий волос, пух и верхний слой шкуры — эпидермис (водонепроницаемый слой шкуры). Эпидермис при производстве бекона или ветчинных изделий будет мешать проникновению посолочных ингредиентов в толщу отрубов. Поэтому его, а также мелкий волос и пух удаляют сжиганием, опаливанием горелками или в опалочных печах.

Печь имеет форму цилиндра (рис. 25, *а*), расходящегося на роликах по рельсовому пути на два полуцилиндра. Внутренняя сторона смонтирована из специального огнеупорного кирпича. Каждая половина печи обогревается пламенем из форсунок.

Рис. 25. Опалочная печь:
а — периодического действия: *1* — полуцилиндры; *2* — тяга; *3* — подвесной путь; *б* — непрерывного действия: *1* — стенки; *2* — трубчатый рельс подвесного пути; *3* — трубы для подачи газа



Температура в печи 1000—1200 °С, продолжительность опаливания 18—22 с.

Свиная туша поступает к печи в вертикальном положении. Рабочий рычагом приводит в действие механизм, раздвигающий печь на две половины. Туша по наклонному подвесному пути направляется в печь, где задерживается специальным держателем. В это время рабочий сдвигает половинки печи. После окончания опалки печь раскрывают и опаленная туша по наклонному пути отводится из печи. Одновременно в печь поступает неопаленная туша. Рельс подвесного пути, ведущего через опалочную печь, охлаждается водой.

Нормально опаленная туша должна иметь ровный коричневый цвет по всей поверхности, быть без трещин и глубоких ожогов кожи. После обильного смачивания под душем и мойки очищают ножами слой сгоревшего эпидермиса. После очистки поверхность туши тщательно промывают под душем.

При опалке в печах туше не только придается хороший внешний вид, но и дезинфицируется поверхность.

Свиные туши опаливают и в печах непрерывного действия (рис. 25, *б*). Опалочная печь непрерывного действия, применяемая для свиных туш, состоит из двух металлических стенок,

обмурованных огнеупорным кирпичом и изоляцией. Вдоль стенок с внутренней стороны печи для подачи газа смонтированы десять труб (по пяти с каждой стороны). Вдоль печи установлен трубчатый подвесной путь, над которым смонтирован шнек для непрерывного транспортирования туш. Подвесной путь и шнек охлаждаются водой. Печь установлена на кирпичном фундаменте, имеющем отверстия для подачи воздуха, необходимого для сгорания газа. После опалки туши очищают от сгоревшего верхнего слоя кожи (эпидермис и часть дермы). Очистку осуществляют ножами или в специальной полировочной машине, которая конструктивно похожа на вертикальную скребмашину. В полировочной машине очистка от нагара осуществляется механическими скребками. Затем свиные туши тщательно промываются.

Обработка свиных туш методом крупонирования

Крупонирование — это комбинированный метод обработки свиных туш, когда наиболее ценную боковую или спинную части шкуры (крупон) отделяют от туши и используют в кожевенном производстве. На остальной части туши шкура остается, с нее удаляют щетину, мелкий волос, пух и эпидермис. Обработку производят следующим образом. После выдерживания хребтовой щетины и промывки туши погружают в шпарильный чан в люльках, смонтированных на конвейере шпарильного чана, спиной вверх. Глубина погружения — 15—20 см выше линии сосков. При этом крупон не подвергался шпарке. Головы шпарят под душем, смонтированным по всей длине чана. Температура воды 63—64 °С, продолжительность 3—4 мин. Щетина с мест, подвергнутых шпарке, удаляется скребмашиной.

Из скребмашины тушу выгружают на стол и при необходимости осуществляют доочистку вручную. Укороченным ножом (длина лезвия 3—4 мм) делают надрез шкуры по границе ошпаренной части туши, выделяя крупон, и производят забеловку шейной части для того, чтобы можно было захватить шкуры фиксатором или цепью механической съемки крупона.

Крупон снимают на тех же установках, на которых производят полную съемку шкур. После снятия крупона туши опаливают со стороны грудной и брюшной частей на специальных приспособлениях с таким расчетом, чтобы спинная часть, с которой снят крупон, не подвергалась высокой температуре. Затем туши направляют на дальнейшую доработку.

Извлечение внутренних органов

Извлечение внутренних органов (нутровку) необходимо осуществлять как можно быстрее после убоя животного (не позднее 30 мин). Внутренние органы можно извлекать в горизон-

тальном и в вертикальном положении туши. Вначале производят следующие подготовительные операции: увеличивают расстояние между задними ногами (растяжка), распиливают грудную кость, разрубают лонное сращение, окольцовывают проходник и перевязывают мочевой пузырь.

Собственно извлечение производят на столе, конвейерном или бесконвейерном. Скорость движения конвейерных столов синхронизирована со скоростью движения конвейера туш. Вначале тушу разрезают по белой линии живота, затем удаляют сальник, извлекают желудочно-кишечный тракт, ливер, печень, легкое, сердце, пищевод, трахею и диафрагму.

На конвейере нутровки производят ветеринарный осмотр внутренностей. Рубец, сетку, сычуг и книжку обезжиривают, освобождают от содержимого, промывают и направляют в субпродуктовый цех, кишечник — в кишечный цех.

Извлекать внутренние органы надо очень осторожно, не повреждая желудочно-кишечный тракт, ливер и внутреннюю поверхность туши. При повреждениях, порезах загрязняется внутренняя поверхность туши, появляется необходимость зачистки загрязненных мест ножом с последующей тщательной промывкой.

Конвейерный стол для крупного рогатого скота имеет пластинчатую конструкцию. В связи с одинаковой скоростью движения конвейерного стола и конвейера туш рабочий при извлечении внутренних органов находится в стационарном положении по отношению к туше. По окончании операции рабочий переходит в начальную позицию и обрабатывает другую тушу.

У свиней и мелкого рогатого скота извлекают внутренности в основном так же, как и у крупного рогатого скота; разница в расположении подвесного пути и конвейерного стола: у свиней и мелкого рогатого скота желудочно-кишечный тракт и ливер извлекают без разделения и вместе с языком.

Конвейер по приемке и разборке внутренних органов при обработке свиных и бараньих туш имеет форму плоских чаш. Место для рабочего — на помосте, расположенном между конвейером по приемке внутренностей и транспортерным конвейером. Извлеченные внутренности рабочий укладывает на чашу, находящуюся против туши.

На малых и технологически слабооснащенных предприятиях прием, разделение и осмотр внутренних органов производят на стационарном столе.

Распиловка, сухая и мокрая зачистка, оценка качества туш

После извлечения внутренних органов туши крупного рогатого скота и свиней разделяют на две половины. Их распиливают или разрубают вдоль позвоночника, слегка отступив от линии верхних остистых отростков в сторону, чтобы не повре-

дить спинного мозга. При выработке бекона у свиных туш с обеих сторон позвоночника надрезают кожу, жировой покров и мускульный слой — производят замякотку. Затем позвоночник полностью удаляют (выпиливают или вырубают). Свиные полутуши после разрубки оставляют неразделенными в шейной части.

Туши разделяют на половины для облегчения транспортирования, укладки в штабель и более экономного использования площадей и расхода холода. Туши мелкого рогатого скота не распиливают.

Туши распиливают электрическими и пневматическими пилами. После распиловки от свиных туш отбирают пробу для трихинеллоскопии, вырезая у ножки диафрагмы кусочки массой не более 80 г. Продолжительность трихинеллоскопического исследования 10—15 мин. Пока не получен результат трихинеллоскопии, туши не обрабатывают. В это время определяют упитанность свиных туш по толщине шпика в области шестого спинного позвонка.

В последние годы в СССР и за рубежом созданы автоматические установки для продольного разделения туш крупного рогатого скота и свиней на полутуши с использованием в качестве рабочего режущего органа дисковой или ленточной пилы либо ножей.

Для разделения туш крупного рогатого скота на полутуши минским ЭКБ «Мясомолмаш» изготовлена установка В2-ФСП/4 производительностью 50 голов в час. Установка включает в себя подвесную конструкцию, состоящую из подвижной рамы, на которой установлена вертикальная направляющая. По ней перемещается каретка с дисковой пилой. Подают и фиксируют туши специальным устройством. Установка управляется при помощи пульта управления. Она может работать в автоматическом и ручном режимах. Разделяют туши на полутуши в следующей последовательности. В рабочую зону установки туши подаются поочередно по одной, спинной частью к режущему органу с помощью загрузочного устройства, установленного на конвейере. Загрузочным устройством автоматически производится растяжка задних конечностей на 1040 мм и их фиксация. Затем туши синхронно с режущим механизмом перемещаются в зону резания и устанавливаются в рабочее положение. Включается двигатель каретки, перемещающий по колонне дисковую пилу и ее привод. Туши на полутуши разделяются посередине позвоночника. Пила ориентируется строго по позвоночнику с внешней стороны туши при помощи фиксаторов. В процессе распиловки для охлаждения пила орошается водой. После разделения полутуши автоматически отводятся из рабочей зоны с помощью разгрузочного устройства, а режущий механизм, находящийся в нижнем положении, подвергают санитарной обработке.

Следующая операция — сухая и мокрая зачистка туш. При сухой зачистке извлекают спинной мозг, удаляют почки, хвосты, остатки диафрагмы, внутренний жир, травмированные участки туш (кровоподтеки, побитости) и механические загрязнения. У туш мелкого рогатого скота почки и почечный жир оставляют на туше.

Мойка туш водой способствует удалению с поверхности не только механических, но и микробных загрязнений. Однако мойка туш допустима лишь в том случае, если увлажненную при мойки поверхность туши можно затем подсушить в специальном помещении при температуре 0—4 °С. Рекомендуют воду для мойки подавать струями под значительным давлением. Мыть туши травяными щетками можно, но их следует менять после обработки каждой туши.

В грудную полость бараньих туш для лучшей циркуляции воздуха при охлаждении вставляют деревянную распору, передние ноги подтягивают к туше крючками или веревочной петлей.

По окончании обработки полутуши и туши клеймят, взвешивают и направляют в холодильник.

Ветеринарно-санитарный контроль

В цехе убоя скота и разделки туш работники ветеринарно-санитарной экспертизы осматривают головы, внутренние органы и на конечной точке тушу целиком. Точки ветеринарно-санитарного контроля в цехе при конвейерной системе переработки расположены по ходу технологического процесса. Для этой цели одинаково занумеровывают туши, все отделяемые части и органы животных (головы, кровь для медицинских и пищевых целей, шкуру, внутренние органы). Все части и органы животных нельзя передавать на дальнейшую переработку, пока не произведут окончательную ветеринарно-санитарную оценку. В случае необходимости производят бактериологическое и химическое исследования органов и туш

Механизация процесса убоя скота и разделки туш

При переработке скота на мясокомбинатах малой и средней мощности устройство конвейерных линий для переработки каждого вида скота экономически нецелесообразно, так как для этого требуется большая производственная площадь. Кроме того, три вида скота на малых и средних мясокомбинатах одновременно, как правило, не перерабатывают. Для механизации убоя скота и разделки туш на малых мясокомбинатах устанавливают универсальные конвейеры для переработки трех

видов скота: на участке обескровливания это два подвесных пути — полосовой и трубчатый. Оба пути расположены параллельно на расстоянии 130 мм один от другого и имеют одну общую тяговую цепь. Полосовой путь предназначен для транспортирования туш крупного рогатого скота на путовом ролике; трубчатый путь — для мелкого рогатого скота и свиней на путовом крюке. На конвейерной цепи снизу расположены пальцы с шагом 1800 мм для перемещения путового ролика и изогнутые пальцы сбоку с шагом 900 мм — для передвижения путового крюка. Трубчатый подвесной путь крепят на высоте 4800 мм от уровня пола, полосовой — на 4600 мм.

Рабочее место бойца скота находится на подъемно-опускной площадке с электрическим приводом. Рабочий перемещает площадку, нажимая ногой на педальные кнопки.

Пересадку туш крупного рогатого скота с конвейера обескровливания на конвейер разделки производят с помощью наклонного участка подвесного полосового пути. Туши мелкого рогатого скота после обескровливания при помощи цепного элеватора опускаются с трубчатого подвесного пути на низкий участок с отметкой 2400 мм от пола, откуда они навешиваются на крюки конвейера разделки и туалета туш.

Конвейер разделки и зачистки туш состоит из полосового подвесного пути для транспортирования на роликах туш крупного рогатого скота и конвейерной цепи с пальцами снизу для перемещения роликовых тележек и цепей с крюками для навеса туш мелкого рогатого скота. На этой конвейерной цепи расположены комбинированные тяговые органы с шагом 900 мм, состоящие из общей плиты, на которой расположены совмещенно толкающий и растягивающий шарнирные пальцы и несущие цепочки с крюками.

Толкающие пальцы необходимы для перемещения роликов с тушами крупного рогатого скота или свиней (свиные туши на разногах). Растягивающие шарнирные пальцы служат для растяжки задних ног туш крупного рогатого скота перед нутровкой и распиловкой, а цепочки — для подвески туш мелкого рогатого скота, для разделки и зачистки. Во время переработки крупного рогатого скота и свиней цепочки с крюками накидывают на кольца. При необходимости цепочки легко снимаются для мойки и стерилизации.

Инспекция внутренностей всех видов животных обычно производится на одном пластинчатом конвейерном столе.

Обработка туш на универсальном конвейере для трех видов скота обеспечивает, помимо экономии рабочей силы и снижения стоимости переработки, ряд эксплуатационных преимуществ: создает ритмичность потока, позволяет более эффективно использовать оборудование цеха, значительно облегчает труд рабочих, улучшает санитарное состояние продукции и повышает культуру производства.

Гибкая автоматизированная система переработки скота

Гибкая автоматизированная система переработки скота (ГАСПС) может существенно повлиять как на все технологические процессы мясной технологии, в том числе и на систему реализации в оптовой и розничной торговле и на предприятиях общественного питания, так и на выращивание сельскохозяйственных животных.

В основу создания ГАСПС положено определение закономерностей строения тела животного, независимо от породы, пола, условий откорма и т. д., и на этой базе определение доминирующих внешних и внутренних контрольных точек или линейных размеров животного, широкое применение ЭВМ и робототехники, использование существующих средств механизации и автоматизации первичной переработки скота, которая на мясоперерабатывающих предприятиях является одной из трудоемких операций.

Одной из ключевых составных частей комплекса исследований, направленных на решение задачи автоматизации работы процесса переработки скота, является построение математической модели животного.

Для выполнения автоматическим способом различных технологических операций, таких, как оглушение, убой, снятие шкуры, нутровка, разделка и других, требуется достаточно точная информация о геометрическом расположении различных органов животного и определение ключевых точек.

Такую информацию практически невозможно получить с помощью геометрических обмеров каждого животного в предубойной стадии, так как, с одной стороны, это требует создания сложнейших измерительных комплексов и значительных временных затрат на фактический обмер, а, с другой стороны, такие геометрические обмеры будут являться лишь поверхностными и не дадут информации о расположении внутренних ключевых точек и внутренних органов животного.

В связи с этим предлагается следующая методика выведения инструмента в нужную точку на основании созданной абстрактной математической модели топологии животного.

1. Получение резко ограниченного набора параметров о конкретном животном, включающего в себя несколько (2—5) геометрических параметров, возраст, массу, тип животного и др.

2. Введение этих параметров по возможности автоматическим способом в управляющую ЭВМ.

3. Обработка этих параметров машинной программой, реализующей абстрактную математическую модель животных, и получение математической модели конкретного животного.

4. На основании полученной математической модели определение требуемых для проведения технологических операций координат расположения различных ключевых точек, линий и органов животного с некоторой точностью.

5. Использование различных робототехнических систем, выведения инструмента в полученную точку с визуальным или динамометрическим (телеметрическим) контролем правильности.

6. В случае необходимости корректировка расположения инструмента полуавтоматическим способом и автоматическая регистрация новых координат соответствующей точки.

7. Передача полученной уточняющей информации управляющей ЭВМ и проведение ею соответствующего уточнения математической модели.

Такая двухэтапная методика автоматизации процессов управления является единственно приемлемой, так как не представляется возможным (по крайней мере, на данном этапе) получение абсолютно достоверной (с точностью не более 1 см) модели животного. Вместе с тем программа, реализующая абстрактную математическую модель, являясь самообучающейся, будет в процессе работы все точнее рассчитывать вывод инструментов в требуемые точки.

До настоящего времени в СССР не проводилось работ по математическому описанию животных, являющихся сырьевой базой для мясной промышленности. Математическая модель может не учитывать процессы, связанные с функционированием животного как живого существа, а сводится в основном к описанию животного как топологического объекта.

На схемах (см. форзац) показаны в обобщенном виде операции и группы операций гибкой автоматизированной системы переработки скота. Схема описывает взаимодействие между системой опознавания животных, ЭВМ с банком данных и микропроцессорами, управляющими рабочими органами. Система является самосовершенствующейся. Робототехника представляется разнородной: от простых перемещений в плоскостях (жесткий кондуктор) до сложных криволинейных движений (разрезание, съемка шкур и др.). Рассмотрим схему по этапам.

Подгон животных к убойной бухте. Эта операция может производиться путем перемещения в загоне с заданной скоростью рабочего органа в виде планки, что приводит к вытеснению по одному животному в сужающийся канал. Животное на некоторое время (порядка 10—20 с) попадает в шлюз опознания. Характеристические параметры животного измеряются бесконтактно на основе существующих систем опознания объектов (акустических, лазерных, локационных). Полученные сведения передаются в ЭВМ, с помощью которой происходит опознание животного, т. е. выдача полной информации на микропроцессоры для последующих этапов производства.

На следующем этапе осуществляется жесткая фиксация животного в кондукторе, обеспечивающая возможность закрепления животного вне зависимости от его массы и линейных размеров. Конструкция кондуктора должна быть жесткой, но позволяющей осуществлять допуск рабочих органов к соответствую-

щим частям туши для обработки. Для крупного рогатого скота одновременно с фиксацией животного производится и его обездвиживание с помощью электрического тока. Для свиней электростимуляцию можно заменить обездвиживанием в среде углекислого газа (прохождение контейнера с животными через туннель с газом). Существует мнение, что такой метод обездвиживания улучшает качество мяса.

Ответственной является операция убоя и сбора крови. С помощью микропроцессора полый нож вводится в область сердца. Сбор крови с одновременной ее стабилизацией осуществляется с помощью пульсирующей вакуумной системы. В целях обеспечения необходимого ветеринарно-санитарного уровня кровь собирают в отдельные емкости от 5—10 животных.

Голову и конечности удаляют роботы, имеющие рабочий орган в виде пневмо- или гидроножниц. Отделенные суставы передаются на дальнейшую обработку. Головы должны быть пересажены на кольцевой синхронный конвейер для ветеринарно-санитарного осмотра.

Разрез по белой линии производит технологический робот, программируемый от общей ЭВМ и имеющий сенсорную подстройку с помощью собственного микропроцессора. Т-образным инструментом, обеспечивающим разрез шкуры и ее подрезание сбоку на длине 50—100 мм. Края шкуры фиксируются и растягиваются с помощью механических или криозахватов, направляемых системой управления ножа. Не исключено использование для забеловки лазеров.

Забеловка осуществляется колеблющимися зубчатыми ножами. Несколько одновременно работающих ножей устанавливают на манипуляторах робота, который управляет аналогично роботу для разреза по белой линии. Захваты разводят забеленную шкуру, частично отрывая ее от поверхности. Аналогов подобным машинам нет. При забеловке не исключается частичное применение ручного труда.

Съемку шкуры целесообразно производить натяжением в наиболее коротком направлении — от живота к спине. Забеленные участки шкуры фиксируются на валики (жесткие или гибкие), после чего отсоединяются фиксаторы забеловочного стенда. Валики приводятся во вращение и поступательное движение от живота к спине. После съемки валики останавливаются, туша освобождает позицию, валики приводятся в обратное вращение, шкура освобождается и попадает на конвейер, по которому идет на обработку. При съемке шкур возможно применение электростимуляции.

Удаление внутренних органов планируется пока вручную на профилированную подложку, которая является и транспортирующей емкостью. Эта операция совмещается с ветеринарно-санитарным осмотром.

Разделка туш производится безопилочным способом — штамповкой. Направление разруба и виды отрубов определяются дальнейшей переработкой. Схема разделки и границы разруба связываются с геометрическими размерами и технологическими характеристиками туши. Ножи управляются от центральной ЭВМ и подстраиваются микроЭВМ. Грубая настройка системы ножей производится на партию и вид скота, подстройка — по геометрическим характеристикам определенной туши.

Разруб осуществляется в горизонтальном положении при введении во внутреннюю полость туши противоножей и упоров, что обеспечит чистый срез.

В настоящее время в цехах убоя скота и разделки туш занято около 38 600 рабочих. Уровень ручного труда (по применяемой методике расчета) в среднем по отрасли составляет 76,9%. Внедрение ГАСПС, по предварительным подсчетам, позволит высвободить по отрасли 20—24 тыс. рабочих, занятых на ручных операциях, с фондом заработной платы 40—50 млн. руб.

Учитывая специфику размещения, а также мощность предприятий мясной промышленности, реальное внедрение будет в 1,5—2,5 раза меньше. Исходя из этих соображений, можно принять производительность линий: по крупному рогатому скоту — 400 голов в смену, по свиньям — 800 голов в смену. Выбранная производительность линий не является окончательной и подлежит корректировке. Такие линии могут быть установлены на предприятиях мощностью от 50 т в смену и выше.

ОБРАБОТКА ПТИЦЫ

Продуктами первичной обработки птицы являются мясо (тушка или фасованное), пищевые субпродукты (сердце, печень, мышечный желудок, шейка), перопуховое сырье и технические отходы, используемые для производства животных кормов, биологически активных препаратов и гидролизатов.

Технологический процесс обработки птицы осуществляется в следующей последовательности: доставка птицы к месту обработки; оглушение; убой и обескровливание; удаление оперения; потрошение или полупотрошение; охлаждение; сортировка; маркировка; упаковывание тушек.

Доставка птицы к месту обработки. На убой птицу принимают с чистым оперением по количеству и живой массе. Птица поступает на птицеперерабатывающие предприятия на автомашинах в контейнерах, которые разгружают с помощью электротали или электропогрузчика. Контейнеры с птицей взвешивают и устанавливают над погрузочной горловиной ленточного транспортера. Из контейнера птицу выгружают путем последовательного выдвижения поддонов, начиная с нижнего яруса (рис. 26). Допускается подача птицы на убой в передвижных клетках. Одновременно обрабатывают птицу только одного вида и воз-

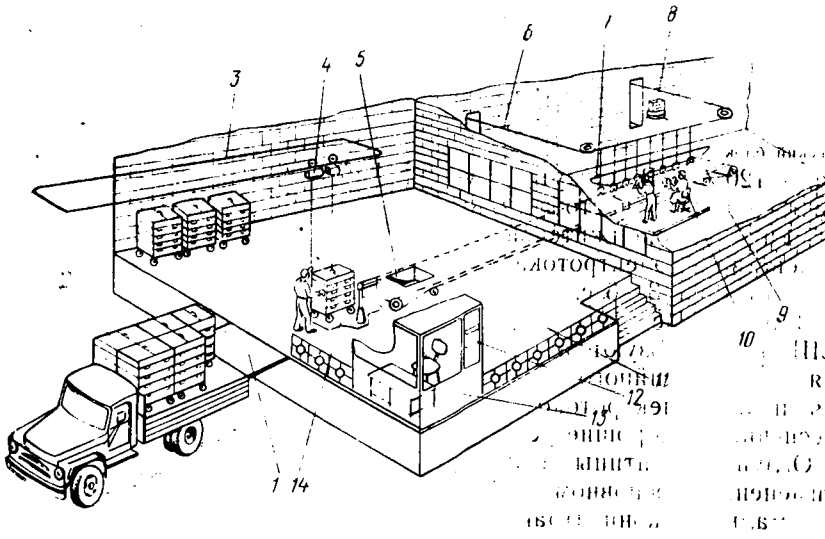


Рис. 26. Прием и навешивание птицы на конвейер убоя

1 — откидная площадка; *2* — контейнер для птицы; *3* — подвесной путь; *4* — тельфер; *5* — бункер; *6* — пространственный конвейер; *7* — ориентирующее устройство; *8* — счетное устройство; *9* — ленточный конвейер для подачи птицы; *10* — рабочий стул; *11* — эстакада; *12* — счетное устройство (дистанционное); *13* — кабина приемщика птицы; *14* — весы

раста. На конвейере птица подсчитывается с помощью специального счетного устройства.

Оглушение птицы. Для удобства выполнения операций убоя, улучшения санитарного состояния производства и более полного обескровливания птицу оглушают. На отечественных птицеперерабатывающих предприятиях широко используют электрооглушение, которое осуществляется автоматически в специальных аппаратах.

Режимные параметры оглушения различны в зависимости от вида и возраста птицы. При использовании переменного тока промышленной частоты (50 Гц) рекомендуется напряжение 550/950 В, сила тока 25 мА, переменного тока повышенной частоты (3000 Гц) — 260/300 В. Продолжительность оглушения кур и цыплят составляет 15—20 с, уток, гусей и индеек — 30 с.

Использование электротока повышенной частоты значительно уменьшает нарушения сердечной деятельности, наблюдавшиеся обычно при оглушении птицы током промышленной частоты и нередко заканчивающиеся параличом сердечной мышцы.

Процесс оглушения птицы постоянно совершенствуется, разрабатываются новые способы, направленные на снижение напряжения переменного тока промышленной частоты и сокращение продолжительности. В последние годы для электрооглушения в качестве контактной среды используют воду или слабый раствор хлорида натрия (рис. 27). В этом случае рабочее напряжение переменного тока составляет 90/110 В для кур и цып-

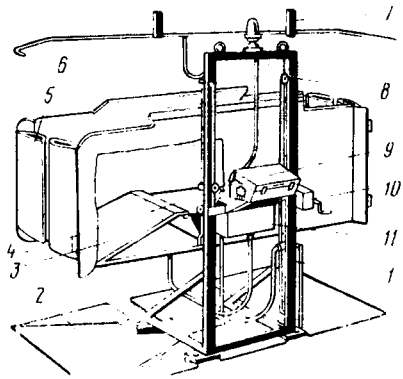


Рис. 27. Аппарат для электрооглушения птицы:

1 — стойка; *2* — углубление для стока воды; *3* — ванна; *4* — резервуар ванны; *5* — щитки; *6* — направляющая; *7* — каркас подвесного пути; *8* — направляющая каретка; *9* — каретка; *10* — лебедка; *11* — электрический блок

лят и 120/135 В для уток, гусей и индеек, частота тока 50 Гц. Продолжительность воздействия электротока сокращается до 3—6 с.

Зарубежные [illegible] фирмы (США) используют автоматы для двухстадийного оглушения птицы электротоком, что обеспечивает хорошие результаты.

Оглушение птицы в атмосфере диоксида углерода нашло применение в основном в зарубежной практике (США, Англия). Оптимальная концентрация диоксида углерода для цыплят и кур — 30—40%, для уток — 50—60, гусей и индеек — 70—75%. Продолжительность оглушения 2—3 мин. Оглушение птицы газовой смесью способствует сокращению времени тепловой обработки в результате ослабления удерживаемости оперения.

Убой и обескровливание. Убой птицы производят не позднее чем через 30 с после оглушения. Должно быть полное обескровливание тушек, что влияет на их качество (у недостаточно обескровленных тушек образуются красные пятна на крыльях и крестце). Плохое обескровливание снижает срок хранения мяса птицы.

Убой птицы производят наружным и внутренним способами. В отечественной промышленности наибольшее применение нашел наружный способ убоя, не требующий высокой квалификации рабочих, позволяющий проводить более полное и быстрое обескровливание тушек. Наружный способ убоя используют при обработке птицы на автоматизированных линиях. При этом отрезается затылочная часть головы на уровне глазных впадин. Используемый автомат для убоя обеспечивает полное обескровливание тушек (рис. 28). При этом способе возможна механизация и автоматизация. К недостатку следует отнести нарушение целостности кожи и в связи с этим при снятии оперения в билльных машинах у тушек часто отрывается голова.

На ряде предприятий используют наружный односторонний и двусторонний способы убоя. При одностороннем способе разрез делают на голове на 15—20 мм ниже ушной мочки у сухопутной или уха у водоплавающей птицы, перерезают ножом кожу, яремную вену, ветви сонной и лицевой артерий. Во избежание отрыва головы при дальнейшей обработке длина разреза не должна превышать 10—15 мм у цыплят и кур и 20—25 мм у

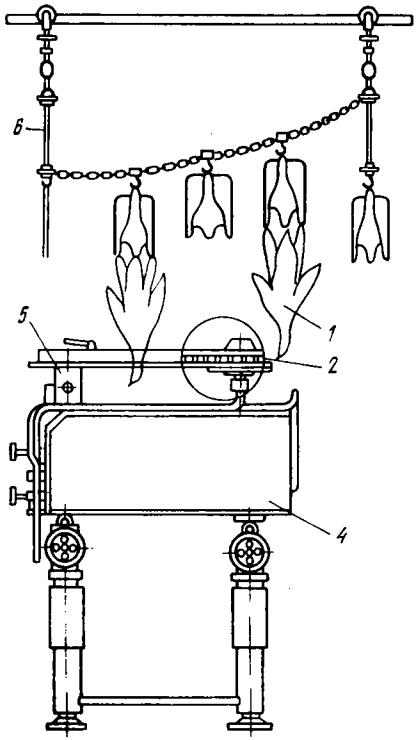
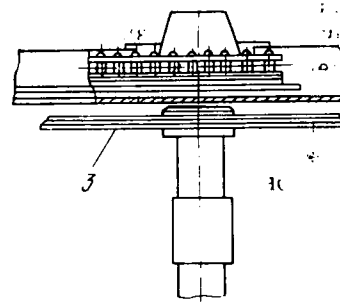


Рис. 28. Автомат для убоя птицы:

1 — тушка птицы; *2* — устройство для подачи головы; *3* — дисковые ножи; *4* — каркас; *5* — эксцентриковое устройство; *6* — поводок подвески



уток, гусей и индеек. При двустороннем способе производят прокол шеи ножом на 10 мм ниже ушной мочки. Одновременно перерезают правую и левую сонные артерии и яремную вену, не повреждая пищевод и трахеи. Длина разреза не должна превышать 15 мм. Способ прост и нетрудоемок, на одну голову затрачивается 1,2—1,7 с.

Внутренний способ убоя заключается в перерезании кровеносных сосудов полости рта птицы. Ножницами с остроотточенными концами перерезают сплетение яремной и мостовой вен в задней части неба над язычком (рис. 29). Внутренний способ используют при обработке тушек в полупотрошеном виде.

Птицу обескровливают над специальным желобом в течение 90—120 с для цыплят и кур и 150—180 с для уток, гусей, индеек. Выход крови приведен в табл. 34.

Удаление оперения. Удаление оперения сопряжено с преодолением силы удерживаемости пера, которая зависит от вида и возраста птицы, вида оперения, размеров и глубины залегания очина пера и пуха. Так, глубина залегания очина пера гусей составляет у махового оперения 53 мм, а покровного оперения — 6,5 мм. Соответственно сила удерживаемости оперения составляет 25,4 и 4,4 Н на одно перо.

Силу удерживаемости оперения в коже птицы в основном снижают с помощью теплового воздействия (горячей водой или паром). Промышленное применение в нашей стране и за рубежом получила шпарка горячей водой при трех режимах: жестком (58—65 °С), среднем (52—54 °С) и мягком (не выше 51 °С). Повышение температуры воды и продолжительности обработки значительно сказывается на изменении силы удерживаемости оперения. Оперение крыльев, головы и шеи сухопутной птицы имеет наибольшую силу удерживаемости. Для сохранения качества тушки производят дополнительную тепловую обработку (подшпарку) только этих участков.

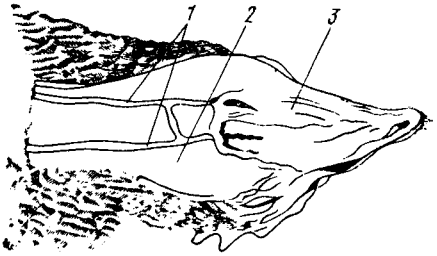


Рис. 29. Голова и верхняя часть шеи курицы:
1 — яремные вены; *2* — место соединения яремных вен с мостовой; *3* — небная щель

Оперение водоплавающей птицы плотнее, чем сухопутной, сильно развит пуховой покров, жировая смазка, предохраняющая перовой покров от намокания в воде, препятствует проникновению горячей воды. Поэтому тушки водоплавающей птицы следует обрабатывать при более высоких температурных параметрах.

Тушки обрабатывают горячей водой в специальных ваннах с автоматическим регулированием температуры, погружая или орошая их. Шпарка орошением обеспечивает уменьшение микробиальной обсемененности тушек.

В случае применения метода погружения с целью снижения микробиальной обсемененности и удерживаемости оперения рекомендуется использовать 0,002—0,004%-ный раствор соляной кислоты. При этом величина pH снижается до 6,5.

Для шпарки тушек птицы применяют распыление горячей воды с последующей обработкой горячим воздухом с высокой относительной влажностью. Это способствует повышению длительности хранения тушек.

Для обработки водоплавающей птицы на ряде предприятий, помимо горячей воды, используют паровоздушную смесь. Обработку производят в паровых камерах.

Таблица 34

Вид птицы	Выход крови (в % к живой массе) при убое		Вид птицы	Выход крови (в % к живой массе) при убое	
	наружном	внутреннем		наружном	внутреннем
Цыплята	5,0	4,3	Гуси	5,0	4,9
Куры	4,1	3,0	Индейки	5,6	3,9
Утки	5,1	4,8			

Таблица 35

Вид птицы	Температура, °С	Продолжительность, с	Примечание
Использование горячей воды			
Куры	52—55	120	
крылья, головы	60—65	30	Подшпарка
Бройлеры	52—58	120—150	
Индейки	51—54	150	
крылья, головы	60—65	30	Подшпарка
Утята	58—61	180	
Утки	63—66	180	
Гуси	70—72	120	
Использование паровоздушной смеси			
Утята	66—72	150—180	
Утки	72—75	150—180	
Гуси	76—83	150—180	

Режимы тепловой обработки представлены в табл. 35.

Оперение следует удалять немедленно после тепловой обработки тушек, так как сила удерживаемости оперения через 15—20 мин восстанавливается почти до первоначального значения.

Для удаления оперения применяют бильные машины или дисковые автоматы. Характерной особенностью современного оборудования является возможность варьирования усилия воздействия рабочих органов (бил или пальцев) на тушки. Это достигается использованием комплекса машин для снятия оперения в одной линии, а также рабочих органов различной жесткости, возможностью изменения площади воздействия пальцев на тушку в результате изменения пространственного наложения рабочих органов и варьирования силы воздействия их на тушку путем изменения частоты вращения бил или пальцев. Обработка тушек в автоматах должна сопровождаться орошением водой температурой 48—50 °С (рис. 30). Перо, снятое с тушек, смывается водой в гидрожелоб, расположенный в полу цеха под автоматами, и транспортируется для первичной его обработки. В настоящее время сотрудники НПО «Комплекс» разрабатывают установку для одновременной шпарки и снятия оперения.

Для более тщательной очистки тушек сухопутной птицы от волосовидного пера применяют опалку, а для освобождения от остатков пуха и пеньков водоплавающей птицы используют воскование. Волосовидное перо с тушек сухопутной птицы удаляют в камере газовой опалки (температура 700 °С, продолжительность 5—6 с). Пламя газовой горелки должно полностью охватывать тушку, проходящую на конвейере, и сжигать волосовидное перо, не повреждая кожи. Целесообразно для опалки тушек использовать установки подвесного типа.

Воскование тушек водоплавающей птицы проводят в ваннах с паровым обогревом путем двукратного погружения в расплав-

ленную воскомассу (КИП или ВМЦ). Продолжительность каждого погружения 3—6 с, выдержка для стекания воскомассы между погружениями 20 с. Температура воскомассы КИП в первой ванне 62—65 °С, во второй — 52—54 °С, при воковании в одной ванне 52—54 °С. В случае использования воскомассы ВМЦ температуру в первой ванне поддерживают 80—85 °С, во второй — 70—75 °С, при воковании в одной ванне — 75—80 °С. Толщина воскового слоя по всей поверхности тушки составляет 1—2,5 мм. Вокованные тушки охлаждают водой температурой не выше 4 °С в течение 90—120 с. Восковый слой удаляют в перосъемных машинах. Использованную воскомассу нагревают до 90—95 °С и регенерируют (очищают от пеньков, остатков пера и пуха и других загрязнений) центрифугированием.

Воскомасса КИП представляет собой сплав парафина с отвердевшим оксидом кальция и канифолью в соотношении 1 : 1. Пенькоснимающая способность 40—42%.

Воскомасса ВМЦ-1, ВМЦ-2 состоит из дешевых и доступных продуктов нефтехимической промышленности. Она устойчива к воде и высоким температурам, обладает большой пластичностью и хорошими адгезионными свойствами, что позволяет значительно повысить качество обработки тушек. Пенькоснимающая способность — 70—80%.

Потрошение и полупотрошение. При потрошении у тушки удаляют ноги, голову с шеей и все внутренние органы. Потрошение позволяет провести тщательную ветеринарно-санитарную экспертизу тушки и внутренних органов, обеспечивает выпуск обработанной продукции и дает воз-

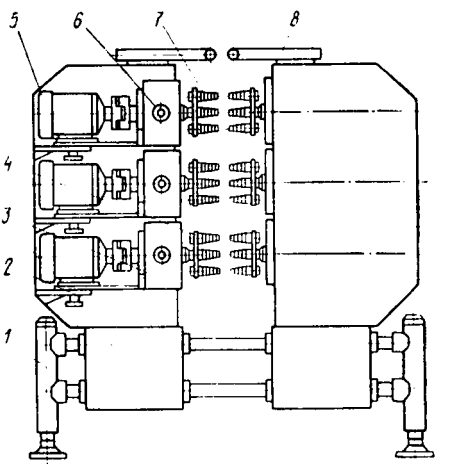
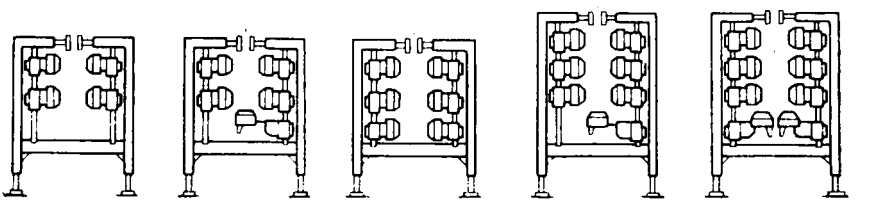


Рис. 30. Дисковый автомат для снятия оперения:

а — схема машины: *1* — телескопические опоры; *2* — корпус; *3* — рабочие ряды; *4* — рабочие диски; *5* — электродвигатель; *6* — шаровые цапфы; *7* — рифленые пальцы; *8* — направляющая; *б* — схема расположения рабочих рядов



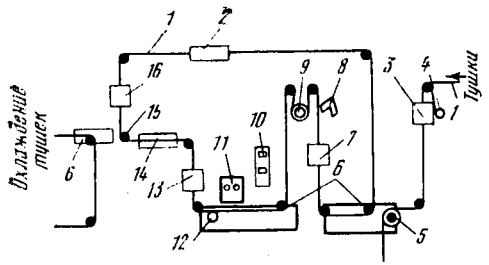


Рис. 31. Схема поточно-механизированной линии потрошения:

1 — подвесной конвейер; *2* — устройство для мойки подвесок; *3* — машина для отделения голов; *4* — устройство для сбора и пневмотранспортирования отходов; *5* — машина для отделения ног; *6* — транспортеры; *7* — машина для разрезания кожи шеи; *8* — устройство для вырезания клоаки; *9* — автомат для извлечения внутренних органов; *10* — место ветеринарно-санитарного эксперта; *11* — машина для обработки мышечных желудков; *12* — пневмотранспортер отходов; *13* — машина для отделения шеи; *14* — бильно-моечная машина; *15* — устройство для сброса тушек; *16* — счетчик

можность полного использования пищевых и технических отходов. Тушки потрошат на специализированном конвейере над системой желобов для сбора и транспортирования потрохов и отходов (рис. 31).

Потроха (сердце, печень, желудок и шея) после ветеринарно-санитарной экспертизы охлаждают в ледяной воде температурой 2—4 °С в течение 10 мин, разбирают на комплекты, упаковывают в пакеты из целлофана или полимерной пленки и подают к месту вкладывания в потрошеные и охлажденные тушки. Потроха можно использовать для выпуска суповых наборов или наборов для студня. Головы и ноги идут на пищевые цели или для производства сухих кормов.

Технические отходы (кишечник, зоб, трахея, пищевод, селезенка, семенники), а также легкие и почки направляют на выработку кормовой муки. Тушки после мойки изнутри и снаружи охлаждают.

Полупотрошение тушек — это удаление кишечника с клоакой. В случае наполненного зоба птицы его необходимо удалять через разрез кожи. Операции проводят вручную. У полупотрошеных тушек полость рта и клюв очищают от кормов и крови, ноги — от загрязнений.

Охлаждение. Потрошенные тушки перед сортировкой и упаковкой охлаждают (температура в толще грудной мышцы должна быть не выше 4 °С) в воздушной или жидкой среде (рис. 32). Тушки с конвейера охлаждения автоматически сбрасываются на лоток и подаются на сортировку, маркирование и упаковывание.

Сортировка и маркировка. Охлажденные тушки сортируют по упитанности и качеству технологической обработки на две категории — первую и вторую. Каждую партию тушек осматривает ветеринарный врач. Предприятие гарантирует соответствие качества выпускаемого мяса птицы требованиям технических условий.

Тушки маркируют электроклеймом (первая категория — цифрой 1, вторая — цифрой 2) или наклеиванием этикеток, кро-

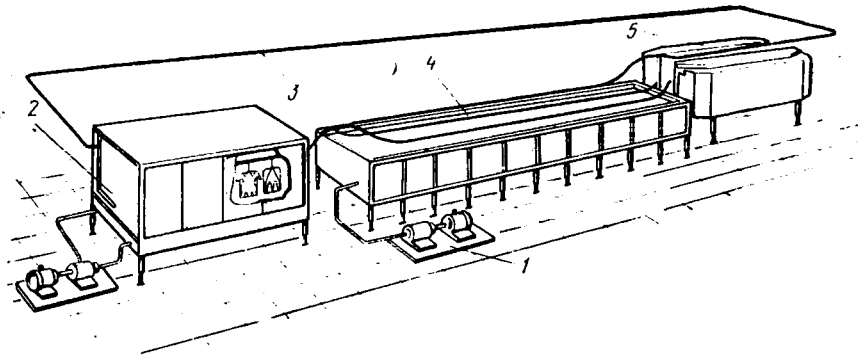


Рис. 32. Установка для комбинированного контактного охлаждения потрошеных тушек птицы в воде:

1 — насос центробежный; *2* — ванна для предварительного охлаждения; *3* — конвейерный путь; *4* — ванна для окончательного охлаждения; *5* — машина для удаления влаги

ме индивидуально упакованных в пакеты из полимерной пленки.

Упаковывание. Перед упаковыванием тушки формуют. У потрошеной тушки кожу шеи закрепляют под крыло, прикрывая место разреза, крылья прижимают к бокам. Ноги гусей и индеек заправляют в разрез брюшной полости. У полупотрошеной тушки шею с головой прижимают к туловищу, крылья — к бокам. У тушек уток и утят ноги выворачивают в заплюсневых суставах, заводят за спину. Тушки упаковывают в полимерные пленочные маркированные пакеты с помощью упаковочного устройства. Упаковывание производят с вакуумированием и без него. Установлено, что при выпуске тушек птицы в упакованном виде потери массы при охлаждении и замораживании снижаются на 1,5%.

Фасование. Мясо птицы выпускается в виде целых тушек и в фасованном виде. В последнем случае используют потрошеные тушки кур, уток, гусей и индеек первой и второй категории в охлажденном состоянии и по качеству соответствующие требованиям стандарта. Для фасования не допускаются тушки старых петухов, тушки, имеющие темную пигментацию кожи и с изменившимся цветом мышечной ткани и жира.

В зависимости от массы тушки птицы разделяют на две или четыре части. При фасовании на полутушки тушку распиливают вдоль позвоночника и по линии киля грудной кости (куры, утята). При фасовании на четыре части тушки вначале разделяют на половинки, затем каждую полутушку делят пополам по линии, проходящей посередине длины тушки, перпендикулярно позвоночнику между концом лопатки и тазобедренным суставом. Крыло отделяют по локтевой сустав и добавляют к задней части тушки в качестве довеска. Затем каждую порцию фасованного мыса птицы упаковывают в пакеты (целлофан, полиэтилен). Отклонения в массе допускаются в пределах ±1%.

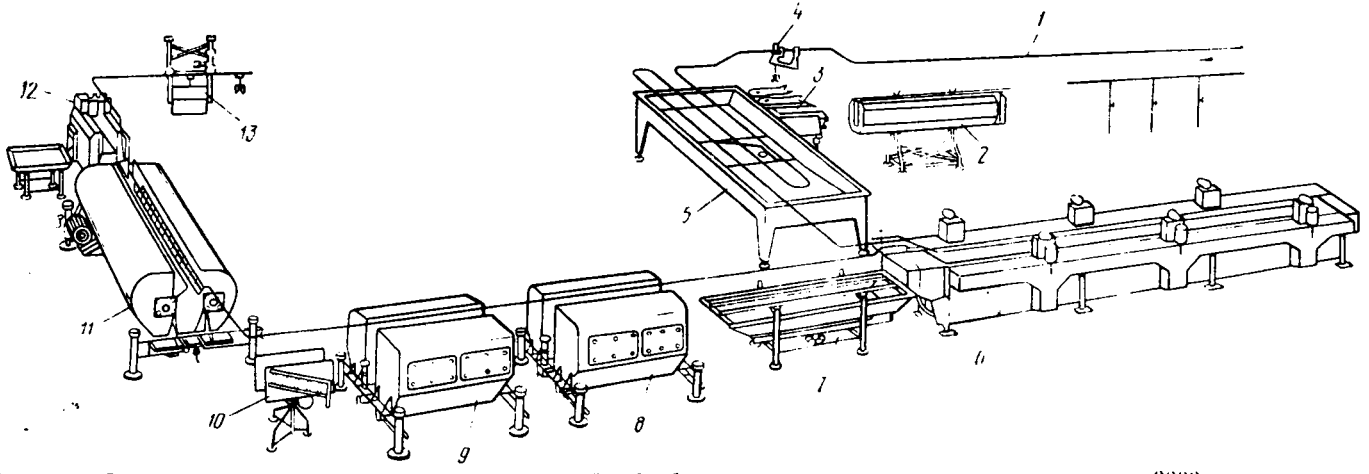


Рис. 33. Схема автоматизированной линии первичной обработки кур и цыплят производительностью 3000 голов в час:

1 — пространственный подвесной конвейер; *2* — аппарат для электрооглушения; *3* — автомат для убоя; *4* — механизм подъема подвесок; *5* — желоб обескровливания; *6* — аппарат для тепловой обработки тушек; *7* — аппарат для подшпарки головы, шеи и крыльев; *8, 9* — дисковые автоматы для снятия оперения; *10* — камера газовой опалки; *11* — автомат для инспекции и мойки тушек; *12* — автомат для отрезания ног тушек; *13* — устройство для удаления ног из подвесок

Организация технологического потока обработки птицы. В настоящее время на птицеперерабатывающих предприятиях птицу перерабатывают на поточно-механизированных и автоматизированных линиях (рис. 33). Обработка птицы проводится на подвесных конвейерах, объединяющих выполнение ручных, механизированных и автоматизированных операций. На линиях предусмотрены рабочие места для ветеринарно-санитарных экспертов. Применяют конвейеры специализированные, предназначенные для раздельной обработки сухопутной и водоплавающей птицы, и универсальные, на которых перерабатывают все виды птицы. При полной загрузке специализированного конвейера обеспечивается более высокая производительность труда и большая рентабельность. При неполной загрузке более выгодны универсальные конвейеры.

Производительность конвейерных линий следующая: линии переработки сухопутной птицы — 500, 1000, 2000 кур в час и 3000, 6000 бройлеров в час (последняя линия разработана совместно со странами СЭВ, в ней предусмотрена механизация и автоматизация технологических операций, в том числе в процессе потрошения птицы); линии переработки индеек — 500—1000 голов в час; линии переработки водоплавающей птицы 350, 500, 1000, 2000 голов в час (утки). Производительность универсальной линии для потрошения 2000, 3000 голов в час. Зарубежные фирмы (Нидерланды) перерабатывают бройлеров на автоматизированных линиях производительностью 9000 голов в час и выше.

Обработка перопухового сырья. Перопуховое сырье является ценным сырьем для изготовления товаров широкого потребления и производства сухих кормов.

Перо и пух, снятые с тушек, транспортируются от автоматов для снятия оперения в отделение обработки по гидрожелобу (рис. 34).

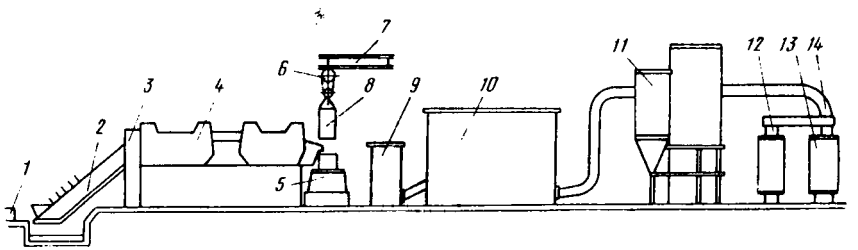


Рис. 34 Схема поточной линии обработки пера производительностью 1440 кг/ч:

1 — гидрожелоб сбора и транспортирования пера; *2* — транспортер обезвоживания и выгрузки; *3* — ленточно-скребковый транспортер загрузки моечной машины; *4* — машина для мойки пера; *5* — центрифуга; *6* — тельфер; *7* — монорельс; *8* — сетка для выгрузки пера; *9* — питатель; *10* — сушилка пера; *11* — сортировочный двухкамерный аппарат; *12* — кабина затаривания мелкого и среднего пера; *13* — кабина затаривания подкрылка; *14* — воздуховод

При машинной обработке птицы снятое перо сильно загрязнено и содержит до 100% воды к собственной массе. Перопуховое сырье частично обезвоживают на сепараторе или транспортере, затем моют в моечных машинах с использованием моющих средств (2 кг на 100 кг куриного пера) при температуре 30—40 °С в течение 10—30 мин, прополаскивают холодной водой и удаляют излишнюю влагу в центрифугах. Перо и пух сушат в сушильных аппаратах при температуре 70—95 °С. Продолжительность сушки 12—40 мин в зависимости от вида сырья и конструкции сушилки. Влажность высушенного перопухового сырья не должна превышать 12%.

Высушенное перопуховое сырье по воздуховоду транспортируется в сортировочный аппарат (одно-, двух-, трехкамерный) для разделения на фракции (пух, мелкое и среднее перо, подкрылок), а затем на склад для затаривания в мешки массой 15—20 кг или в прессы для упаковки пера в тюки по 30—40 кг. Каждый мешок и тюк маркируют.

Высушенное перопуховое сырье хранят в штабелях высотой 3 м в сухих и хорошо проветриваемых помещениях при температуре не выше 15 °С.

ОБРАБОТКА КРОЛИКОВ

Кроликов на убой принимают по количеству, массе и упитанности. Во избежание закусов, снижающих ценность шкурок, кролики находятся по одному в специальной клетке.

Технологическая схема убоя и обработки кроликов включает следующие основные операции: оглушение; убой и обескровливание; отделение передних ног и ушей; забеловку и съемку шкурок; нутровку тушек; отделение задних ног; туалет и формовку; сортировку; маркировка и упаковывание тушек.

Оглушение. Наиболее распространенными способами являются оглушение кроликов электрическим током и механический. Для электрооглушения используют аппараты карусельного и транспортерного типа, пистолет с дугообразным захватом и др. В аппарате карусельного типа (рис. 35) применяют электрический ток промышленной частоты силой 0,5 А и напряжением 20 В, продолжительность оглушения 3 с.

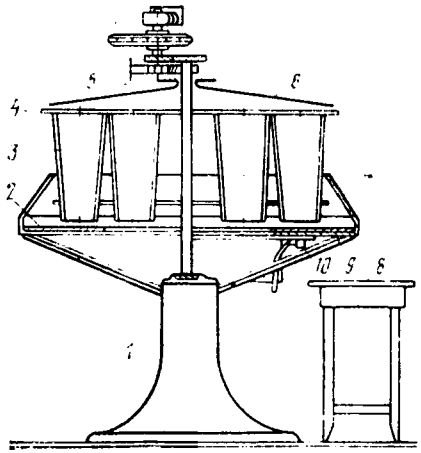
В аппарате транспортерного типа (рис. 36) используют электроток промышленной частоты 36 В, продолжительность оглушения 35—40 с.

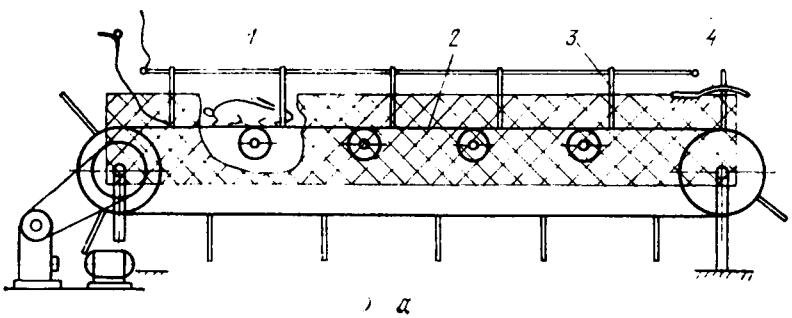
В пистолете с дугообразным захватом потребляемое напряжение 40 В, сила тока 0,18 А, продолжительность оглушения 2 с.

НПО «Комплекс» предложил для электрооглушения кроликов использовать бокс (рис. 37), который представляет собой вращающуюся решетчатую площадку, установленную на изолированной подставке. Площадка разделена на четыре отделения и по всему периметру ограждена металлической сеткой. Кроликов оглушают с помощью пистолета с дугообразным захватом.

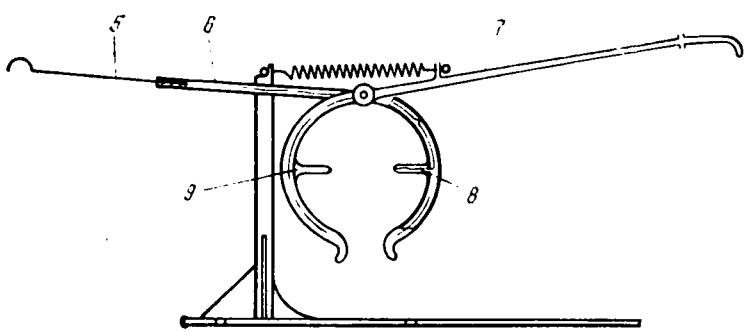
Рис 35. Аппарат карусельного типа для оглушения кроликов:

1 — корпус; *2* — опорный диск; *3* — загрузочные воронки; *4* — диск; *5*, *10* — изоляторы; *6* — предохранительная крышка; *7* — ограждающий кожух; *8* — подставка; *9* — контактный сектор





а



б

Рис. 36. Аппарат для оглушения кроликов транспортерного типа:

а — схема; *б* — клещеобразные зажимы; *1* — медная трубка; *2* — лента транспортера; *3* — стойки; *4* — копир; *5* — контактная пружина; *6* — неподвижный рычаг; *7* — подвижный рычаг; *8* — контакты

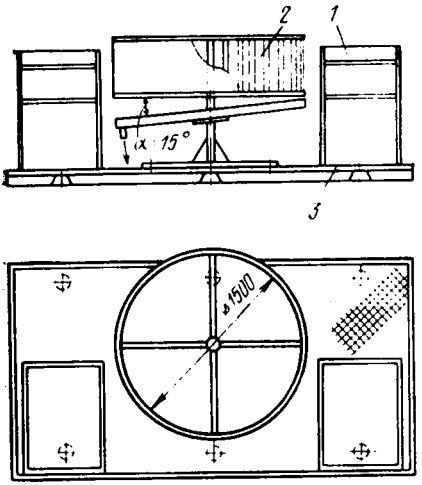


Рис. 37. Схема бокса для электрооглушения кроликов:
1 — приемный стол; *2* — вращающаяся клетка; *3* — изолирующая подставка

Сотрудники Украинского научно-исследовательского института мясной и молочной промышленности разработали установку для оглушения кроликов механическим способом — с помощью ударного устройства (удар наносится в лобовую часть головы).

Убой и обескровливание. В настоящее время на большинстве предприятий убой кроликов осуществляют в аппарате с отрезанием головы (основным рабочим органом машины является дисковый нож). Удаление головы ускоряет процесс обескровливания, облегчает забеловку и съемку шкурок с тушек. Кроме того, для предприятий меховой промышленности целесообразно получать шкурки без головной части. Головы кроликов после удаления волосяного покрова используют для выработки сухих животных кормов.

На ряде предприятий убой производят путем вскрытия сонных артерий. Автоматически производится просечка головы полым пуансоном для свободного выхода крови. Продолжительность обескровливания при любом способе убоя 2,5 мин.

Отделение передних ног и ушей. После обескровливания у тушек кроликов дисковым ножом отрезают передние ноги по запястный сустав и уши у основания.

Забеловка и съемка шкурок. Забеловку производят вручную. Шкурку снимают вручную, стягивая ее от хвоста к голове, не повреждая при этом шкурки, или машиной. Снятые шкурки очищают от прирезей мяса, жира, сухожилий и направляют на дальнейшую обработку.

Нутровка тушек. Нутровку тушек производят вручную (почки с почечным жиром остаются при тушке). Одновременно тушки, их внутренние органы подвергают ветеринарно-санитарной экспертизе. Субпродукты (сердце, печень, легкие) и шею после промывки и охлаждения упаковывают. Технические отходы, получаемые при убое и обработке кроликов (кровь, кишки, желудок, головы, ушные хрящи, ноги, прирези мяса и жира со шкурок), используют для выработки сухих кормов.

Отделение задних ног и головы. Удаляют голову (если ее не удалили при убое), задние ноги (по скакательный сустав) с помощью дискового ножа.

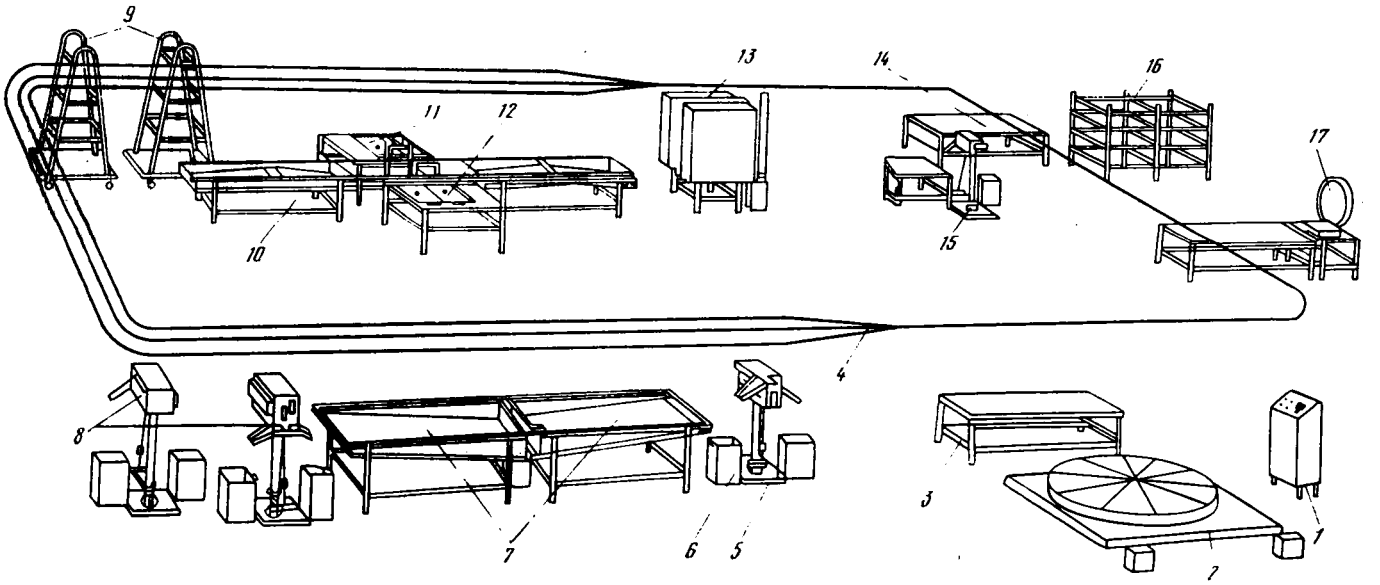


Рис. 38. Схема поточно-механизированной линии первичной обработки кроликов производительностью 1000 голов в час:
1 — пульт управления; *2* — бокс для электрооглушения; *3, 14* — столы; *4* — подвесной конвейер; *5* — машина для убоя; *6* — металлический бачок; *7* — желоб обескровливания; *8* — дисковый нож для отрезания передних лап; *9* — вешалка для шкурок; *10* — желоб нутровки; *11, 12* — столы для ветеринарно-санитарной экспертизы; *13* — душирующее устройство; *15* — дисковый нож для отрезания задних лапок; *16* — передвижные этажерки; *17* — весы

Туалет и формовка тушек. Удаляют кровоподтеки, побитости, зачищают шейный зарез, смывают остатки крови и шерсти. Для формовки делают на тушке разрезы по бокам грудной клетки между третьим и четвертым ребрами и в них вправляют концы передних ног.

Сортировка, маркировка и упаковывание. Тушки кроликов сортируют в зависимости от упитанности и качества обработки на I и II категории. Тушки, не удовлетворяющие по упитанности требованиям II категории, относят к нестандартным и используют для промышленной переработки. Тушки кроликов-бройлеров относят к I категории.

Тушки кроликов маркируют электроклеймением. На каждую тушку накладывают одно клеймо на внешней стороне голени: у тушек I категории круглое, у тушек II категории — квадратное.

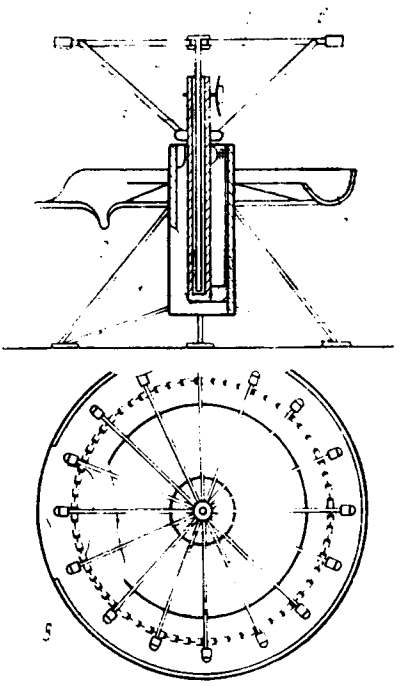


Рис. 39. Агрегат карусельного типа для убоя кроликов:

1 — станина; *2* — лоток для слива крови; *3* — трубчатая колонка; *4* — стержень с головкой; *5* — растяжки; *6* — подвески для навешивания тушек; *7* — желоб для сбора крови и внутренних органов; *8* — цепочка

Тушки упаковывают в деревянные, металлические или полиэтиленовые оборотные ящики (не более 20 штук в один ящик), дно и стенки которых выстилают оберточной бумагой.

Организация технологического потока обработки кроликов. Кроликов обрабатывают на поточно-механизированных линиях производительностью 500 и 1000 голов в час (рис. 38). Для переработки небольших партий кроликов используют агрегат карусельного типа производительностью 120—150 голов в час (рис. 39), все операции на котором производят вручную в такой же последовательности, что и на поточно-механизированной линии.

Первичная обработка шкурок кроликов. Шкурки после съемки остывают в подвешенном состоянии в течение 1 ч. Затем их натягивают на стандартные правилки мехом внутрь и обезжиривают. Шкурки консервируют пресно-сухим методом (сушат при температуре 30—35 °С и относительной влажности воздуха 45—60% до влажности шкурки 14—16%) и кислотно-солевым способом (продолжительность выдержки шкурок 7 ч).

Глава 4

ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ СУБПРОДУКТОВ И ЭНДОКРИННО-ФЕРМЕНТНОГО СЫРЬЯ

ОБРАБОТКА СУБПРОДУКТОВ

Субпродукты — это внутренние органы и части животного, получаемые при переработке скота. В зависимости от использования различают пищевые и технические субпродукты.

Характеристика субпродуктов. Морфологическое строение субпродуктов различное. Так, конечности состоят в основном из костной и соединительной ткани, печень, легкие, мозг — из паренхиматозной, сердце — из мышечной, соединительной и жировой. Особенности их строения учитывают при обработке. Субпродукты условно делят на 4 группы: мясокостные — головы (без шкуры, языков и мозгов), мясокостные хвосты, цевки; мякотные — ливер (печень, сердце, легкие, диафрагма, трахея в их естественном соединении), почки, селезенка, мясная обрезь, вымя, язык, мозги, глотка с гортанью — калтык; слизистые (имеющие слизистую оболочку) — рубцы, книжки (летошки) и сычуги крупного рогатого скота, рубцы мелкого рогатого скота и свиные желудки; шерстные — головы свиные, бараньи (в шкуре) без языков и мозгов, путовый сустав крупного рогатого скота, ножки свиные и бараньи, губы говяжьи, уши свиные и говяжьи, хвосты свиные.

Использование субпродуктов. В зависимости от морфологического, химического составов и соответственно пищевой ценности обработанные субпродукты подразделяют на I и II категории.

После обработки субпродукты, рассортированные по видам и наименованиям, немедленно направляют на охлаждение или замораживание и, в зависимости от способа дальнейшего использования, на реализацию или промышленную переработку. Возможна их переработка также в готовые изделия непосредственно после обработки в субпродуктовом цехе в парном состоянии.

Субпродукты занимают значительный удельный вес продукции, получаемой при переработке сельскохозяйственных животных. Согласно нормам выход говяжьих субпродуктов I и II категории (без учета некоторых потенциально пригодных к употреблению на пищевые цели субпродуктов II категории) составляет до 20% к живой массе скота (в том числе около 14% II категории), свиных — 18 и 14, конских — 16 и 10%.

Субпродукты I категории по пищевой ценности равноценны, а по витаминному и минеральному составу некоторые из них

(печень, почки, мозги) даже полноценнее мяса. Их используют самостоятельно или как компонент при производстве широкого ассортимента высококачественных колбас, соленых мясопродуктов, паштетов, консервов, полуфабрикатов, вторых быстрозамороженных блюд, деликатесных изделий. Некоторые из них доминируют в рецептурах детских, диетических и лечебных мясопродуктов.

Все субпродукты являются существенным источником белка, и большинство из них содержит их в таком же количестве, что и мясо. Во многих субпродуктах II категории, получаемых из слизистых и шерстных субпродуктов, преобладает соединительная ткань, содержащая неполноценный белок коллаген (в нем отсутствует незаменимая кислота — триптофан).

Хотя субпродукты с повышенным содержанием коллагена уступают мышечной ткани по лучшей сбалансированности аминокислот и перевариваемости ферментами желудочно-кишечного тракта, они обладают рядом положительных свойств. Присутствие в пище продуктов распада коллагена (глютозы, желатозы) стимулирует сокоотделение и двигательную функцию желудка и кишечника, оказывает благоприятное действие на состояние и функции полезной кишечной микрофлоры. Поэтому по современным представлениям сырье, содержащее соединительную ткань, относится к необходимым компонентам питания.

Введение в рецептуры мясопродуктов тканей обработанных субпродуктов, в том числе II категории, таким образом, желательно и необходимо с точки зрения их рационального использования. Использование субпродуктов для производства мясопродуктов более рентабельно и рационально по сравнению с реализацией их в натуральном виде в охлажденном или мороженом состоянии.

Субпродукты непосредственно после окончания их обработки в субпродуктовом цехе наименее обсеменены микрофлорой и, следовательно, находятся в наилучшем санитарном состоянии. Они обладают хорошим вкусом, запахом и цветом. При изготовлении мясопродуктов предпочтительно использование субпродуктов в парном состоянии.

Технология. Субпродукты, предназначенные для пищевых целей, должны быть получены от здоровых животных. После отделения от туши и ветеринарной экспертизы их немедленно обрабатывают. В соответствии с Правилами ветеринарно-санитарной экспертизы обработка субпродуктов, за исключением слизистых, должна быть завершена не позднее чем через 7 ч, а слизистых — через 3 ч после убоя, так как качество их резко снижается: печень и почки темнеют, ослизневают и приобретают неприятный запах; дальнейшая обработка их значительно усложняется (труднее удалить волос, щетину, слизистую оболочку); они теряют товарный вид. Субпродукты обрабатывают в основном на поточно-механизированных линиях, позволяющих значи-

тельно увеличить производительность труда, повысить качество обработки продуктов, облегчить труд рабочих и улучшить санитарное состояние цеха.

Общая цель обработки субпродуктов – освобождение от загрязнений (крови, содержимого желудочно-кишечного тракта, случайных загрязнений); отделение посторонних прирезей, малоценных тканей, образований (волос, щетина, слизистая оболочка, кость и т. п.) и жировых отложений. Для повышения пищевой ценности и облегчения технологической обработки некоторые субпродукты с незначительным количеством жировой ткани разрешается не обезжиривать, например печень, легкие, селезенку, вымя, мясную обрезь.

Обработка мясокостных субпродуктов. Головы говяжьи поступают без ушей и шкуры. Их навешивают на конвейер голов (или вешала), где осуществляются ветеринарный осмотр, извлечение щитовидной и паращитовидной желез, тщательная промывка голов снаружи и изнутри и выдержка на конвейере до окончания ветеринарно-санитарного осмотра туши и извлекаемых из нее субпродуктов. Затем от голов отделяют языки вместе с калтыком и рога. На отдельных предприятиях извлекают глаза, которые используют для изготовления лечебных препаратов. Рога отделяют на дисковой пиле или машине В2-ФР-2-М для отрезания рогов.

В субпродуктовом цехе головы обрабатывают в следующей последовательности: обрезание губ (если они не отделены ранее), удаление остатков шкуры и загрязнений, обвалка нижней челюсти, отделение нижней челюсти и зачистка ее от остатков мяса, обвалка черепной коробки, разрубка голов на две продольные половинки, извлечение головного мозга, извлечение и очистка гипофиза от неактивных тканей, разделение гипофиза на переднюю и заднюю (вместе с промежуточной) доли, промывка головного мозга, мяса и костей.

На средних и крупных предприятиях говяжьи головы обрабатывают на поточных линиях В2-ФГЛ (рис. 40). Нижнюю челюсть отделяют на машине В2-ФЧБ, расположенной над столом обработки голов. Голову разрубают на машине В2-ФГМ, рабочая часть которой имеет вид ножа с овальным вырезом. Такая форма ножа обеспечивает сохранение целостности мозга и гипофиза при разрубе. Мозг необходимо извлекать, не нарушая оболочки, защищающей его от механических и микробиальных загрязнений. Мозжечок оставляют вместе с полушариями.

На мясокомбинатах, где не организован сбор гипофиза для медицинских целей, применяют установку, в которой для извлечения мозга внутрь черепной коробки вводится вода под давлением. При этом мозги вытесняются через затылочные отверстия без разрушения.

После обработки голов с обвалкой получают (в % к массе голов до обработки в субпродуктовом цехе): головного мяса —

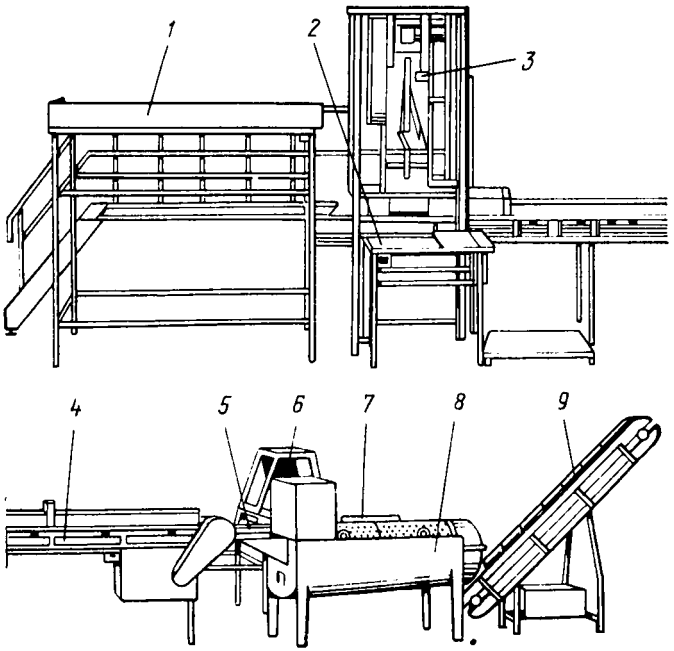


Рис. 40. Линия В2-ФГЛ для обработки говяжьих голов:

1 — приемный стол; *2* — стол для обвалки нижней челюсти; *3* — машина В2-ФЧБ для отделения челюстей; *4* — ленточный транспортер подачи голов и мяса; *5* — стол приема черепной коробки; *6* — машина В2-ФГМ для разрубки голов; *7* — стол для извлечения мозга и гипофиза; *8* — барабан К7-ФМЗ для промывки субпродуктов; *9* — наклонный скребковый транспортер для подачи промытого мяса

34,0, мозгов — 3,0, губ (без кости) — 4,7, головной кости — 54,0, жира (в том числе подглазничного) — 2,5, глаз — 0,7, гипофиза — 0,001, потерь — 1,1.

Мясокостные хвосты тщательно промывают водой (температура 30—40 °С) под душем или в моечном барабане, удаляют остатки шкуры и волосы и дают воде стечь в течение 20—30 мин.

Обработка мякотных субпродуктов. Языки поступают вместе с подъязычным мясом и калтыком, промываются в перфорированных барабанах непрерывного действия К7-ФМЗ-А или в барабанах периодического действия БСН-1М. Затем на столе отделяют калтык и подъязычное мясо, зачищают от пленок, обезжиривают и укладывают в вытянутом положении на противни. Для использования *языков* в колбасном и консервном производствах с них дополнительно снимают ороговевшую слизистую оболочку в центрифуге (частота вращения 120—130 мин$^{-1}$), куда подается вода температурой 70—80 °С. Говяжьи языки обрабатывают 3—4 мин, свиные — 1,5—2 мин, бараньи — 1—1,5 мин. Языки выгружают в холодную проточную воду, затем срезают подъязычное мясо.

Ливер промывают холодной водой под душем или в моечном барабане непрерывного действия. Навешивают за трахею на крючки, расположенные над столом, обезжиривают и разделяют за столом на составные части. От моечного барабана к рабочим местам ливер передается пластинчатым транспортером.

Печень тщательно осматривают, так как в ней могут быть зародыши глистов и микрофлора (при фильтрации крови в организме). При выявлении уплотнений или других патологических изменений ткани удаляют пораженные участки. Печень зачищают от пленок, лимфатических узлов, обезжиривают и промывают.

С *легких* срезают жир и прирези мускульной ткани, разделяют на две части и промывают.

С *сердца* обрезают жир, освобождают от сумки, разрезают и тщательно промывают.

С *трахеи* обрезают жир, отделяют диафрагму и промывают. Диафрагму вместе с мясной обрезью обезжиривают, освобождают от посторонних тканей и загрязнений, промывают. На механизированных поточных линиях ливер промывают в моечных барабанах непрерывного действия.

Селезенку обрезают, очищают от посторонних тканей, разрезают на две-три части и тщательно промывают.

Почки крупного рогатого скота и свиней освобождают от жировой капсулы и оболочки, очищают от кровеносных сосудов и мочеточников.

Вымя разрезают на несколько частей для лучшего удаления молока из выводных протоков во время промывки.

Обработка слизистых субпродуктов. Обработка слизистых субпродуктов заключается в обезжиривании, очистке от загрязнений и слизистой оболочки. Сразу после извлечения желудки жвачных (говяжьи и бараньи) после ветеринарного осмотра разделяют на три части: рубец (собственно рубец и сетка), книжку, сычуг.

Рубцы говяжьи и бараньи поступают в субпродуктовый цех после предварительного обезжиривания, освобождения от содержимого и промывки. Их рекомендуется обрабатывать в подвешенном состоянии. В процессе вскрытия и освобождения от содержимого рубец орошают водой, тщательно промывают и очищают щеткой с внутренней и наружной сторон на зонтичном столе или центрифуге при температуре воды 35 °С в течение 3—4 мин.

На крупных мясокомбинатах рубцы обрабатывают на механизированной линии (рис. 41). Рубцы, поступающие из ванны с проточной водой, навешивают в растянутом виде на крючки конвейера, окончательно обезжиривают и направляют в шпарильный чан для шпарки при 65—68 °С в течение 5—8 мин, а затем в центрифуги МОС-3С для очистки. Цель шпарки — уменьшить силы сцепления слизистого слоя с подслизистым и механи-

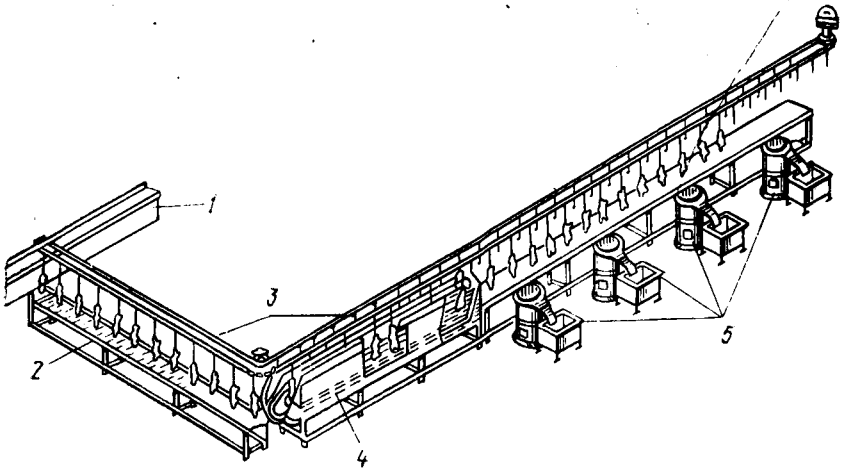


Рис. 41. Поточно-механизированная линия обработки рубцов:
1 — приемная ванна; *2* — желоб для стекания воды и сбора жира; *3* — подвесной конвейер с крюками; *4* — шпаральный чан; *5* — центрифуги МОС-3С

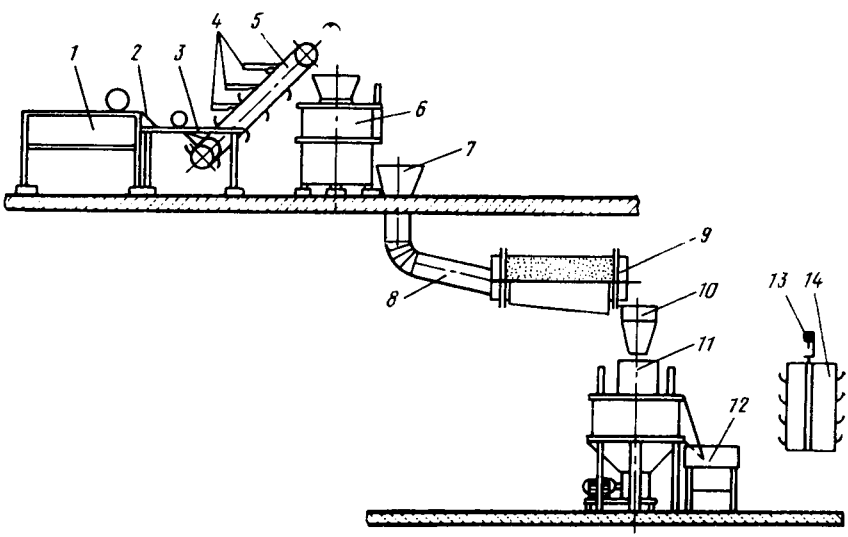


Рис. 42. Схема линии обработки книжек крупного рогатого скота:
1 — конвейерный стол для шпровки; *2* — лоток; *3* — стол; *4* — режущие устройства; *5* — наклонный цепной транспортер; *6* — односекционная центрифуга; *7* — горловина спуска; *8* — спуск; *9* — моечный барабан; *10* — распределительное устройство; *11* — двухсекционная центрифуга; *12* — ванна; *13* — подвесной путь; *14* — вешала

ческую прочность последнего. Недошпарка или зашпарка приводят к ухудшению качества и увеличению продолжительности обработки. Аппараты для шпарки слизистых субпродуктов обеспечиваются терморегуляторами. Очищенные рубцы охлаждают в ванне с проточной водой и выдерживают на рамках с крючками для стекания.

Книжки поступают в субпродуктовый цех после предварительного обезжиривания, освобождения от содержимого и промывки. Их дополнительно промывают в ванне с проточной водой или в центрифуге, затем шпарят в центрифуге или шпарильном чане (барабане) в течение 5 мин при температуре воды 65—68 °С и очищают от слизистой оболочки в центрифуге. Далее книжки повторно промывают и охлаждают в ванне с водой, очищают от остатков слизистой оболочки, оставляют на 20—30 мин для стекания воды.

На Ленинградском мясокомбинате установлена поточно-механизированная линия обработки книжек крупного рогатого скота (рис. 42). Цепным транспортером их подают под направляющие или фиксируют в определенном положении, в котором они подрезаются ножами, затем подаются в бункер-дозатор, из которого они передаются для многократной промывки и очистки в центрифугу, моечный барабан и через раздаточное устройство в двухсекционную центрифугу. Процессы загрузки центрифуги, обработки и перегрузки продукта из одной зоны центрифуги в другую, охлаждения в центрифуге и разгрузки производятся автоматически по заданной программе. Качество обработки книжек на поточно-механизированной линии высокое и позволяет использовать их на пищевые цели.

Сычуги крупного рогатого скота и свиные желудки. в цехе убоя скота и разделки туш обезжиривают, освобождают от содержимого и промывают так, чтобы не допустить потерь фермента. Длительность промывки 3—5 с, напор струи воды — слабый, температура воды не должна превышать 25 °С (при воздействии высоких температур фермент теряет активность).

В субпродуктовом цехе с сычугов и свиных желудков не позже чем через 45—60 мин после извлечения из туши удаляют слизистую оболочку, для чего сычуги крупного рогатого скота разрезают вдоль, а свиные желудки надрезают. Затем их надевают на деревянные болванки и ножом осторожно срезают слизистую оболочку. Освобожденные от слизистой оболочки сычуги и желудки промывают на центрифуге или в ванне. Если нет необходимости снимать слизистую оболочку, их ошпаривают, очищают, промывают.

Поточно-механизированная линия ЛОСС для обработки слизистых субпродуктов от всех видов скота (рис. 43) работает следующим образом. В корзины, установленные в ванне с горячей водой (65—67 °С), загружают субпродукты и производят предварительную шпарку в течение 8—10 мин. Затем корзины с

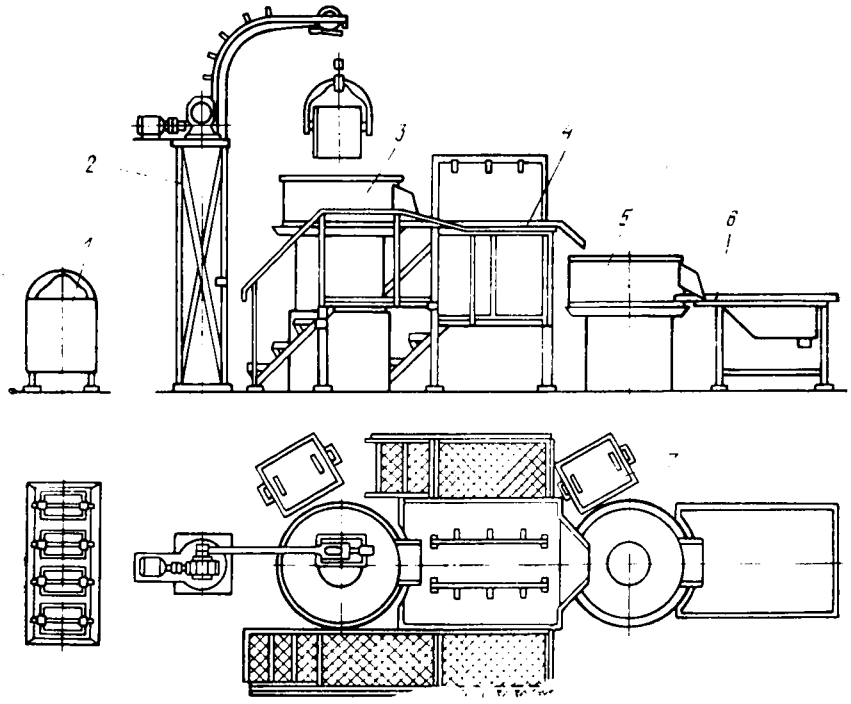


Рис. 43. Линия ЛОСС для обработки слизистых субпродуктов:

1 — ванна для предварительной шпарки субпродуктов; *2* — подъемно-поворотный кран; *3* — центрифуга МОС-1С для очистки субпродуктов; *4* — стол для осмотра и дочистки субпродуктов; *5* — центрифуга МОС-1С для промывки обработанных субпродуктов; *6* — стол для подсушки и разборки субпродуктов; *7* — приемник для конфискатов

помощью подъемно-поворотного крана подают к загрузочной горловине центрифуги. Перед началом загрузки центрифуга должна работать, а в барабан подаваться горячая вода. Шпарку и очистку от слизистой оболочки ведут 6—10 мин. Окончательную промывку выполняют во второй центрифуге. Производительность линии ЛОСС для обработки слизистых субпродуктов 500 кг/ч.

Обработка шерстных субпродуктов. При обработке шерстных субпродуктов отделяют несъедобную часть (волос, щетину, роговой башмак, эпидермис), а также загрязнения. Обработка шерстных субпродуктов включает следующие основные операции: промывка; шпарка; отделение волосяного покрова (обезволашивание); опалка; очистка от сгоревших частей и промывка. Кроме операций, общих для всех шерстных субпродуктов, от говяжьего путового сустава и свиных ножек после шпарки и удаления волоса (щетины) отделяют роговой башмак. *Свиные* и *бараньи головы* (в шкуре) разрубают для извлечения из них мозга и гипофиза. *Волос* (щетина) отделяется от субпро-

дуктов в результате трения друг о друга и о элементы центрифуги. Необходимо, чтобы сила трения превышала силу сцепления рогового башмака, эпидермиса или волоса с другими частями субпродукта. Величина сил сцепления зависит от вида субпродуктов, вида и возраста животных и других факторов и может быть уменьшена посредством тепловой обработки (шпарки).

Под действием горячей воды размягчается волосяная сумка, прогревается роговой башмак и размягчаются слои, связывающие его с дермой, уменьшается прочность эпидермиса. Температура воды, подаваемой в центрифугу, в значительной мере влияет на степень очистки субпродуктов и на свойства волоса (щетины). Поэтому ее надо поддерживать с помощью терморегуляторов на строго определенном уровне: для говяжьих субпродуктов — 65—68 °С, свиных — 60—63 °С. При обработке бараньих голов, имеющих густой волосяной покров, температура шпарки 68—70 °С.

При температуре выше оптимальной увеличиваются силы сцепления (зашпарка). В случае зашпарки волосы выдергиваются с трудом или ломаются и корень волоса остается неудаленным. Степень ослабления сил сцепления рогового башмака с дермой зависит в первую очередь от его толщины.

Для *свиных* ног силы сцепления уменьшаются настолько, что роговой башмак (копытце) отделяется обычно во время обработки в центрифуге. При шпарке путовых суставов от взрослых животных прогрев оказывается недостаточным, путовый сустав выходит из центрифуги без волоса, но в роговом башмаке. Его отделяют при помощи копытосъемочной машины МКС-1. Эффективность работы центрифуги зависит от размеров загрузки барабана. Оптимальная загрузка барабана — 70—80% емкости.

Снятие рогового башмака с путовых суставов взрослых животных сопровождается срывом части ценных тканей вместе с роговым башмаком. Это ухудшает товарный вид и уменьшает выход продукта. Во избежание этого после обезволашивания рекомендуется дополнительно прогревать путовые суставы в течение 3—5 мин при более высокой температуре (90—95 °С).

При обезволашивании *ушей* и *губ* для увеличения площади соприкосновения рекомендуется обрабатывать их вместе с костными шерстными субпродуктами — путовым суставом или свиными ногами.

При опалке влажные субпродукты покрываются копотью, которая с трудом удаляется. Поэтому перед опалкой их рекомендуется подсушивать, используя тепло отходящих после опалки газов.

Субпродукты загружают в опалочную печь через бункер с автоматически закрывающейся дверцей. При вращении наклонного барабана субпродукты перемещаются сначала через сплошную часть, где подсушиваются. В перфорированной части барабана пламя контактирует с субпродуктами при интенсивном

перемешивании их в результате вращения барабана. Здесь обгорает эпидермис и остатки волос. Температура в зоне опалки 700—900 °С, в зоне сушки 300—450 °С. Продолжительность опалки путовых суставов и губ 4—6 мин, свиных ног, ушей и хвостов 2—4, бараньих голов 3—5 мин.

Для шпарки и очистки от нагара применяют центрифугу МОС-3Ш, отличие которой от центрифуги МОС-3С, используемой для обработки слизистых субпродуктов, заключается в том, что диск ротора барабана центрифуги МОС-3Ш имеет отверстия диаметром 20 мм для удаления волоса вместе с водой, а также тем, что частота вращения диска у центрифуги МОС-3Ш в 2 раза меньше. Производительность центрифуги МОС-3Ш — 750 кг/ч, единовременная загрузка 100 кг, частота вращения ротора 122 мин$^{-1}$.

В последние годы для шпарки и очистки бараньих голов, говяжьих губ, ушей и путового сустава, свиных ножек, ушей, хвостов и межсосковой части шкур используют центрифугу Г6-ФЦШ, производительностью при шпарке и обезволашивании 500 кг/ч, при очистке от нагара — 1000 кг/ч. Единовременная загрузка при обработке путового сустава 120 кг, других шерстных субпродуктов (за исключением свиных и бараньих голов) — 150 кг. Продолжительность шпарки и обезволашивания 15 мин, очистки от нагара — 7,5 мин; частота вращения ротора 90 мин$^{-1}$

Шерстные субпродукты обрабатывают на поточных полностью или частично механизированных линиях (в зависимости от мощности и технической оснащенности предприятий). На мелких предприятиях обработка всех видов шерстных субпродуктов (за исключением свиных голов) совмещается на одной поточной линии. Шерстные субпродукты из цеха убоя скота и разделки туш поступают в субпродуктовый цех по спускам в ковшах или тележках. Их промывают проточной водопроводной водой, шпарят и обезволашивают в центрифуге. С путового сустава снимают роговой башмак на копытосъемочной машине. Затем субпродукты опаливают в течение 2—3 мин в опалочной печи при 800 °С, очищают от нагара и промывают холодной водой в центрифуге 1—2 мин или в горизонтальном барабане с ребристой поверхностью в течение 4—5 мин.

Говяжьи, свиные, бараньи шерстные субпродукты (за исключением свиных и бараньих голов) на мясокомбинатах средней мощности обрабатывают на линии ЛОШС (рис. 44) по аналогичной технологической схеме. Производительность линии 500 кг/ч.

В целях повышения уровня механизации процесса обработки шерстных субпродуктов и улучшения их качества Ленинградским СКБ разработаны высокопроизводительные поточные линии раздельной обработки шерстных субпродуктов (линия ФДШ для обработки путового сустава, говяжьих губ и ушей;

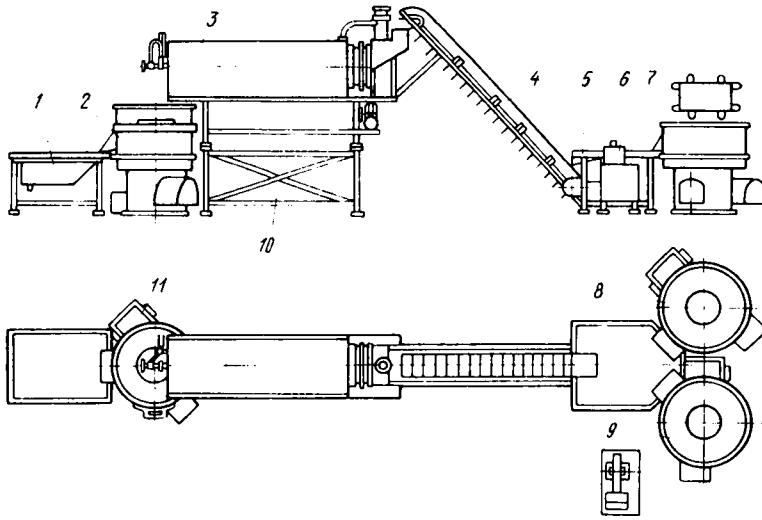


Рис. 44. Линия обработки шерстных субпродуктов ЛОШС:

1 — стол подсушки; *2* — машина МОС-1С с накопителем; *3* — опалочная печь; *4* — транспортер; *5* — стол инспекции; *6* — машина МСК-1; *7* — электрошкаф; *8* — машина МОС-1Ш; *9* — машина МОС-1С; *10* — подставка под опалочную печь; *11* — приемник для конфискатов

линия ФДЮ — свиных ножек, хвостов, ушей, межсосковой части шкуры).

Свиные головы поступают в субпродуктовый цех из цеха убоя скота и разделки туш после отделения ушей и языка. При отделении голов щековина остается на туше. Как и все шерстные субпродукты, головы шпарят, применяя для этого оборудование, соответствующее технической оснащенности производства (шпарильные барабаны или стационарные чаны, куда подается вода температурой 65—68 °С). Процесс длится до 8 мин. Головы очищают от щетины на специальных бильных машинах, в центрифугах. Затем их опаливают в печах различных конструкций либо газовыми горелками в течение 3—5 мин, поворачивая для равномерной опалки. В опалочной печи применяют газовые горелки с керамическим вкладышем (беспламенного типа), что обеспечивает равномерную опалку субпродуктов. Для очистки от нагара используют полировочные машины непрерывного действия с резиновыми билами.

Головы разрубают. Мозги, гипофиз промывают. Если головы не разрубают, то гипофиз можно извлечь с помощью гипоэкстрактора (специальные щипцы, вводимые в затылочное отверстие под остаток ствола спинного мозга) или на станке, разработанном Бакинским мясокомбинатом совместно с ВНИИМПом (гипофиз и часть мозга выделяются полым сверлом). Головы размещают на вешалах. Мозг и гипофиз укладывают в один ряд на противни (тазики). Щетину с голов собирают.

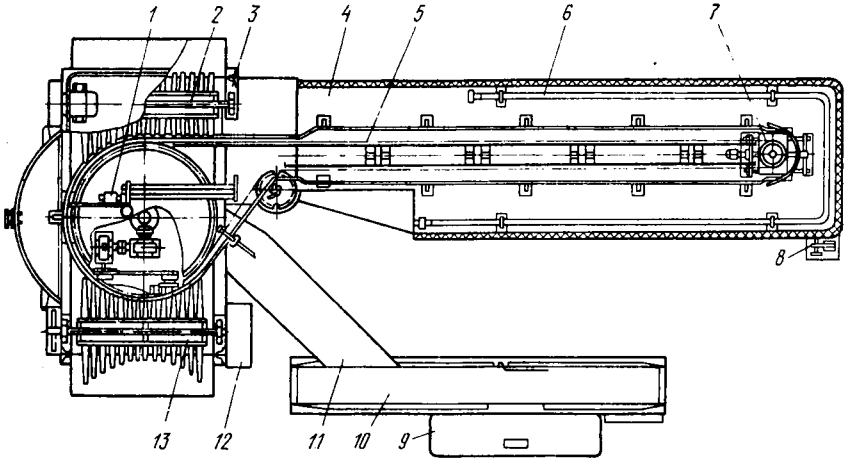


Рис. 45. Агрегат ФГБ-150 для обработки свиных голов:

1 — опалочное приспособление; *2* — вал с билами для снятия щетины; *3* — узел регулировки бил; *4* — шпарильный чан; *5* — цепной конвейер; *6* — барботер для подогрева воды; *7* — натяжная станция; *8* — заслонка для слива воды; *9* — стол для извлечения мозгов и гипофиза; *10* — транспортер ленточный; *11* — спуск для голов; *12* — пульт воздухогазораспределения; *13* — вал с билами для снятия нагара

Обработка голов на поточно-механизированных линиях для всех видов шерстных субпродуктов не дает необходимого качества и требует ручной доочистки. Это объясняется сложной конфигурацией свиной головы, ее большим объемом и массой. Поэтому свиные головы необходимо обрабатывать на специальных агрегатах и линиях.

Агрегат ФГБ-150 для удаления щетины со свиных голов (рис. 45) компактен. Перед началом работы шпарильный чан заполняется водой и включается система автоматического поддерживания ее температуры. Оператор вручную насаживает свиные головы на штыри движущегося конвейера, который направляет их в шпарильный чан, в устройство для удаления щетины скребками, для опалки и окончательной очистки от нагара. При орошении водой в процессе очистки от щетины штыри, а вместе с ними и головы получают вращательное движение. На участке разгрузки головы под действием собственной массы соскальзывают со штырей цепного конвейера и по спуску поступают на ленточный транспортер, который доставляет их на стол для извлечения мозгов и гипофиза. Производительность агрегата 150, 224 головы в час; скорость движения цепного конвейера транспортировки голов 1,27; 1,91 м/мин; продолжительность шпарки 5,5; 3,5 мин; опалки — 38, 25 с; температура воды в шпарильном чане 62—68 °С, при снятии нагара 40 °С.

Ленинградское научно-производственное объединение «Ленмясомолмаш» разработало агрегат Я2-ФУГ для обработки свиных голов (рис. 46). Свиные головы насаживают на держатели

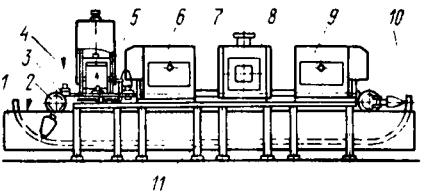


Рис. 46. Агрегат Я2-ФУГ для обработки свиных голов:

1 — шпарильный чан; 2 — цепной конвейер; 3 — каретки на цепном конвейере; 4 — держатели голов; 5 — механизм снятия обработанных голов; 6 — подировочная машина; 7 — направляющая для кареток с держателями голов; 8 — опалочная печь; 9 — скребмашина; 10 — направляющие; 11 — станина. Стрелками указано направление движения кареток с головами, надетыми на держатели

движущегося конвейера и последовательно обрабатываются. Производительность агрегата 100 голов в час. Полный цикл обработки одной свиной головы 11 мин. Агрегат компактен. Его применение позволяет сократить расход пара, количество обслуживающего персонала, улучшить условия труда и качество продукции.

В субпродуктовом цехе из *бараньих голов* с отрезанными рогами вырезают языки и извлекают глаза. Головы шпарят и очищают в центрифуге с помощью воды температурой 65—67 °С в течение 5—7 мин (частота вращения диска 122 мин$^{-1}$; загрузка центрифуги 100 кг). Для выемки мозга и гипофиза головы разрубают. Для извлечения гипофиза пользуются также станком, разработанным Бакинским мясокомбинатом совместно с ВНИИМПом. Если на мясокомбинате нет условий для шпарки и опалки, бараньи головы обрабатывают вручную ножом со снятием лобашей, а в случае необходимости применяют химическое обезволашивание.

На ряде мясокомбинатов работают механизированные линии обработки бараньих голов со съемкой лобашей, разработанные Карагандинским мясокомбинатом (рис. 47). Головы по спуску поступают в приемник для накопления сырья, откуда подаются на машину для снятия рогов. На столе производят забеловку и выемку языков. Затем головы по нижней ленте транспортера передаются к машинам для снятия лобашей. Забеленную часть шкуры вставляют между вращающимися рифлеными валиками, которые захватывают лобаш и снимают его с головы. Головы по верхней ленте транспортера подаются в моечный барабан непрерывного действия. С промежуточного стола они направляются на головоразрубочную машину и на стол для выемки мозга и гипофиза.

На Ленинградском мясокомбинате работает линия обработки бараньих голов способом шпарки-опалки (без снятия лобашей). Головы подаются скребковым транспортером в центрифугу для шпарки и очистки от шерсти. Затем их вручную очищают от остатков шерсти и с помощью транспортера направляют в опалочную печь. Опаленные головы поступают в центрифугу для окончательной мойки. На сетчатом транспортере шерсть отделяют от воды.

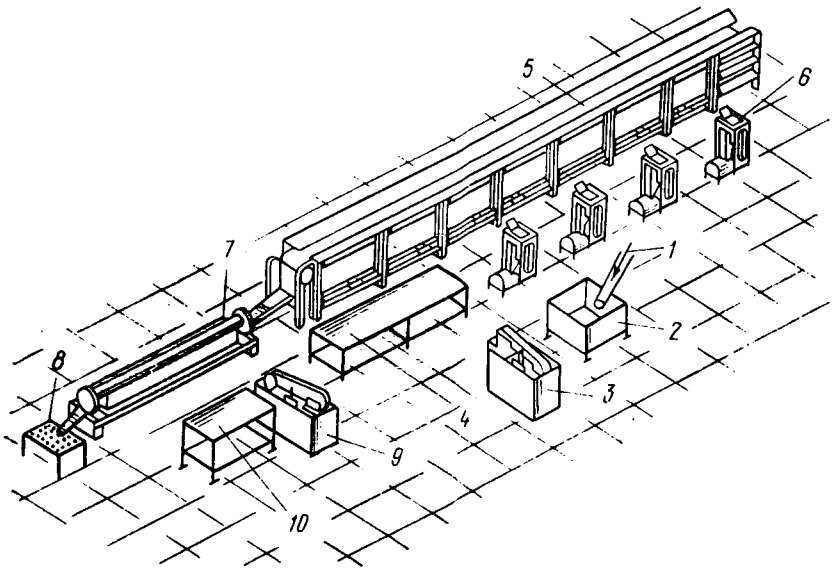


Рис. 47. Механизированная линия обработки голов мелкого рогатого скота: *1* — спуск; *2* — приемник сырья; *3* — машина для снятия рогов; *4* — стол для забеловки и извлечения языков; *5* — ленточный транспортер; *6* — машина для снятия лобашей; *7* моечный барабан; *8* — промежуточный стол; *9* головоразрубочная машина; *10* — стол для извлечения мозга и гипофиза

Обработка субпродуктов птицы. Часть субпродуктов (печень, сердце, мышечный желудок, голова, крылья, ноги и шеи без кожи) употребляют на пищевые цели, другие (кишечник, кутикула мышечного желудка, зоб, трахея, пищевод, легкие, почки, яйцевод, яичник и др.) используют для выработки кормов. Обработка пищевых субпродуктов начинается непосредственно после отделения их от тушки.

Сердце после отрезания артерии ножницами промывают, освобождают от околосердечной сумки. Желудок для удаления содержимого разрезают вдоль на машине или вручную ножом. С желудка снимают кутикулу на машине, прикладывая желудок кутикулой к вращающимся валикам. Головы, ноги, крылья очищают от остатков пера и пеньков, опаливают в опалочной печи или газовыми горелками, очищают от нагара, у ног обрезают коготки. Все субпродукты промывают и охлаждают.

После охлаждения субпродукты, если их не вкладывают в тушку, разбирают по комплектам (печень, сердце, мышечный желудок, шейка), упаковывают в пакеты из полимерной пленки или заворачивают в салфетки из целлофана или пергамента. Наборы составляют только из субпродуктов одного вида птиц (кур, цыплят, уток, гусей, утят, индеек) и выпускают следующих наименований: набор для студня, для рагу, суповой (для реали-

зации только в торговой сети). Наборы фасуют порциями по 0,5 и 1 кг. На упаковке или ярлыке, вкладываемой в упаковку, должна быть нанесена предусмотренная стандартом информация.

Обработанные субпродукты должны отвечать технологическим и ветеринарно-санитарным требованиям по внешнему виду, консистенции, цвету и запаху.

СБОР И КОНСЕРВИРОВАНИЕ ЭНДОКРИННО-ФЕРМЕНТНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Получение органопрепаратов с гарантированным качеством зависит прежде всего от строгого соблюдения ветеринарно-санитарных правил переработки сельскохозяйственных животных и рациональной организации сбора и консервирования эндокринно-ферментного и специального сырья.

Сырье, используемое для производства медицинских препаратов, собирают только от животных, заключение о благополучном состоянии здоровья которых сделано на основании ветеринарного освидетельствования перед убоем и ветеринарной экспертизы продуктов убоя. К переработке на лечебные препараты не допускаются железы с очагами обызвествления или уплотнений, с абсцессами, признаками атрофии.

При сборе сырья должно быть обеспечено предотвращение его загрязнения и инфицирования, а также развития в нем автолитических процессов. Важнейшим условием правильной организации сбора эндокринно-ферментного сырья является его быстрое извлечение из туши животного и максимальное сокращение времени между выделением сырья и его последующим консервированием.

В процессе сбора и очистки сырье должно быть тщательно отделено от посторонних тканей. При этом не допускается порезы желез и сильное механическое воздействие на них. Порядок извлечения эндокринно-ферментного сырья при убое животных соответствует принятой последовательности операций переработки скота. Железы и ткани из туш животного и отдельных органов выделяют в местах, где обрабатывают соответствующие участки туши или продукты убоя.

Щитовидную железу извлекают после отделения голов от туловища. Щитовидная железа, состоящая из двух соединенных перешейком долей (у свиней обе доли срощены), расположена по обе стороны трахеи вблизи 2—3-го хрящевого кольца. Каждую долю железы вырезают отдельно острым ножом из оттянутой от трахеи жировой и соединительной ткани.

Паращитовидные железы (от 2 до 8 шт.) расположены вблизи щитовидной железы в складках соединительной ткани. Их извлекают ножницами перед обработкой голов.

Поджелудочная железа находится в брюшной полости на уровне 12-го грудного и 2—4-го поясничных позвонков. Железу извлекают из туши вместе с внутренностями, после чего ее отделяют вручную или с помощью ножниц, острого ножа от селезенки, двенадцатиперстной кишки, брыжейки и печени.

Надпочечные железы являются парными органами, расположены в непосредственной близости от почек и соединены с ними жировой капсулой. Железы извлекают из туши после нутровки иссечением из жировой ткани.

Яичники являются парными органами, расположены в поясничной области ниже почек. Их вынимают с помощью ножа после вскрытия нижней части брюшной полости в момент извлечения матки или вместе с внутренностями. Плаценту заготовляют от стельных коров вместе с котиледонами. Для этой цели на матке делают продольный разрез и отделяют плаценту ножом или изогнутыми ножницами.

Семенники — парные железы. Их собирают после разреза шкуры по белой линии. При этом перерезают семенные канатики и отделяют оболочки, покрывающие семенник, от кожных стенок мошонки.

Пузырьковые железы являются парными. Они расположены на шейке мочевого пузыря, у корня пениса. Их собирают при нутровке после отделения проходника.

Тимус извлекают при переработке молодняка крупного рогатого скота после распиливания грудной кости.

Гипофиз, расположенный в черепной коробке у основания черепа, извлекают незамедлительно после разрубки черепа. Линия разруба должна отстоять от центра на 0,5—1,0 см во избежание повреждения железы. После разруба черепной коробки с помощью узкого ножа разрезают плотную соединительную оболочку и из углубления основной кости извлекают гипофиз. При использовании гипоэкстрактора — специальных щипцов, которые вводят в полость черепа через большое затылочное отверстие, — свиные гипофизы можно извлекать немедленно после отделения голов от туши. Гипофизы овец можно также извлекать без разруба голов, высверливая их машиной конструкции Бакинского мясокомбината.

Спинной мозг извлекают на линии зачистки после распиловки туши. Для предотвращения возможности повреждения спинного мозга линия распила смещается на 5—7 мм в сторону от центра.

Желчный пузырь отделяют после извлечения из туши ливера и его ветеринарного осмотра. Желчный пузырь разрезают и желчь выливают в бидоны через воронки, покрытые несколькими слоями марли.

Слизистые оболочки снимают сплошным слоем с предварительно вывернутых и промытых свиных желудков и сычугов крупного и мелкого рогатого скота, не допуская прирезей жира.

Извлеченные железы и ткани собирают в специальные эмалированные, алюминиевые или из нержавеющей стали тазики и ведра. Целесообразно для сбора эндокринных желез использовать емкости, в поддон которых помещают лед, твердый диоксид углерода — «сухой лед», или сосуды с криогенной жидкостью.

Консервирование эндокринно-ферментного сырья должно обеспечить наиболее полное сохранение его исходных биологических свойств. Применяемые способы должны свести к минимуму структурные и физико-химические изменения свойств сырья, полностью предотвратить развитие микробиологических процессов и в максимальной степени затормозить биохимические процессы в тканях. Развитие автолитических процессов при консервировании таких желез, как поджелудочная, надпочечники, гипофиз, связано со значительным понижением активности действующих начал. Помимо понижения содержания гормональных веществ, в ряде случаев в результате биохимических процессов в тканях могут возникнуть продукты автолиза, оказывающие неблагоприятное воздействие на организм. Качество поджелудочной железы под влиянием развития автолитических процессов понижается не только вследствие разрушения инсулина, но и в связи с тем, что наличие продуктов автолиза затрудняет очистку инсулина и уменьшает стойкость препарата при хранении.

Выбор методов консервирования эндокринно-ферментного и специального сырья определяется свойствами действующего начала, характером дальнейшей переработки сырья. Основным методом консервирования является замораживание. Замораживание эндокринно-ферментного сырья целесообразно проводить в условиях быстрого теплоотвода. Для этого используют морозильные аппараты, обеспечивающие замораживание продукции при —40÷—50 °С. При отсутствии возможности использовать такие аппараты эндокринное сырье следует замораживать в специальных камерах отдельно от мяса и субпродуктов при температуре не выше — 20 °С.

Отпрепарированное и рассортированное сырье, направляемое на замораживание, раскладывают в один или два слоя на противни из нержавеющей стали или алюминия.

Длительность процесса замораживания широко варьирует в зависимости от условий замораживания и величины желез. При замораживании эндокринного сырья в морозильных аппаратах при температурах —40÷—50 °С длительность процесса 1—2 ч; при замораживании в холодильных камерах при температуре не выше —20 °С — от 8 до 15 ч.

Ферментное сырье можно замораживать в морозильных аппаратах или в камерах, предназначенных для замораживания субпродуктов, при температурах не выше —20 °С. При этих температурах длительность замораживания слизистых оболочек,

помещенных в оцинкованные или алюминиевые формы, составляет 15—20 ч. Легкие, печень, селезенку, молочную железу замораживают в блоках при температуре не выше —15 °С.

Высокий уровень сохранения действующих начал достигается при иммерсионном, или струйном, замораживании сырья жидким азотом. В настоящее время для консервирования эндокринно-ферментного и специального сырья разрабатывают криморозильные установки.

После замораживания железы упаковывают в полимерную тару, деревянные ящики или картонные контейнеры, внутреннюю поверхность которых выстилают бумагой. В один ящик укладывают одноименные железы от одного вида скота. Для уменьшения контакта с кислородом воздуха сырье укладывают, возможно, более плотно. Упаковывание производят при температуре помещения не выше —20 °С. Аналогичным образом упаковывают замороженные блоки.

Замороженное эндокринно-ферментное сырье хранят в камерах при температуре не выше —20 °С. В процессе хранения особое внимание обращают на отсутствие колебаний температур. Срок хранения замороженного сырья 4—6 мес. Специальное сырье хранят при температурах не выше —15÷—12 °С.

Такие виды специального сырья, как кровь и желчь, консервируют обезвоживанием в распылительных и сублимационных сушилках. Применение сублимационной сушки обеспечивает высокий уровень сохранения действующих начал эндокринно-ферментного и специального сырья.

Поджелудочную железу крупного рогатого скота, овец и коз, предназначенную для производства технического панкреатина, консервируют поваренной пищевой солью: железы укладывают в бочки с мешками-вкладышами из полимерных пленочных материалов и пересыпают солью из расчета 20 кг на 100 кг железы.

Глава 5

ХОЛОДИЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Применение холода при производстве и хранении мяса и мясопродуктов является наиболее эффективным и распространенным способом консервирования, обеспечивающим высокую степень сохранения биологической ценности и органолептических показателей продуктов при более низких по сравнению с баночным консервированием энергетических затратах.

Изменения свойств мяса при холодильной обработке во многом определяются высоким содержанием в нем воды и характером ее связи с остальными компонентами системы. Особенности расположения электронов в молекуле воды придают ей электрическую асимметрию. Поэтому молекула воды представляет собой диполь. Общепринятой модели жидкой воды до сих пор не существует. Согласно наиболее распространенной теории особенности строения жидкой воды обусловлены постоянным образованием и разрушением водородных связей между диполями молекул воды. Часть влаги за счет силового поля белков, создаваемого ионизированными и полярными группами, образует вокруг макромолекул гидратные оболочки.

Гидратная, или связанная, влага макромолекул обнаруживает ряд аномальных свойств. В ней не растворяются электролиты, и процесс ее фазовых превращений требует больших затрат энергии. Количество гидратной влаги составляет для разных белков 0,15—0,35% на 1 г белка. Наибольшей степенью гидратации обладает миозин.

При фазовом переходе воды в лед каждая молекула воды соединяется с 4 соседними диполями, образуя регулярную кристаллическую решетку. В настоящее время имеются достаточно четкие представления об особенностях взаиморасположения молекул воды в структуре льда, обусловленных наличием водородных связей. Кристаллизация влаги приводит к изменению теплофизических, структурно-механических характеристик продукта и другим серьезным последствиям.

Физико-химические свойства воды приведены ниже.

Точка плавления	273,15 К
Точка кипения	373,15 К
Плотность воды	$0{,}99987 \cdot 10^3$ кг/м³ при 273,15 К
Плотность льда	$0{,}9167 \cdot 10^3$ кг/м³ при 273,15 К
Мольная теплоемкость	75,3 Дж/(моль·К)
Мольная теплота плавления	6,0 кДж/моль
Мольная теплота испарения	40,79 кДж/моль
Диэлектрическая проницаемость	78,54 при 298,15 К

В зависимости от задач холодильной обработки и предполагаемых сроков хранения процесс осуществляется при различных температурах. В соответствии с этим различают следующие процессы холодильной обработки:

охлаждение и хранение мяса и мясопродуктов при температурах выше криоскопических, но близких к ним; продолжительность хранения зависит от вида сырья, исходной микробиологической обсемененности, величин pH, a_w, наличия дополнительных к холоду средств и может составлять от 5 до 30 сут;

замораживание и хранение в замороженном состоянии мяса и мясопродуктов при температурах, обеспечивающих фазовый переход значительного количества воды в лед; продолжительность хранения составляет 6—12 месяцев и более;

подмораживание мяса при температурах ниже на 2—3 °С криоскопической; продолжительность хранения при ограниченном льдообразовании составляет 20 сут.

ОХЛАЖДЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Охлаждение продукта — это понижение температур до нижней границы биокинетической зоны, в пределах которой вода находится в доступной для микроорганизмов форме, т. е. в жидкой фазе. С целью торможения развития микроорганизмов при охлаждении мяса температура понижается в толще туши от 37—36 до 4 ÷ —1 °С. Последующее хранение проводят при режимах, обеспечивающих поддержание достигнутого уровня температур продукта. При таких температурах в мясе могут протекать с достаточной интенсивностью биохимические превращения, обусловленные действием тканевых ферментов, физико-химические реакции в результате контакта продукта с окружающей средой, а также не исключена возможность развития микробиологических процессов. Указанные явления, формирующие качество мяса, находятся в сложной взаимосвязи. Характер и глубина изменений мяса в процессе охлаждения и последующего хранения зависят от его исходных свойств, условий и режима холодильной обработки.

Микробиологические процессы. Достижение главной цели охлаждения — торможения развития нежелательной микрофлоры — представляется достаточно сложной задачей. Повышение температуры приводит к подавлению жизнедеятельности микроорганизмов. Так, мезофиллы не способны размножаться ниже 5—10 °С. Эффект воздействия пониженных температур на микробную клетку может быть обусловлен нарушением сложной взаимосвязи метаболических реакций в результате различного уровня изменений их скоростей и повреждением молекулярного механизма активного переноса растворимых веществ через кле-

точную мембрану. В отличие от мезофилов психрофилы способны расти достаточно быстро при 0÷5 °С.

Таким образом, охлаждение до температуры, близкой к точке замерзания тканевой жидкости, не исключает возможность порчи мяса. Однако развитие микрофлоры резко затормаживается и тем больше, чем ближе температура мяса к точке замерзания тканевой жидкости. Из бактерий в мясе обнаруживаются кокковые формы (Micrococcus, Staphylococcus), палочковидные неспоровые (Pseudomonas, Achromobacter, Aeromonas, Escherichia, Aerobacter, Proteus, Salmonella, Lactobacillum, Microbacterium), палочковидные спорообразующие (Bacillus, Clostridium) и др.; плесневые грибы представлены Micor, Penicellium, Cloclosporium и др., дрожжи — Torulopsis, Rhodotorula и др.

Основной причиной порчи охлажденного мяса являются размножения психрофильной аэробной микрофлоры. Наиболее активными из этой группы являются бактерии рода Pseudomonas. Развиваясь при подходящих условиях на мясе, гнилостные микроорганизмы разрушают питательные вещества и выделяют такие продукты жизнедеятельности, которые резко ухудшают органолептические свойства мяса и могут обладать токсичностью. Патогенные и токсигенные бактерии (Salmonella, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens), выживая на мясе при низких температурах, могут являться причиной пищевых отравлений в случае создания условий для их развития.

Скорость распространения микроорганизмов в толще мяса зависит от вида микрофлоры, свойств мяса и внешних условий, в первую очередь от температуры. При температуре, близкой к 0 °С, в среднем микроорганизмы за 30 сут проникают на глубину до 1 см. Аэробы подготавливают условия для анаэробов, которые начинают развиваться в первую очередь вблизи суставов, костей, в крупных кровеносных сосудах и кровяном русле, выделяя продукты с крайне неприятным запахом.

Плесени начинают размножаться прежде всего на тех участках поверхности мяса, возле которых затруднена циркуляция воздуха: затылочная впадина, зарез, паховые складки, внутренняя поверхность ребер, за редким исключением они не проникают в глубь тканей более чем на 2 мм.

В обычных условиях хранения мяса в полутушах и крупных отрубах наиболее ранним признаком порчи мяса является появление слизи на ее поверхности. Поверхность становится липкой, ухудшается товарный вид мяса, меняется его вкус и запах.

Размножение микробов на поверхности мяса начинается после небольшого периода задержки и идет с нарастающей скоростью до достижения максимума числа микробов, при котором становится заметным ослизнение.

Эффективность подавления жизнедеятельности зависит не только от конечного уровня температур, но и темпа теплоотвода. Помимо температуры, на стабильность свойств мяса в отно-

шении развития микробиологических процессов при охлаждении и последующем хранении влияют первоначальное количество микроорганизмов на поверхности мяса, величина pH, влагосодержание поверхностных слоев мяса.

Степень обсемененности мяса микрофлорой зависит от условия содержания, транспортирования и подготовки к убою скота, санитарно-гигиенических режимов переработки туш, обескровливания, съемки шкур, нутровки, зачистки. На 1 см^2 поверхности свежего мяса при соблюдении санитарных требований переработки насчитываются тысячи или десятки тысяч микроорганизмов. Качественный состав микрофлоры разнообразен и включает бактерии приблизительно 20 родов, 10 родов плесневых грибов, а также дрожжи.

Предельные значения pH среды для микроорганизмов колеблются от 4,0 до 9,0. В этом интервале у большинства из них оптимальные значения pH лежат в узкой области и для бактерий соответствуют величинам концентрации водородных ионов, близким к нейтральным. Несмотря на то что цитоплазматическая мембрана мало проницаема для ионов водорода, отклонения величины pH от оптимальной могут существенно тормозить рост микрофлоры. Концентрация ионов водорода среды влияет на ферментативные системы клеточных мембран, ответственных за активный транспорт биологически важных веществ.

Смещение pH в кислую сторону в результате накопления молочной кислоты при автолизе мяса повышает его стабильность к микробиологической порче. Уровень величины pH зависит от содержания гликогена в мышечной ткани после убоя и интенсивности его распада при хранении мяса. Сроки хранения охлажденного мяса с pH выше 6,2 сокращаются более чем в 2 раза.

Испарение влаги с поверхности мяса в процессе его охлаждения приводит к увеличению концентрации растворенных компонентов и понижению величины a_w и, как следствие, ингибированию жизнедеятельности микроорганизмов. Уровень влагосодержания зависит от тканевого состава, количества жира, глубины и характера автолитических процессов, влияющих на гидратацию системы, условий и режимных параметров холодильной обработки (относительной влажности, температуры, скорости движения воздуха).

Автолитические процессы. Наряду с главной задачей охлаждения — подавления жизнедеятельности микроорганизмов при холодильной обработке мяса — важнейшей проблемой является развитие в желательном направлении автолитических процессов. Значение развития биохимических процессов при холодильной обработке мяса связано с их непосредственным влиянием на подавление жизнедеятельности микрофлоры, вызывающей порчу продуктов, а также с зависимостью органолептических показателей, биологической ценности и технологических свойств мяса от характера и глубины автолиза мышечной ткани.

В процессе послеубойного хранения мяса в нем последовательно развиваются ферментативные процессы и связанные с ними физико-химические и микроструктурные превращения тканей, совокупность которых приводит к изменению консистенции, сочности, вкуса, аромата и водоудерживающей способности мяса, а также степени устойчивости белков к воздействию протеолитических ферментов.

При наличии некоторых особенностей в развитии биохимических процессов и их интенсивности основная направленность изменений мяса разных убойных животных и птиц при холодильной обработке и хранении носит общий характер.

Зависимость продолжительности созревания от температуры может быть выражена, по Куприянову, следующей формулой

$$\lg \tau = 0{,}0515(23{,}5 - t),$$

где τ — длительность созревания, сут; t — температура, °С.

Уровень температуры мяса при охлаждении и темп ее изменения определяют не только интенсивность автолитических процессов, но и влияют на характер изменения белковых систем. В этой связи при охлаждении частей туши большой массы состояние мышечной ткани периферийной и центральной зон может иметь свои особенности.

Минимальные значения величины pH мышечной ткани, достигнутые в ходе автолиза мяса, зависят в значительной мере от условий содержания животных, стресс-факторов при транспортировании, предубойной выдержке и убое скота, влияющих на прижизненный распад гликогена. Интенсивность гликогенолиза зависит от температурного режима охлаждения.

Определяющее значение для таких качественных характеристик мяса, как консистенция и сочность, имеет состояние миофибриллярных белков. В ходе развития посмертного окоченения мышечной ткани при охлаждении мяса, связанного с ассоциацией миозина с актином и, как следствие, сокращением длины саркомеров, увеличивается жесткость мяса и понижается его гидратация. Улучшение качественных характеристик мяса на стадии последующего хранения охлажденного мяса связано с частичной диссоциацией актомиозинового комплекса и протеолитическим распадом белков саркоплазмы и миофибрилл за счет протеаз, активность которых зависит от степени их выхода из лизосом и величины pH.

Деструктивные изменения миофибрилл при хранении охлажденного мяса зафиксированы на электронограммах. Установлена прямая зависимость между степенью распада миофибрилл и изменением усилия среза. Интенсивность деструкции миофибрилл разных мышц при хранении охлажденного мяса неодинакова.

На изменение состояния мышечных белков значительно влияет темп понижения температур на первой стадии охлажде-

ния. При быстром понижении температур говядины, баранины и мяса птицы наблюдается развитие так называемой «холодной контрактации», приводящей к увеличению жесткости мяса, малоустраняемой при его длительном хранении. Указанное явление не выражено при хранении свинины. Развитие холодной контрактации обусловлено спецификой изменений состояния миофибрилл при быстром охлаждении мяса сразу же после убоя. Быстрое понижение температуры мышечной ткани приводит к нарушению действия кальциевого насоса в результате инактивации системы, регулирующей уровень АТФ в саркоплазматическом ретикулуме, энергия распада которой обеспечивает перенос ионов кальция против градиента концентраций. Массированное выделение ионов кальция из саркоплазматического ретикулума стимулирует АТФ-ную активность миозина и распад АТФ саркоплазмы, что приводит к образованию поперечных мостиков между актином и миозином. Вследствие высокого содержания АТФ в мясе в начале автолиза объем процессов, вызывающих образование актомиозина, велик.

Повышение жесткости мяса при быстром охлаждении связано также с ингибированием процессов автолиза. Для того чтобы избежать холодной контрактации, предлагают выдерживать мясо после убоя при 10÷15 °С в течение 10—12 ч. В этих условиях не нарушается действие кальциевого насоса до момента распада основной массы АТФ. Энергия оставшейся АТФ недостаточна, чтобы вызвать значительную контрактацию мышечного белка. Однако такой температурный режим может способствовать росту микробиологической обсемененности.

Хранение мышц при повышенных температурах сопровождается распадом миозина, что хорошо коррелирует с изменением усилий среза. Различия в изменении состояния миофибриллярных белков при разных режимах охлаждения сказываются также на атакуемости белков протеолитическими ферментами.

Учитывая различия в темпе понижения температур по объему, можно полагать, что степень выраженности холодной контрактации в периферических слоях будет большой

В настоящее время зависимость качественных характеристик мяса от условий охлаждения активно изучается. Имеющиеся данные убедительно свидетельствуют о том, что применение электростимуляции позволяет ускорить ферментативные процессы и избежать холодной контрактации.

Изменение свойств мяса и мясопродуктов. На качество мяса и мясопродуктов в период охлаждения и последующего хранения существенно влияет взаимодействие их с внешней средой, что приводит к возникновению тепло- и влагообмена и окислению лабильных компонентов кислородом воздуха. Испарение влаги с поверхности неупакованных продуктов сопровождается потерей массы — усушкой.

Удаление влаги из продукта в процессе холодильной обработки зависит от вида мяса, содержания в нем жира, степени гидратации белков, условий охлаждения и последующего хранения.

$$\Delta G = \frac{a}{G_{\text{пр}} r}\left[\frac{i_{\text{п}} - i_{\text{с}}}{c_{\text{р}}} - (t_{\text{пр}} - t_{\text{с}})\right] F\tau,$$

где ΔG усушка (относительная масса испарившейся влаги); a коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); $G_{\text{пр}}$ — масса продукта, кг; r удельная теплота парообразования, кДж/кг; $i_{\text{п}} - i_{\text{с}}$ — разность энтальпий воздуха у поверхности продукта и в окружающей среде, кДж/кг; $c_{\text{р}}$ теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К); $t_{\text{пр}}$ — температура продукта, °С; $t_{\text{с}}$ — температура окружающей среды, °С; F — площадь поверхности охлаждения тела, м²; τ продолжительность охлаждения, с.

В процессе охлаждения и последующего хранения изменяется цвет мышечной ткани мяса, что связано с изменением концентрации миоглобина в поверхностном слое в результате испарения влаги и развитием реакции его оксигенации и окисления. В первые дни хранения мясо приобретает яркую окраску из-за взаимодействия пигмента с кислородом и образования оксимиоглобина. Дальнейшее хранение сопровождается потемнением поверхности мяса вследствие увеличения концентрации пигмента и образования метмиоглобина за счет окисления железа гема. Этому процессу способствуют конформационные изменения глобина, вероятность развития которых возрастает, благодаря повышению концентрации солей в поверхностном слое и смещению pH в кислую сторону.

Наряду с окислением гемовых пигментов контакт продукта с кислородом воздуха приводит к окислению липидов. Развитие окислительных процессов стимулируется накоплением свободных жирных кислот в результате ферментативного распада эфирных связей, протекающего с заметной скоростью с самого начала хранения мяса. Интенсивность окисления липидов значительно возрастает за счет каталитического воздействия окисленной формы миоглобина.

С позиции экономики процесса и качественных показателей продукта чрезвычайно важно определение оптимальных режимов холодильной обработки и применение специальных средств, обеспечивающих снижение усушки и окислительных превращений, в частности использование полимерных покрытий. При выборе упаковочных материалов принимают во внимание их сорбционные характеристики, паро- и газопроницаемость. Положительно оценивается использование пищевых покрытий. Специалисты Киргизской ССР и Казахской ССР рекомендуют в качестве пищевых покрытий ацетилированные моноглицериды, полученные из говяжьего, бараньего и костного жиров. Равномерное нанесение на поверхность туш и полутуш этих пленкообразующих соединений снижает усушку, способствует торможению ро-

ста микроорганизмов, сохранению цвета. Применяют также ацетилированные триглицериды, полученные из растительных жиров.

Условия охлаждения. Интенсивность теплоотдачи во внешнюю среду наряду с прочими условиями зависит от размеров и конфигурации охлаждаемого объекта. Учитывая особенность формы полутуш, определяющее влияние на темп охлаждения имеет толщина бедра. Скорость охлаждения находится в прямой зависимости от теплопроводности тканей. Так как теплопроводность жировой ткани при плюсовых температурах примерно вдвое меньше теплопроводности мышечной ткани, то чем жирнее мясо, тем продолжительнее охлаждение. С учетом влияния упомянутых факторов продолжительность охлаждения близка для говяжьих и свиных полутуш. Для бараньих туш она меньше на 25%, для тушек птицы — вдвое меньше.

Мясо и мясопродукты охлаждают в воздушной или в жидких средах водой и рассолами. Распространенной и универсальной средой охлаждения является воздух. При охлаждении в воздухе возможны потери массы в результате испарения влаги и окислительные превращения жира и миоглобина. Указанные изменения можно свести к минимуму при использовании покрытий. Положительно оценивается охлаждение мяса и мясопродуктов при избыточном давлении и вакууме (мясной фарш).

Скорость охлаждения продукта с помощью жидкой среды значительно выше, чем воздушной, из-за большого коэффициента теплоотдачи. Продукты охлаждаются погружением в жидкую среду или орошением жидкостью. При охлаждении продукта в жидкости потерь массы не наблюдается. Однако такой способ охлаждения мяса приводит к увлажнению поверхности, вследствие чего срок хранения продукта значительно сокращается. Кроме того, при этом методе охлаждения продуктом поглощается жидкость, что ухудшает товарный вид и качество мяса благодаря извлечению из мышечной ткани белковых и экстрактивных веществ. В связи с ростом производства полимерных покрытий создается возможность бесконтактного охлаждения мяса и мясопродуктов, предварительно заключенных в водонепроницаемые пленки. В этом случае исключается непосредственный контакт поверхности мяса с жидкостью и создаются условия для более быстрого охлаждения мяса и мясопродуктов без ухудшения качества. Указанный способ применяют при охлаждении тушек птицы и субпродуктов.

Для охлаждения продуктов в воздушной среде важнейшими регулируемыми параметрами являются температура, скорость движения воздуха и контролируемая влажность. Быстрое доведение температуры продукта до уровня, неблагоприятного для развития микрофлоры, обеспечивает повышение его стабильности и выгодно в экономическом отношении, так как способствует понижению усушки и увеличению коэффициента использова-

ния холодильных емкостей. Эти обстоятельства и лежат в основе современных направлений совершенствования технологии холодильной обработки.

Продолжительность (в с) охлаждения полутуш мяса в камерах определяют по формуле

$$\tau = 0{,}0965 \frac{c_0 \delta \rho}{\alpha_{пр}} \left(\frac{t_{нач} - t_c}{t_{кон} - t_c} \right)^{1{,}5},$$

где, c_0 — удельная теплоемкость мяса, Дж/(кг·К); δ — толщина бедренной части полутуш, м; ρ — плотность мяса, кг/м^3; $\alpha_{пр}$ — приведенный коэффициент теплоотдачи от поверхности охлажденного мяса, Вт/(м^2·К) (определяют в зависимости от принятой системы охлаждения); $t_{нач}$ — начальная температура в центре бедра, °С; t_c — средняя температура в камере за цикл охлаждения, °С; $t_{кон}$ — конечная температура в центре бедра после охлаждения, °С.

Повышения интенсивности охлаждения при прочих равных условиях можно достигнуть в результате увеличения перепада температуры продукта и среды, а также скорости ее движения. В этой связи в технологической практике намечается для охлаждения мяса использовать воздух температурой значительно более низкой по сравнению с криоскопической точкой. Воздействие этих температур ограничено и производится в начале процесса охлаждения мяса, что обеспечивает предотвращение льдообразования. После достижения на поверхности мяса криоскопической температуры последующее доохлаждение осуществляется при температуре, близкой к криоскопической.

Преимущества этого способа охлаждения обусловлены сокращением длительности процесса, понижением усушки, лучшими микробиологическими показателями мяса. В то же время быстрый теплоотвод связан с возможностью значительного увеличения жесткости и понижения сочности говядины, баранины и мяса птицы. Указанные недостатки устраняются при использовании электростимуляции, а также длительном хранении охлажденного мяса.

В настоящее время в технологической практике применяют одностадийные и двухстадийные методы охлаждения. При одностадийном способе охлаждение проводят при температурах, близких к криоскопическим. Повышение интенсивности процесса достигается за счет увеличения движения воздуха с 0,1 до 2 м/с и понижения его температуры с 2 до —3 °С. Варианты этого способа охлаждения мяса от 35 до 4 °С в толще бедра приведены в табл. 36. Увеличение скорости охлаждения понижает потери массы. Эта зависимость прослеживается для всех видов и категорий мяса (табл. 37).

Двухстадийное охлаждение в зависимости от интенсивности проводится на первом этапе при температурах от —4 до —15 °С при скорости движения воздуха 1—2 м/с, в период доохлаждения температура воздуха составляет —1 ÷ —1,5 °С, а скорость

Таблица 36

Метод охлаждения	Параметры охлаждающего воздуха		Продолжительность процесса, ч
	температура, °С	скорость, м/с	
Медленное (все виды мяса)	2	0,16—0,2	28—26
Ускоренное (все виды мяса)	0	0,3—0,5	20—24
Быстрое			
говядина	—3÷—5	1÷2	12÷16
свинина	—3÷—5	1÷2	10÷13
баранина и козлятина	—3÷—5	1÷2	6÷7

Таблица 37

Мясо	Категория	Потери массы, %	
		Умеренное охлаждение	Быстрое охлаждение
Говядина (в полутушах)	I	1,60	1,40
	II	1,75	1,57
Баранина и козлятина (в тушах)	I	1,70	1,51
	II	1,82	1,57
Свинина (в полутушах)	I	1,50	1,30
	II	1,50	1,30
	III	1,36	1,18

Таблица 38

Метод охлаждения	Мясо	Стадия	Параметры воздуха		Температура мяса (конечная), °С	Продолжительность процесса, ч
			температура, °С	скорость, м/с		
Быстрый	Говядина	Первая	—4÷—5	1—2	10	10—12
		Вторая	—1÷—1,5	0,1—0,2	4	8—10
	Свинина	Первая	—5÷—7	1—3	10	6—8
		Вторая	—1÷—1,5	0,1—0,2	4	6—8
Сверхбыстрый	Говядина	Первая	—10÷—11	1—2	15—18	6—7
		Вторая	—1÷—1,5	0,1—2	4	10—12
	Свинина	Первая	—10÷—15	1—2	18—22	4—5
		Вторая	—1÷—1,5	0,1—0.2	4	10—15

движения — 0,1—0,2 м/с. Варианты двухстадийного охлаждения приведены в табл. 38.

Температурные кривые процесса двухстадийного сверхбыстрого охлаждения говяжьих полутуш приведены на рис. 48.

Рекомендуется продолжительность первой стадии охлаждения ограничивать 2 ч и на доохлаждение отправлять говяжьи

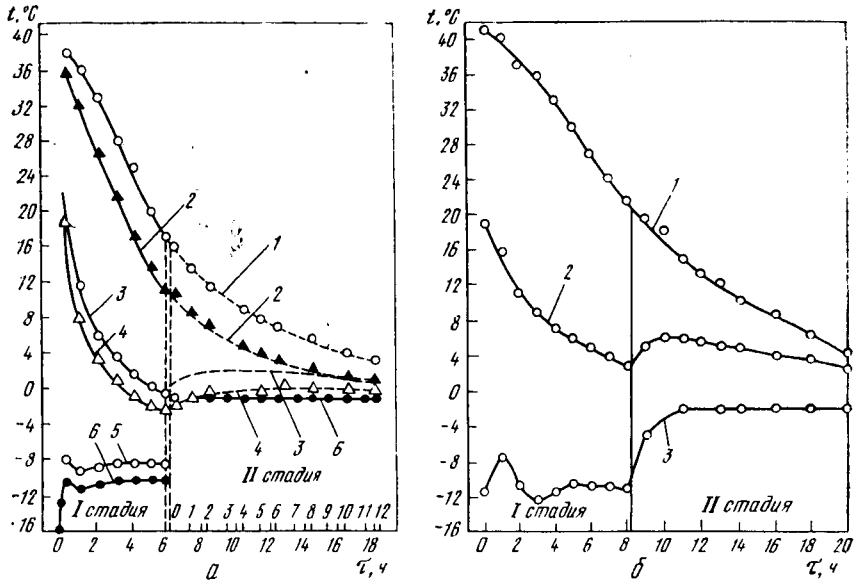


Рис. 48. Температурные кривые процесса двухстадийного сверхбыстрого охлаждения говяжьих полутуш:

а – охлаждение в разных камерах; *1*, *2* – температура в толще бедра и лопатки; *3*, *4* — на поверхности бедра и лопатки; *5* — воздуха у бедер полутуш; *6* — воздуха в камерах; *б* — охлаждение в одной и той же камере: *1* — температура в толще бедра; *2* — на поверхности бедра; *3* — воздуха у бедра

полутуши с температурой в толще бедра около 20 °С. Первый этап двухстадийного охлаждения можно проводить на конвейерных линиях тоннельного типа, работающих синхронно с конвейерами цеха убоя скота и разделки туш, или осуществлять в камерах с помощью направленного воздействия охлажденного воздуха методом воздушного душирования, предложенного ВНИКИМПом. Туши доохлаждают в камерах хранения. Потери массы при двухстадийном способе охлаждения мясных полутуш сокращаются на 20—30%.

В настоящее время наряду с двухстадийным способом охлаждения предлагается трехстадийный способ, а также программное охлаждение мясных туш. Эти способы осуществляются при переменных параметрах воздушной среды. При трехстадийном способе температура воздуха на первой стадии охлаждения составляет —10÷—12 °С, на второй —5÷—7 °С. Скорость движения воздуха на первой и второй стадиях — 1—2 м/с, продолжительность охлаждения составляет соответственно 1,5 и 2 ч. Доохлаждение производят при температурах воздуха около 0 °С и скорости движения воздуха не более 0,5 м/с.

Программное охлаждение говяжьих полутуш осуществляют вначале при температуре —4÷—5 °С и скорости движения воз-

духа 4—5 м/с, а затем при постоянной температуре, равной 0 °С, и переменной скорости движения воздуха, которая изменяется по заданной программе от начальной до 0,5 м/с.

Положительно оценивается перспектива гидроаэрозольного охлаждения говяжьих и свиных туш, разработанного ВНИКТИхолодпромом. Туши с температурой в центральной зоне 35—37 °С и наружной температурой 20—25 °С орошаются через форсунки тонкодиспергированной водой температурой 9 °С со скоростью движения 1—2 м/с. Через 3 ч охлаждения температура поверхности и внутренней зоны достигает соответственно 10—11 и 22—24 °С, после чего производят доохлаждение в камерах при 0÷—1 °С в течение 10—13 ч.

Существенного сокращения потерь массы мяса в процессе охлаждения можно достигнуть при избыточном давлении (0,1—0,3 МПа) охлаждаемого воздуха.

Охлаждение тушек птицы взаимосвязано с технологией переработки и является ее завершающим этапом, при максимальной механизации и автоматизации первичной переработки птицы целесообразно использовать интенсивное охлаждение тушек для обеспечения поточности процесса.

Мясо птицы охлаждают в воздухе, в льдоводяной смеси, в ледяной воде до температуры в толще грудной мышцы 4 °С. Воздушное охлаждение осуществляется при 0÷—1 °С и скорости движения воздуха 1—1,5 м/с. В зависимости от вида и категории упитанности продолжительность охлаждения тушек, упакованных в деревянные ящики или металлические лотки, составляет 12—24 ч. Процесс охлаждения может быть интенсифицирован за счет понижения температуры до —0,5÷—4 °С и увеличения скорости движения воздуха до 3—4 м/с. В этом случае продолжительность охлаждения составляет 6—8 ч. Охлаждение тушек птицы в воздухе сопровождается потерей массы от 0,5 до 1%. С целью уменьшения усушки рекомендуется проводить предварительное охлаждение до температуры тушек 15—20 °С орошением водопроводной водой с последующим охлаждением в подвешенном состоянии при —4÷—6 °С и скорости движения воздуха 3—4 м/с.

Наиболее эффективным с точки зрения условий теплообмена, сокращения затрат труда, создания поточности процесса, улучшения товарного вида тушек является способ охлаждения в ледяной воде температурой около 0 °С. Существует несколько вариантов этого способа: погружение, орошение и комбинация двух первых. Продолжительность охлаждения тушек птицы составляет 20—50 мин. Для предотвращения микробиологического заражения охлаждение полупотрошеных тушек птицы лучше проводить методом орошения. При погружном охлаждении тушки птицы поглощают влагу (от 4,5 до 7% к остывшему мясу). Количество этой воды может быть уменьшено при стекании и последующем удалении с помощью бильных машин.

Хранение. Охлажденное мясо хранят при режимах, обеспечивающих торможение нежелательных изменений, однако не предотвращающих развитие биохимических процессов, способствующих улучшению пищевого достоинства продукта. Охлажденное мясо хранят при относительной влажности воздуха 85—90% и скорости движения 0,2—0,3 м/с, температуре для говядины 0—1,5 °С, свинины 0÷—2 °С, баранины 0÷—1 °С; допустимые сроки хранения соответственно 10—16, 7—14, 7—12 сут. Величина потерь массы через 3 сут хранения охлажденного мяса составляет для говядины I и II категорий 0,58 и 0,64%, баранины и козлятины I и II категории — 0,66 и 0,74, свинины жирной и мясной — 0,4 и 0,48%.

Охлажденное мясо птицы хранят в холодильных камерах при 0—2 °С, относительной влажности 80—85%. Срок хранения тушек птицы составляет 5 сут, упакованных в полиэтиленовые пакеты — 5—6, в сарановые пакеты тепловой усадкой — до 10 сут. Усушка охлажденных в воздухе тушек птицы через 3 сут хранения без упаковки составляет 0,7—1 %. Поскольку в процессе охлаждения в ледяной воде тушки птицы поглощают воду, потери массы при их хранении выше и составляют для тушек кур после 3 сут хранения 2%. При хранении охлажденных упакованных тушек усушка сокращается более чем в 5 раз.

Применение дополнительно к холоду влаго- и газонепроницаемой упаковки, вакуум-упаковки, углекислого газа, азота, низких доз ионизирующей радиации, ультрафиолетового излучения способствует подавлению жизнедеятельности психрофильных микроорганизмов, ответственных за порчу мяса.

Упаковывание мяса. Использование полимерных пленочных покрытий предупреждает инфицирование продукта из окружающей среды и защищает продукт от ее воздействия, улучшает санитарное состояние мяса и его товарные характеристики при хранении и реализации, сокращает потери массы.

Увеличение сроков хранения упакованного мяса зависит от его первоначальной микробиологической обсемененности и свойств пленочных покрытий. Степень кислородопроницаемости пленок не оказывает определяющего влияния на состав и количество микроорганизмов, но является важным фактором сохранения цвета и товарных характеристик мяса. Указанный факт связан с тем, что степень ограничения роста аэробных микроорганизмов в случае недостатка кислорода менее выражена при низких температурах хранения, поскольку растворимость кислорода в воде увеличивается с понижением температуры. Применение пленок с низкой газопроницаемостью способствует стабилизации окраски мяса и замедляет окисление жира.

В настоящее время быстроразвивающимся направлением в технологии холодильной обработки является хранение отрубов и фасованного мяса под вакуумом, что сопровождается качественным изменением микрофлоры в результате преобладающего

развития молочнокислых бактерий. Понижение парциального давления кислорода способствует предотвращению потемнения цвета мяса в результате образования метмиоглобина.

Эффективность и стоимость упаковки зависят от типа используемых пленок, способов вакуумирования, герметизации пакетов.

В настоящее время начинают применять упаковку отрубов парного мяса. Для предотвращения развития холодной контрактации рекомендуется проводить электростимуляцию туш или охлаждать отруба при определенном режиме. Так, предлагается после разделки парных туш бескостные отруба мяса немедленно упаковывать в пленки под вакуумом, а затем выдерживать при 11 °С в течение 36 ч, после чего охлаждать до 1 °С. Важным вопросом хранения упакованного мяса является предотвращение образования значительных количеств мясного сока.

Применение регулируемых газовых сред. Подавление развития аэробных бактерий зависит от состава и концентрации газовых сред. Существенное подавление активности психрофильных аэробных микроорганизмов достигается при 10%-ной концентрации CO_2 (увеличение содержания CO_2 приводит к потемнению поверхности мяса). При таком содержании углекислого газа удлиняется лаг-фаза, продолжительность хранения охлажденного мяса при —1÷—1,5 °С и относительной влажности 90 -95% увеличивается в 2 раза по сравнению с хранением в обычной атмосфере. Хранение в атмосфере углекислого газа понижает интенсивность окислительных изменений жира.

Эффективное подавление развития микроорганизмов в атмосфере азота достигается при 95%-ном его содержании. В этих условиях в процессе хранения резко изменяется качественный состав микрофлоры за счет преобладающего развития факультативно-анаэробных бактерий. Сроки хранения охлажденного мяса в атмосфере азота увеличиваются по сравнению с хранением в воздухе в 2,5—3 раза. Хранение в атмосфере азота позволяет затормозить развитие окислительной порчи жира.

В настоящее время наблюдается тенденция к использованию смеси азота и углекислого газа с целью создания модифицированной атмосферы, обеспечивающей увеличение сроков холодильного хранения мяса. Наиболее выраженным ингибирующим действием обладает углекислый газ и смесь, состоящая из 70% азота, 25% углекислого газа и 5% кислорода.

Положительно оценивается введение в состав газовой смеси оксида углерода. Образование карбоксимиоглобина обеспечивает стабильность окраски мяса. Присутствие оксида углерода оказывает не только угнетающее, но и губительное действие на микроорганизмы. Указанный эффект достигается при 2—10%-ном содержании CO. Перспективно использовать в модифицированной атмосфере окись этилена, обеспечивающую бактерицидное действие.

Применение озона. Антимикробное действие озона связано с нарушением физиологической функции цитоплазматических мембран в результате вовлечения в процесс озонолиза липидной фракции и возникновения реакции конденсации между белковыми компонентами мембраны и продуктами распада мальозонида, а также с окислением тиоловых групп ферментов. Для увеличения сроков хранения охлажденной говядины предлагается проводить озонирование, поддерживая концентрацию озона в течение 4 ч на уровне 10—20 мг/м³ ежедневно первые 4 сут, а затем на уровне 4—6 мг/м³ по 3 ч с интервалом в 2 сут. Принимая во внимание специфику реакций, возникающих при озонолизе, вопрос о применении озона для увеличения сроков хранения охлажденного мяса можно решить положительно при условии прямых доказательств сохранения биологической ценности продукта и отсутствия образования в нем токсических веществ.

Применение ионизирующей радиации. Летальное, или мутагенное, действие ионизирующих излучений на микроорганизмы связано с непосредственным воздействием радиации на лабильные молекулы, к числу которых относится ДНК, и косвенным влиянием химических реакций, происходящих с участием свободных радикалов, образующихся под влиянием облучения. Увеличить сроки хранения охлажденного мяса можно при использовании сравнительно невысоких доз ионизирующей радиации (радуризации), не вызывающих изменений в органолептических показателях продукта. В результате проведенных во Всесоюзном научно-производственном объединении консервной промышленности исследований установили эффективность облучения упакованных под вакуумом мясных полуфабрикатов дозами 3—6 кГр. При более высоких дозах облучения наблюдается более выраженное подавление развития микроорганизмов, но в продуктах появляется посторонний запах. Сочетание облучения дозами 3—5 кГр с охлаждением полностью исключает возможность развития в радуризованных мясопродуктах патогенных и токсигенных микроорганизмов. Ввиду слабой биохимической активности остаточной микрофлоры сроки хранения охлажденного мяса увеличиваются до 2 мес.

В 1980 г. Объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ и МАГАТЭ принято решение о возможности облучения пищевых продуктов дозами до 10 кГр.

Технические средства охлаждения и хранения. Холодильная обработка мяса и других продуктов убоя в воздухе происходит в помещениях камерного или тоннельного типа. Охлаждение воздуха и организация его движения осуществляются воздухоохладителями и системой воздухораспределения.

В камерах охлаждения говяжьи и свиные полутуши располагаются с интервалом 30—55 мм на однорельсовых подвесных путях. При их распределении учитывают категорию и массу по-

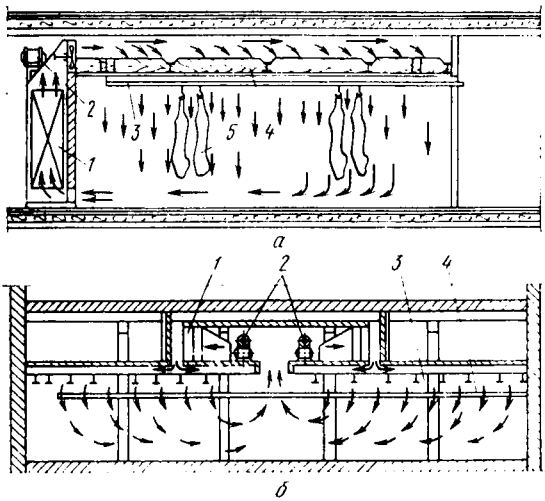


Рис. 49. Камера охлаждения мяса с сухим воздухоохладителем и ложным потолком:

а — с постаментным воздухоохладителем; *1* — постаментный воздухоохладитель; *2* — вентилятор с электродвигателем; *3* — подвесной путь; *4* — ложный потолок; *5* — охлаждаемая туша; *б* — с потолочными воздухоохладителями: *1* — потолочный воздухоохладитель с вентилятором; *2* — герметичный холодильный агрегат; *3* — ложный потолок; *4* — подвесной путь. Стрелки показывают направление движения воздуха

лутуш. Крупные полутуши помещают в зоны с наименьшей температурой и наибольшей интенсивностью движения воздуха. Бараньи туши размещают на подвесных путях в специальных рамах в один или два яруса по 10—20 шт. На каждый метр подвесного пути размещают по 2—3 говяжьи, 3—4 свиные полутуши или раму с бараньими тушами.

Полутуша и туши передвигаются с помощью конвейера или вручную.

Субпродукты укладывают в соответствии с их наименованием в отдельные тазики, которые размещают на подвесных рамах, передвижных тележках или стационарных многоярусных стеллажах камер охлаждения.

Тушки птицы укладывают на противни или помещают в ящики, которые располагают на стеллажах камер охлаждения. Тушки птицы можно охлаждать в подвешенном состоянии на многоярусных тележках.

Для снижения потерь холода двери помещений оборудованы воздушными заслонами или шлюзами.

Совершенство технических средств охлаждения оценивается продолжительностью процесса, величиной усушки, равномерностью параметров воздушной среды: температуры, влажности, скорости движения.

В настоящее время для охлаждения помещений применяют разные системы распределения воздуха с использованием сухих и реже мокрых воздухоохладителей, которые размещают на полу, потолке или стенах камеры.

В помещениях тоннельного типа мясо охлаждают при продольном или поперечном движении воздуха. В камерах с бесканальной системой воздухораспределения и ложным потолком применяют напольные, подвесные и потолочные воздухоохлади-

тели (рис. 49). В камерах с сухими воздухоохладителями и ложным потолком может быть обеспечена повышенная скорость движения воздуха и более низкая температура в области бедра полутуши. Однако при такой организации процесса достаточно сложно достичь равномерного распределения воздуха между отдельными нитями подвесных путей и по длине камеры.

Равномерные условия охлаждения полутуш и сокращение расхода энергии могут быть обеспечены при системе воздушного душирования. Струйная подача воздуха сверху вниз создает наиболее низкие температуры и высокие скорости движения воздуха в зоне бедренной части полутуш.

Оборудование камер с системой воздушного душирования при использовании межпутевых охладителей состоит из воздуховодов с соплами и вентиляторами, под которыми размещены охлаждающие змеевики (рис. 50).

Усушку и продолжительность процесса можно понизить при охлаждении мяса в перенасыщенном влагой воздухе при больших скоростях его циркуляции (рис. 51). Воздух из камеры засасывается вентилятором высокого давления и сжимается. Сжатый воздух, проходя через теплообменник, поступает в детандер. При расширении воздуха в детандере он охлаждается и перенасыщается влагой. Выходя из сопла со скоростью около 30 м/с, он смешивается с воздухом камеры и образует туман. Применение этого метода сдерживается высокой стоимостью оборудования.

Субпродукты охлаждают в отдельных камерах. Их помещают в тазики толщиной слоя не более 10 см, которые размещают на стеллажах, передвижных рамах и этажерках. Продолжитель-

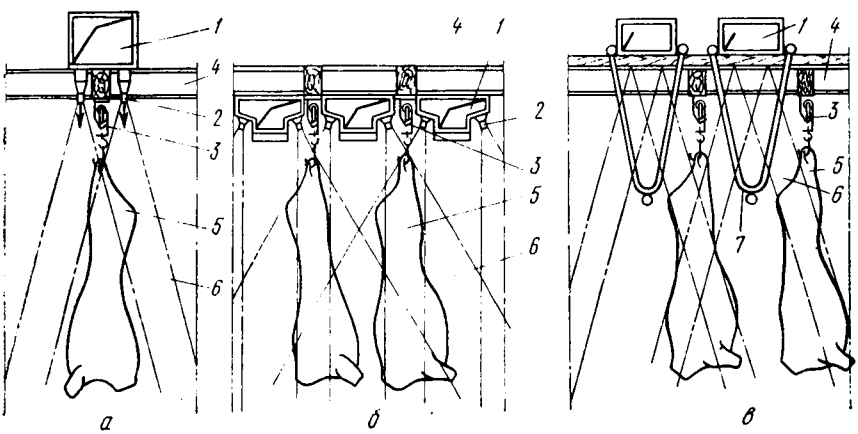


Рис. 50. Устройства для воздушного душирования полутуш:

а — через каналы, расположенные на каркасе подвесных путей; *б* — через каналы, подвешенные к каркасу подвесных путей; *в* — с использованием межпутевых воздухоохладителей; *1* — душирующий канал; *2* — сопло; *3* — подвесной путь; *4* — каркас подвесных путей; *5* — полутуша; *6* — воздушная струя; *7* — охлаждающий змеевик

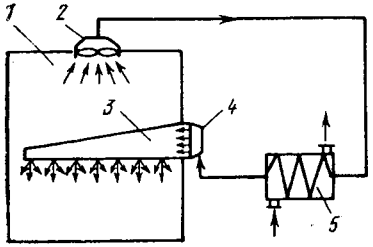


Рис. 51. Схема камеры охлаждения мяса с детандером:

1 – камера; *2* – вентилятор высокого давления; *3* – теплообменник; *4* – детандер; *5* – воздуховод с соплами

ность охлаждения субпродуктов можно значительно сократить, если процесс охлаждения проводить в аппаратах с использованием в качестве охлаждающей среды воды или рассола температурой —4 °С. В этом случае субпродукты помещают в металлические формы с крышками.

Тушки птицы охлаждают в воздухе в холодильных камерах и аппаратах тоннельного типа, а также холодной водой (орошением или погружением) или в льдоводяной смеси.

В аппаратах тоннельного типа с поперечным движением воздуха охлаждаемые тушки птицы перемещаются на многоярусных тележках. При температуре воздуха —8 °С и кратности циркуляции 150 объемов в 1 ч птицу охлаждают до 2—3 °С в течение 4—5 ч (куры) и 6—8 ч (гуси и индейки).

Аппараты для охлаждения тушек птицы орошением состоят из камеры, конвейера с подвесками для перемещения тушек, коллекторов с центробежными форсунками для разбрызгивания воды. Расположение форсунок в коллекторе обеспечивает создание сплошной водяной завесы по ходу движения конвейера с тушками. При использовании таких аппаратов обеспечивается высокий уровень санитарного благополучия тушек птицы и быстрое их охлаждение.

Положительно оценивается применение аппарата для охлаждения потрошеных тушек погружением в льдоводяную смесь. Тушки после снятия с конвейера попадают в ванну, заполняя равномерно каждую зону, образующуюся между двумя соседними решетками транспортера. Вместе с тушками в ванну подается из льдогенератора чешуйчатый лед (рис. 52).

Заслуживает внимания предложенный способ охлаждения тушек птицы путем вспрыскивания в брюшную полость углекислого газа. Его применение обеспечивает непрерывность процесса обработки птицы, уменьшает усушку, исключает загрязнение

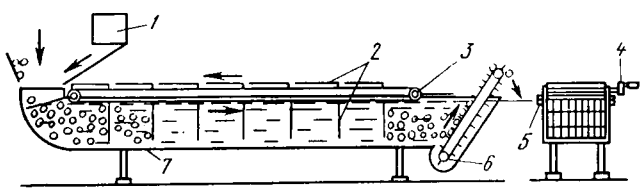


Рис. 52. Автоматизированный аппарат для охлаждения птицы погружением:

1 – льдогенератор; *2* – направляющие решетки; *3* – транспортер; *4* – электродвигатель с редуктором; *5* – водосливные отверстия; *6* – подъемный элеватор; *7* – ванна

окружающей среды в ходе охлаждения, сокращает потребность в производственных площадях и затратах рабочей силы.

Охлажденные продукты хранят в камерах при постоянной температуре. С помощью систем воздухораспределения движение воздуха создает равномерный температурно-влажностный режим в объеме помещения. При этом для понижения усушки скорость циркуляции воздуха должна быть ограничена.

В настоящее время осуществляется автоматическое регулирование температур и относительной влажности воздуха в охлаждаемых помещениях и автоматическое управление грузовым потоком с помощью ЭВМ.

ПОДМОРАЖИВАНИЕ МЯСА

Продолжительность хранения мяса и улучшение условий транспортирования при уменьшении величины усушки можно увеличить в результате понижения температуры в поверхностном слое (на глубине 1 см) до $-3 \div -5$ °С.

Поскольку толщина подмороженного слоя при этом способе холодильной обработки в области бедра не должна превышать 4 см, а температура в толще мышц бедра 0—2 °С, нежелательные последствия льдообразования для структуры ткани и состояния белков сравнительно ограничены. При указанных режимах обработки сохраняется направленность автолитических процессов, однако скорость их развития понижается. Окоченение подмороженного мяса наступает примерно на 8—10-е сут хранения, что увеличивает сроки его выдержки перед использованием.

Применение электростимуляции перед подмораживанием мяса позволяет использовать его на любом этапе хранения. Режимы подмораживания парного мяса приведены в табл. 39.

Подмороженное мясо можно хранить и транспортировать в подвешенном состоянии или в штабелях при —2 °С. Продолжительность хранения не больше 20 сут.

Включение подмораживания в технологический процесс холодильной обработки тушек птицы в качестве второго этапа охлаждения обеспечивает значительное увеличение сроков их

Таблица 39

Температура воздуха, °С	Продолжительность подмораживания (в ч) при скорости движения воздуха на уровне бедра полутуши, м/с			
	Говядина		Свинина	
	1	2	1	2
—20	16—18	13—15	13—14	10—12
—25	15—17	12—13	12—13	10
—30	12—14	9—11	10—12	7—9
—35	10—12	8—10	8—10	6—8

хранения. На первом этапе охлаждения тушки птицы непосредственно после первичной обработки орошают ледяной водой до достижения в центре грудной мышцы 6—8 °С. На втором этапе упакованные тушки подмораживают в воздушной среде или жидкости (раствор хлорида натрия, пропиленгликоль) до температуры в толще грудных мышц 0 ÷ —1 °С и на глубине 0,5 см — не ниже —4 °С. Продолжительность подмораживания мяса птицы в камерах при температуре —23 °С и скорости движения воздуха 3—4 м/с составляет 2—3 ч в зависимости от вида и категории птицы. Длительность подмораживания методом погружения в растворы температурой —12 °С составляет для тушек кур 20—25 мин. Последующее хранение производят при —2 ± ± 0,5 °С. При указанных условиях холодильной обработки продолжительность хранения тушек составляет 25 сут (вместо 5—6 в охлажденном состоянии).

ЗАМОРАЖИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ЗАМОРОЖЕННОГО МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Замораживание обеспечивает длительное низкотемпературное хранение мяса и мясопродуктов благодаря предотвращению развития микробиологических процессов и резкого уменьшения скорости ферментативных и физико-химических реакций.

Преимущество замораживания в отношении энергозатрат и экономической эффективности по сравнению с другими методами консервирования предопределило интенсивное развитие во многих странах производства быстрозамороженных полуфабрикатов и готовых блюд.

При определении условий и режимных параметров замораживания исходят из задач не только предотвращения размножения микроорганизмов, но и предупреждения существенных изменений свойств продуктов вследствие физических, физико-химических и биохимических процессов.

Выполненные исследования послужили основанием для создания гипотез повреждающего действия замораживания, согласно которым изменение свойств биологических объектов обусловлено процессами кристаллизации воды, которые могут сопровождаться конформацией макромолекулы белков и изменением состояния липопротеидов в результате повышения концентрации растворенных в жидкой фазе веществ, нарушением мембранных систем клетки, механическим повреждением морфологических элементов тканей и перераспределением между ними воды. Фазовый переход воды в лед может повлиять на характер и интенсивность химических и биохимических реакций, способствовать межмолекулярному взаимодействию компонентов системы.

Влияние замораживания на микроорганизмы. Замораживание сопровождается понижением концентрации и активности

микроорганизмов без их полного уничтожения и инактивации ферментов. Биологические основы гибели микробной клетки не достаточно ясны. Помимо того что понижение температуры связано с нарушением согласованности метаболических реакций из-за различий в уровне изменений их скоростей, замораживание приводит к повышению концентрации растворенных веществ вследствие миграции влаги из микробной клетки во внешнюю среду на первой стадии замораживания и внутриклеточной кристаллизации воды на последующих стадиях. Указанные процессы являются причинами повреждения мембранных структур клетки в результате изменения состояния белково-липидных комплексов и механического разрушения оболочки кристаллами льда.

Устойчивость микробной клетки к замораживанию зависит от вида и рода микроорганизмов, стадии их развития, скорости и температуры замораживания, состава среды.

Длительное хранение замороженных продуктов при температуре выше —10 °С не исключает возможность их микробиальной порчи. Замораживание и хранение мяса при температуре ниже 10 °С приводит к отмиранию части психрофильных и мезофильных микроорганизмов. Это обстоятельство определяет верхнюю границу допустимых температур.

Различия в степени выживаемости разных видов микроорганизмов на белковых средах в зависимости от условий замораживания были подтверждены исследованиями ВНИКТИхолодпрома. В пределах температур замораживания до —30 °С гибель микроорганизмов увеличивается с повышением температур. В то же время при замораживании психрофильных микроорганизмов их выживаемость при —196 °С примерно в 2 раза ниже, чем при —18 °С.

Хранение мяса при отрицательных температурах сопровождается дальнейшим понижением концентрации микроорганизмов.

Данные по хранению отрубов говядины и свинины в полимерных пленках свидетельствуют о том, что значительной разницы в выживании бактерий в зависимости от температурных режимов не наблюдается.

Сохранение на мясе при замораживании и последующем хранении патогенных и токсигенных микроорганизмов, а также наличие активных ферментных систем погибшей микрофлоры предопределяют необходимость строгого соблюдения требований к санитарно-гигиеническим режимам обработки мяса.

Изменение свойств мяса и мясопродуктов. Особенности изменения состояния мясных систем при замораживании определяются фазовым переходом воды в лед и повышением концентрации растворенных в жидкой фазе веществ. Процесс кристаллообразования приводит к изменению физических характеристик

материала и может сопровождаться изменениями его физико-химических, биохимических и морфологических свойств.

Кристаллообразование. Количество и доля вымерзающей влаги в продукте зависят от ее общего содержания, формы и прочности связи со структурными элементами, концентрации, гидратации и степени диссоциации растворенных в воде веществ, температуры замораживания. Количество вымороженной влаги в говядине при температурах замораживания —5, —10, —20, —30 и —40 °С соответственно составляет 63, 78, 83, 88 и 89% к начальному влагосодержанию.

Для определения количества вымороженной воды Д. Г. Рюговым предложена формула, учитывающая содержание связанной влаги в продукте:

$$\omega = \left(1 - b\frac{1 - W}{W}\right)\left(1 - \frac{t_{кр}}{t}\right),$$

где ω — доля вымороженной воды, кг на 1 кг сухого вещества; b — содержание связанной влаги, кг на 1 кг сухого вещества (для мяса $b = 0{,}2$ 0,4 кг на 1 кг сухого вещества); w — общее содержание воды в продукте (кг на 1 кг продукта); $t_{кр}$ — криоскопическая температура материала, °С, t — конечная температура замораживания, °С.

Жидкая фаза сохраняется при —68 °С и исчезает при понижении температуры мышечной ткани до —70 °С.

Размер, форма и распределение кристаллов льда в мясе зависят от условий замораживания, его исходных свойств. Состояние мембран и клеточных оболочек, ионная и молярная концентрация растворенных веществ отдельных морфологических образований мышечного волокна, степень гидратации белков предопределяют особенности локализации льда в системе, размер и форму кристаллов льда.

Более низкая концентрация растворенных веществ в межклеточном пространстве обусловливает разницу в значениях криоскопических температур структурных элементов. По этим причинам формирование кристаллов льда в первую очередь наблюдается в межклеточном пространстве и сопровождается миграцией влаги из клеток. При медленном замораживании образуются крупные кристаллы вне клеток и изменяется первоначальное соотношение объемов межклеточного и внутриклеточного пространства в результате диффузии влаги и фазового перехода воды. Быстрое замораживание предотвращает значительное диффузионное перераспределение влаги и растворенных веществ, что способствует образованию мелких, равномерно распределенных кристаллов. Различия в условиях теплоотвода и влагораспределения по объему продукта определят специфику льдообразования во внешних и внутренних зонах мяса.

Интенсивность охлаждения определяет также распределение растворенных веществ по объему продукта. Увеличение концентрации неорганических веществ в зоне кристаллообразования может повлечь их миграцию во внутренние слои материала. По-

вышение содержания минеральных веществ во внутренних слоях мяса способствует изменению растворимости мышечных белков. Скорость криодиффузии понижается с увеличением интенсивности теплоотвода.

Принимая во внимание, что максимальное кристаллообразование происходит в диапазоне температур от —2 до —8 °С, диффузионное перераспределение воды и образование крупных кристаллов можно предотвратить при быстром понижении температур в этом интервале. Степень дисперсности льда и характер распределения кристаллов в такой сложной гетерогенной системе, какой является мясо, зависят не только от скорости охлаждения, но и определяются степенью гидратации макромолекул белка, состоянием мембранных структур. Фиксируемое изменение количества связанной влаги при автолизе мяса с помощью метода определения уровня расхода энергии на ее удаление дает основание считать, что определяющие значения имеют превращения миофибриллярных белков, которые в отличие от глобулярных окружены многослойными гидратными оболочками. Изменение в ходе автолиза молекулярной организации миофибрилл влияет на объем некристаллизующейся жидкой фазы и концентрацию растворенных в ней веществ.

Характер кристаллообразования зависит также от глубины автолиза поступающего на замораживание мяса. Замораживание мяса на ранних стадиях автолиза приводит к образованию мелких кристаллов льда внутри мышечного волокна. По всей вероятности, высокая гидратация белков парного мяса и низкая проницаемость сарколеммы препятствуют перемещению влаги из мышечного волокна. Вследствие этого кристаллы льда сосредоточены внутри мышечного волокна. Изменение состояния белков миофибрилл к моменту посмертного окоченения мяса, резкое уменьшение их гидратации при сохранении на этой стадии автолиза достаточно высоких барьерных свойств мембран приводят к кристаллизации влаги вне и внутри мышечного волокна. На последующих стадиях автолиза вследствие повышения проницаемости сарколеммы кристаллы льда образуются главным образом между мышечными волокнами. При этом фиксируются разрывы сарколеммы.

Исследованием мяса с высоким конечным pH не выявлено значительных отличий в микроструктуре мышечной ткани разных сроков автолиза.

Таким образом, формирование кристаллов льда в такой сложной системе, как мясо, зависит от скорости замораживания и физико-химических и структурных свойств мышечной ткани, определяемых глубиной и характером автолиза.

Структурные, физико-химические и биохимические изменения. Существует широко распространенное представление о наличии прямой зависимости между размерами кристаллов льда и степенью повреждений тканевых

структур. Согласно ему наибольшие структурные повреждения имеют место при медленном замораживании вследствие образования крупных кристаллов льда.

В то же время в ряде исследований отмечается значительное механическое разрушение материала при сверхбыстром замораживании. Появление трещин и разрывов при замораживании животных и растительных продуктов в жидком азоте объясняется возникновением в системе значительных напряжений, приводящих к разрушению периферийных слоев продукта, утративших вследствие низкой температуры пластические свойства.

На основе исследования состояния микроструктуры и оценки количества выделяющихся ДНК высказывается положение, что при замораживании вне зависимости от условий охлаждения происходит нарушение клеточных оболочек.

Не исключая возможности механического разрушения морфологических образований при замораживании мяса, имеются все основания рассматривать изменения клеточных структур как результат физико-химических превращений, протекающих в системе на молекулярном уровне. Подтверждением справедливости такого предположения служат результаты электронно-микроскопических исследований, свидетельствующих о разрушении мембран вследствие изменения состояния белково-липидных комплексов при замораживании мышечной ткани.

О наличии зависимости степени повреждения морфологических образований от физико-химических и биохимических процессов свидетельствуют экспериментальные данные, характеризующие различия в степени разрушения микроструктуры мышечной ткани мяса разных стадий автолиза.

Таким образом, при одинаковых условиях замораживания морфологические изменения тканей мяса ранних стадий автолиза и мяса с высоким конечным pH менее выражены.

Особенности развития физико-химических и биохимических процессов при замораживании пищевых продуктов обусловлены не только понижением температур, но и связаны с увеличением концентрации компонентов в жидкой фазе, высвобождением ферментов вследствие нарушения структурных клеточных образований.

Понижение температуры с —2 до —8 °С, сопровождающееся выделением максимального количества льда, приводит к существенному увеличению содержания растворимых в воде веществ. В этих условиях не исключена возможность повышения скорости некоторых реакций, в частности реакций окисления липидов.

В соответствии с существующей зависимостью между количеством вымороженной влаги и температурой ее дальнейшее понижение не приводит к столь значительному возрастанию концентрации веществ в жидкой фазе и оказывает существенное влияние на понижение скорости реакций, ответственных за

изменение качественных показателей продукта. В этой связи скорость понижения температур замораживаемых объектов в диапазоне —2÷—8 °С должна быть максимальной. Практические последствия изменения состояния белков при замораживании и последующем хранении мяса делают этот вопрос наиболее важным в технологии консервирования его холодом.

Денатурация и агрегация белков при замораживании связаны с повреждающим действием повышенных концентраций солей в тканевых растворах и обусловлены ослаблением водородных связей, определяющих нативную структуру макромолекул. Уменьшение объема жидкой фазы в результате льдообразования приводит к сближению белковых молекул с последующим образованием межмолекулярных связей. Не исключена также возможность механического крекинга белков в результате развития при замораживании напряжений, достаточных для разрыва пептидных связей.

Изменение нативного состояния мышечных белков зависит от структурной организации макромолекул. Повышение концентрации солей при кристаллизации влаги в тканях не оказывает значительного денатурирующего воздействия на глобулярные белки саркоплазмы. Акт замораживания не изменяет заряда и массы отдельных белковых фракций саркоплазмы, о чем свидетельствуют данные по их электрофоретическому разделению и результаты определения вязкости экстрактов белков при температурах от —6 до —75 °С. Принимая во внимание устойчивость глобулярных белков к замораживанию в сжиженных газах, считают, что для глобулярных белков характерна стабильность свойств в широком диапазоне температур замораживания. В отличие от глобулярных белков белки миофибрилл при замораживании мяса подвергаются денатурационным изменениям с последующей агрегацией.

Повреждающее действие замораживания зависит в значительной мере от гидратации белков к моменту замораживания объекта. Наличие значительного интервала между изоэлектрической точкой мышечных белков и pH парного мяса и мяса с низким на всем протяжении автолиза содержанием молочной кислоты обусловливает высокую их гидратацию. Благодаря этому возможность конформации белков, их агрегирования с последующим выделением из фазы ограничена.

Выполненные в МТИММПе исследования свидетельствуют о целесообразности направления на замораживание мяса с высоким конечным значением pH.

Рассмотренные выше изменения структуры и состояния белков мяса влияют на его способность удерживать влагу при размораживании.

Проведенные модельные опыты по замораживанию мяса при разных скоростях и конечных температурах замораживания (от -15 до —120 °С) свидетельствует о наличии сложной завися-

мости изменений водосвязывающей способности мяса от условий замораживания. С понижением температуры интервал значений скорости замораживания, в пределах которого мясо обладает максимальной водосвязывающей способностью, увеличивается. В этой связи следует считать, что замораживание при более низких температурах имеет определенные преимущества.

Негативные последствия на качество пищевых продуктов при хранении их в замороженном состоянии могут оказать рекристаллизация и сублимация льда, развитие окислительных реакций, конформационные и агрегационные изменения белков. Интенсивность развития указанных процессов зависит от состава и свойств продукта, температуры и продолжительности хранения, наличия и характера упаковки.

В случае хранения продуктов с неинактивированными ферментами изменение их свойств может быть обусловлены также развитием биохимических реакций. Глубина и характер указанных изменений определяют уровень качества мяса и мясопродуктов, а следовательно, и допустимые сроки хранения.

Рекристаллизация. Неизбежные при хранении колебания температур приводят к рекристаллизации — изменению структуры льда. Увеличение размеров кристаллов льда при хранении мяса может оказать негативное последствие на состояние тканей. Учитывая характер зависимости количества вымороженной влаги от температуры, очевидно, что высокий уровень рекристаллизации может иметь место при повышенных температурах хранения (—10÷—15 °С). По мере понижения температур хранения (—25÷—30 °С) колебания этого параметра не могут повлечь значительного изменения в соотношении жидкой и твердой фазы, а следовательно, и вызвать заметной рекристаллизации.

Сублимация льда. Различие парциальных давлений паров воды над поверхностью продукта и средой приводит к испарению влаги из поверхностных слоев материала. Значение этого явления определяется потерями массы продукта и понижением качества. Увеличение контактной поверхности вследствие сублимации льда создает условия для увеличения объема окислительных изменений липидной фракции и гемовых пигментов, способствует денатурации белков и потере летучих компонентов. Таким образом, сублимация льда приводит к необратимым изменениям свойств поверхности продукта, в результате чего ухудшаются консистенция, вкус, запах продуктов и понижается водоудерживающая способность.

Скорость сублимации льда можно уменьшить, понизив температуру. Так, понижение температуры с —18 до —30 °С уменьшает скорость сублимации в 3 раза. На обезвоживание материала влияют также колебания температуры хранения. Сублимацию льда можно в значительной мере предотвратить, используя паронепроницаемые упаковочные материалы, плотно

прилегающие к продукту. В противном случае испаряющаяся влага в виде кристаллов льда конденсируется на внутренней поверхности упаковки.

Изменение состояния белков. В процессе хранения замороженных продуктов стабильность нативной структуры белков при длительном воздействии растворов повышенной концентрации может быть нарушена. Изменение вторичной и третичной структуры белков вследствие денатурации создает условия для агрегации макромолекул. Денатурационные и агрегационные превращения белков приводят к понижению их растворимости, изменению заряда и массы белковых фракций, содержания функциональных групп, понижению их ферментативной активности. Указанные превращения макромолекул белков влияют на гидратацию продукта, его консистенцию и сочность и могут отразиться на устойчивости белков к действию пищеварительных ферментов.

Наряду с денатурационными и агрегационными процессами изменение белков может быть вызвано их ферментативной деструкцией в результате действия тканевых протеаз. Разрушение мембранных структур приводит к высвобождению ферментов и увеличивает возможность их контакта с белками. Принимая во внимание повышенную концентрацию реагирующих компонентов вследствие вымерзания части влаги в системе, ферментативный гидролиз белков может определенным образом влиять на состав и свойства мышечной ткани. Денатурация белковых компонентов миоглобина и гемоглобина увеличивает возможность превращения железа гема в трехзарядную форму и тем самым повышает каталитическое влияние гемовых пигментов на развитие окислительных процессов липидной фракции. В свою очередь, изменение липидной фракции может оказать воздействие на состояние белков.

Важное значение для состояния белков имеет величина pH. Хранение мяса с высоким значением pH обусловливает значительно менее выраженные изменения состояния белков и водоудерживающую способность мяса.

Изменения липидной фракции. Изменение липидной фракции при хранении продуктов может привести к снижению их пищевой ценности. Превращения жиров могут быть результатом ферментативных и окислительных процессов.

Развитие окислительных реакций при контакте с воздухом приводит к образованию первичных и вторичных продуктов окисления, что отрицательно сказывается на биологической ценности и органолептических показателях пищевых продуктов. Не исключена также возможность образования в них в результате окислительных превращений жиров вредных для организма веществ. Гидролитические и окислительные изменения жиров также могут влиять на состояние белков и привести к ухудшению их качества. В результате межмолекулярного взаимодейст

вия свободных жирных кислот и продуктов их окислительной порчи с белками образуются белково-липидные комплексы, устойчивые к действию пищеварительных ферментов. Четкой зависимости между развитием окислительных процессов и температурой хранения не установлено.

Изменение содержания витаминов. Длительное хранение замороженного мяса приводит к понижению содержания водорастворимых (тиамина, рибофлавина, пантотеновой и никотиновой кислот) и к значительным потерям жирорастворимых витаминов, что сказывается на пищевом достоинстве продукта.

Эффективным способом снижения интенсивности реакций, ответственных за ухудшение качества продуктов, является понижение температуры хранения и применение упаковочных материалов с низкой газопроницаемостью, использование вакуумупаковки.

Условия замораживания и хранения. От способа и условий замораживания зависят сохранение исходного качества пищевых продуктов и уровень затрат на его обеспечение. В зависимости от вида продуктов, состава, свойств, формы и размеров определяют способы, условия и технические средства замораживания.

Замороженное мясо в толще мышц бедра должно иметь температуру не выше —8 °С. Качественные характеристики замороженного мяса и экономические показатели процесса в значительной степени определяются глубиной и характером автолиза поступающего на замораживание мяса. В зависимости от состояния мяса, направляемого на замораживание, различают однофазный и двухфазный способы. В первом случае на замораживание поступает парное мясо непосредственно после первичной переработки, во втором случае мясо замораживают после охлаждения.

Преимуществами однофазного способа являются сокращение продолжительности производства замороженного мяса, более эффективное использование производственных площадей, уменьшение потерь массы, сокращение затрат труда на транспортирование, более высокое качество мяса. Интенсивный теплоотвод на первых стадиях процесса обеспечивает понижение скорости химических и биохимических реакций, что приводит к увеличению сроков хранения мороженого мяса.

Мясо и субпродукты, предназначенные для промышленной переработки, целесообразно замораживать в блоках. Блоки формируют после обвалки мяса. Значительное повышение эффективности производства при замораживании мяса в блоках достигается за счет сокращения потерь массы, расхода холода, экономии холодильных площадей и транспортирования средств, более рациональной организации технологического процесса изготовления колбас, полуфабрикатов.

Можно положительно оценить перспективы производства замороженного рубленого мяса.

Мясо и мясопродукты замораживают в воздухе, в растворах солей или некоторых органических соединений, в кипящих хладагентах, при контакте с охлаждаемыми металлическими пластинами. В соответствии с применяемыми способами и характеристиками продукта устанавливаются скорость и глубина замораживания.

Замораживание в воздухе. Воздух является наиболее распространенной универсальной промежуточной средой для отвода тепла от продукта при замораживании. Увеличение интенсивности процесса замораживания достигается понижением температуры (до —35 °С), повышением скорости движения воздуха (до 4—5 м/с), уменьшением толщины продукта. В случае замораживания мясных полуфабрикатов, готовых блюд стремятся к высоким скоростям теплоотвода. При замораживании мясных туш и отрубов интенсивный теплоотвод не имеет столь решающего значения для их качества, так как вследствие особенностей кристаллообразования различие в структуре тканей периферийных и центральных зон практически не устранимо.

Продолжительность однофазного замораживания говяжьих полутуш в зависимости от параметров воздуха приведена в табл. 40.

Продолжительность замораживания свиных полутуш и бараньих туш составляет соответственно 80 и 60% продолжительности замораживания говяжьих полутуш. При однофазном замораживании положительно оценивается метод воздушного душирования.

Продолжительность замораживания охлажденного мяса в зависимости от режимных параметров дана в табл. 41.

Потери массы при однофазном замораживании в зависимости от категории упитанности говяжьих полутуш составляют 1,58—2,1%. В случае двухфазного замораживания суммарная потеря массы при охлаждении и замораживании выше указанных величин на 30—45%.

Мясо и субпродукты в блоках можно замораживать как в парном, так и охлажденном состоянии. Продолжительность замораживания и величина усушки мяса и субпродуктов в блоках

Таблица 40

Температура мяса, °С		Температура воздуха в камере, °С	Продолжительность замораживания (в ч) при циркуляции воздуха	
начальная	конечная		естественной	принудительной
37	—8	—23	36—44	29—35
37	—8	—30	26—32	22—27
37	—8	—35	22—27	19—23

Таблица 41

Температура мяса, °С		Температура воздуха в камере, °С	Продолжительность замораживания (в ч) при циркуляции воздуха	
начальная	конечная		естественной	принудительной
4	—8	—23	29—35	23—28
4	—8	—30	21—26	18—22
4	—8	—35	18—22	15—18

(толщина 75—100 мм) зависят от способа замораживания и режима (табл. 42).

Тушки птицы замораживают в воздухе при тех же режимах, что и мяса убойных животных. Продолжительность процесса зависит от вида птицы, упитанности тушек и режимов замораживания и составляет 24—72 ч. Применение для упаковки пленочных материалов, дающих усадку при нагревании, увеличивает продолжительность замораживания тушек птицы примерно на 8%. Потери массы при замораживании тушек кур в случае использования упаковочных материалов составляют 0,1—0,08%.

Замораживание в жидких некипящих средах. В качестве жидких охлаждающих сред используют водные растворы хлорида натрия или кальция определенной концентрации или смесь воды с пропиленгликолем при температуре не выше —20 °С. Этот метод применяют для замораживания тушек птицы путем их погружения или орошения растворами. Для устранения воздействия хладагентов на продукты, улучшения условий теплопередачи необходимо герметично упаковывать тушки в полимерные материалы, плотно прилегающие к поверхности. После замораживания растворы удаляются водой. Достоинством этого способа является существенное сокращение продолжительности процесса вследствие высоких коэффициентов теплоотдачи. Средняя продолжительность замораживания тушек птицы в растворе хлорида кальция при —26÷—30 °С составляет 20—30 мин. Быстрый теплоотвод благоприятно влияет на товарный вид тушек вследствие образования мелкокристаллической структуры льда в поверхностных слоях, что способствует созданию желательных оптических свойств.

Таблица 42

Способ замораживания	Температура, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Продолжительность процесса, ч	Потери массы субпродуктов при холодильной обработке, %
Двухфазный	—23	1—2	До 12	2,48
	—30	3—6	До 4	2,2
Однофазный	—30	1—2	До 18	1,1
	—30	3—6	До 7	1,0

При замораживании тушек птицы жидкие среды можно использовать в качестве первой стадии двухстадийного процесса. В этом случае производят предварительное иммерсионное замораживание тушек в растворе солей, затем их орошают водой, после чего домораживают в морозильных камерах с интенсивной циркуляцией воздуха при температуре —25 ÷ —30 °С.

Замораживание в жидких кипящих средах. В качестве хладагентов используют сжиженные газы — N_2, CO_2 и хладон. Продукты замораживают орошением хладагентов или в парах N_2 и CO_2. Высокая скорость теплоотвода значительно сокращает потери массы в процессе замораживания и обеспечивает наиболее полное сохранение исходного качества продукта. Кипящие хладагенты применяют для замораживания эндокринно-ферментного сырья, мясопродуктов небольшого размера. Тушки птицы, упакованные в полимерные материалы, можно замораживать в хладоне R12.

Замораживание посредством контакта с охлаждаемыми металлическими плитами. Контактное взаимодействие продукта с низкотемпературной поверхностью обеспечивает сокращение продолжительности процесса по сравнению с замораживанием в воздухе примерно в 1,5—2 раза. Продукты стандартной формы, главным образом бескостное мясо и субпродукты, замораживают с помощью кондуктивного теплообмена.

С целью совершенствования процесса ВНИКИМПом и Технологическим институтом рыбной промышленности и хозяйства предложен двухстадийный способ замораживания мясопродуктов в плиточных морозильных аппаратах. Для увеличения контактной поверхности и удаления воздушных полостей [illegible], а также создания антиадгезионного слоя на первой стадии замораживают наружный слой продуктов с одновременным прессовыванием. Продолжительность процесса 2—5 мин при давлении 0,03—0,04 МПа и температуре охлаждаемой поверхности —40 °С. Сформированные блоки направляют в плиточный морозильный аппарат, где их замораживают до заданной температуры. Применение этого способа позволяет [illegible] производительность аппаратов в результате сокращения продолжительности замораживания, обусловленного увеличением контактирующей поверхности блока и отсутствием между ним воздушного пространства.

Упаковывание. На качество замороженных продуктов существенно влияют потери массы, условия теплоотвода, используемый упаковочный материал и метод упаковывания. В зависимости от вида продукта, его назначения и способа замораживания его упаковывают до или после замораживания.

Для улучшения условий теплоотвода и предотвращения сублимации влаги упаковочный материал должен плотно прилегать к поверхности продукта. Если упаковывание проводят после за-

мораживания, то лучше использовать материалы с низким коэффициентом теплопроводности.

В качестве упаковочных материалов используют синтетические полимерные пленки с низкой газо- и паропроницаемостью, устойчивые к действию хладагента, а также к компонентам пищевых продуктов, таким, как вода и жир, обладающие необходимой механической прочностью в широком диапазоне температур. Для упаковывания продукта сложной формы применяют усадочные пленки, обеспечивающие плотное облегание объекта. При замораживании вторых блюд используют алюминиевую фольгу и алюминиевую фольгу в комбинации с полимерными материалами в виде емкостей различной формы. Алюминиевая фольга обладает газо- и паронепроницаемостью, устойчива к воздействию внешней среды, не взаимодействует с компонентами продукта. В настоящее время широко применяют картонные подложки, покрытые пластическим материалом, устойчивые к воздействию высоких температур.

Определяющим фактором увеличения сроков хранения пищевых продуктов является температурный режим. Понижение температуры снижает потери массы и необратимые изменения их качества. Существенное значение имеет также стабильность температурного режима в процессе хранения. Колебания температуры способствуют увеличению кристаллов льда и сублимации влаги.

Для защиты продукта используют также пищевые покрытия и глазирование — нанесение тонкого слоя льда на поверхность продукта.

В настоящее время мясо и мясопродукты хранят при —18 °С. Понижение температуры до —25 и —30 °С значительно увеличивает сроки хранения. Относительная влажность при хранении пищевых продуктов составляет 90—98%.

Замороженное мясо, рассортированное по видам и упитанности, хранят в плотносформированных штабелях на напольных решетках или в стоечных поддонах, которые устанавливают один на другой в 2—4 яруса с помощью электропогрузчика.

Продолжительность хранения зависит от температуры и вида мяса (табл. 43).

Загрузка 1 м^3 грузового объема камеры замороженным мясом составляет для говядины в четвертинах 400 кг, в полутушах — 300 кг, свинины в полутушах — 450 кг, баранины и козлятины в тушах — 280 кг. Плотность укладки замороженных блоков в 1 м^3 камеры в зависимости от геометрических размеров составляет 650—800 кг.

Сроки хранения упакованных замороженных мясных и субпродуктовых блоков приведены в табл. 44.

Потери массы при хранении мороженого мяса зависят от упитанности сырья, этажности и емкости холодильников, геогра-

Таблица 43

Мясо	Температура воздуха в камере, °С	Допустимые сроки хранения, мес
Говядина	—15	6—9
	—18 (—20)	8—12
	—25	13—18
Баранина, козлятина	—18 (—20)	6—10
	—25	10—12
Свинина	—18 (—20)	4—6
	—25	8—12

Таблица 44

Мясо	Температура воздуха, °С	Допустимые сроки хранения (мес)	
		мяса	субпродуктов
Говядина	—15	9	5
	—18 (20)	12	6
	—25	18	10
Баранина	—18 (20)	10	6
	—25	12	8
Свинина	—18 (20)	6	5
	—25	12	6

фической зоны и времени года и составляют 0,05—0,3% за один месяц.

Усушку можно сократить в 8—9 раз, упаковывая мясо в полиэтиленовые рукава, которые натягивают на полутуши и четвертины и закрепляют на концах липкими лентами. В этом случае усушка для говядины I категории через 12 мес хранения составляет 0,28%.

Технические средства замораживания и хранения. Мясо и мясопродукты замораживают в помещениях камерного или тоннельного типа, а также в морозильных аппаратах.

В камерах мясо размещают на подвесных путях или в стоечных поддонах, движение воздуха может быть естественным или принудительным. При одинаковых конструктивных решениях в камерах однофазного замораживания предусматривают приборы с большей охлаждающей поверхностью по сравнению с камерами двухфазного замораживания.

Камеры с естественным движением воздуха оборудованы пристенными или потолочными батареями, в которых циркулирует хладагент. Серьезными недостатками таких камер являются большая продолжительность процесса, неравномерность замораживания полутуш мяса, высокая усушка. В таких камерах процесс можно интенсифицировать за счет радиационного теплообмена при расположении охлаждающих батарей между рядами подвесных путей. Межрядовые батареи размещают в верхней зоне камеры в районе бедренных частей полутуш. Такое оборудование камер позволяет сократить продолжительность замораживания на 40—50% и уменьшить усушку.

Скорость замораживания можно повысить за счет принудительного движения воздуха. В зависимости от организации технологического процесса и устройств камер с вынужденным движением воздуха они могут работать непрерывно или периодически.

В камерах тоннельного типа можно обеспечить непрерывность технологического процесса, его автоматизацию и программирование.

Камеры замораживания мяса с использованием системы воздушного душирования аналогичны камерам охлаждения.

Блочное мясо, субпродукты, полуфабрикаты, эндокринно-ферментное сырье, готовые блюда можно замораживать в морозильных аппаратах. Широко распространены воздушные морозильные аппараты, в которых замораживают продукты в мелкой фасовке и в виде блоков массой 10—12 кг. Замораживаемые продукты перемещаются в них с помощью различных транспортных средств — тележек, этажерок, конвейеров. Мясо можно замораживать в специальных металлических формах с высокой теплопроводностью. Аппараты, в которых продукт помещается на тележках или этажерках, могут быть периодического и непрерывного действия с механическим перемещением транспортных средств. Движение в них воздуха бывает продольным или поперечным. Для замораживания полуфабрикатов, готовых блюд используются конвейерные аппараты.

В морозильном аппарате для штучных изделий (рис. 53) ленточно-спирального типа вокруг вращающего цилиндра смонтирована спираль, по которой перемещается ленточный конвейер. Продукт с помощью загрузочного устройства попадает на ленту и перемещается по спирали вверх к разгрузочному устройству. Поток холодного воздуха направлен сверху вниз и перпендикулярно к ленте, на которой размещается продукт. Таким образом, создается противоток воздуха движению продукта, что обеспечивает повышение скорости процесса замораживания и уменьшение усушки. Аппарат оборудуется автоматическим устройством для мойки и сушки ленты.

Наряду с воздушными морозильными аппаратами используют плиточные аппараты, в которых замораживают мясо в блоках, субпродукты, фарши, эндокринно-ферментное сырье. Замороженные в этих аппаратах продукты имеют правильную форму, что облегчает их упаковывание и дает возможность эффективно использовать объем камер хранения.

В плиточных морозильных аппаратах продукт размещают между подвижными морозильными плитами. В результате перемещения плит происходит подпрессовывание продукта и обеспечивается хороший контакт с охлаждаемой поверхностью, что способствует интенсификации теплообмена.

Горизонтально-плиточные аппараты в большинстве случаев являются устройствами периодического действия с ручной или механизированной загрузкой и выгрузкой продукта.

К вертикально-плиточным аппаратам относятся мембранные морозильные аппараты, в которых происходит формирование и замораживание блоков. Аппарат представляет собой

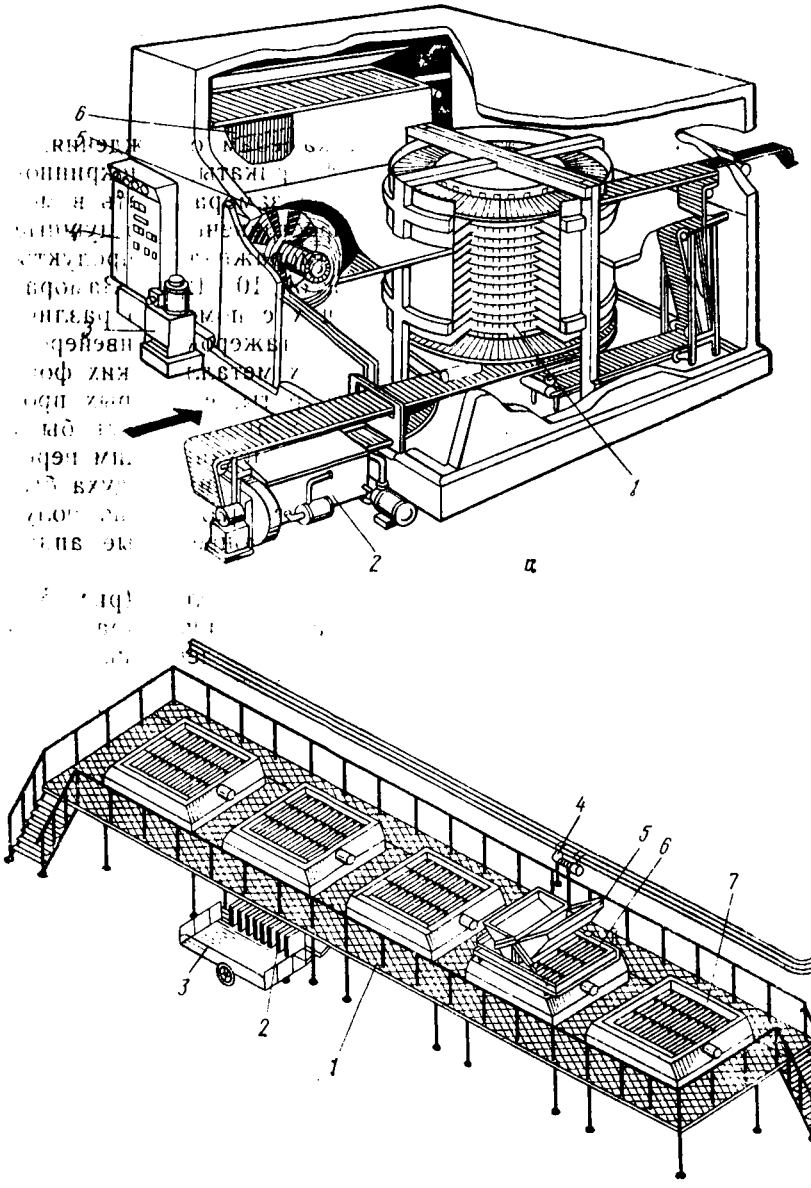


Рис. 53. Морозильный аппарат:

а — со спиральным конвейером и одним барабаном для замораживания готовых блюд и кулинарных изделий *1* — грузовой конвейер; *2* — устройство для мойки транспортерной ленты; *3* — гидравлический агрегат; *4* — щит управления; *5* — вентилятор; *6* — охлаждающие батареи; *б* — линия с мембранными аппаратами ФМБ-2: *1* — обслуживающая площадка; *2* — замороженные блоки мяса; *3* — тележка; *4* — тельфер; *5* — загрузочный конш; *6* — питатель; *7* — мембранный аппарат

прямоугольную емкость с подвижным дном, в которой установлены вертикальные морозильные плиты, состоящие из двух стальных мембран. Аппарат загружают с помощью питателя, из которого мясо в упаковке поступает в формы. После окончания загрузки в пространство между мембранами подается хладоноситель, под давлением которого стальные пластины раздвигаются и плотно прижимаются к продукту. После окончания замораживания хладоноситель отключается и за счет разности давлений стальные мембраны отходят от блоков. Замороженные блоки после открывания подвижного дна выгружаются из аппарата на ленточный транспортер и направляются в камеры хранения. В модернизированных аппаратах мембранные камеры заменены на цельнометаллические перемещающиеся морозильные плиты.

Серьезными преимуществами обладают роторные морозильные аппараты (рис. 54). Ротор состоит из радиально расположенных секций, которые крепят на валу. Пустотелый вал ротора используют для подачи хладагента в морозильные плиты. Загрузка и выгрузка продуктов механизированы. В этих аппаратах замораживаются упакованные жилованное мясо, субпродукты.

Достоинством роторных морозильных аппаратов являются сокращение продолжительности замораживания в 1,5—2 раза (по сравнению с воздушными морозильными аппаратами), непрерывность процесса, механизация загрузки и выгрузки, воз-

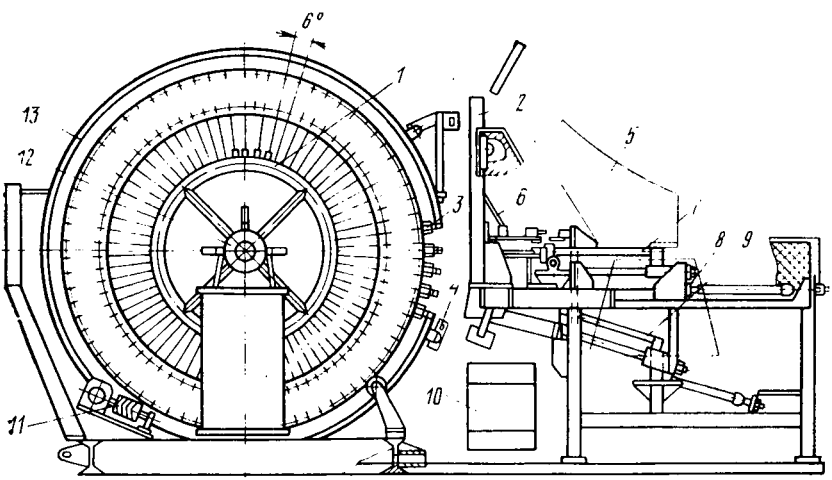


Рис. 54. Роторный морозильный аппарат:

1 — кольцевые коллекторы подачи и отвода хладагента; *2* — щит подпрессовывающего устройства; *3* — морозильные плиты; *4* — лоток; *5* — весы; *6* — подпрессовывающее устройство; *7* — механизм передвижения стола; *8* — загрузочное устройство; *9* — механизм выгрузки замороженных блоков; *10* — транспортер; *11* — привод; *12* — вал ротора; *13* — бандаж ротора

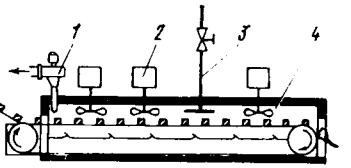


Рис. 55. Схема аппарата для замораживания продуктов в жидком азоте:
1 — центробежный вентилятор для удаления отработавшего газообразного азота; *2* — осевые вентиляторы; *3* — оросительное устройство; *4* — продукт

можность автоматического регулирования режимов работы, хорошие санитарно-гигиенические условия, сравнительно небольшие габаритные размеры. Энергетические затраты роторных морозильных аппаратов примерно на 30—40% меньше, чем воздушных морозильных аппаратов.

Сокращения потерь массы и высокого уровня сохранения качества продуктов можно достичь при их замораживании в аппаратах с использованием жидкого азота или хладона. В этих аппаратах продукт замораживают путем погружения в хладагент или орошения им.

Перспективным является использование аппаратов трехзонного замораживания. Поступающие в аппарат продукты охлаждаются в первой зоне газообразным азотом, во второй — орошением жидким азотом, в третьей зоне выравниваются температуры по толщине продукта (рис. 55).

Замороженное мясо и мясопродукты хранят в камерах, воздух в которых охлаждается системой пристенных или потолочных батарей. Потолочные батареи обеспечивают более равномерное температурное поле. Скорость движения воздуха составляет 0,05—0,12 м/с, влажность воздуха 90—98%.

С целью понижения усушки при хранении неупакованного мяса на действующих предприятиях применяют ледяные экраны, которые представляют собой натянутый на каркас материал, с обоих сторон его намораживается лед толщиной 15—30 мм. Ледяные экраны устанавливают вдоль внутренней поверхности стен.

РАЗМОРАЖИВАНИЕ МЯСА

Размораживание является заключительной стадией технологического процесса холодильной обработки пищевых продуктов. При размораживании продукт оттаивает до температуры, близкой к криоскопической, что обеспечивает удобство его дальнейшей переработки. В промышленной практике размораживание мяса применяют при производстве колбас, консервов и полуфабрикатов.

Способы и режимы нагрева выбираются с учетом предотвращения значительных изменений состава и свойств продуктов и потерь их массы.

На качество размороженных пищевых продуктов влияют их свойства к моменту замораживания, скорость замораживания

ния, температура и продолжительность хранения. Вследствие необратимых изменений некоторых качественных показателей в период замораживания и последующего хранения исходные свойства продукта полностью не восстанавливаются даже при оптимальных условиях размораживания.

Изменение состава и свойств продуктов при размораживании может быть обусловлено выделением тканевой жидкости, потерей растворимых белков, витаминов, азотистых экстрактивных веществ, минеральных компонентов, а также развитием биохимических и микробиологических процессов. Эти изменения могут понизить пищевую ценность продукта, ухудшить его консистенцию, сочность, вкус и аромат.

Отделение тканевого сока в процессе размораживания мяса является следствием понижения гидратации мышечных белков (в результате их денатурации и агрегации), нарушения первоначального распределения воды между структурными элементами тканей, повреждения клеточных оболочек в период замораживания и последующего хранения. Потери мясного сока возрастают при медленном замораживании и длительном хранении мяса при повышенных температурах. Замораживание парного мяса или охлажденного мяса с высоким pH, а также мяса длительных сроков автолиза позволяет уменьшить выделение мясного сока при размораживании. В зависимости от указанных факторов и условий размораживания потери мясного сока составляют 0,5—3%. Следует иметь в виду, что выделение мясного сока происходит не только в процессе размораживания, но и в последующий период. Потери мясного сока можно снизить при условии, если скорость размораживания продукта соответствует скорости замораживания. Выделение мясного сока, испарение воды или поглощение влаги, конденсирующейся на поверхности продукта в ходе размораживания, определяют уровень изменения его массы.

На качественные показатели продукта влияет развитие ферментативных процессов в ходе размораживания. Вследствие нарушения структурных образований при размораживании и выделения ферментов во внешнюю среду интенсивность катализируемых ими реакций при повышенных температурах размораживания может быть весьма значительной. Это обстоятельство следует учитывать при определении условий нагрева мяса, замороженного в парном состоянии, так как не исключена возможность развития в мышечной ткани посмертного окоченения в случае кратковременного хранения замороженного сырья.

Важным показателем является микробиологическая обсемененность размороженного продукта. Ухудшение качества размороженных продуктов может быть вызвано деятельностью микрофлоры, сохранившей свою жизнеспособность при замораживании и хранении, а также воздействием неинактивиро-

ванных ферментов уничтоженных микроорганизмов, которые обсеменяли продукт.

В качестве теплоносителя используют воздух, воду или различные растворы, пар.

В промышленной практике наиболее распространен способ размораживания мяса в воздушной среде. Размораживание считают законченным при достижении в толще бедра 1 °С. В зависимости от температуры и скорости движения воздуха различают медленное, ускоренное и быстрое размораживание. При медленном размораживании температуру воздуха вначале поддерживают на уровне —5÷0 °С, затем ее постепенно повышают до 8 °С. Размораживание проводят в течение 3—5 сут при относительной влажности воздуха 90—95%, скорости его движения 0,2—0,3 м/с.

Ускоренное размораживание проводят при температуре воздуха 16—20 °С, относительной влажности 90—95% и скорости движения 0,2—0,5 м/с. Продолжительность процесса составляет для говяжьих полутуш 24—30 ч, свиных — 19—24, бараньих туш — 14—18 ч.

Быстрое размораживание осуществляют при помощи воздушного душирования при температуре воздуха 20 °С, скорости его движения в районе бедра 1—2 м/с, относительной влаж-

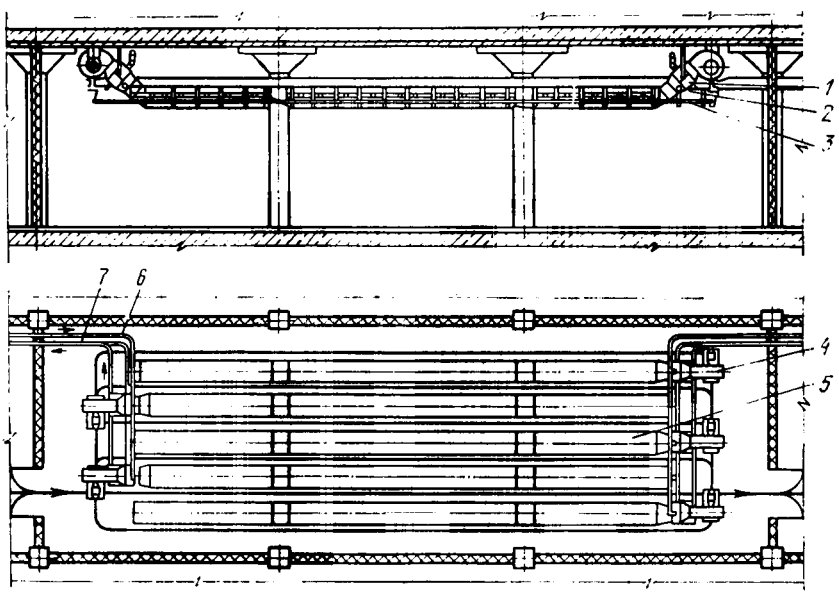


Рис. 56. Камера для быстрого размораживания мяса с непосредственным одноступенчатым воздушным душированием полутуш:

1 — воздуховод с соплами; *2* — центробежный вентилятор; *3* — калорифер; *4* — увлажнитель воздуха; *5* — подвесной путь; *6* — паропровод; *7* — отвод конденсата

Таблица 45

Стадия нагрева	Температура, °С	Относительная влажность, %	Коэффициент перемещения воздуха	Продолжительность, ч
1	14±1	95—98	200	20
2	10±2	95—98	200	16
3	0±2	60—70	100	4

ности 85—90%. Продолжительность размораживания составляет: говяжьих полутуш — 12—16 ч, свиных полутуш — 10—13, бараньих туш — 7—10 ч (рис. 56).

Скорости размораживания при высоком качестве продукта можно повысить, используя специальные установки, в которых в соответствии с особенностями объекта размораживания в ходе процесса меняются температура, относительная влажность и скорость циркуляции воздуха.

В тоннельных установках продукт размораживают в три стадии с автоматическим изменением температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (табл. 45).

В ходе размораживания температура поверхности туш не превышает 8 °С и к концу процесса доводится до 0 °С, температура в центре туш равномерно повышается до 0 °С. Размороженное таким образом мясо имеет хорошие органолептические показатели и благополучно в отношении санитарно-гигиенических показателей.

Размораживание мяса в паровоздушной среде при 20—25 °С позволяет сократить продолжительность процесса для говяжьих полутуш до 10—15 ч. Хотя масса полутуш в период размораживания увеличивается на 3—4%, при разделке в колбасном производстве теряется до 5—8% мясного сока. Вследствие повышения a_w поверхностных слоев при хранении размороженного таким образом мяса наблюдается развитие микроорганизмов.

Применение жидких сред для размораживания мяса способствует улучшению теплообмена. Размораживание осуществляется в холодной или теплой воде (30 °С) посредством погружения или орошения. При использовании этого метода устраняется возможность развития окислительных процессов. Однако контакт продукта с жидкостью приводит к извлечению из поверхностных слоев растворимых компонентов и поглощению ими воды. Увеличение a_w наружных слоев продукта создает предпосылки для развития микроорганизмов. Применение упаковочных материалов, предотвращающих непосредственный контакт продукта с жидкостью, дает возможность устранить указанные контакты.

Перспективным способом является размораживание продукта в среде насыщенного пара при пониженном давлении. Размораживание в условиях вакуума существенно сокращает про-

должительность процесса и обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия. При размораживании мясных блоков и отрубов целесообразно проводить нагрев при остаточном давлении 1,94—2,20 кПа и температуре 17—19 °С.

Высокое качество продуктов обеспечивается при сверхчастотном нагреве. Использование энергии электромагнитного поля СВЧ позволяет существенно сократить продолжительность процесса, улучшить санитарно-гигиенические показатели, устранить потери массы и растворимых компонентов. Эффективность применения СВЧ-нагрева во многом определяется степенью однородности свойств размораживаемого продукта. Преимущества этого способа особенно очевидны при неполном размораживании до температур, обеспечивающих оптимальные условия его последующей обработки. Ограничить опасность чрезмерного повышения температур на поверхности мясных блоков можно путем циркуляции воздуха температурой —30 °С или разбрызгиванием криогенной жидкости в тоннельных установках.

Глава 6
ПЕРЕРАБОТКА КРОВИ

Получаемая при убое сельскохозяйственных животных кровь является одним из важных источников белков, что делает ее ценным сырьем для производства пищевой, лечебной, кормовой и технической продукции. Полное использование крови способствует предотвращению загрязнения окружающей среды.

Количество и качество белков, входящих в состав крови, высокий уровень содержания железа в органически связанной форме предопределяет целесообразность более полного использования крови для производства мясопродуктов. В настоящее время при производстве колбас, полуфабрикатов и консервов широко применяют плазму и сыворотку крови. Цельную кровь и эритроциты используют при производстве кровяных колбас, отдельных видов зельцев, паштетов, консервов. В ограниченных количествах цельную кровь добавляют для улучшения окраски комбинированных мясопродуктов. Сочетание крови с другими белками, устраняющими дефицит изолейцина и метионина, а также применение специальных приемов обработки, маскирующих цвет и положительно влияющих на функциональные свойства системы, позволяют значительно повысить уровень использования крови при производстве различных видов мясопродуктов. Кровь используют при производстве лечебных препаратов: из крови и форменных элементов вырабатывают жидкий и сухой гематоген; из плазмы, сыворотки и фибрина изготовляют лечебные сыворотки и белковые гидролизаты. Из крови вырабатывают высокоценные белковые корма.

ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ

Для использования на пищевые цели и выработки лечебных препаратов пригодна кровь, собранная при соответствующих условиях, только от здоровых животных. Окончательное заключение о состоянии здоровья животных дается ветеринарно-санитарным надзором после тщательного осмотра туш, поэтому направление переработки крови окончательно определяют через 30—40 мин после оглушения животного.

При выработке кормовой и технической продукции используют кровь всех животных, допущенных к убою ветеринарно-санитарным надзором. Кровь, консервированная антисептиками, для кормовых целей непригодна.

ТЕХНОЛОГИЯ

Способы и условия переработки крови и ее компонентов зависят от вида изготовляемого продукта и используемой аппаратуры.

Сбор крови

Условия сбора крови при обескровливании определяют направление ее дальнейшего использования. Техника сбора крови описана в главе 1. Использование закрытых систем сбора крови с применением вакуума обеспечивает высокие санитарно-гигиенические показатели процесса, более полное использование крови на пищевые цели, высокую производительность.

Количество извлекаемой при обескровливании крови зависит от вида животного, породы, пола, возраста, упитанности, а также методов оглушения и сбора крови. По обобщенным данным, нормы выхода цельной крови (в % к живой массе) составляют: для крупного рогатого скота — 4,2, мелкого рогатого скота — 3,2, свиней — 3,5.

После изъятия пищевую кровь направляют на последующие стадии технологической обработки. Техническая кровь по желобу, установленному под линией обескровливания, поступает в емкости, а затем направляется на производство животных кормов или технической продукции.

Стабилизация крови

Предотвращение свертывания крови упрощает технологический процесс, дает возможность сократить и механизировать весь цикл выработки кровепродуктов, сохраняет в составе крови все содержащиеся в ней белки, уменьшает вероятность гемолиза и микробиального загрязнения крови. Применение стабилизации позволяет сохранить в крови, используемой для пищевых и медицинских целей, полноценный белок-фибриноген и увеличивает выход технической продукции за счет сохранения величины сухого остатка исходной крови.

Ниже приведен перечень стабилизаторов, используемых в промышленности:

Стабилизатор	Количество, кг на 1 т крови
Триполифосфат (двузамещенный)	2,5
Пирофиосфат натрия (гидрат)	2,5
Хлорид натрия	2,5—3,0
Фибризол (смесь из 22% ортофосфата, 38% пирофосфата натрия и 40% хлорида натрия)	1,0
Цитрат натрия	0,3—0,5
Синантрин 130	0,15

При выборе стабилизаторов должна быть учтена продолжительность стабилизирующего действия, его влияние на гемолиз (в случае получения продуктов из плазмы) и на зольность готового продукта, расход стабилизатора, его стоимость и дефицитность, а при стабилизации пищевой крови — отсутствие токсического действия применяемых доз стабилизатора. Наиболее подходящими стабилизаторами являются те, которые подавляют ферментную систему свертывания крови. Стабилизаторы, действующие на другие звенья, не предотвращают возможного свертывания собираемой крови при ее соприкосновении со сгустками крови или с остатками дефибринированной крови, содержащими активный тромбин.

Кровь, стабилизированная синантрином 130 и фибризолом, не свертывается в течение 3—4 сут. Хлорид натрия задерживает свертывание крови до 24 ч. При применении указанных стабилизаторов заметный гемолиз обнаруживается через 2 сут в случае хранения крови при комнатной температуре. При низких плюсовых температурах длительность безгемолизного хранения возрастает в 4—5 раз.

Фибризол обладает наряду со стабилизирующим эффектом консервирующим действием. Кровь, стабилизированная синантрином 130 (в отличие от крови, стабилизированной пирофосфатом и фибризолом), не свертывается при контакте с тромбином, содержащимся в сгустках свернувшейся крови и в дефибринированной крови.

При стабилизации крови в емкость предварительно наливают определенное количество водного раствора стабилизатора.

Применение в настоящее время усовершенствованных систем сбора крови, которые предусматривают стабилизацию крови в процессе обескровливания, позволяет существенно увеличить выход крови, улучшить санитарные показатели. При их использовании стабилизаторы (фибризол или цитрат натрия) вводят после оглушения животных в сонную артерию в процессе обескровливания. Затем кровь через полый нож отсасывается под вакуумом и направляется на последующую обработку.

Значительно сложнее производить стабилизацию крови, стекающей из туши в желоб, из-за трудности обеспечить постоянный контакт крови с раствором стабилизатора определенной концентрации.

Дефибринирование крови

Фибрин, образующийся в процессе свертывания крови, удаляют двумя способами. Кровь, используемую на пищевые и медицинские цели, дефибринируют немедленно после ее изъятия в ходе образования фибрина. Интервал времени между сбором крови и ее дефибринированием не должен превышать 1 мин. К такому способу прибегают и при использовании в дальней-

шем сепарирования крови. По другому способу кровь, направляемую для производства технической продукции, дефибринируют после образования сгустка, разрывая нити фибрин-полимера. Выход сгустка фибрина в первом случае составляет 5—8 %, во втором — 20—25 %.

Пищевую кровь дефибринируют в дефибринаторах при помощи механических мешалок. Продолжительность процесса 4—5 мин. Дефибринированную кровь сливают в приемную емкость через металлический сетчатый фильтр (диаметр отверстий в котором составляет 0,75—1 мм).

Количественное соотношение выделенного фибрина и дефибринированной крови составляет при переработке крови крупного рогатого скота 6,5—9 и 91—93,5 %, свиней — 4—7 и 93—96 %.

Содержание белковых веществ в фибриновом сгустке составляет около 20 %, причем на долю фибрина приходится приблизительно половина указанного количества.

Фибрин используют для получения фибриновой пленки. Комплекс фибрина с гемоглобином рекомендуют применять при производстве фаршевых изделий. Принимая во внимание аминокислотный состав фибрина, целесообразно использовать его для получения гидролизатов, которые применяют для парентерального питания организма и приготовления бактериальных сред.

Техническую кровь дефибринируют путем измельчения сгустков крови и последующего отделения фибрина. Разбивание сгустков крови и измельчение нитей фибрина производят в аппаратах Ц-41-1 или МИК-1.

Измельченный фибрин отделяют от жидкой крови процеживанием через металлическую сетку с диаметром отверстий 2—3 мм или отстаиванием в течение 30 мин. Выделяемые сгустки фибрина содержат значительное количество крови, которую вместе с фибрином используют для выработки кровяной муки.

Потери крови можно уменьшить повторной обработкой сгустка в аппарате П-41-1 или отжатием из них крови на центрифуге.

Повышение степени измельчения фибрина создает возможность непосредственно направлять кровь на сушку с использованием распылительных дисков. Применение аппаратов АВЖ-245К с диаметром отверстия в барабане 0,4—1,0 мм обеспечивает необходимый уровень дробления сгустков. Обработанная таким образом кровь поступает на распылительный диск сушильной установки. Применение указанного способа обработки крови позволяет организовать непрерывность процесса и увеличить выход сухого продукта.

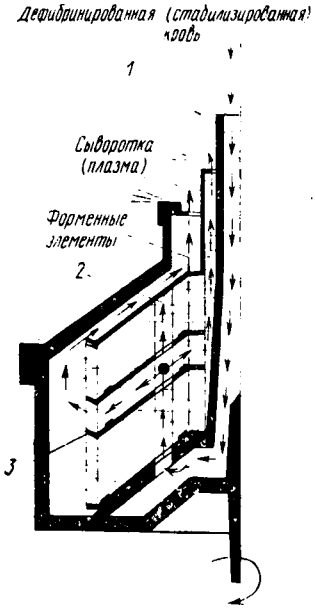


Рис. 57. Схема движения крови в барабане сепаратора:

1 – тарелкодержатель; *2* – разделительная тарелка; *3* – пакет тарелок

Сепарирование крови

Разделение крови на сыворотку (или плазму) и форменные элементы основано на разности плотностей этих фракций. Сепарирование должно обеспечить наиболее быстрое и полное разделение крови на фракции с помощью специальных сепараторов. Попадая во вращающийся барабан сепаратора, она распределяется тонкими слоями в межтарелочных пространствах, где под влиянием центробежной силы более тяжелая фракция форменных элементов отбрасывается к периферии, а сыворотка оттесняется к центру (рис. 57).

Разделяемость крови — функция ее вязкости. Поэтому сепарирование крови выгоднее вести при повышенной температуре (35—40 °С).

При сепарировании крови следует регулировать количество подаваемой крови соответственно производительности сепаратора, так как увеличение объема поступающей крови приводит к уменьшению выхода сыворотки.

Кровь на фракции можно разделять на сепараторе СК-1 производительностью 0,25 и 0,3 м³/ч. При такой производительности разделенная сыворотка и форменные элементы крови крупного рогатого скота соответственно составляют 62—63 и 37—38%.

Для выработки лечебных препаратов используют сепаратор АС-1Ж производительностью 0,04—0,05 м³/ч, в котором фракционирование крови можно проводить в стерильных условиях.

Кровь в сепаратор пускают только по достижении барабаном заданной частоты вращения. После 3—4-часовой непрерывной работы барабан сепаратора необходимо промывать.

В случае неполного отделения эритроцитов (или их гемолиза вследствие наличия воды в сепараторе) плазма или сыворотка приобретает красноватый оттенок. Степень осветления крови можно повысить, применяя фильтрующие перегородки на разделительной тарелке сепаратора.

В процессе сепарирования понижается содержание микроорганизмов в плазме (сыворотке). Герметизация системы подачи крови и ее разделения обеспечивает минимальную бактериальную обсемененность получаемых фракций.

Коагуляционное осаждение белков крови

В настоящее время в промышленной практике применяют метод выделения белков крови посредством тепловой или химической коагуляции.

Термическая коагуляция может осуществляться при 90—95 °С. В этих условиях значительно понижается микробиологическая обсемененность. Содержание влаги в коагуляте составляет около 50 %. Недостатком этого способа является изменение функциональных свойств белков крови вследствие их денатурации.

Белки можно выделить обработкой крови или ее фракции реагентами в кислой среде при pH 3,5—4,5. В качестве химических реагентов используют полифосфат натрия, трихлорид железа, лигнин и его производные. Использование этого метода позволяет почти полностью (до 98 %) выделить белки из крови. После нейтрализации белковый коагулянт высушивают и его можно использовать на пищевые цели.

Получены положительные результаты при извлечении белков крови с помощью альгинатов, пектина, карбоксиметилцеллюлозы и других соединений.

Консервирование крови и ее компонентов

Для предотвращения развития микробиологических процессов дефибринированную или стабилизированную кровь, сыворотку, плазму и форменные элементы направляют на дальнейшую переработку сразу же после получения. Продолжительность хранения после сбора при 15 °С не должна превышать 4 ч для дефибринированной и стабилизированной крови и 2 ч для сыворотки, плазмы и форменных элементов.

Сроки хранения крови или сыворотки можно увеличить добавлением 10 %-ного насыщенного раствора хлорида натрия. В таком виде их можно хранить при температуре не выше 4 °С в течение 2 сут.

В качестве консервантов используют также аммиак, диоксид углерода, смесь цитрата натрия с бензойной кислотой и хлоридом натрия, пиросульфит натрия, молочную кислоту и другие вещества.

Кровь, используемую для технической продукции, можно консервировать антисептиками: крезолом или фенолом в количестве 2,5 кг на 1 т крови, аммиаком в количестве 20 % и другими химическими веществами.

При использовании крови и ее фракции на пищевые цели их консервируют холодом. Сроки хранения охлажденной крови весьма ограничены: плазму можно хранить при 0—2 °С не более 4—5 сут, при 4 °С — 8 ч.

Продолжительное хранение крови и ее компонентов можно обеспечить замораживанием. Кровь, плазму и сыворотку, помещенные в тару, можно замораживать в морозильных камерах и морозильных аппаратах. Для замораживания целесообразно использовать морозильные барабанные установки для выработки чешуйчатого льда. В этом случае исключается необходимость размораживания крови или ее фракции перед их использованием при производстве мясопродуктов.

Продолжительность хранения крови при —10 °С составляет 6 мес. Оттаивание крови сопровождается гемолизом.

В настоящее время разработаны специальные установки для закрытого сбора крови, ее стабилизации, сепарирования, охлаждения и консервирования с помощью химических реагентов. Их применение обеспечивает высокую производительность, хороший санитарный режим, возможность дистанционного контроля и регулирования процессов.

Обесцвечивание крови

Степень полноты использования белков крови при производстве мясопродуктов ограничивается специфической окраской гемоглобина. Принимая во внимание, что на долю гемоглобина приходится около 60 % белков, он является одним из главных потенциальных источников белка. Значение гемоглобина в питании определяется высоким содержанием железа в легкоусвояемой форме. В настоящее время разработаны ряд химических методов обесцвечивания гемоглобина и физико-химические способы воздействия на системы, содержащие гемоглобин, которые позволяют маскировать его окраску. Их применение в промышленности будет способствовать увеличению масштабов использования белков крови при производстве мясопродуктов.

Химические методы обесцвечивания основаны на удалении гема. Разработан ряд способов, предусматривающих отделение гема от гемоглобина в кислой среде в присутствии ацетона. Выделенный глобин обладает эмульгирующей способностью. Однако удаление гема снижает устойчивость белка к денатурации, что отражается на его функциональных свойствах. Реализация указанного способа связана с определенными трудностями и требует значительных затрат.

Обесцвечивания гемоглобина можно достигнуть обработкой пероксидом водорода. Способ предусматривает гемолиз эритроцитов при добавлении воды, нагревание суспензии до 70 °С в присутствии пероксида водорода. На заключительном этапе реакции для разрушения H_2O_2 в раствор вводят каталазу. Обесцвеченный белок нерастворим в воде. Его используют при производстве колбас и рубленых полуфабрикатов.

Применение химических методов обработки крови и эритроцитов с целью обесцвечивания может повлиять на функцио-

нальные свойства белков и отразиться на их биологической ценности вследствие разрушения незаменимых аминокислот.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на обесцвечивание крови путем удаления гема в процессе ферментативного гидролиза гемоглобина.

Нежелательное влияние гемоглобина на цвет мясопродуктов можно устранить путем использования жировых эмульсий, содержащих кровь или эритроциты в сочетании с молочными белками. Введение в эмульсии казеината натрия устраняет дефицит изолейцина и метионина. Эмульгирование крови с жиром в присутствии казеината натрия может быть осуществлено посредством ультразвуковой обработки. Полученные эмульсии отличаются хорошей стабильностью при хранении и нагревании. Положительно оценивается метод получения содержащих кровь эмульсий с использованием гомогенизации при повышенном давлении.

Разработка новых методов и оборудования для переработки крови, предусматривающих ее осветление, и внедрение их в промышленную практику существенно увеличат резервы заменителей мясного белка.

Сушка крови

Высушивание крови и ее фракций обеспечивает длительное хранение продуктов при перегулируемой температуре и существенно облегчает их транспортирование. Условия и режимы сушки крови и ее фракции должны обеспечить в максимальной степени сохранение функциональных свойств содержащихся в них белков.

В настоящее время кровь обезвоживают главным образом посредством распылительной сушки. Сушка крови в состоянии высокой дисперсности резко повышает интенсивность испарения влаги в результате увеличения удельной поверхности высушиваемого материала. Сопутствующее распылению уменьшение размеров частиц сводит к минимуму влияние скорости внутренней диффузии на интенсивность удаления влаги, замедляющей влияние явления термовлагопроводности.

Благодаря высокой дисперсности, достигаемой распылением крови, основная масса воды удаляется за несколько секунд, что обусловливает устойчивость белков к последующему воздействию повышенных температур. В то же время высокая интенсивность испарения влаги из материалов в начальный момент сушки приводит к резкому снижению температуры теплоносителя и обеспечивает сравнительно низкий температурный уровень высушиваемого продукта. Температура материала на заключительном этапе сушки не поднимается выше 50—60 °С, хотя сушильный агент поступает с температурой выше 100 °С.

Кратковременность воздействия повышенных температур в процессе обезвоживания крови позволяет свести к минимуму денатурационные изменения белков и тем самым обеспечивает высокую степень их растворимости в высушенном продукте. Полученный в результате распылительной сушки тонкий порошок при контакте с водой весьма быстро без предварительного измельчения переходит в раствор.

Высокая скорость распылительной сушки позволяет осуществить процесс в непрерывном потоке при его полной автоматизации. Кровь можно распылять с помощью форсунок или центробежных дисков.

Распыление форсунками может быть пневматическим и гидравлическим. Пневматические распылительные устройства действуют по принципу инжектора. Распыление жидкости в них достигается действием струи сжатого воздуха давлением $2{,}5—7 \cdot 10^5$ Па. Кровь в форсунки подается самотеком. При небольшой производительности пневматические форсунки требуют сравнительно больших затрат энергии и сложны в обслуживании.

Гидравлические (механические) распылительные устройства представляют собой перемещающиеся по окружности или неподвижные форсунки, через отверстия которых под давлением $50 \cdot 10^5$ Па и выше выбрасывается кровь. Установки с подвижными форсунками в зависимости от производительности имеют 4, 6 и 9 форсунок, диаметр выходных отверстий которых 0,5—1 мм. Устройства с неподвижными форсунками имеют их 2—3 с диаметром отверстий 1,3—1,7 мм.

Скорость струи является функцией давления, под которым подается кровь в форсунку. Увеличение дисперсности позволяет повышать температуру подаваемого воздуха, практически не влияя на содержание растворимых белков.

Гидравлический способ распыления достаточно экономичен по расходу энергии. Однако его существенным недостатком является забивание отверстий форсунок примесями, что вызывает необходимость обязательной фильтрации крови перед распылением. Кроме того, под шлифующим действием струи жидкости диаметр отверстий в форсунках довольно быстро возрастает, что приводит к нарушению нормального режима работы сушилки.

Центробежное распыление крови производится при помощи быстровращающегося диска, снабженного четырьмя или более каналами, расположенными радиально. Кровь самотеком подается в воронку диска, откуда попадает в каналы, сечение которых уменьшается в радиальном направлении. Степень распыления крови вращающимся диском является функцией окружной скорости.

Зависимость степени распыления от величины центробеж-

ного ускорения выражена уравнением:

$$d = \frac{98{,}5}{n}\sqrt{\frac{\alpha}{R\rho}},$$

где d — диаметр частицы, м; n — частота вращения, мин$^{-1}$; α — поверхностное натяжение, Н/м; R — радиус диска, м; ρ — плотность, кг/м^3.

Частота вращения составляет $(8—10)\cdot 10^3$ мин$^{-1}$. Производительность диска около 0,5 м^3/ч. Увеличение частоты вращения до $3\cdot 10^4$ мин$^{-1}$ обеспечивает значительно большую дисперсность крови, а следовательно, и возможность повышения температуры сушки. Дисковое распыление обеспечивает высокую степень дисперсности крови, причем отверстия в диске во время работы не засоряются и нет необходимости останавливать сушилки для очистки распыливающих устройств, как это имеет место при форсуночном распылении.

При всем различии в конструкциях распылительных сушилок общими для всех сушилок являются следующие элементы: сушильная камера, распыляющее устройство, устройство для улавливания порошка, уносимого воздухом, подогреватель, приспособление для выгрузки сухого продукта, вентиляторы и фильтр для очистки воздуха, воздуховоды и распределитель воздуха.

Обезвоживаемый материал распыляется в сушильной камере, где смешивается с нагретым воздухом и обезвоживается. Бóльшая часть сухого материала в виде пыли падает на дно камеры и непрерывно отводится оттуда разгрузочным устройством. Отработавший воздух с уносимой им частью сухого порошка удаляется из камеры через пылеуловительные устройства и выбрасывается в атмосферу.

В зависимости от направления движения теплоносителя относительно направления потока распыленного материала сушилки могут быть прямоточными, противоточными, со смешанным движением теплоносителя и воздуха.

Сушильные камеры (башни) распылительных сушилок бывают цилиндрической и цилиндроконической формы. Преимущество последней состоит в том, что при направленном потоке воздуха по спирали сушильные камеры работают как циклон и поэтому не нуждаются в специальном разгрузочном устройстве.

Важным элементом распылительных установок являются устройства для улавливания пыли. Высушенные частицы могут длительное время находиться во взвешенном состоянии, особенно при наличии воздушного потока. Значительная часть пыли высушенного материала увлекается потоком отходящего воздуха или газа. Величина уносимой пыли может составлять в распылительных устройствах до 40 % общего количества высушенного материала. Поэтому улавливание пыли необходимо

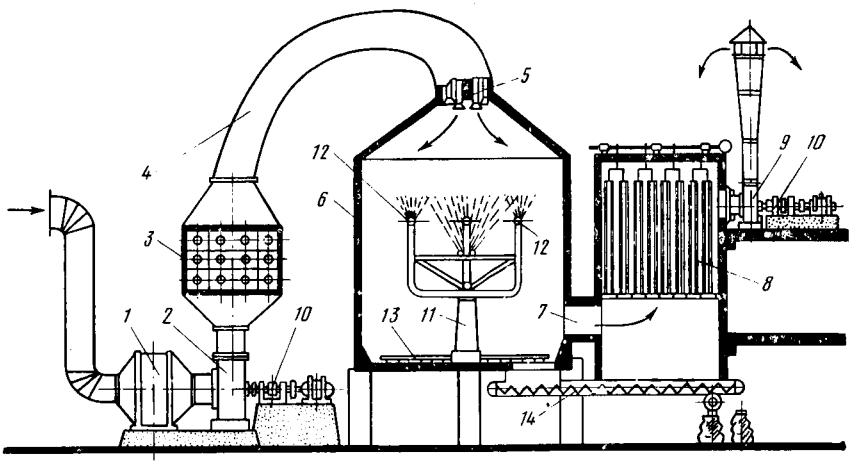


Рис. 58. Сушильная установка с вращающимися распылительными форсунками:

1 — фильтр для воздуха; *2* — нагнетательный вентилятор; *3* — паровой калорифер; *4* — воздуховод-хобот; *5* — распределитель теплого воздуха; *6* — корпус сушильной башни; *7* — боковые отверстия для отработавшего воздуха; *8* — рукавный фильтр; *9* — отсасывающий вентилятор; *10* — редуктор вентилятора; *11* — вращающаяся форсуночная мачта; *12* — форсунки распыления; *13* — скребки, собирающие порошок альбумина; *14* — разгрузочный шнек

как с точки зрения экономических соображений, так и с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. Кроме того, осаждение пыли на поверхности трущихся частей механизмов ведет к их преждевременному износу.

Пыль от отходящего воздуха отделяется либо с помощью встряхивающих рукавчатых фильтров, либо в циклонах. Рукавчатый фильтр состоит из прямоугольного или цилиндрического кожуха (рис. 58) с коническим днищем, образующим бункер. Внутри кожуха находятся матерчатые рукава, которые периодически встряхиваются для удаления осевшей пыли.

Основными достоинствами рукавных фильтров являются высокая степень обеспыливания (95—96 %) и удобство выгрузки пыли. К недостаткам таких фильтров относят колебания в производительности вследствие запыленности ткани и забивка ее при фильтрации влажной пыли, что резко сказывается на снижении производительности.

Наряду с рукавными фильтрами в распылительных установках широко применяют циклоны, действие которых основано на использовании центробежной силы. Степень обеспыливания отходящих газов в циклонах зависит от размера частиц, удельной массы пыли, ее концентрации в очищенном газе, скорости водуха на выходе в циклон и размеров циклона.

Обогрев воздуха, подаваемого в сушилку, можно производить в калорифере или путем смешения с газообразными продуктами сгорания топлива. Обычно для подогрева употребляют

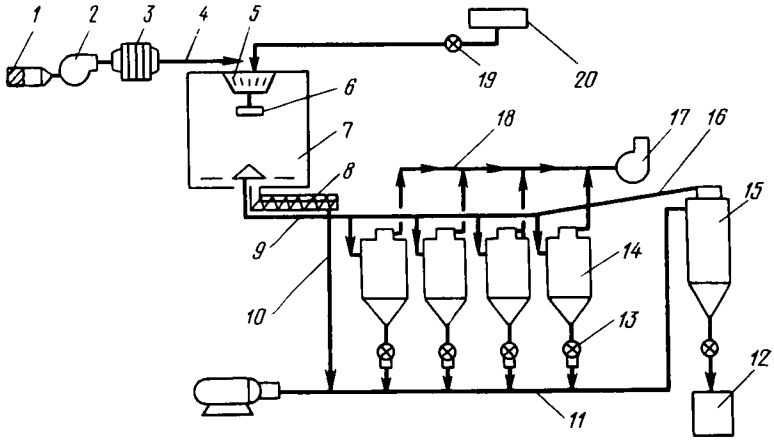


Рис. 59. Схема сушильной установки распылительного типа А1-ОР4:

1 — фильтр; *2* — вентилятор; *3* — калорифер; *4* — воздуховод; *5* — распределительные жалюзи горячего воздуха; *6* — распылительный диск; *7* — сушильная камера; *8* — разгрузочный шнек; *9* — линия запыленного воздуха; *10* — линия подачи продукта из шнека в линию пневмотранспорта; *11* — трубопровод пневмотранспорта; *12* — бункер для сухого продукта; *13* — шлюзовые затворы; *14* — циклоны; *15* — циклон пневмотранспорта; *16* — воздушная линия; *17* — отсасывающий вентилятор; *18* — воздуховод для очищенного воздуха; *19* — насос подачи исходного материала; *20* — питательная емкость

паровые пластические калориферы, значительно реже — электрические и огневые.

При получении пищевой продукции важно, чтобы наружный воздух, поступающий в калорифер, был очищен. Для этой цели перед калорифером устанавливают серию рам с натянутым материалом, проходя через который воздух очищается. Часто воздух очищают с помощью висциновых фильтров (пустотелые кольца или клетчатые рамы, смазываемые вискозином).

На рис. 59 дана схема сушильной установки А1-ОР4 с дисковым распылением. Производительность установки 500 кг испаренной влаги в час. Кровь из емкости поступает в полость распылительного диска. Воздух, нагретый в калорифере, за счет работы всасывающего вентилятора выходит в камеру через распределительные жалюзи, установленные над диском. При выходе из жалюзи воздух, имеющий температуру 140 °С, приобретает вихреобразное движение, и, контактируя с распыленной кровью, ее обезвоживает.

Высушенная кровь в виде порошка падает на дно сушильной башни, откуда непрерывно удаляется вращающимися радиально расположенными скребками, направляющими ее к отверстиям, через которые она ссыпается в шнек, а затем поступает в линию пневмотранспорта. Отработавший воздух отсасывается вентилятором и проходит через циклоны. Отделенные частицы сухого продукта поступают в систему трубопроводов пневмотранспорта, соединенного с циклоном, для окончательного их отделения.

В сушилках с форсуночным распылением (см. рис. 58) кровь, поступающая на обезвоживание из бака, проходит через стаканчиковые фильтры и плунжерным насосом под давлением $5 \cdot 10^5$ Па нагнетается во вращающиеся на колонке форсунки, которыми выбрасывается в камеру, образуя факел распыленной крови. Воздух, нагретый в калорифере, поступает через хобот в верхнюю часть башни через воздухораспределитель в виде шлицы. После высушивания основная масса обезвоженной крови опускается на дно башни и непрерывно вращающимися скребками сметается в бункер, откуда попадает в разгрузочный шнек. Задержанные фильтром частицы высушенного материала ссыпаются вниз и из бункера отводятся шнеком.

Экономичность распылительной сушки можно значительно повысить, предварительно упаривая кровь и используя тепло и влагоемкость отходящего воздуха для предварительного подогрева и частичного обезвоживания крови, подаваемой в сушилку. Предварительным упариванием можно удалить до 60 % содержащейся в крови влаги, что повысит содержание сухого остатка с 17 до 35 %. Во избежание денатурации белков крови выпаривание следует вести при температуре не выше 35—40 °С в условиях вакуума при остаточном давлении 5,32—$6{,}66 \cdot 10^5$ Па.

Кровь и ее фракции можно сушить в виброкипящем слое на установке А1-ФБУ. Кровь с помощью пневматической форсунки наносится тонким слоем на гранулы из инертного материала (фторопласт-4), расположенные на вибрирующей решетке. Воздух поступает в камеру с температурой 100—125 °С в противотоке движению гранул. В результате трения гранул высушенная пленка крови отделяется и уносится с помощью отсасывающего вентилятора в циклон.

В ряде случаев кровь обезвоживается сублимационной сушкой.

Концентрирование плазмы крови

Высокое содержание воды в плазме крови ограничивает возможности ее использования при производстве некоторых видов мясопродуктов. Весьма перспективным представляется концентрирование плазмы или сыворотки методом ультрафильтрации. Ультрафильтрационные установки снабжены полупроницаемыми мембранами, через поры которых проходит растворитель и низкомолекулярные вещества. Это приводит к увеличению концентрации макромолекул. Движущей силой процесса является перепад давлений порядка $1 \cdot 10^3$ кПа. Разделение проводится при температуре окружающей среды, что обеспечивает сохранение нативных свойств белка.

Проведенными по ВНИКИМПе исследованиями установлено, что применение ультрафильтрации позволяет увеличить

концентрацию белков в плазме до 20 % при сохранении их исходных свойств. Применение ультрафильтрации в сочетании с сушкой будет способствовать снижению расхода энергии и обеспечит высокое качество высушенного продукта.

В Швеции предложен метод криоконцентрирования плазмы крови. Этот метод основан на повышении содержания сухих веществ в водной фазе в результате выделения кристаллов льда. По данным МТИММП, содержание белков в плазме крови можно увеличить благодаря криоконцентрированию до 15 % при высоком уровне сохранения их нативных свойств.

В Швеции разработана и запатентована установка для переработки крови крупного рогатого скота и свиней, в которой происходит стабилизация крови, разделение ее на форменные элементы и плазму, концентрирование белков плазмы с помощью ультрафильтрации с последующей сублимационной сушкой в аппаратах непрерывного действия.

Глава 7

ОБРАБОТКА ШКУР, КИШОК И КЕРАТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

ОБРАБОТКА ШКУР

Производственная номенклатура и классификация шкур

Шкуры по своему строению и свойствам существенно отличаются в зависимости от вида животных, их пола и возраста.

Слизок — шкура неродившихся или мертворожденных телят.

Опоек — шкура молодняка крупного рогатого скота, которого поят молоком.

Выросток — шкура молодняка крупного рогатого скота, освоившего растительный корм.

Яловка — шкуры коров.

Бычина — шкура кастрированных быков.

Бугаина — шкура некастрированных быков.

Шкуры свиней имеют редкий шерстный покров и толстый эпидермис. Волосяные сумки насквозь пронизывают дерму, вследствие чего свиная кожа водопроницаема.

В соответствии с видовыми и возрастными особенностями различают мелкое, крупное и свиное кожевенное сырье.

К мелкому кожевенному сырью относят шкуры молодняка крупного рогатого скота (склизок, опоек независимо от массы и выросток до 10 кг), овец, непригодные для мехового и шубного производства, и шкуры коз. Шкуры мелкого скота (овчины) различают также и по длине шерстного покрова: овчину шерстную (длина шерсти свыше 6 см), полушерстную (от 2,5 до 6 см), голяк (до 2,5 см).

В крупное кожевенное сырье входят шкуры крупного рогатого скота: полукожник (шкура подтелка и бычка, масса 10—13 кг), бычок (шкура бычка, масса 13—17 кг), яловка (легкая — 13—17 кг, средняя — 17—25, тяжелая — свыше 25 кг), бычина (легкая — 17—25 кг, тяжелая — свыше 25 кг), бугаина (легкая — 17—25 кг, тяжелая — свыше 25 кг).

К свиному сырью относят шкуры поросят массой 0,75—1,5 кг и свиные шкуры (легкие — массой 1,5—4 кг; средние — 4—7 и тяжелые — свыше 7 кг). Свиные крупоны (часть шкуры, снятой с огузка, спины, боков и шеи свиной туши) подразделяют на мелкие и крупные.

Характеристика шкур

Кожу с волосяным покровом называют шкурой. Строение и свойства шкуры на ее различных участках, называемых топографическими, неодинаковы (рис. 60).

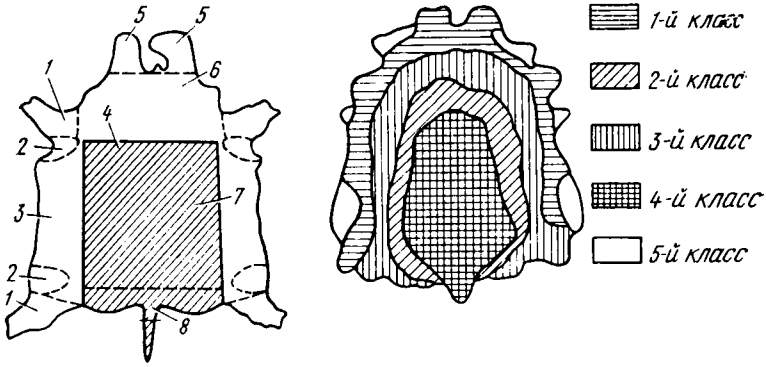


Рис. 60. Топография шкуры крупного рогатого скота:
1 — лапы; *2* — пашины; *3* — полы; *4* — черпак; *5* — голова (челка); *6* — вороток; *7* — крупон (*7* и *8* входят в состав черпака); *8* — огузок

Рис. 61 Классы переплетения коллагеновых пучков в шкуре

Толщина шкуры крупного рогатого скота различна: наибольшая у огузка, наименьшая у полы и особенно у пашины. Плотность шкуры зависит в значительной степени от характера сплетения пучков коллагеновых волокон (вязи). Различают пять классов переплетения. Плотность сетчатого слоя снижается от первого к пятому классу (рис. 61). Наибольшей плотностью обладает черпак, наименьшей — пашина. Голова толстая, но рыхлая.

Шкура состоит из трех основных слоев (рис. 62): эпидермиса, дермы, подкожной клетчатки.

Толщина эпидермиса составляет всего 1—2 % толщины шкуры. Эпидермис и волос при выработке кожи удаляют, при выработке меха — сохраняют.

Дерма представляет собой сложное переплетение коллагеновых пучков, эластиновых и ретикулиновых волокон. В дерме различают два слоя: сосочковый, или капиллярный, и сетчатый, или ретикулярный. Толщина дермы зависит от вида шкуры. У шкур крупного рогатого скота она составляет примерно 84 % общей толщины.

В сосочковом слое расположены волосяные сумки с волосом, потовые и сальные железы, кровеносные и лимфатические сосуды. Ретикулиновые волокна в переплетении с тонкими коллагеновыми и эластиновыми волокнами на поверхности сосочкового слоя образуют особенно густую, плотную сеть. Этот слой после удаления эпидермиса в процессе выделки кожи образует ее «лицо». На лицевой поверхности кожи расположены многочисленные небольшие выступы, которые вместе с углублениями от волосяных сумок и выводных протоков желез создают характерный для каждого вида шкур рисунок — мерею. Лицевой слой является устойчивым по отношению к внешним

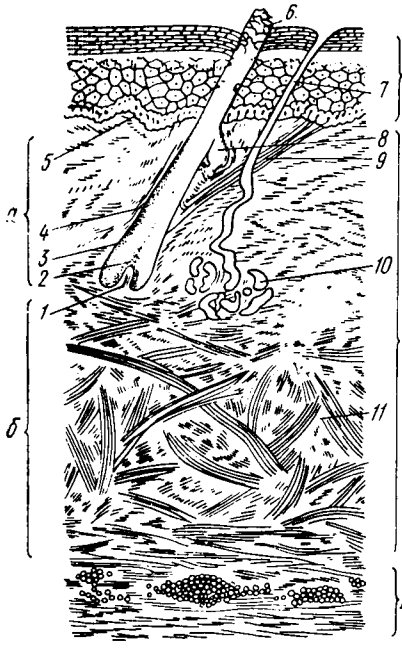


Рис. 62. Строение кожного покрова:
I — эпидермис; *II* — дерма; *III* — подкожная клетчатка; *а* — сосочковый слой дермы; *б* — сетчатый слой дермы; *1* — сосочек волоса; *2* — луковица волоса; *3* — корень волоса; *4* — волосяное влагалище; *5* — лицевая пленка; *6* — роговой слой эпидермиса; *7* — выводной проток потовой железы; *8* — сальная железа; *9* — мышца, поднимающая волос; *10* — потовая железа; *11* — коллагеновые волокна

воздействиям (механическим, тепловым, химическим, бактериальным). Сосочковый слой рыхл и непрочен, неустойчив к микроорганизмам.

Сетчатый слой состоит преимущественно из сложно и плотно переплетенных пучков коллагеновых волокон. Коллагеновые волокна и пучки более толстые, чем в сосочковом слое: их толщина достигает 30—35 мкм. В нем мало кровеносных сосудов и эластиновых волокон. У шкур большинства видов животных волосяные сумки и железы в сетчатом слое отсутствуют. Исключение составляют свиные шкуры, в которых они часто пронизывают сетчатый слой и выходят в подкожную клетчатку.

Шкуры овец рыхлы, что обусловлено густым шерстным покровом, обилием сальных и потовых желез, тониной коллагеновых волокон, а также горизонтальным характером вязи дермы.

Подкожная клетчатка является разновидностью рыхлой соединительной ткани. Этот слой содержит значительное количество кровеносных сосудов, эластиновых волокон и много жировых клеток. Отделенная подкожная клетчатка называется мездрой.

Волосяной покров шкур крупного рогатого скота называют волосом, свиных шкур — щетиной, овчин — шерстью. Волос (щетина) включает корень, расположенный в глубине шкуры, и стержень, свободно выступающий над ее поверхностью. Корень волоса заканчивается расширенной частью — луковицей. Он лежит в волосяном мешке, который образуется эпидермисом и соединительной тканью дермы.

Основные вещества шкуры — это вода и белки, встречаются жир и жироподобные вещества, а также в небольших количествах углеводы, минеральные соли и ферменты.

Шкуры взрослых животных с более плотным строением со-

держат меньше воды, чем шкуры молодняка, шкуры упитанных животных — больше жира. Среднее содержание воды в парной шкуре: опоек — 71—73 %, яловка и бычина — 69, бугай — 67, свиная шкура — 64 %.

Количество липидов в шкуре колеблется в широких пределах. Содержание жира в шкуре овец достигает 30 %, в шкуре крупного рогатого скота 0,5—1,5 %. В полах овчин жира меньше, чем в огузке.

Белки составляют примерно 95 % сухого остатка шкур. В состав шкуры входят альбумины и глобулины, глюкопротеиды (муцины и мукоиды), фосфопротеиды, липопротеиды и хромопротеиды, а также склеропротеиды (коллаген, кератин, эластин и ретикулин). Более 90 % белков приходится на долю коллагена. Содержание коллагена в дерме бычины составляет 33,2 %, парной массы, эластина и ретикулина — 0,34, альбумина и глобулина — 0,7, мукоидов — 0,16 %.

Технология

Шкуры, только что снятые с туш животных, называются парными. Под действием микроорганизмов и ферментов парные шкуры, в особенности тощие и с густым шерстным покровом, быстро портятся.

На шкурах здоровых животных обнаружены кокки, споровые бактерии, в том числе гнилостные. Бактериальная загрязненность шкур крупного рогатого скота выше, чем свиных. Микроорганизмы проникают в подкожную клетчатку, слизистый слой эпидермиса, волосяные сумки и железы и быстро там размножаются, хотя видимые признаки разложения тканей еще отсутствуют. На более глубокой стадии отслаивается эпидермис и отделяется волос, ощущается сильный запах аммиака и сероводорода, дерма становится дряблой, темной, ослизлой и непрочной.

Шерстная поверхность шкур сильно загрязнена. Особенно большие и плотные загрязнения бывают на огузке, задних лапах (главным образом у шкур крупного рогатого скота) и полах. При неблагоприятных условиях содержания скота на этих участках возникает плотное образование из приставших к шерсти навоза и грязи (навал). После съемки на шкурах остаются прирези мышечной и жировой тканей, кровяные сгустки, объединяемые под общим названием утяжелителей. Загрязнения и утяжелители создают благоприятные условия для развития микрофлоры. Поэтому их следует удалить. Это необходимо также для определения так называемой парной массы шкур, по которой мясокомбинат рассчитывается с кожевенной промышленностью.

Кожевенной промышленности шкуры сдают в состояниях: в парном и консервированном.

Однако время между съемкой шкуры и началом отмочно-зольных операций в кожевенном производстве ограничено. В действующей технологической инструкции переработку или консервирование шкур требуется проводить не позднее чем через 3 ч после съемки их с туш. В такой ограниченный срок не успевают транспортировать шкуры на большие расстояния. В парном состоянии шкуры сдают только в случае расположения мясокомбината и кожевенного завода в непосредственной близости друг от друга. Поэтому сдача шкур в парном состоянии пока не получила широкого распространения. В благоприятных условиях (при относительно небольших расстояниях между сдаточно-приемными предприятиями и согласованности в их работе) осуществляют ограниченное консервирование шкур (для краткосрочного хранения). Основную массу шкур консервируют для длительного хранения.

Подготовку парных шкур к сдаче кожевенной промышленности или к консервированию называют также санитарной обработкой шкур. Она включает следующие операции: удаление навала (с навальных шкур), прирезей мяса и подкожной клетчатки с мездряной стороны шкур (мездрение), промывку, контурирование, сортировку, включая определение их массы или площади (для шкур мелкого рогатого скота). При сдаче шкур в парном состоянии их дополнительно комплектуют в партии и немедленно транспортируют на кожевенный завод.

Удаление навала. Предварительно шкуры сортируют на навальные и ненавальные. Количество навальных шкур, а также степень навальности зависят от условий содержания крупного рогатого скота в сельском хозяйстве, при транспортировании и на мясокомбинатах. Улучшение этих условий и мойка перед переработкой уменьшают их количество.

Для облегчения удаления навала и во избежание повреждения лицевого слоя навал предварительно увлажняют, орошая шерстную сторону шкуры водой из душа или шланга в течение 1 мин. Увлажненные шкуры выдерживают в штабеле до полного размягчения навала, но не более 1 ч. На линиях непрерывного действия размягчение навала сочетают с промывкой шкур в проходных вращающихся барабанах.

Шкуры освобождают от навала на навалосгоночных машинах ММ-4, ММ-3, ММ-А, которые в отличие от мездрильной машины имеют ножевой вал с затупленными ножами во избежание нарушения лицевого слоя шкуры, а частота вращения вала снижена до 950 $мин^{-1}$ (рис. 63). Для удаления навала шкуру забрасывают в машину шерстной стороной вверх, огузком вперед.

Промывка и стекание шкур. Шкуры крупного рогатого скота без навала промывают холодной водой для их охлаждения и удаления грязи и крови (вместе с ними удаляется значительное количество микроорганизмов и балластных растворимых

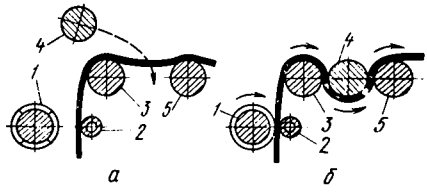


Рис. 63. Схема навалочной машины ММ-4:

а — нерабочее положение; *б* — рабочее положение; *1* — ножевой вал для снятия навала; *2* — пневматический вал для прижимания шкуры к ножевому валу; *3* — гладкий вал; *4* — панцирный вал; *5* — рифленый вал

белков). Промывку ведут под душем или из шланга и значительно эффективнее во вращающихся перфорированных барабанах непрерывного действия. Избыток воды на шкурах удаляют стеканием ее на козлах (не более 1 ч), во вращающихся барабанах, в отжимных валковых машинах. Шкуры свиней и мелкого рогатого скота не промывают.

Мездрение. Это процесс удаления прирезей мышечной и жировой тканей, а также части подкожной клетчатки (мездры). Мездрение позволяет сохранить прирези и мездру для использования на пищевые и технические цели, а также способствует ускорению диффузии соли в шкуру при посоле и уменьшению массы сырья (до 15 %), что имеет значение при дальнейшем его транспортировании и обработке.

Крупные прирези со шкур крупного и мелкого рогатого скота, а также свиней удаляют вручную непосредственно вслед за съемкой шкур и используют на пищевые цели. Остающиеся прирези и мездру снимают перед консервированием и используют для выработки технического жира и кормовой муки.

Шкуры крупного рогатого скота мездрят на мездрильных машинах ММ-4, ММ-3, ММ-А с острыми ножами. Для отвода мездры и более мягкого мездрения ножевой вал орошается водой. Для мездрения малогабаритных шкур крупного рогатого скота (опоек, выросток, полукожник, бычок), свиных и мелкого рогатого скота пригодны машины ММ-2 и ММ-И.

На непрерывно-поточных линиях санитарной обработки применяют проходные навалосгоночные и навалосгоночно-мездрильные машины.

Шкуры мелкого рогатого скота мездрят на машинах только в случае консервирования в рассоле и после удаления с их шерстной стороны репьев, навала и других засорений.

Контурирование. Шкуры после съемки с туш животных имеют сложный, извилистый контур. Их краевые участки (головная часть, лапы) при механической обработке на мясокомбинатах и кожевенных заводах отрываются, образуя значительную массу отходов. При этом вместе с малоценными участками в отходы уходят и смежные с ними полезные для раскроя участки. Общее количество отходов при производстве кожи достигает 16 % массы сырья.

Уменьшить отходы сырья при выработке кож можно, выравнивая контуры шкур контурированием. Контурирование шкур

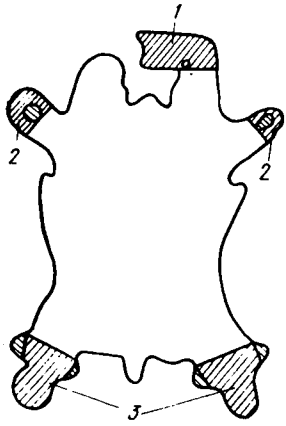


Рис. 64. Схема контурирования шкур крупного рогатого скота
1 — лобаш; *2* — передние лапы; *3* — задние лапы

с удалением от 8 до 30% их массы применяют во многих странах. Оно повышает степень использования кожевенного сырья и готовых кож при их раскрое в обувном производстве, а также их качество, позволяет дополнительно получать белковое сырье, которое можно использовать на пищевые и кормовые цели.

Удаляемые участки шкур крупного рогатого скота составляют примерно 12% их массы. В соответствии со схемой, представленной на рис. 64, отделяют лобную часть шкуры с глазными отверстиями (4,2%), отрезают концы передних (3,1%) и задних лап (5%). При съемке шкур со свиных туш методом крупонирования в качестве контурированного сырья в шкуроконсервировочный цех поступают крупоны.

Северо-Кавказским отделением ВНИКИМПа разработана технология контурирования шкур свиней, по которой производится полная съемка шкуры и ее мездрение, после чего вырезают крупон увеличенного размера (65—70% общей площади — на 34—38% больше обычных крупонов). Оставшуюся часть шкуры используют на пищевые цели — на выработку белкового стабилизатора, пищевого желатина, а также хрустящих ломтиков. Новая технология существенно улучшает сортность шкур, так как значительная часть прижизненных и производственных пороков находится на их краевых участках.

Сортировка. Природные особенности шкур, наличие тех или иных пороков, масса, площадь, состояние шкур обусловливают качество изготовленных из них кож и меха. Шкуры просматривают на столе с мездряной и с шерстной сторон, применяя лампы дневного света, просвечивающие столы, рефлекторы. У шкур всех видов скота определяют массу, за исключением шкур мелкого рогатого скота, у которых измеряют площадь. У шкур мелкого рогатого скота дополнительно устанавливают шерстность. Площадь шкуры определяют в расправленном состоянии (в дм^2) с помощью дециметражной доски или планиметра.

В зависимости от качества, определяемого по количеству, величине и расположению дефектов, шкуры разделяют на четыре сорта.

Консервирование. Консервирование не должно вызывать существенных изменений коллагена, поскольку от его свойств и состояния зависит качество кожи и меха. Степень гидратации

консервированной шкуры после ее отмочки должна приближаться к степени гидратации парной шкуры. С учетом этих требований применяют различные способы консервирования: для кратковременного и длительного хранения.

Кратковременное консервирование сырья. Такое консервирование обеспечивает сохраняемость сырья на период комплектования производственных партий, транспортирования и передачи его кожевенным заводам. Оно осуществляется различными химическими и физическими способами. За последние годы наметилась тенденция сокращения или полного исключения использования поваренной соли для консервирования кожевенного и шубно-мехового сырья. Наиболее часто консервирование производят *с помощью антисептиков.* Это гарантирует сохраняемость шкур от 2 сут до нескольких недель без ухудшения качества. Антисептики должны хорошо растворяться в воде, не иметь неприятного запаха, не оказывать отрицательного воздействия на процесс выделки кож, быть относительно безвредными для обслуживающего персонала, недефицитными и недорогими.

К антисептикам, применяемым для краткосрочного консервирования, относятся соли аммония, гипохлорит, смесь его с борной кислотой, раствор, содержащий 1 % сульфата натрия и 1—3 % уксусной кислоты, фториды, сульфаты, соли цинка, восстановители типа бисульфита натрия и образующийся из него сернистый газ, раствор диметилсульфоксида и фенола, поверхностно-активные вещества, четвертичные аммонийные основания, а также антисептики с небольшим количеством поваренной соли. Например, смесь 5 % (относительно массы шкуры) поваренной соли и 0,5—1% антисептика обеспечивает хранение шкур в течение 21 сут.

Раствор распыляют на шкуру или ее погружают в него, или шкуру обрабатывают раствором в барабане. Для контроля обработки всей поверхности в раствор вводят нетоксичный краситель, растворимый в воде.

Стоимость кратковременного консервирования антисептиками примерно в 10 раз ниже обычного. При таком консервировании шкуры практически не обезвоживаются и сохраняют нативную структуру, но возможно ослабление связи волоса с кожевой тканью.

Способ кратковременного консервирования тузлукованием кожевенного сырья без последующей подсолки позволяет на 10—15 % сократить расход поваренной соли. В тузлук рекомендуется добавлять кремнефторид натрия (0,75—1 г на 1 л раствора), что гарантирует сохраняемость кожевенного сырья в течение 7 сут.

Консервирование холодом происходит благодаря торможению автолитических и бактериальных процессов. Шкуры после съемки охлаждают в туннеле при —1 °С в течение 20 мин. Тем-

пература шкур снижается до 2 °С. После этого они могут храниться в штабеле до 3 недель.

Обработка ионизирующими излучениями позволяет дезинфицировать и краткосрочно консервировать шкуры. Метод консервирования гамма-лучами наиболее пригоден для шкур тяжелых развесов (бычин), радиационная чувствительность которых намного ниже, чем шкур легких развесов. Шкуры, обработанные лучами дозой в 0,1 Мрад, можно хранить до 7 сут, в 1 Мрад — до 10—12 сут без дополнительного консервирования.

Консервирование кожевенного сырья ионизирующим излучением отличается высокой стоимостью, требует специального оборудования и средств защиты.

Консервирование шкур, предназначенных для длительного хранения, производят врасстил (сухим консервантом) и тузлукованием (в насыщенном растворе—тузлуке).

Хлорид натрия при достаточно высоких концентрациях задерживает микробиальную порчу. 10—15 %-ный раствор не дает развиваться большинству гнилостных микробов. Но даже насыщенный раствор соли не уничтожает их полностью. Некоторые микробы могут развиваться в таких растворах и сохранять жизнеспособность даже на сухой соли. Таким образом, соль может сама явиться источником заражения рассолов нежелательной микрофлорой, вызвать порчу шкур, особенно если они хранятся в неблагоприятных условиях. Шкура считается законсервированной, если содержание в ней соли составляет не менее 12 %, а влаги — не более 48 %.

В момент соприкосновения раствора соли с поверхностью шкуры между ними возникает обменная диффузия, которая приводит к перераспределению соли, воды и растворимых составных частей продукта, обеспечивая повышение концентрации соли в ней до уровня, достаточного для предохранения от порчи. При обработке сухой солью на ее поверхности образуется раствор за счет влаги шкур. Перенос растворимых белков во внешнюю среду при консервировании имеет положительное значение, так как в шкуре уменьшается содержание веществ, присутствие которых усложняет процесс выделки кожи и способствует развитию микроорганизмов. Независимо от хода обменной диффузии в рассол смывается значительное количество микроорганизмов.

В системе рассол — шкура наблюдаются три одновременно протекающие фазы обмена, направленного к выравниванию концентраций: перенос веществ в основной массе рассола; в пограничном диффузионном слое рассола и в шкуре.

Интенсивность процесса проникновения хлорида натрия в животные ткани зависит от ряда технологических факторов, которые можно рассматривать как внешние относительно обра-

батываемой ткани (концентрация рассола, скорость циркуляции и др.) или внутренние, присущие ткани (химический состав ткани, ее проницаемость, степень ее предварительной обработки и т. п.).

Движущей силой процесса посола врасстил и в тузлуке является наличие разности концентрации соли в рассоле и в шкуре: чем выше концентрация соли в рассоле, тем быстрее протекает процесс посола. Поэтому применяют насыщенный раствор соли — тузлук. Уровень концентрации соли в шкуре тем выше, чем больше концентрация рассола на границе раздела основная масса рассола — пограничный слой. Поэтому все факторы, воздействие которых приводит к перемешиванию рассола, вызывают ускорение посола. К ним относятся механическое перемешивание рассола, барботирование, циркуляция, пульсационное воздействие струй насыщенного рассола, тепловое воздействие.

Скорость накапливания соли в шкуре резко снижается в процессе посола вследствие уменьшения разности концентраций в системе рассол — шкура. Ее можно повысить, поддерживая концентрацию рассола на постоянно высоком уровне, рециркуляцией регенерируемого рассола, введением в рассол избытка соли (до 30 %), струйно-пульсационным воздействием при использовании значительного избытка соли при сухом посоле (до 35—50 %).

Продолжительность процесса зависит от свойств сырья: структуры и проницаемости, а также толщины.

Проницаемость меняется в зависимости от вида шкуры, от плотности отдельных слоев, содержания жира, изменений состояния коллагеновых волокон после съемки шкур, степени загрязненности поверхности шкур, характера их предварительной перед посолом обработки, температуры и других факторов. У овчин более рыхлое строение, и поэтому процесс консервирования менее продолжительный. Значительное содержание жира в шкурах, особенно свиных, вызывает необходимость в более продолжительном посоле.

Слои шкуры (эпидермис, дерма, подкожная клетчатка) отличаются по проницаемости. Проницаемость эпидермиса весьма мала, поэтому шкура имеет практически одностороннюю проницаемость.

Даже небольшое уменьшение толщины шкуры ведет к существенному сокращению длительности посола. Поэтому удаление подкожной клетчатки (мездрение шкур) способствует ускорению консервирования.

Консервирование врасстил поваренной солью. На стеллаж насыпают слой соли толщиной 20—50 мм, укладывают шкуры мездряной стороной вверх и, посыпая их солью, образуют штабель высотой 1,5—2 м. Расход соли на посол 35—50 % к массе сырья. Усол составляет 13 % к массе парных шкур крупного

рогатого скота и 10 % к массе свиных шкур. Консервировать этим способом можно все виды шкур. Продолжительность посола для шкур крупного рогатого скота и свиней 6—7 сут, овчин — не менее 4, кроличьих шкурок — 2 сут. Температура посола 18—20 °С.

Для длительного консервирования шкур разрабатываются новые *консервирующие составы* двух видов: на основе поваренной соли с применением антисептиков и не содержащие поваренной соли или содержащие ее в меньших количествах.

Составы на основе поваренной соли с применением антисептиков усиливают ее консервирующее действие. В качестве антисептиков в СССР используют кремнефторид натрия, парадихлорбензол и нафталин, которые добавляют в поваренную соль или тузлук из расчета 2,4—10 кг на 1 т кожевенного и шубно-мехового сырья.

Составы с уменьшенным количеством поваренной соли получены на основе обезвоживающих неорганических солей и органических соединений. В этом случае используют минеральные соли, обладающие сильным обезвоживающим действием (в основном сульфаты с различными катионами).

Овчины обрабатывают смесью поваренной соли, алюминиево-калиевых квасцов и хлорида аммония – кислотно-солевой способ консервирования. При этом происходит быстрое и значительное обезвоживание овчины, сдвиг pH в кислую сторону, легкое пикелевание (кислотная обработка) под действием серной и соляной кислот, возникающих при гидролизе квасцов и хлорида аммония, а также частичное дубление ионами алюминия. Овчины, консервированные этим способом, более устойчивы к действию микроорганизмов и ферментов в условиях повышенных температур и влажности.

Кислотно-солевое консервирование осуществляют смесью, состоящей из поваренной соли (85% к массе смеси), хлорида аммония (7,5 %) и алюминиевых квасцов (7,5 %). Кроличьи шкурки обрабатывают смесью с соотношением компонентов 90 : 5 : 5. Длительность обработки овчин 4—7 дней, кроличьих шкурок — 2—3 дня. Меховые и шубные овчины должны содержать 38—42 % воды, иметь pH 4,0—4,5. Усадка 4 %.

Хлорид-сульфатный способ консервирования овчин, разработанный ВНИКИМПом, сохраняя преимущества кислотно-солевого, позволяет избежать его недостатков. Овчины обрабатывают сухой смесью, состоящей из поваренной соли и сульфата аммония, обладающего высокой обезвоживающей способностью и слабой адсорбируемостью к коллагену. Сульфат аммония гидролизуется с образованием серной кислоты, что делает овчины более устойчивыми к действию бактерий. Сульфат-

ион при высоких концентрациях придает большую стабильность структуре коллагена. Применение сульфата аммония не препятствует, в отличие от дубящих солей аммония, используемых при кислотно-солевом консервировании, удалению из ткани глобулярных белков, содержащихся в межволоконном веществе. Для полного предотвращения бактериальной порчи шубно-мехового сырья при хранении в условиях повышенных температур и влажности в хлорид-сульфатный консервирующий состав дополнительно вводят антисептик — кремнефторид натрия или аммония. Обезвоживание овчин хлорид-сульфатным составом происходит гораздо быстрее, чем при использовании поваренной соли или кислотно-солевого состава. Хлорид-сульфатный состав значительно меньше, чем кислотно-солевой, загрязняет сточные воды и окружающую среду, поскольку содержание в нем поваренной соли уменьшено практически вдвое.

Хлорид-сульфатное консервирование проводят смесью поваренной соли (50 %) и сульфата аммония (50 %). Количество добавляемой смеси — 40 % к массе парных овчин. Продолжительность обработки 5 сут. Кроличьи шкурки с консервирующим составом выдерживают на рамах 48—72 ч.

Овчины консервируют на агрегате с применением поддона, разработанном во ВНИКИМПе. Шкуры укладывают на транспортер агрегата поштучно воротковой частью вперед и мездровой стороной вверх при минимальном расстоянии между ними. Складки на шкурах и их краевые участки тщательно расправляют. Поступающая из дозатора (через вибросито) кислотно-солевая смесь равномерно наносится на мездровую сторону овчины. Для уменьшения потерь консерванта его подпрессовывают, пропуская овчины под обрезиненным валом. На выходе из агрегата шкуры переносят на поддон.

В поддоне (рис. 65) имеется рама с направляющими для вил погрузчика и опорная поверхность, выполненная из деревянных реек. Она имеет двусторонние уклоны наружу и внутрь под углом соответственно 10—15° и 5—10°. Для удобства обслуживания поддон снабжен поворотными относительно вертикальной оси стойками с подпятниками для многоярусного складирования. Для закрепления стоек на раме установлены фиксаторы. Овчины укладывают на поддоне в пакет высотой не более 1,2 м. При использовании поддона обеспечивается устойчивость пакета овчин при консервировании и транспортировании, экономятся производственные площади при многоярусном складировании. Применение поддона позволяет в значительной степени решить вопросы внутрицеховой механизации, а в сочетании с агрегатом для нанесения посолочного состава на овчины — снизить трудоемкость и себестоимость их обработки, повысить производительность труда и высвободить обслуживающий персонал. Производительность поточно-механизированной линии 1200 шкур/ч. Заполненные поддоны электропогрузчиком транс-

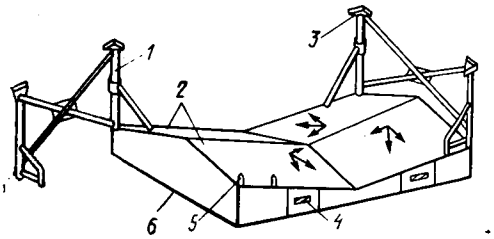
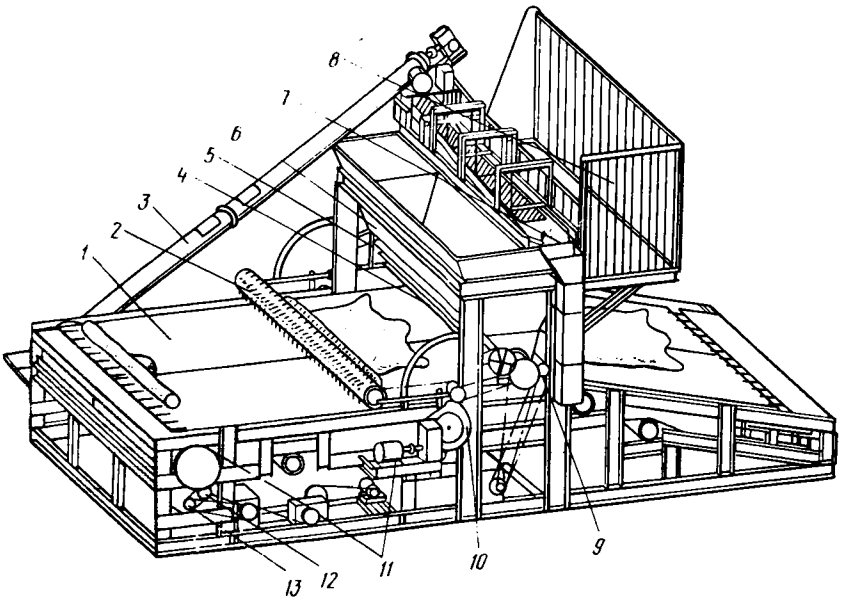


Рис. 65. Схема поддона для консервирования овчин:

1 — стойка; *2* — опорная поверхность; *3* — подпятник; *4* — направляющая; *5* — фиксатор; *6* — рама



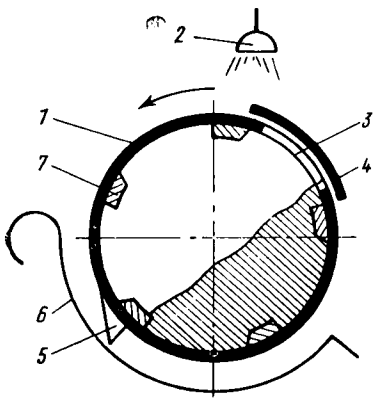


Рис. 66. Схема установки Я8-ФОВ для консервирования и рулонирования шкур:

1 — ленточный конвейер; *2* — рулонирующий барабан; *3, 13* — шнековые транспортеры; *4* — дозирующий барабан; *5* — заслонка; *6* — бункер; *7* — сито; *8* — смотровая площадка; *9, 12* — механизмы очистки; *10* — кулачковый механизм; *11* — электропривод

Рис. 67. Схема барабана Я8-ФМК для консервирования свиных шкур:

1 — металлический барабан; *2* — форсунка; *3* — загрузочно-разгрузочный люк; *4* — перфорированная крышка; *5* — лопасть; *6* — полуцилиндрический лоток; *7* — полка

портируют на участок консервирования для консервирования врасстил (пролежки).

При многоярусном складировании после укладки шкур на поддон на его подпятники устанавливают другой и т. д. После пролежки овчин в течение 4—5 сут поддон подают на участок сортировки. Рассортированные шкуры ленточным транспортером подают на тюковку — биркование. Тюки укладывают в контейнеры, которые загружаются электропогрузчиком в вагоны или автомашины.

Сырье консервируют на установке Я8-ФОВ (рис. 66). В механизированной линии консервируют шкуры крупного рогатого скота в рулонах (производительность 100 шкур/ч). Технологический процесс осуществляется следующим образом. Шкуры после санитарной обработки подают к агрегату Я8-ФОВ. Их выстилают на транспортерной ленте мездрой вверх и воротником вперед. Поверхностная влага с расправленных шкур удаляется валками. Шкуры проходят под дозатором, из которого на них равномерным слоем наносится консервирующая смесь (97 % поваренной соли помола № 1 или № 2 и 3 % кремнефторида натрия) в количестве 35—38 % массы парных шкур. Смесь уплотняется с помощью валков. Затем шкуры захватываются автоматическим приспособлением для закатки в рулоны. Рулоны укладывают на поддон. Сформированный на поддоне из 25—30 рулонов пакет массой около 1000 кг электропогрузчиком подается на стеллаж. Выдержка на стеллаже 7 сут. Затем шкуры сортируют, маркируют и упаковывают. При консервировании овчин или шкур свиней операции аналогичны описанным, кроме рулонирования (барабан находится в верхнем положении).

Все рассмотренные варианты метода посола врасстил (с применением одной поваренной соли, поваренной соли с антисептиками, кислотно-солевой и хлорид-сульфатной смеси; с применением стеллажей, поддонов, рулонирования), в отдельных случаях улучшая качественные показатели шкур и повышая степень механизации их консервирования, практически не влияют на продолжительность процесса. Существенное сокращение длительности процесса достигается путем посола шкур сухими консервантами в условиях механической обработки их, например, во вращающемся барабане или в условиях электровоздействий.

Свиные шкуры консервируют сухими консервантами в горизонтальном цилиндрическом барабане Я8-ФКМ (рис. 67). Температура консервирования 20 °С. Коэффициент заполнения барабана 0,45—0,55. Шкуры обрабатывают сухим посолочным составом (хлоридом натрия с антисептиком — кремнефторидом натрия) в две стадии: на первой — 20—25 %, на второй — 15—20 % массы парных шкур. Частота вращения 18 мин$^{-1}$. Через 120—130 мин обработки

содержание воды в шкурах становится менее 50 %. Образовавшийся рассол отделяют через перфорацию в крышке люка. В барабан добавляют новую порцию посолочного состава и обрабатывают шкуры еще 10—15 мин, что обеспечивает дополнительное обезвоживание.

Шкуры выгружаются автоматически на ходу при открытом люке. Производительность барабана за технологический цикл 1 т. Выгруженные шкуры укладывают в штабеля.

При консервировании врасстил с применением импульсного электротока последовательность операций такая же, как и при посоле шкур врасстил: на поверхность шкур, прошедших обрядку, при укладке их на металлическую неподвижную плиту наносят консервант. Штабель подпрессовывают подвижной металлической плитой. Затем шкуры обрабатывают импульсным электротоком. Способ обеспечивает сокращение расхода соли и продолжительности консервирования с максимальным сохранением физико-химических и структурно-механических свойств парной шкуры. Расход соли 25 % к массе сырья. Продолжительность консервирования шкур крупного рогатого скота 45 мин; свиней — 30 мин. Продолжительность хранения шкур, законсервированных без антисептика, — не менее года.

Другое направление работ по совершенствованию консервирования кожевенного и шубно-мехового сырья на длительный срок — это обезвоживание с помощью различных органических соединений. Например, шкуры обрабатывают органическим раствором, состоящим из гидрофобного (негорючие хлорорганические соединения — трихлорэтилен и перхлорэтилен) и гидрофильного (этиловый спирт, этилцеллозольв или метилэтилкетон) растворителей в присутствии консервирующей добавки (парадихлорбензол, формалин или тимол в количестве 0,5—1 % массы шкур). Каракуль консервируют полиэтиленгликолем.

Тузлукование. Процесс консервирования способом тузлукования складывается из следующих стадий: собственно тузлукование, удаление избытка тузлука из шкуры (стеканием или отжимом) и подсолка в штабелях. При механической обработке шкур в рассоле (тузлукование в гашпиле, во вращающемся барабане, с применением струйно-пульсационного воздействия и т. п.) доминирует уже не диффузионное, а фильтрационное перераспределение консерванта. Учитывая более интенсивный характер фильтрационных перемещений веществ, консервирование шкур тузлукованием протекает значительно быстрее и заканчивается в более короткие сроки, чем при посоле врасстил.

Если для консервирования шкур применяют сухую соль, шкура непрерывно обезвоживается, так что в концу процесса содержание влаги в ней меньше регламентированного. Иначе

обстоит дело при посоле в растворе соли. В первый период шкура интенсивно обезвоживается. Содержание воды в шкурах крупного рогатого скота снижается с 65—70 до 52—54 %. Затем влажность шкуры медленно повышается. Поскольку содержание влаги в шкуре является одним из главных показателей эффективности консервирования, процесс следует заканчивать к моменту максимального обезвоживания шкур, совпадающему с моментом максимальной потери их массы.

В процессе консервирования в свежем рассоле снижается количество микроорганизмов на шкурах в результате их смывания в рассол, особенно интенсивно в течение первых двух часов. Перемешивание и циркуляция способствуют лучшему смыванию микроорганизмов со шкур и переходу из них в рассол балластных белков и других веществ.

Преимущества тузлукования состоят в том, что достижение показателей, требуемых стандартом, происходит (с применением подсолки) за значительно более короткие сроки, качество консервированных шкур более высокое; недостатки — собственно тузлукование не обеспечивает обезвоживания шкуры и накопления в ней соли до регламентированных уровней; к моменту наибольшего обезвоживания в период собственно тузлукования влажность шкур крупного рогатого скота составляет 52 - 54 % и свиных — 53—56 %, а содержание соли в первых не превышает 10 %, во вторых — 8—10 %. Поэтому возникает необходимость в дополнительном обезвоживании, которое обеспечивается обычно подсолкой (иногда рекомендуется машинный отжим избытка рассола), что делает этот способ трудоемким. Кроме того, рассол быстро загрязняется, его концентрация и скорость консервирования снижаются, вследствие чего возникает необходимость его дополнительной регенерации.

Тузлукование в чанах. Шкуры солят на рамах-площадках, как при способе врасстил. Тельфером их загружают в чан, куда заливают тузлук (при жидкостном коэффициенте 1 : 3). Продолжительность тузлукования шкур крупного рогатого скота и свиней 18 ч, овчин — 6 ч.

После тузлукования рамы-площадки тельфером извлекают из чана и шкуры выдерживают в штабелях двое суток. В этот период оставшаяся между шкурами соль, растворяясь, обеспечивает их подсолку.

Тузлукование в подвесных (вращающихся) барабанах. Тузлук подается и выводится из них при рециркуляции через полый вал. Загрузка (выгрузка) шкур происходит через люк на цилиндрической поверхности барабана. При вращении барабана шкуры захватываются кулаками и, поднимаясь на высоту, подаются в тузлук. Продолжительность обработки шкур крупного рогатого скота 7 ч, свиней — 4 ч. После тузлукования шкуры отжимают на машине (или они стекают в течение 2 ч), затем их взвешивают, сортируют,

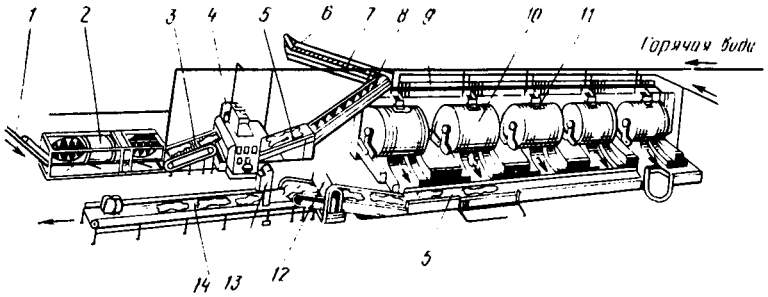


Рис. 68. Поточно-механизированная линия ПК-3 консервирования шкур:
1 — спуск шкур крупного рогатого скота; *2* — машина для мойки шкуры; *3, 5* — пластинчатые транспортеры; *4* — машина для удаления навала; *6* — спуск шкур свиней; *7* — транспортер ленточный для транспортирования шкур свиней; *8* — подъемный ленточный транспортер; *9* — конвейер распределительный; *10* — подвесные барабаны; *11* — поворотный заслон; *12* — отжимная машина; *13* — весы; *14* — конвейерный стол для взвешивания, сортировки, маркировки и тюковки шкур

маркируют и укладывают в тюки. Линия ПК-3 с использованием этих барабанов представлена на рис. 68. Общая продолжительность обработки шкур крупного рогатого скота 10 ч, свиней — 6 ч.

Тузлукование в шнековом (качающемся) барабане. Шкуры консервируют в рециркулирующем тузлуке в условиях гидродинамического воздействия. Шнековый аппарат представляет собой деревянный полый цилиндр с закрепленным внутри него шнеком и деревянной трубой, совпадающей с осью цилиндра. Барабан совершает реверсивное

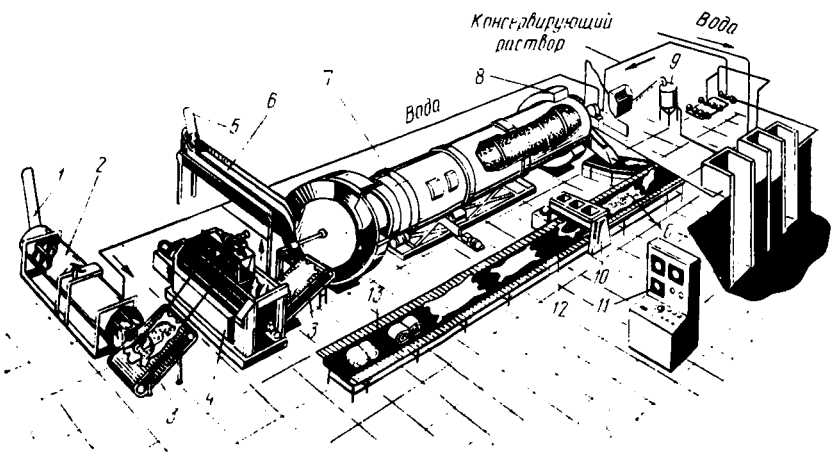


Рис. 69. Поточно-механизированная линия УК-2 консервирования шкур.
1 — спуск шкур крупного рогатого скота; *2* — машина для мойки шкур; *3* — пластинчатые транспортеры; *4* — машина для удаления навала; *5* — спуск шкур свиней; *6* — ленточные транспортеры; *7* — универсальный барабан УБ-1 для консервирования шкур; *8* — выгрузка тузлукованных шкур; *9* — отделение приготовления и регенерации консервирующего раствора; *10* — отжимная машина; *11* — щит управления; *12* — конвейер сортовки; *13* — конвейер тюковки

качательное движение в пределах до 270° и периодическое (при полном обороте) перемещение сырья из секции в секцию. Тузлук подается непрерывно через центральную трубу в предпоследнюю секцию и отводится на регенерацию из первой. Раствор из секции в секцию переливается во время качательного движения благодаря карманам, устроенным на внутренней поверхности барабана. Продолжительность обработки шкур крупного рогатого скота 7,2 ч, свиней— 4,5 ч. После тузлукования необходимо механическое отжатие избытка рассола.

Линия обработки и консервирования шкур крупного рогатого скота и свиней с применением проходного шнекового аппарата (ПШАК) представлена на рис. 69. Продолжительность консервирования 4 ч. Общая продолжительность обработки 8—8,5 ч.

Консервирование сухосоленым способом. Овчины и кроличьи шкуры вначале подвергают посолу (6 ч), а затем сушат 16—18 ч при 20—30 °С. Усушка овчин 50 %, усадка по площади 6 %, влажность 18—20 %.

Консервирование пресно-сухим способом. Консервирование этим способом овчин и шкур телят заключается в обезвоживании шкур без обработки консервирующими веществами. Режим сушки — как при сухосоленом консервировании. Усушка 60 %, усадка 10 %.

Пороки

Пороки шкур можно разделить на следующие подгруппы: прижизненные, связанные с особенностями строения шкуры, возникающие вследствие накожных заболеваний и механических повреждений шкуры, обусловленные недостаточным кормлением или плохим содержанием скота; от неправильной съемки; возникающие при неправильном консервировании и хранении.

Прижизненные пороки: *борушистость* — утолщенные грубые складки на воротке шкуры некастрированных бычков, *свищ* — повреждение шкуры личинками овода, *безличина* — отсутствие лицевого слоя шкуры на отдельных участках в результате механических повреждений; *накостыш* — сквозные проколы шкур овец и коз колючей травой и др.

Пороки съемки и обрядки шкур: неправильный разрез шкуры; выхваты, подрези, дыры и др.

Пороки при консервировании и хранении связаны с задержкой консервирования, неравномерностью распределения консерванта, наличием в составе соли нежелательных примесей, нарушением условий хранения консервированных шкур.

Краснота (красные пятна) имеет поверхностный характер и почти полностью исчезает после золения.

Фиолетовые пятна, появляющиеся в средних слоях шкуры, при дублении существенно обесцвечивают готовую кожу. Красные и фиолетовые пятна имеют микробиологическую природу, и их появление связано с развитием галофильных бактерий.

Солевые пятна — мелкие, бесформенные, темно-желтоватые до коричневых, появляются на мездряной и лицевой сторонах, а также во внутренних слоях шкур при мокросоленом консервировании. Их трудно устранить. В пораженных местах обнаруживают изменения структуры дермы, появление безличин. Меры по предотвращению этих пороков — использование чистой соли и антисептиков, консервирование сразу после съемки шкур.

Прелины — лишенные шерсти или с теклой шерстью места, появляются при небрежном и неравномерном консервировании.

Ржавые пятна возникают на лицевой стороне выделанных кож при длительном контакте с железом или при наличии в консерванте солей железа.

Пороки консервирования имеют две причины — развитие микрофлоры и химическое взаимодействие с компонентами посолочных составов.

ОБРАБОТКА КИШОК

Характеристика кишок

К кишечному сырью относятся кишечник, пищевод и мочевой пузырь. Кишки, полученные от одного животного, составляют комплект. Комплект взрослого крупного рогатого скота включает тонкие и толстые кишки, пищевод и мочевой пузырь;

Таблица 46

Комплект кишок	Наименование кишок		Размеры	
	анатомическое	производственное	длина, м	диаметр, мм
Говяжий	Пищевод	Пикало	0,35—1,0	30—60
	Двенадцатиперстная	Толстая черева	1,0—1,5	30—60
	Тонкие	Черевы	25,0—50,0	25—50
	Слепая	Синюга	0,7—2,0	80—200
	Ободочная	Круг	5,0—12,0	30—70
	Прямая	Проходник	0,3—1,0	80—200
	Мочевой пузырь	Пузырь	0,15—0,4	—
Бараний	Тонкие	Черевы бараньи	20—35	14—30
	Слепая	Синюга баранья	0,4—1,5	40—80
	Ободочная	Круг бараний	2,5—3,5	14—22
	Прямая	Гузенка	0,5—1,0	25—35
Свиной	Тонкие	Черевы	13,0—27,0	20—40
	Ободочная	Кудрянка	2,5—3,5	40—110
	Слепая	Глухарка	0,2—0,4	50—120
	Прямая	Гузенка	0,5—1,75	50—80
	Мочевой пузырь	Пузырь	0,15—0,4	—

молодняка в возрасте 2—6 мес — только толстые кишки; мелкого рогатого скота — тонкие и толстые кишки; комплект свиней — это тонкие и толстые кишки и мочевой пузырь, лошадей — только тонкие кишки.

Тонкие кишки состоят из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной, толстые — из слепой, ободочной и прямой. При обработке кишечник по технологическим соображениям делят на части, не полностью соответствующие анатомическим его отделам. Некоторые отделы кишечника, близкие по диаметру, отделяют и перерабатывают совместно. В связи с этим в производстве пользуются терминологией, отличной от анатомической (табл. 46).

Размеры, толщина стенок и прочность отдельных участков кишок неравномерны, что определяет характер их обработки и использования.

Стенка состоит из четырех слоев — серозного, мышечного, подслизистого и слизистого. Наружный серозный слой эластичен и прочен. Он покрывает весь кишечник и образует брыжейку.

Мышечный слой прямой кишки и пищевода развит сильнее, чем в других кишках. Подслизистый слой представляет собой сложное переплетение коллагеновых и эластиновых волокон. В нем расположены железы, многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды.

Из всех слоев, образующих стенку кишок, наиболее прочен подслизистый. При обработке кишок его всегда оставляют в составе фабриката. Наименее прочен слизистый слой, его при обработке всех видов кишок удаляют. Серозный и мышечный слои удаляют или оставляют в зависимости от их прочности и степени развития, а также назначения кишок. Так, при обезжиривании кругов мелкого рогатого скота вместе с жировой тканью отходит и непрочный серозный слой. От пищевода отделяют серозную оболочку и мышечный слой (мясо пищевода). От проходника крупного рогатого скота отделяют вместе с серозным наружный продольный мышечный слой. При обработке бараньих и свиных кишок оставляют только подслизистый слой, который достаточно прочен и в то же время настолько тонок, что его можно употреблять в пищу вместе с заключенным в нее продуктом.

В состав кишок входят белки (9—10 %), жиры (1—2 %), минеральные соли (около 1 %) и вода (85—88 %). Кроме того, кишки содержат ферменты и витамины.

Обработанные кишки используют преимущественно как оболочки для колбасных изделий. Бараньи черевы, кроме того, употребляют для выработки хирургических нитей (кетгута), музыкальных и технических струн. Бараньи круга, нестандартные концы говяжьих, свиных и бараньих черев применяют для выработки технических изделий (сшивок, шнуров). Снятое с

кишок жиросырье идет на выплавку пищевого жира. Все отходы при обработке кишок (ненужные слои, обрезки и др.), а также кишки, непригодные для выработки колбасных оболочек, используют для производства кормов.

По мере развития производства искусственной оболочки доля использования кишечной оболочки для изготовления колбасных изделий сокращается. Это объясняется тем, что изготовление кишечной оболочки трудоемко, связано со сложностью создания нормальных условий работы в кишечных цехах (неприятный запах, повышенная влажность и др.). Отказ в будущем от обработки кишок с целью выработки из них натуральной оболочки, кроме того, позволит высвободить значительные ресурсы белкового сырья на пищевые цели и производство кормов.

Технология

Кишечник после осмотра ветеринарным врачом поступает на обработку в кишечный цех. Обработка всех видов кишок, выпускаемых в виде фабриката, во многом сходна и включает следующие основные операции: разборка кишечного комплекта на части, освобождение кишок от содержимого, очистка от жира, освобождение от излишних слоев, охлаждение, сортировка и вязка в пучки или пачки, консервирование и упаковывание.

В зависимости от степени обработки полученная из кишок продукция имеет различные названия: разобранный, освобожденный от содержимого и промытый комплект кишок называется свежим сырцом, после посола или сушки — консервированным; кишки, полностью обработанные, законсервированные, но не рассортированные, называются полуфабрикатом, а после сортировки их в соответствии со стандартом — фабрикатом.

Разборка комплекта. После промывки отделяют прямую кишку с мочевым пузырем, потом тонкие кишки, а затем ободочную и слепую. Комплект располагают на специальной металлической гребенке приемного стола и отделяют тонкие кишки от брыжейки ножом, за исключением черев жирных свиней и бараньих. При разборке толстых кишок отделяют при помощи ножа круга вместе с синюгой и одновременно толстую чреву.

Комплекты разбирают на специальных столах, оборудованных воронками для отвода содержимого кишок в канализацию и пружинными поворотными кранами с теплой водой, работающими от ножной педали. Столы имеют наклонные лотки для спуска комплекта и передачи отделенных от него кишок, а также крючки для подвешивания кишок (при ручном обезжиривании ножницами) и желоба для сбора жира. Столы бывают стационарные и конвейерные.

Освобождение от содержимого. Несвоевременно освобожденные от содержимого (более 30 мин после извлечения из брюшной полости) кишки темнеют, прочность их стенок снижается. Поэтому содержимое удаляют немедленно из кишок после их отделения. Толстые кишки и пузыри всех видов животных освобождают от содержимого вручную с помощью воды, а черевы — при помощи отжимных вальцов, покрытых резиной (для предупреждения разрывов кишок) и тканью (для увеличения коэффициента трения и предупреждения проскальзывания кишок).

Обезжиривание. Жировая ткань, остающаяся на поверхности кишок, окисляется, вследствие чего они приобретают неприятный запах и становятся непригодными для использования в качестве колбасных оболочек. Поэтому все кишки, содержащие на поверхности жировую ткань, тщательно обезжиривают.

Для говяжьих кругов и синюг используют тупоконечные изогнутые ножницы. Окончательно круга обезжиривают на машинах. Проходники и говяжьи пикалы сначала освобождают от жира ножом, а затем с них срезают мышечный слой. Бараньи синюги обезжиривают на столе, часто совмещая эту операцию с освобождением от содержимого и промывкой. При обработке длинных кишок для обезжиривания используют щеточную машину, машину с резиновыми лопастями (для обезжиривания говяжьих черев и кругов и свиных черев) и машину «Стрид № 2» (для обезжиривания говяжьих кишок). В процессе обезжиривания на машинах кишки все время орошаются теплой водой.

Очистка (шлямовка). Для удаления лишних слоев служит эта операция. Со всех кишок (кроме свиных гузенок, пузырей и конских кишок) удаляют слизистую оболочку, почти со всех кишок (кроме говяжьих черев и бараньих синюг) — серозную оболочку. Мышечную оболочку, если толщина ее невелика, оставляют для упрочения говяжьих черев, кругов, синюг, мочевых пузырей, бараньих синюг и конских черев.

Для удаления слизистой оболочки кишки, имеющие достаточно большой диаметр (говяжьи черевы, круга, синюги, проходники, бараньи синюги), выворачивают током воды. Для облегчения процесса перед удалением слизистой оболочки кишки выдерживают в теплой воде. Слизистую оболочку удаляют на машинах или вручную. Применяют щеточные машины, как и для обезжиривания кишок, и машины с резиновыми лопастями.

Бараньи и свиные черевы, а также пузыри перед шлямовкой не выворачивают. Шлямовка свиных и бараньих черев включает дробление серозного, мышечного и слизистого слоев, отжим шляма и окончательную очистку подслизистого слоя.

Короткие кишки (круга, проходники, синюги, концы кишок) обрабатывают в шлямовочном барабане. Кишки очищаются в

результате трения о перфорированную боковую поверхность и лопасти барабана при его вращении.

Охлаждение, сортировка и формование. Для подавления жизнедеятельности микроорганизмов и действия ферментов кишки, освобожденные от лишних слоев, охлаждают в ваннах с холодной проточной водой в течение 20—50 мин. Затем их направляют на сортировку по качеству и диаметру. Калибр кишок определяют (надувают воздухом или водой), пользуясь пластинкой из дерева или пластмассы с вырезами, соответствующими пределам калибров. Черевы I сорта калибруют на экстра (диаметр свыше 44 мм), широкие (37—44 мм), средние (32—37 мм) и узкие (27—32 мм). Круга подразделяют на калибры от № 1 (диаметром 40 мм включительно) до № 5 (свыше 55 мм).

После сортировки кишки измеряют по длине при помощи планок и измерительных реек, соединяют в пучки, пачки или связки и перевязывают. Пучок состоит из одного вида кишок. Говяжьи черевы связывают в пучки по 18,5 м, свиные черевы — по 12, говяжьи круга — по 10,5, бараньи круга — по 25. Короткие с широким диаметром кишки формуют в пачки. Говяжьи синюги, свиные гузенки формуют по 10 штук, а другие, более легкие — по 25 штук. Свиные и бараньи тонкие кишки иногда вяжут в укрупненные пучки — связки, или генксы (7—8 пучков).

Консервирование. Цель консервирования — предотвращение гнилостного разложения кишок при хранении. Сырец консервируют посолом или замораживанием. Качество кишок-фабриката из консервированного сырья ниже, чем из свежего. Основными методами консервирования обработанных кишок-фабриката являются посол (сухой и мокрый), сушка и замораживание.

Посол. Перед посолом кишки охлаждают до 6—9 °С на воздухе или в воде. Поваренная соль должна быть чистой, сухой, без примеси других солей. Соль (не ниже I сорта) должна быть однородной по размеру зерен. Применяется соль с размером зерен 0,5 мм (мелкая столовая вакуумная); 0,8 мм (помол № 0); 1,2 мм (№ 1), средняя кухонная с размером зерна 2,5 мм (№ 2). Соль первых трех видов используют для посола тонких кишок свиней и мелкого рогатого скота; соль помола № 2 — для кишок всех остальных видов, так как более мелкая легко растворяется, рассол быстро стекает и не успевает впитаться.

Сухой посол включает посол, стекание рассола и подсолку. Солят на столах с бортами. Кишки тщательно натирают солью, особенно в местах завязки пучка, укладывают по сортам в тару (перфорированные деревянные и пластмассовые ящики) и выдерживают от 11 до 24 ч. Усол до 30%. После стекания рассола кишки подсаливают и по сортам и калибрам упаковывают в бочки.

Мокрый способ применяют в основном для говяжьих пучков и свиных черев. Их выдерживают в чанах или ваннах в рассоле 4—5 сут, прополаскивают в этом рассоле, укладывают на столы, дают стечь в течение 2—3 ч и упаковывают в бочки.

Сушка. Кишки (в основном пузыри, черевы, синюги, проходники, пикала) сушат в естественных условиях (не допускается воздействие солнечных лучей) и в сушилках при температуре воздуха 35—50 °С в течение 4—6 ч. Их наполняют воздухом, завязывают и сушат в надутом виде. Влажность кишок после сушки 8—10 %. Они становятся твердыми и ломкими. Сухие кишки вальцуют, пропуская через машину. Получается прямая лента. Для восстановления эластичности их отволаживают в помещении высокой влажностью (60—80%) при температуре 15 °С до достижения влажности 15%.

Сухие черевы I сорта после отволаживания должны быть золотистыми, эластичными, глянцевитыми, без загрязнений и жира, иметь целые стенки; сухие черевы II сорта темного цвета, матовые, неэластичные. Их подразделяют на широкие (длина полуокружности свыше 55 мм), средние (свыше 50—55 мм), узкие (40—50 мм). Измеренные по длине сухие отрезки вяжут по 50 м. Пучки упаковывают в тюки. Тюки прессуют и хранят в сухом затемненном помещении. Для лучшего сохранения от моли и жучка-кожееда сухие кишки пересыпают красным перцем.

Замораживание. Этот процесс применяют в исключительных случаях, так как после него прочность кишок снижается. Подготовленные, как для посола, кишки укладывают плотно, рядами в бочки или ящики, пересыпая каждый ряд солью. Затем замораживают при температуре —20÷12 °С и хранят при —5÷10 °С.

Обработка кишок на поточно-механизированных линиях

Наибольший интерес представляют линии переработки черев (говяжьих, свиных и бараньих).

Говяжьи черевы обрабатывают на агрегате ФОК-К (рис. 70). Со стола их подают в отжимные вальцы, имеющие сетчатое рифление. Они захватываются транспортером-заправщиком и подаются в машину для обезжиривания. Пройдя вторые отжимные вальцы, черевы попадают в ванну выворачивания. Вывернутые с помощью воды кишки поступают в лоток с теплой водой для разрыхления слизистой оболочки. Через 10 мин их очищают от слизистой оболочки в шлямовочной машине при орошении теплой водой. Очищенные кишки охлаждают в ванне и подают на столы сортировки, метровки и связывания в пучки. Качество черев определяют перед посолом органолептически (по цвету, запаху), обезжиренности, степени очистки от шляма, по прочности и в надутом воздухом состоя-

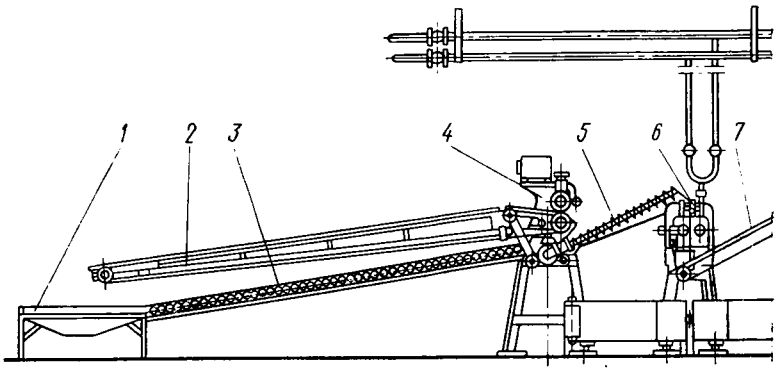


Рис. 70. Агрегат ФОК-К для обработки говяжьих черев:
1 — стол; *2* — ленточный транспортер; *3* — лоток с сеткой; *4, 8* — отжимные вальцы; *5* — на для выворачивания; *10* — наклонный лоток; *11* — шлямовочная машина; *12* — трубопро-

нии по калибру. Черевы в пучках солят, а затем упаковывают в тару (бочки) и хранят. Реже черевы сушат, за исключением калибра экстра.

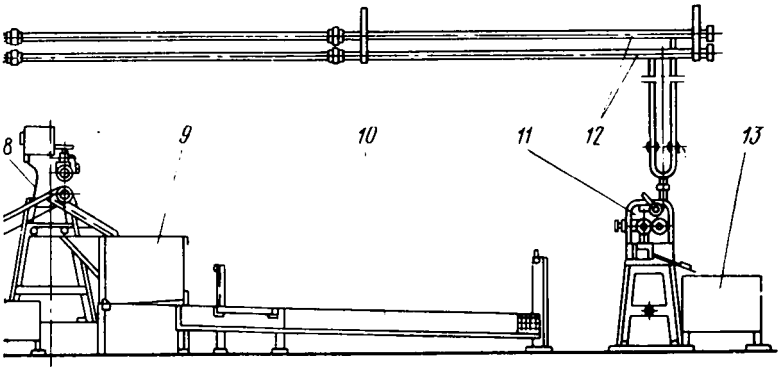
Свиные черевы обрабатывают на линии ФОК-С (рис. 71). Отделенные от брыжейки, они поступают на орошаемую теплой водой решетчатую площадку, откуда передаются в отжимные вальцы. Кишки без содержимого поступают в ванну с горячей водой для замачивания на 1—2 ч. Для очистки черев от серозной, мышечной и слизистой оболочек их подают в шляморазрыхляющую машину, из которой они вновь попадают в ванну с горячей водой. Затем черевы отжимают на вторых вальцах, вновь направляют в ванну и на окончательную очистку в шлямовочную машину. Затем их охлаждают, наполняют водой, сортируют по качеству, калибруют, после чего направляют в посол.

Бараньи черевы обрабатывают на линии ФОК-Б (рис. 72), последовательно пропуская через отжимные вальцы, шлямодробильную машину, вторые отжимные вальцы и шлямовочную машину.

Дефекты кишечного сырья и фабриката

Кишечное сырье и фабрикат могут иметь дефекты, которые подразделяют на прижизненные, технологической обработки и образующиеся при хранении.

Прижизненные дефекты. Прыщи, или глистные узелки, встречаются в подслизистом слое говяжьих черев, синюг и редко в проходниках и кругах. Они возникают вследствие проникновения в кишечник яичек глистов. Гнойные прыщи (зеленые, желтые и черные) вырезают. Пищеводы, имеющие личинки бычьего



шнековый транспортер; *6* — пензоловочная машина; *7* — крючковый транспортер; *9* — ванновод; *13* — ванна для обработанных кишок

овода в подслизистом слое, не допускаются для пищевых целей. Брыжеватость — отверстия в стенках бараньих черев, образующиеся при отделении брыжейки от черев в результате выдергивания кровеносных сосудов из подслизистого слоя. Кишки, имеющие брыжеватость свыше 1,5 мм и слабую сопротивляемость стенок разрыву, относят к отходу. Спайки кишок, нарывы, опухоли, язвы, кровоподтеки (патологические пороки) необходимо удалять.

Дефекты технологической обработки. Порезы, надрывы бывают в стенках кишок в виде несквозных и сквозных отверстий. Встречаются загрязнения остатками содержимого, остатки жира на оболочках, пенистость (результат попадания воздуха между отдельными слоями кишок).

Дефекты хранения. Краснуха (налет розового или красного цвета) образуется на соленых кишках и вызывается солеустойчивыми микробами, которые развиваются на поверхности кишок (смываемая краснуха) и проникают в толщу стенки (несмываемая краснуха). Микробы разрушают стенки кишок, уменьшая этим их прочность. Кишки, тару и оборудование следует промывать 0,01 %-ным раствором марганцовокислого калия, насыщенным рассолом или водой.

Ржавчина (шероховатые пятна белого, желтого или коричневого цвета) вызывается микробами, развивающимися при посоле солью, содержащей примеси солей кальция и железа при температуре выше 10 °С. Различают слабую ржавчину, которую можно смыть водой, и грубую, проникающую внутрь бараньих и свиных черев. Участки, пораженные грубой ржавчиной, вырезают из-за снижения прочности кишок.

Загнивание — это порок, возникающий от несвоевременной их обработки, при слабом посоле, при несоблюдении темпера-

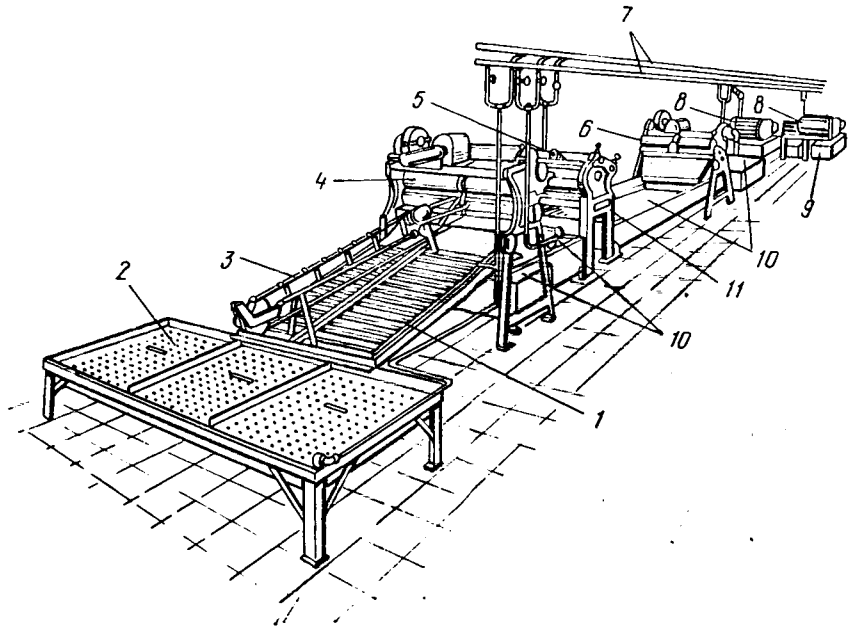


Рис. 71. Агрегат ФОК-С для обработки свиных черев:
1 — наклонный веерный поддон; *2* — приемная решетчатая площадка для кишок; *3* — транспортер с подвесками; *4, 6* — отжимные вальцы; *5* — спираль; *7* — трубопровод для холодной и горячей воды; *8* — машины для окончательной очистки кишок; *9* — ванна для приема обработанных кишок; *10* — ванна для замочки кишок; *11* — шлямодробильная машина

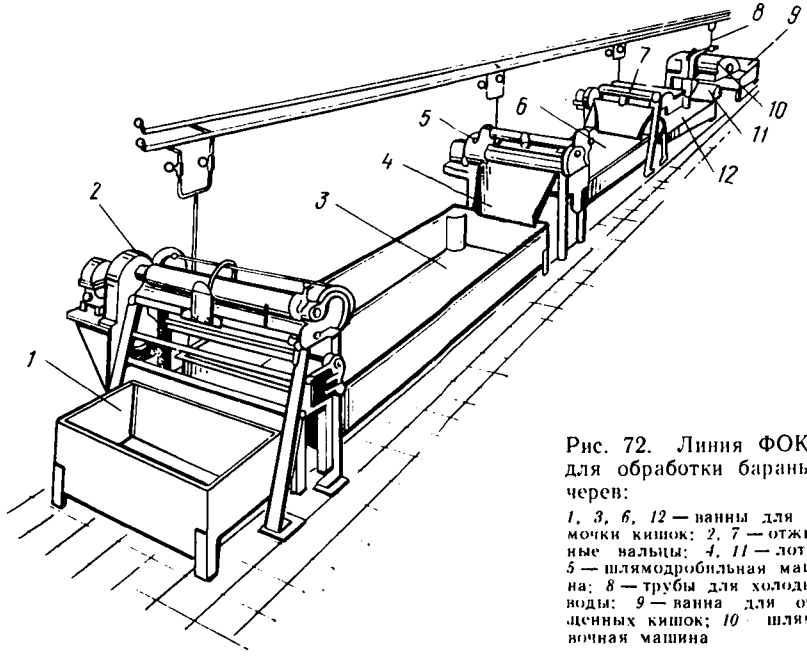


Рис. 72. Линия ФОК-Б для обработки бараньих черев:
1, 3, 6, 12 — ванны для замочки кишок; *2, 7* — отжимные вальцы; *4, 11* — лотки; *5* — шлямодробильная машина; *8* — трубы для холодной воды; *9* — ванна для очищенных кишок; *10* — шлямовочная машина

турного режима хранения. Сопровождается снижением прочности кишок.

Кислое брожение происходит в кишках, плохо очищенных от слизистой оболочки и слабопосоленных.

Поражение личинками жучка-кожееда плохо обезжиренных сухих кишок (образуются отверстия 1—2 мм) предотвращают, пересыпая фабрикат красным перцем.

Плесень развивается на сухих кишках в помещениях с повышенной влажностью.

ОБРАБОТКА КЕРАТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Обработка рогов и копыт

Кератинсодержащее сырье используют для производства товаров народного потребления (художественных изделий, пуговиц и т. п.), роговой муки, кератинового клея, аминокислот, аминокислотных препаратов для парентерального питания, комплексамина, регулятора травления и др.

К кератинсодержащему сырью относятся производные кожи: волосяной покров шкуры, роговой башмак копыт и рогов животных, перья и когти птиц. Химический состав рогов и рогового башмака копыт и мелкого рогатого скота, волоса, пера птиц представлен в табл. 47.

В состав сырья входят также сера (до 2%), фосфор (0,5 %), магний (0,36 %), кальций (0,25 %), железо (0,15 %) и другие элементы в микроколичествах.

Кератинсодержащее сырье включает 85,6÷90 % белка. Кератин отличается от других белков высоким содержанием серосодержащей аминокислоты — цистина. Наличие прочных дисульфидных связей придает кератину повышенную устойчивость к действию кислот и ферментов (в том числе пищеварительных). При обработке кератинсодержащее сырье подвергают измель-

Таблица 47

Сырье	Содержание, %			
	влаги	золы	азота	жира
Роговой башмак копыт				
крупного рогатого скота	8,7	1,9	14,2	0,7
мелкого рогатого скота	8,4	1,8	14,3	0,5
Рога				
крупного рогатого скота	8,6	2,0	14,0	1,9
мелкого рогатого скота	6,9	1,6	14,4	1,7
Волос	6,7	6,9	13,9	2,5
Перо	7,0	4,0	13,7	3,0

чению, в том числе криоизмельчению, действию химических веществ, ферментов, тепловой обработке. Тонкое измельчение приводит лишь к частичному изменению структуры сырья и некоторому растворению получаемого порошка в воде и расщеплению ферментами. Разрыв дисульфидных и других связей в кератине с образованием смеси полипептидов, дипептидов и свободных аминокислот достигается в результате гидролиза при высокой температуре и давлении, кислотного, щелочного или ферментного гидролиза. Нагрев кератинсодержащего сырья в воде под давлением 0,2—0,45 МПа вызывает разрыв дисульфидных связей. Полученный сухой гидролизат растворяется в воде и подвергается действию протеолитических ферментов. В результате кислотного гидролиза образуется гидролизат, состоящий почти полностью из смеси свободных аминокислот.

Преимущество способа — не происходит рацемизация аминокислот. Недостаток — почти полный распад триптофана, частично серина, треонина и цистина. При щелочном гидролизе триптофан и треонин не разрушаются, но происходит частичная рацемизация аминокислот и распад цистина. Ферментативный гидролиз идет медленно и не бывает полным. Для получения аминокислот и пищевых продуктов применяют кислотный, а для кормовых продуктов — кислотный и щелочной гидролиз.

Метод нагрева в воде при высоких температуре и давлении является в настоящее время наиболее распространенным. Технология рогокопытной кормовой муки включает следующие операции: промывку, разварку сырья под давлением в воде, сушку разваренной массы под вакуумом, измельчение, просеивание и упаковывание. Сырье промывают в центрифуге или барабане в течение 5—8 мин проточной водой температурой 40—60°С. Разварку сырья и сушку разваренной массы производят в вакуум-горизонтальном котле. Давление внутри котла при разварке 0,24 МПа, продолжительность процесса 3—5 ч; вакуум при сушке 0,026 МПа, продолжительность — 4 ч 15 мин. В результате измельчения и просеивания получают муку тонкого (частицы менее 0,5 мм), среднего (0,5—1,5 мм) и крупного (1,5—4 мм) помола. При использовании в качестве добавки роговой муки к мясокостной используют только тонкий и средний помолы. Выход роговой муки в зависимости от вида сырья и режима обработки может колебаться в достаточно широких пределах от 44,5 до 91,5 %. Химический состав муки (%): влага — 8,3—9,1; жир — 1,1—2,1; зола — 5,2—15,9; азот — 12,7—13,4.

По разработке НПО «Комплекс» перопуховое сырье подвергают разварке и сушке под вакуумом. Общая продолжительность 6 ч. Выход муки 75 % от массы сырья.

Кислотный гидролиз (Укрниимясомолпром) ведут 2—6 %-ной соляной кислотой в течение 6—10 ч при давлении в реакторе 0,2—0,4 МПа и температуре 135—152 °С. Гидролизат

нейтрализуют кальцинированной содой до pH 6,5—7,0, сушат на распылительной сушилке при температуре в зоне сушки 90—95 °С. Порошок получил название комплексамин. Его применяют в качестве кормовой добавки, для частичной замены (10—20 %) растительных и животных белков в основном рационе свиней и птиц, а также при производстве заменителя цельного молока (ЗЦМ) с заменой до 30 % молочного белка.

Щелочной гидролиз осуществляют при атмосферном давлении в открытом котле или под давлением в вакуум-горизонтальном котле либо автоклаве. В качестве щелочного реагента применяют аммиак, гидроксид, мочевину и др.

Технология кормового белкового концентрата с использованием мочевины включает следующие операции: загрузку кератинсодержащего сырья (рога, копыта) в вакумм-горизонтальный котел, термическую обработку (стерилизацию, гидролиз, сушку), выгрузку, просеивание, упаковывание. Добавляют воду в соотношении 1 : 1, кристаллическую мочевину — 1 % к массе сырья. Стерилизацию и гидролиз проводят при давлении пара внутри котла 0,2 МПа и температуре 130 °С. Сушку ведут под вакуумом 0,045 МПа, температура внутри котла 75 °С. Общая продолжительность процесса от 8 ч 35 мин до 10 ч 35 мин. После гидролиза получают рыхлую, слегка липкую однородную черную или темно-коричневую массу. Высушенную массу охлаждают, просеивают (диаметр отверстий сита 3 мм), очищают от металлических примесей, упаковывают, взвешивают.

Кормовой белковый концентрат представляет собой порошок от светло- до темно-коричневого цвета со специфическим, но не с гнилостным и не затхлым запахом. Металломагнитных примесей в виде частиц размером до 2 мм не должно быть более 200 мг на 1 кг продукта, а примесей, нерастворимых в соляной кислоте, — не более 2%. Влажность не более 10%, содержание белка не менее 70%, жира не более 7%, мочевины не более 2%. Наличие патогенной микрофлоры не допускается. Кормовой белковый концентрат обладает высокой усвояемостью.

Водорастворимый продукт, получаемый щелочным гидролизом сырья под давлением методом Сухумского мясокомбината, применяют в качестве кормового полуфабриката, ЗЦМ, стимулятора роста кормовых дрожжей и биоминерального удобрения. По данным ВНИИМПа, аминокислотный состав ЗЦМ (в г на 100 г сухого продукта) следующий: лизин — 4,4; гистидин — 3,5; аргинин — 2,3; аспарагиновая кислота — 5,3; глицин — 2,1; аланин — 3,4; цистин — 0,2; валин — 3,6; изолейцин — 0,5; лейцин — 6,1; тирозин — 1,3; фенилаланин — 3,3. Гидролизат кератинсодержащего сырья, кроме комплекса незаменимых аминокислот и частично негидролизованного белка, содержит необходимые минеральные вещества, в том числе фосфорно-кислые соли натрия и кальция и микроэлементы.

Переработка кератинсодержащего сырья методом криоизмельчения и электроионного обеззараживания осуществляется путем трехступенчатого измельчения замороженного сырья, применения рассева, позволяющего получать муку однородного гранулометрического состава (150 и 200 мкм) и обеззараживания (до 0,2—0,3 мкм микробных тел в 1 г кератиновой муки) в электрическом поле коронного разряда на установке непрерывного действия. Химический состав нативной кератиновой муки следующий: влага — 12,5%, зола — 7,0, белок — 75,43, жир — 1,98%. Производительность установки 300 кг сырья в час. Средний выход муки 98%.

Обработка волоса и щетины

Овечью шерсть используют для изготовления валяльно-войлочных изделий. Из щетины изготовляют щеточные изделия и грубые кисти, из ушного волоса крупного рогатого скота — более мягкие кисти, применяемые в живописи. Хвостовой волос идет на изготовление щеточных изделий и кистей, низшие сорта — на производство строительных войлоков в качестве набивочного материала.

Хвосты и уши крупного рогатого скота промывают в проточной воде, обезвоживают на центрифуге. С них состригают волос, который сушат до влажности 12%, связывают в пачки и упаковывают. Ушной волос также собирают после шпарки, но качество его ниже.

На мясокомбинатах получают щетину дерганую с луковицей (или щетину стриженую без луковицы) и щетину-шпарку. Качество дерганой щетины значительно выше, чем щетины-шпарки. Последняя бывает спутанной и обладает меньшей упругостью и эластичностью. Она содержит на поверхности остатки эпидермиса. Щетина дерганая ценится выше, чем стриженая. Щетину дерганую и стриженую сортируют на хребтовую и боковую, а также по длине и цвету, складывают в пучки, сушат до влажности 12%, связывают в пачки и упаковывают.

Для удаления эпидермиса и обезжиривания щетину-шпарку обрабатывают оризоном или 2%-ным раствором сульфонафтеновой кислоты при температуре 65—70 °С в течение 3—4 ч. В результате она становится прочнее, эластичнее, выдерживает большую нагрузку, часто приобретает более округлую форму. Затем щетину промывают водой, обезвоживают на центрифуге до влажности 40—50% и сушат до влажности 12%. Оптимальная температура сушки 50—60 °С, продолжительность 5—7 ч.

Глава 8

ПРОИЗВОДСТВО КОЛБАСНЫХ И СОЛЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУФАБРИКАТОВ

КОЛБАСНЫЕ И СОЛЕНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Колбасными изделиями называют изделия, приготовленные на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергнутые тепловой обработке до готовности к употреблению. Соленые изделия — это продукты, также готовые к употреблению, но изготовленные, как правило, из сырья с неразрушенной (окорока, корейка, грудинка, ветчина в форме) или крупноизмельченной структурой (ветчина в оболочке, бекон любительский и т. п.).

Ассортимент

Обширный ассортимент колбасных и соленых изделий обусловлен высокими пищевыми достоинствами и пригодностью в пищу без дополнительной подготовки.

В зависимости от сырья и способов обработки различают следующие виды колбасных изделий: вареные, полукопченые, копченые, фаршированные, кровяные колбасы, сосиски и сардельки, зельцы и студни, ливерные колбасы, мясные хлебы, паштеты, диетические и лечебные колбасы. Мясная промышленность вырабатывает большое количество колбасных изделий из говядины, свинины, баранины, нетрадиционного сырья: конины, верблюжатины, оленины, мяса птицы и кроликов.

Требования к сырью и вспомогательным материалам

Для выработки колбасных и соленых изделий используют сырье от здоровых животных без признаков микробиальной порчи и прогоркания жира. Загрязнения, побитости, кровоподтеки, клейма должны быть удалены. Туши без запаха в глубине, но с поверхностным ослизнением, плесенью и побитостями зачищают и промывают горячей (50 °С) и холодной водой.

Шпик должен быть белого цвета с нормальным запахом, без загрязнений. Температура шпика, предназначенного для измельчения, не должна превышать —1 °С, в противном случае он будет деформироваться при измельчении.

Для изготовления вареных колбас применяют говядину и свинину в парном, охлажденном и размороженном состоянии, для производства колбас других видов — в охлажденном и раз-

мороженном состоянии. Замороженные блоки можно направлять на приготовление фарша без предварительного размораживания.

При производстве колбасных изделий используют соевые белки, казеинат натрия, молочно-белковый копреципитат, плазму крови.

Для производства всех видов продуктов из свинины применяют охлажденное до 4 °С сырье, полученное от свиных полутуш беконной, мясной и жирной упитанности (после удаления шкуры и излишков шпика). К использованию не допускается мясо хряков и свинина с наличием шпика мажущейся консистенции.

Изделия из говядины изготовляют из туш I и II категорий упитанности в охлажденном или размороженном состоянии.

Для выработки продуктов из баранины используют туши I категории упитанности в охлажденном состоянии.

Сырье, направленное на производство солено-копченых изделий, подвергают ветеринарно-санитарной экспертизе. При необходимости сырье дополнительно зачищают. При этом с наружных и внутренних сторон туш и полутуш удаляют возможные загрязнения, кровоизлияния, остатки волос, щетины и диафрагмы, бахрому.

Для посола используют пищевую соль не ниже I сорта без механических примесей и постороннего запаха, сахар-песок белого цвета без комков и примесей, нитрит натрия с содержанием нитрита (в пересчете на сухое вещество) не менее 96%. Специи и пряности должны иметь присущие им специфические аромат и вкус и не содержать посторонних примесей.

Кишечные оболочки, применяемые в колбасном производстве, должны быть хорошо очищены от содержимого, без запаха разложения и патологических изменений.

Искусственные оболочки должны быть стандартных размеров (диаметр, толщина), достаточно прочными, плотными, эластичными, влаго- и газопроницаемыми (для копченых колбас), обладать хорошей адгезией, устойчивыми к действию микроорганизмов и хорошо храниться при комнатной температуре. Для каждого вида и сорта колбас используют оболочку определенного вида и калибра.

Подготовка сырья для большинства колбасных изделий состоит из следующих операций: разделка полутуш, обвалка отрубов, жиловка и сортировка мяса, предварительное измельчение и посол мяса.

Перед поступлением сырья на разделку его осматривают ветеринарные врачи, загрязненные участки поверхности промывают водой и срезают клейма, нанесенные пищевой краской. Затем мясо взвешивают на подвесных путях или на напольных весах и передают на дальнейшую обработку.

Требования к готовой продукции

В соответствии со стандартом к готовой продукции предъявляются следующие требования.

Поверхность батонов колбасных изделий должна быть чистой, сухой, без повреждений, пятен, слипов, стеков жира или бульона под оболочкой, наплывов фарша над оболочкой, плесени и слизи. На оболочке сырокопченых колбас допускается белый сухой налет плесени, не проникшей через оболочку в колбасный фарш. Оболочка должна плотно прилегать к фаршу, за исключением целлофановой. Поверхность изделий должна быть сухой, чистой, у копченых и копчено-вареных — равномерно прокопченной, без слизи и плесени.

Вареные и полукопченые колбасы должны иметь упругую, плотную, некрошливую консистенцию, копченые колбасы — плотную. Консистенция мышц солено-копченых изделий упругая или плотная (сырокопченые окорока).

На разрезе продукта фарш монолитный, кусочки шпика или грудинки равномерно распределены, имеют определенную форму и размеры (в зависимости от рецептуры). Края шпика неоплавлены, цвет белый с розовым оттенком без желтизны, допускается наличие единичных пожелтевших кусочков шпика в соответствии с техническими условиями на каждый вид колбасы. Цвет продуктов на разрезе равномерный, розовый или красный, без серых пятен.

Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без признаков затхлости, кисловатости. Вкус в меру соленый у вареных колбас, у полукопченых и копченых колбас — солоноватый, острый, с выраженным ароматом копчения. Вкус солено-копченых изделий в меру соленый для вареных продуктов, солоноватый — для сырокопченых. Запах вареных изделий приятный, копченых — с выраженным ароматом копчения. Колбасы и солено-копченые изделия не должны иметь постороннего привкуса и запаха.

Мясопродукты должны содержать определенные количества соли, влаги, крахмала, нитрита в соответствии со стандартом.

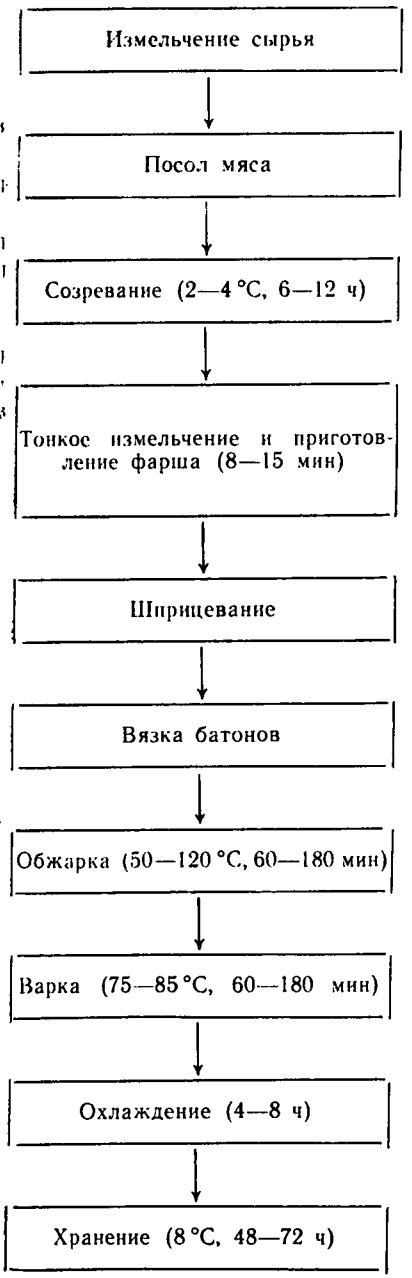
Технология

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

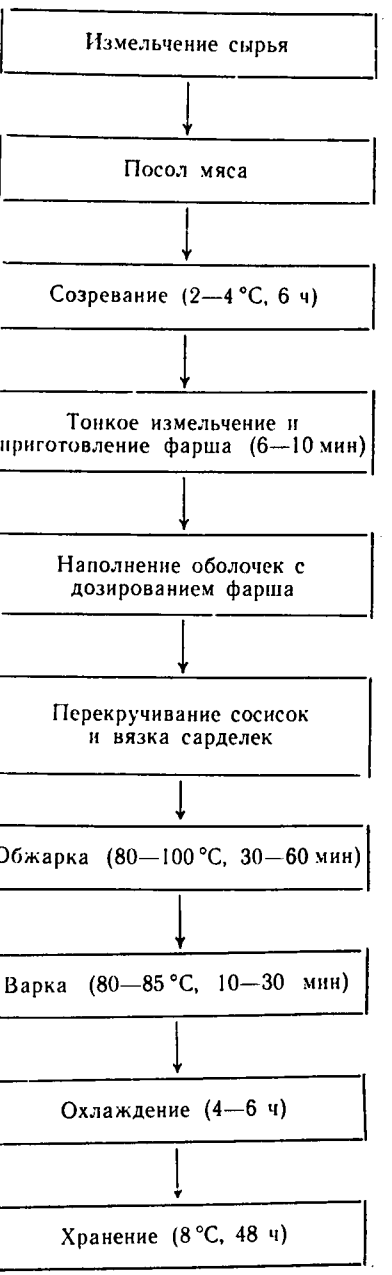
Процесс изготовления колбасных и соленых изделий можно проиллюстрировать схемами, приведенными ниже.

В зависимости от оснащенности предприятия и особенностей производства отдельных видов колбасных и соленых изделий технологические схемы могут иметь некоторые различия.

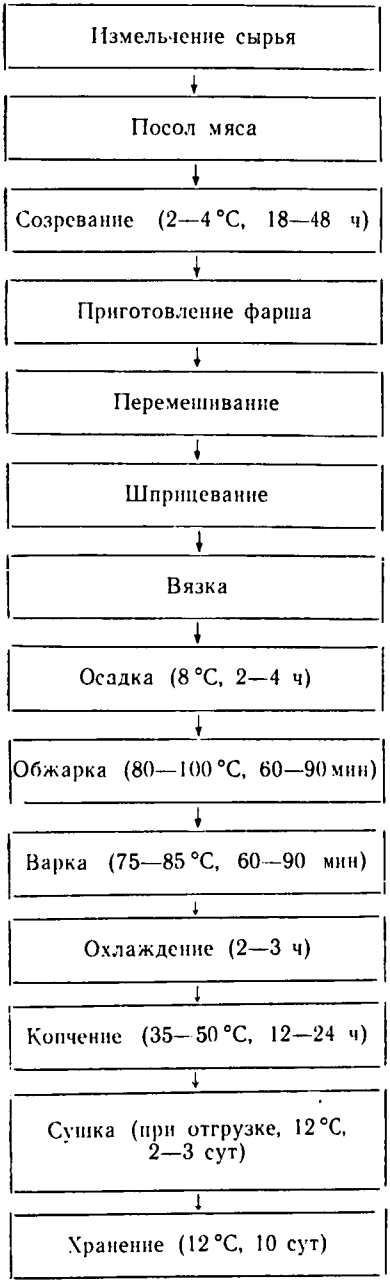
Технологическая схема изготовления вареных колбас



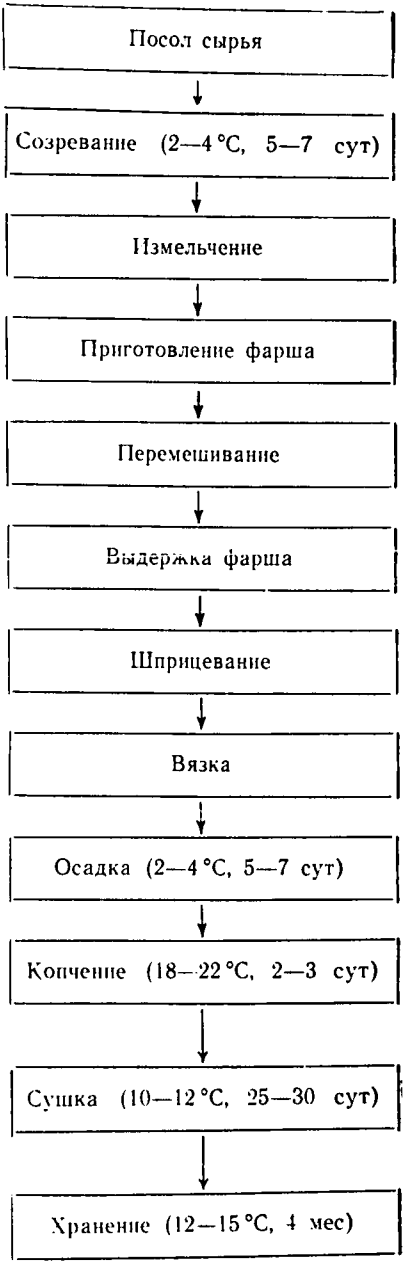
Технологическая схема изготовления сосисок и сарделек



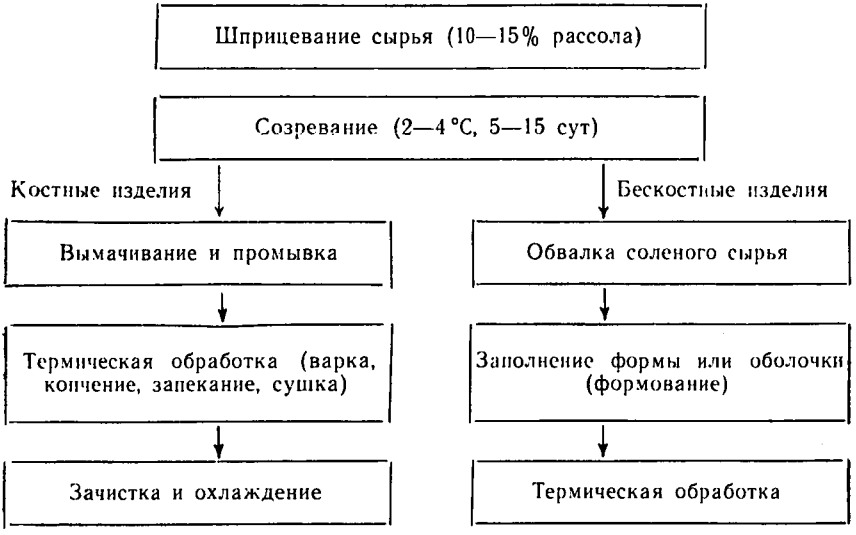
Технологическая схема изготовления полукопченых колбас



Технологическая схема изготовления сырокопченых колбас



Технологическая схема изготовления соленых изделий



РАЗДЕЛКА, ОБВАЛКА, ЖИЛОВКА

Разделка. Цель разделки — расчленение полутуш на отдельные отрубы для облегчения последующей операции обвалки; обвалку проводят дифференцированно (каждый рабочий специализируется на обработке определенных частей туши), что повышает производительность труда и качество обвалки.

При разделке говядины различают комбинированную и колбасную разделку. Для колбасного производства говяжьи полутуши делят на семь частей. Однако целесообразно производить разделку по комбинированной схеме, предложенной ВНИИМПом, при которой наиболее ценные части (грудинка, тазобедренный, поясничный и спинной отрубы) направляют в реализацию или на выработку полуфабрикатов и фасованного мяса. Целые туши и четвертины разделывают так же, как полутуши. Говядину разделывают обычно на подвесных путях.

При разделке свиных полутуш необходимо учитывать дальнейшее направление сырья, так как значительную часть отрубов используют для выработки соленых изделий. По стандартной схеме свиные полутуши предварительно расчленяют на три части: переднюю, среднюю и заднюю. Затем от передней части отделяют шейную часть, лопаточную мякоть, ножку и выделяют передний окорок (лопатку). Среднюю часть распиливают на корейку и грудинку, от грудинки отделяют пашину. Из задней части выделяют окорок, крестцовую часть и ножку. По такой схеме разделки (рис. 73) на выработку соленостей может идти до 75% массы всей туши. Ножки, крестцовую часть, позвонки,

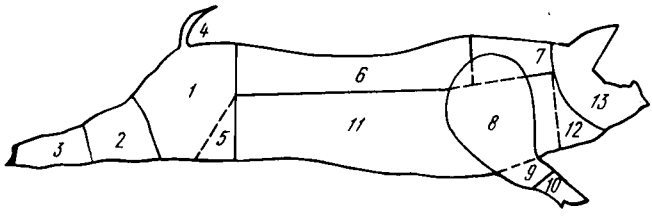


Рис. 73. Схема разделки свинины:

1, 2 — тазобедренная часть (задний окорок); *3* — задняя ножка; *4* — хвост; *5* — пашина; *6* — корейка; *7* — лопаточная часть; *8, 9* — передний окорок; *10* — передняя ножка; *11* — грудобрюшная часть; *12, 13* — шейная часть

жилованное мясо, шпик и мясную обрезь направляют в колбасное производство и на выработку полуфабрикатов.

Свинину разделывают так, чтобы лопаточную часть и задний окорок направить на производство свинокопченостей. Свинину жирную целиком используют для производства колбас. Свинину разделывают на подвесных путях или на конвейере.

Бараньи туши перед обвалкой разделяют на две части — переднюю и заднюю. Рульку и подбедерок обычно направляют в реализацию.

Схема разделки конины представлена на рис. 74.

Обвалка. Обвалку мяса в основном производят дифференцированным методом. На малых предприятиях применяют и потушную обвалку, т. е. один рабочий обрабатывает всю тушу. Обвалка должна быть тщательной: разрешается оставлять лишь незначительную красноту на поверхности костей сложного профиля (позвонков).

Обвалку производят на стационарных или конвейерных столах. Чтобы устранить излишнее транспортирование мяса, практикуют спаренную обвалку и жиловку: обвальщик работает за одним столом с одним или двумя жиловщиками.

При обвалке необходимо строго соблюдать правила безопасности. Рабочих снабжают коротким кольчужным фартуком и специальными кольчужными перчатками.

Жиловка. После обвалки мясо направляют на жиловку: отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, хрящей, мелких косточек, кровоподтеков и загрязнений. Соединительная ткань обладает более низкой пищевой ценностью и к тому же при тепловой обработке колбасных батонов полностью не разваривается, что ухудшает их качество. Мясо с большим содержанием соединительной ткани используют для выработки низкосортных колбас, студней, зельцев. При жиловке говядины и баранины отделяют также и жир, плохо усваивающийся организмом. Жиловку производят дифференцированно — вручную специальными ножами. Куски обваленного мяса разделяют на отдельные мускулы, а затем отде-

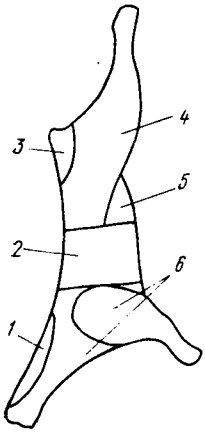


Рис. 74. Схема разделки конины для производства национальных продуктов:

1 — подгривный жир с мышечной тканью; *2* — спинореберная часть; *3* — верхний слой мышечной ткани с подкожным жиром из крестцовой части; *4* — задняя ножка с поясничной частью; *5* — жировые отложения брюшины; *6* — лопаточная и шейная части

ляют мышечную ткань. В процессе жиловки получают куски мяса массой 400—500 г, а на отдельных мясокомбинатах — до 1 кг.

Жилованную говядину обычно сортируют на три сорта: к высшему относят куски чистой мышечной ткани, лишенные видимых остатков других тканей и образований; мясо, содержащее не более 6% тонких соединительнотканных образований, относят к I сорту, а содержащее до 20% — ко II. При жиловке говядины на три сорта выходы жилованного мяса составляют: высшего сорта — 15—20%, I сорта — 45—50, II сорта — 35% к массе жилованного мяса. В мясе II сорта допускается наличие мелких жил, сухожилий и пленок. При жиловке мяса, имеющего жировые отложения, в отдельный сорт выделяют жирное мясо, которое состоит в основном из подкожного и межмышечного жира и небольших прирезей мышечной ткани. Это мясо используют для приготовления некоторых сортов колбас.

В свинине сравнительно мало соединительной ткани, которая к тому же легко разваривается, и поэтому процесс жиловки свинины часто называют разборкой. Мышечную ткань свинины отделяют от шпика и освобождают от крупных сухожилий, становых жил и кровоподтеков. Жилованную свинину сортируют в зависимости от количества содержащегося в ней жира на три сорта: нежирную, полужирную и жирную. Нежирная свинина содержит до 10%, полужирная 30—50, а жирная более 50% межмышечного и мягкого жира. Полужирную свинину можно составлять из нежирной и соответствующего количества жирной. Средний выход свинины после разборки по сортам (в % к массе разобранной свинины) составляет: нежирная — 40%, полужирная и жирная — по 30%.

В настоящее время на некоторых мясокомбинатах переходят на технологию двухсортной жиловки обваленной говядины и свинины, что позволяет снизить трудовые затраты на процесс жиловки и повысить производительность труда. Оптимальное соотношение сортности при двухсортной жиловке говядины (в % к массе жилованного мяса) следующее: высшего сорта — 20%, мяса, содержащего 12% жировой и соединительной ткани, — 80%. При разборке обваленной свинины на два сорта выделяют нежирную свинину из окороков и средней части. Остальное мясо направляют в один сорт, в котором в зависи-

мости от упитанности исходного сырья содержится 35—50% жира.

При жиловке баранины удаляют только сухожилия и кровоподтеки. Жилованную баранину сортируют на два сорта: жирную и нежирную. К жирной баранине относят мясо, имеющее подкожный жировой слой.

Свиной шпик со шкурой или без нее в зависимости от ассортимента разделяют на торговый (соленый), копченый (венгерское сало) и колбасный. Разделку шпика производят обвальщики на обвалочных или жиловочных столах. На поверхности торгового шпика допускается наличие прирези мяса не более 5% к массе шпика. Толщина шпика в тонкой части должна быть не менее 2,5 см, масса куска — не менее 1 кг. Для выработки копченого шпика выделяют куски шпика из спинной части массой не менее 0,5 кг и толщиной 6—10 см.

Колбасный шпик выделяют из боковой и спинной частей туш. На поверхности допускается не более 10% прирези мяса для хребтового шпика и не более 25% — для бокового. После разделки шпик в зависимости от дальнейшего использования направляют в посол или на хранение в охлажденном и мороженом виде. Свиную обрезь перетапливают или используют в производстве котлет. Отходы соединительной ткани, пригодные на пищевые цели (хрящи, сухожилия, пленки и др.), употребляют для выработки студней и зельцев. Непищевую обрезь направляют в цех кормовых и технических продуктов для выработки кормовой муки.

Санитарно-гигиенические условия, в которых производится обвалка и жиловка, должны быть безукоризненными. Температура в сырьевом цехе должна быть не выше 10—12 °С, относительная влажность воздуха 75—80%.

На крупных предприятиях внедряют конвейерные линии разделки, обвалки и жиловки мяса, механизирующие все транспортные операции в сырьевом цехе. Вдоль первой половины конвейера расположены столы для обвалки мяса, вдоль второй — столы для жиловки.

Конвейеры делают двухленточные и одноленточные. В двухленточных конвейерах верхняя лента предназначена для транспортирования частей туш и костей, полученных после обвалки; нижняя служит для жилованного мяса. На одноленточных конвейерах части туши (отрубы), жилованное мясо и кости перемещаются на одной ленте. На участке конвейера, где находятся столы для жиловки мяса, конвейерная лента разделена продольными перегородками на три участка для каждого сорта мяса. Кость выгружается в конце транспортного конвейера или ее можно перемещать обратным ходом ленты конвейера. Затем эта кость передается на распиловку или дробление.

Обвалка мяса — очень трудоемкий процесс. Для облегчения труда обвальщиков вместо обычных ножей применяют диско-

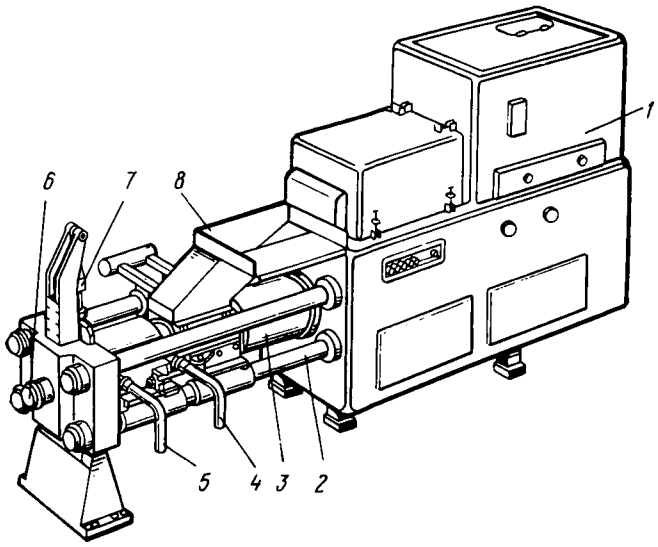


Рис. 75. Пресс MRS-20 для механической обвалки мяса: *1* — станина; *2* — направляющие; *3* — рабочий цилиндр; *4*, *5* — патрубки для отвода мясной массы; *6* — патрубок для отвода костного остатка; *7* — заслонка; *8* — загрузочный бункер

вые ножи на гибких валах. Производительность труда при этом повышается в 2 раза, но способ обвалки остается ручным. На Черкизовском мясоперерабатывающем заводе используют ножи «Визард» типа 520 (США). Они установлены непосредственно на выходе кости с конвейера обвалки. Причем дообвалке подвергаются не все, а только говяжьи шейные кости и кости позвоночника. Одним ножом за сутки снимают до 50 кг мяса. Годовой экономический эффект от внедрения одного ножа 4,32 тыс. руб.

В большинстве конструкций механических установок для обвалки мяса пользуются методом выдавливания — прессования (рис. 75) и срезания. Существуют два основных типа машин для обвалки мяса. Машины ленточного типа работают с наружной подачей. Сырье для обвалки подается на ленту, прижимаемую к барабану с отверстиями диаметром 2—10 мм. Отделенное от костей мясо продавливается в отверстия внутрь барабана, в то время как остальные части продолжают двигаться по транспортеру. В обвалочных установках шнекового типа используется внутренняя подача сырья. Сырье под давлением, создаваемым шнеком, проталкивается к барабану с отверстиями. Мясо продавливается через отверстия в барабане, а кости удаляются из машины через специальное окно. В соответствии с требованиями санитарии детали промышленных

установок, с которыми соприкасаются продукты, выполнены из нержавеющей стали или пластмассы, а сами установки легко разбираются, что обеспечивает возможность их тщательной очистки. Выход мясного продукта из обвалочной машины регулируется в зависимости от требуемых свойств мяса. Применяя барабаны с мелкими отверстиями, получают мясо пастообразной консистенции. Чем больше размеры отверстий, тем больше в мясе соединительной ткани и костей. Оптимальным считается барабан с отверстиями диаметром 5 мм.

Механически обваленное мясо имеет бо́льшую питательную ценность, чем обычное мясо. Добавление от 5 до 25% механически обваленного мяса к говяжьему фаршу придает продукту требуемую консистенцию при значительном улучшении вкусовых качеств. Некоторые новые благоприятные качества продуктам придает костный мозг, извлекаемый при механической обвалке говядины и свинины. Кроме того, конечный продукт имеет повышенное содержание кальция.

Для механической жиловки мяса сконструирована машина, которая состоит из приемного бункера с двумя подающими спиралями конического шнека с уменьшающимся шагом и насадки, выполненной из металлических пластин и имеющей продольные щели. Насадка крепится к цилиндру волчка, а конусообразный шнек является продолжением шнека волчка. На выходе из насадки установлен режущий механизм волчка в виде набора ножей и сеток. Мясо загружают в приемный бункер. Оно захватывается двумя спиралями и подается на рабочий шнек. Емкость межвиткового пространства конического шнека постепенно уменьшается, поэтому мясо подвергается воздействию постепенно нарастающего давления. Машина измельчает мясо и жилует его на три сорта. Более нежная мышечная ткань (мясо высшего сорта) продавливается через щели в начале насадки, где создается избыточное давление $10—12 \cdot 10^5$ Па. В части машины, где создается избыточное давление 18—$20 \cdot 10^5$ Па, выдавливается мясо, содержащее до 6% соединительной ткани (мясо I сорта). Через горловину насадки и режущий механизм, где создается избыточное давление 35—$50 \cdot 10^5$ Па, выходит мясо II сорта. Выход мяса высшего и I сортов при механической жиловке выше, чем при ручной. Производительность машины 2—2,5 т/ч.

Один из путей совершенствования методов обвалки и жиловки при производстве колбасных изделий — переход на вертикальную обвалку (рис. 76).

Вертикальная обвалка полутуш, разработанная на Киевском мясокомбинате, является прогрессивной и имеет ряд преимуществ по сравнению с горизонтальной обвалкой, в том числе с точки зрения более быстрого получения парного бескостного мяса. Этому же способствует односортная жиловка и немедленное тонкое измельчение мяса, совмещенное с посолом.

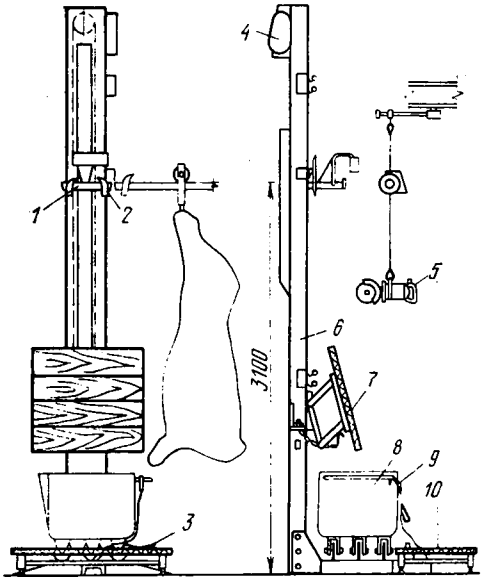


Рис. 76. Установка ЯЧ-ФЛФ по обвалке мяса:

1 — подвижной участок полосового пути; *2* — фиксаторы; *3* — педаль управления; *4* — привод; *5* — дисковая пила; *6* — станина; *7* — обвалочная доска; *8* — тележка; *9* — тросы с крюками; *10* — подставка

Парным называют мясо, полученное непосредственно после убоя, с температурой в толще не ниже 35 °С. В этом состоянии белки актомиозинового комплекса максимально диссоциированы. Мясо способно в наибольших количествах связывать воду, имеет высокие значения pH, ярко выраженную окраску и минимальную микробную обсемененность. Указанные свойства обусловливают возможность получения из такого мяса изделий наиболее высокого качества. Существенным недостатком парного мяса является его быстрый (через 2—3 ч) переход в состояние окоченения.

Проблема использования парного мяса сводится, во-первых, к задаче стабилизации его свойств путем определенных воздействий (прижизненная адренализация, посол, электростимуляция и др.), во-вторых, к задаче сокращения длительности и числа операций по его обработке перед стабилизацией, что особенно важно для надлежащей организации производственного потока. Сырьевые цеха, где производят операции разделки, обвалки, жиловки, должны находиться в непосредственной близости к цеху убоя скота и разделки туш.

ПОСОЛ МЯСА

Для достижения необходимых технологических свойств готового продукта (вкуса, аромата, цвета, консистенции) и предохранения их от микробиологической порчи осуществляют посол мяса. Для этого в мясо вводят посолочные вещества. Обязательной и доминирующей составляющей посолочных составов является поваренная соль. Накопление ее в мясе в оптимальном количестве придает ему соленый вкус, оказывает консервирующее действие. Сочетание посола с другими консервирующими воздействиями (охлаждение, обезвоживание, копчение, тепловая обработка) надежно предохраняет готовый продукт от порчи.

Посол является сложной совокупностью различных по своей природе процессов: массообмена (накапливание в мясе в необходимых количествах посолочных веществ и их равномерное распределение по объему продукта, а также, возможно, потеря водосолерастворимых веществ мяса в окружающую среду); изменения белковых и других веществ мяса; изменения влажности и влагосвязывающей способности мяса; изменения массы; изменения микроструктуры продукта в связи со специфичным развитием ферментативных процессов в присутствии посолочных веществ и из-за механических воздействий; вкусоароматообразования в результате развития ферментативных и микробиологических процессов и использования вкусовых веществ и ароматизаторов в составе посолочных смесей; стабилизации окраски продукта.

Посол является обязательной и определяющей операцией в технологиях колбасных и соленых продуктов. При значительной общности технологий каждая из них имеет свои особенности и отличия.

Процессы, характерные для посола, могут продолжать свое развитие и после окончания периода собственно посола. Так, для сырокопченых колбас большинство из них продолжаются в своеобразных условиях при приготовлении фарша, осадке, копчении, сушке.

Фильтрационно-диффузионный процесс накопления и распределения посолочных веществ. Классические методы посола — мокрый (погружение мяса в раствор посолочных веществ — рассол), сухой (нанесение посолочной смеси на поверхность мяса — от отрубов до отдельных кусочков его в измельченном состоянии) и смешанный (сочетание мокрого и сухого посола). При любом методе массообмен между посолочными веществами и растворимыми составными частями продукта происходит в системе рассол — мясо (ткань). При сухом методе вначале вследствие гигроскопичности соли и за счет влаги сырья образуется рассол.

В системе рассол — ткань при классических методах посола посолочные вещества перемещаются диффузионным путем и описываются вторым законом диффузии Фика:

$$\frac{dc}{d\tau} = D\frac{d^2c}{dx^2}$$

или в первом приближении из него вытекающим выражением (А. С. Большаков)

$$\tau = \frac{ah^2}{D_{mk}\lg\frac{c_p}{c_h}},$$

где c — концентрация диффундирующих веществ, %; τ — длительность процесса диффузии (посола), с; D — коэффициент диффузии вещества в воде,

$м^2 \cdot с^{-1}$; $\frac{d^2c}{dx^2}$ — градиент концентрации в направлении диффузии, $\% \cdot м^{-1}$; a — постоянная величина ($a = 1{,}08$); h — путь проникновения посолочных веществ в продукт, м [в гомогенной ткани $h = H/2$ (рис. 77)]; H — толщина ткани, м; D_{mk} — коэффициент проникновения вещества в ткань продукта, $м^2 \cdot с^{-1}$; $c_р$ — концентрация вещества в рассоле в момент τ, %; c_h — концентрация вещества на глубине h в момент τ, %.

Движущей силой процесса посола является разность концентраций соли в системе рассол — продукт, что в уравнении выражено логарифмом отношения концентраций соли в рассоле и продукте. Скорость накапливания соли в мясопродукте резко снижается в процессе посола вследствие уменьшения разности концентраций в системе (рис. 78). Все факторы, воздействие которых приводит к повышению концентрации соли на поверхности продукта, вызывают ускорение процесса посола.

В условиях перемешивания основное сопротивление диффузионному потоку в рассоле оказывает диффузионный пограничный слой, лежащий на границе раздела системы рассол — продукт (рис. 79). Ускорение движения рассола и переход от ламинарного потока к турбулентному влечет за собой уменьшение толщины этого слоя и увеличение скорости процесса посола. Одной из причин ускорения процесса посола в поле механических колебаний звуковых и ультразвуковых частот является уменьшение толщины диффузионного пограничного слоя, другой — повышение температуры.

В гетерогенной системе рассол — мясопродукт процесс распределения посолочных веществ зависит главным образом от величины сопротивлений, оказываемых диффузионному потоку тканями мясопродукта. Критерием процесса служит коэффициент проникновения (проницаемости) D_{mk}. Количественное соотношение между проницаемостями мышечной, соединительной и жировой тканей составляет примерно 8 : 3 : 1. Поэтому наличие жировых тканей в продукте замедляет накопление и перераспределение посолочных веществ в нем. Мышечная ткань обладает анизотропными свойствами: проницаемость ее вдоль мышечных волокон примерно на 11% выше, чем поперек волокон, что свидетельствует о перемещении посолочных веществ преимущественно по межклеточному пространству ткани.

Воздействия, ведущие к увеличению проницаемости ткани, обусловливают более быстрое и равномерное распределение в

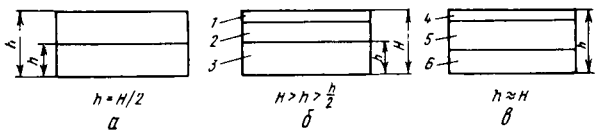
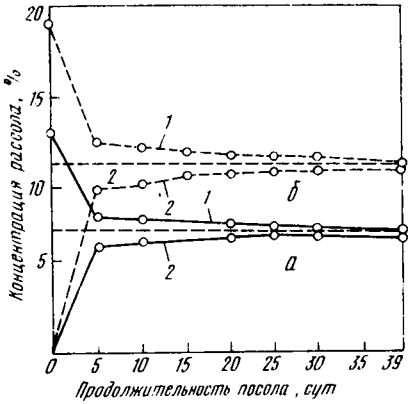


Рис. 77. Влияние строения сырья на величину пути проникновения



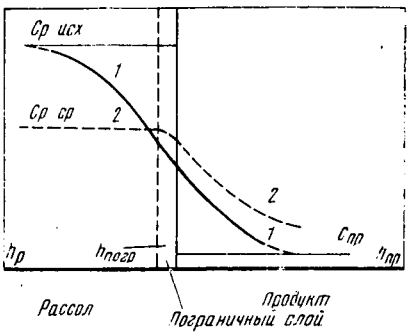


Рис. 78. Изменение концентрации соли в рассоле и мясе при мокром посоле

а — исходная концентрация рассола 12 %; *б* — то же 18%; *1* — изменение концентрации рассола; *2* — изменение содержания хлорида натрия в тканевой жидкости

Рис. 79. Изменение концентрации соли в рассоле, пограничном слое и продукте при мокром посоле:

1 — для состояния покоя; *2* — при перемешивании; $C_{рисх}$ — исходная концентрация рассола; $C_{пр}$ — продукта; $C_{срр}$ — средняя концентрация рассола, достигаемая перемешиванием; $h_р$ — толщина слоя рассола; $h_{погр}$ — толщина пограничного слоя; $h_{пр}$ — толщина слоя продукта

ней посолочных веществ. Изменение проницаемости ткани в процессе автолиза и длительного посола связано с ферментативным изменением структуры (разрыхлением) ткани и увеличением проницаемости тканевых мембран. Проницаемость размороженной ткани выше, чем охлажденной, вследствие травмирования ее образующимися крупными кристаллами льда.

Температура системы рассол — ткань является фактором, наиболее существенно изменяющим величину коэффициента проникновения. Этот путь сокращения продолжительности посола представляет особый интерес в связи с тем, что повышение температуры ускоряет и другие изменения, улучшая продукт. Правда, это может вести также и к опасности развития нежелательных микробиальных процессов. Но вероятность этого может быть практически устранена сокращением длительности посола в связи с использованием других интенсифицирующих посол факторов, а также воздействий, способствующих подавлению жизнедеятельности гнилостных микробов. Дополнительное ускорение посола можно получить при использовании явления термодиффузии. Так, при посоле охлажденного продукта в теплом рассоле вследствие совпадения направления теплового потока с направлением диффузионного потока ускоряется процесс посола.

Продолжительность процесса пропорциональна квадрату пути проникновения. Поэтому уменьшение толщины сырья ведет к резкому сокращению длительности посола. В этой связи при посоле используют мясные отрубы и бескостное сырье, а также инъекцию рассола внутрь сырья с образованием в нем начальных зон его накопления.

Более частое шприцевание и использование факторов, способствующих образованию начальных зон накопления рассола большего объема (предварительное перед посолом размягчение сырья, увеличение давления рассола и др.), обеспечивают сближение этих зон, сокращение пути проникновения.

В колбасном производстве посол складывается из операций смешивания измельченного сырья с посолочными веществами (макрораспределение) и выдержки в посоле (микрораспределение), обеспечивающих их контакт с веществами мяса по всему объему. Продолжительность посола колбасного мяса зависит от степени измельчения сырья: чем выше степень измельчения, тем меньше путь проникновения и сроки выдержки его в посоле.

Для интенсификации процесса накапливания посолочных веществ диффузионным путем можно эффективно использовать ряд факторов: предварительное разрыхление сырья (механическое воздействие, ферментирование, электростимуляция и т. п.), многоточечная инъекция, уменьшение определяющего размера частей мяса и повышение температуры процесса.

Фильтрационный процесс распределения посолочных веществ. Возможности интенсификации процессов распределения посолочных веществ, особенно в прошприцованном мясе, в связи с использованием диффузионных зависимостей в настоящее время практически исчерпаны. Исследования показали, что посол целесообразно осуществлять в условиях активных физических (механических) воздействий: инъецирования рассола, массирования, вибрации, электромассирования и т. п. Переменное механическое воздействие вызывает наряду с диффузионным обменом интенсивное механическое перемещение рассола (и посолочных веществ), направленное к равномерному распределению их по объему продукта.

Процесс распределения рассола и входящих в его состав веществ при приложении механических воздействий в первом приближении подчиняется закону фильтрации или пьезопроводности. В случае однонаправленного воздействия этот процесс описывается выражением

$$\frac{dp}{d\tau} = \varkappa \frac{d^2 p}{dx^2},$$

где p — давление, Па; τ — длительность воздействия, с; $\varkappa$ — коэффициент пьезопроводности, $м^2 \cdot с^{-1}$; x — путь перемещения рассола, м.

Движущей силой процесса служит возникающий при механическом воздействии градиент давлений. Коэффициент пьезопроводности зависит от проницаемости тканей, свойств рассола (вязкости, размера частиц, входящих в его состав), а также параметров механического воздействия (p, τ). Значения коэффициента пьезопроводности при прочих идентичных условиях больше соответствующих значений коэффициентов проникновения, что и объясняет более высокие скорости массообмена при посоле с применением механических воздействий. Инъецирование мяса рассолом служит примером фильтрационного переноса рассола.

Существуют несколько методов шприцевания: игольчатый уколами игл в ткань (с помощью одной иглы вручную или многоигольчатой установки), струйный, через кровеносную систему. При шприцевании уколами применяют полую иглу с острым наконечником и перфорациями в стенке (в некоторых случаях — иглу с центральным отверстием), через кровеносную систему — полую иглу с центральным отверстием. Давление в обоих случаях лежит в пределах 0,2 1,0 МПа. Струйный метод осуществляют с помощью насадки с отверстиями малого диаметра (0,1—0,3 мм), через которые рассол выходит в виде струй под высоким давлением (10—30 МПа). В этих условиях струи приобретают свойства твердого тела и выполняют роль игл.

При инъецировании уколами начальная зона накопления рассола около каждого из отверстий иглы имеет форму, приближающуюся к эллипсоиду вращения. Массоперенос в пределах этой зоны происходит преимущественно по межволоконному пространству. Проникновение посолочных веществ непосредственно в мышечные волокна идет диффузионно в основном в период выдержки в посоле. Размеры зоны зависят от структурных характеристик ткани, направленности иглы относительно мышечных волокон, давления инъецирования, количества вводимого рассола и других факторов. С повышением давления размеры зон начального накопления существенно возрастают.

При шприцевании с использованием кровеносной системы иглу вводят в крупные кровеносные сосуды (бедренная или лопаточная артерии), близко расположенные к поверхности отруба. При этом рассол проникает в те области отруба, кровеносная система которых, включая капилляры, связана с указанными крупными сосудами. В другие области рассол не поступает, поэтому его шприцуют дополнительно методом уколов. Выдержка в рассоле или вне рассола в этом случае менее продолжительна, чем при шприцевании методом уколов.

При струйном инъецировании для начальной зоны накопления рассола характерен канал, формируемый струей. По мере потери энергии струи канал переходит в эллипсовидное тело. При этом способе возможна инъекция многокомпонентного рас-

...ла, включающего крупные частицы (белки, жиры, ферменты, микроорганизмы). Рассол частично внедряется непосредственно в мышечные волокна. Струйное инъецирование в отличие от игольного способа обеспечивает более равномерное распределение компонентов рассола.

При безыгольной инъекции мяса многокомпонентным рассолом расстояние между местами инъекций не должно превышать $2 \cdot 10^{-2}$ м, традиционным — $4{,}5 \cdot 10^{-2}$ м.

Механическое воздействие. При посоле с применением шприцевания процесс распределения посолочных веществ протекает в две фазы, из которых первой является шприцевание, второй — последующая обработка прошприцованного продукта. Выдержка продукта в рассоле или вне его является экстенсивным методом посола. Существенное ускорение второй фазы происходит при использовании интенсивных методов механических воздействий, когда проявляется эффект губки. Возникающий при переменном механическом воздействии градиент давлений (напряжений) вызывает в прошприцованном мясе интенсивное перемещение посолочных веществ, происходящее по фильтрационному закону. При небольшом определяющем размере мяса (в пределах 20—30 мм) накопление в нем (впитывание) рассола и равномерное распределение посолочных веществ могут происходить даже в результате механического воздействия без предварительного шприцевания.

Наиболее распространенными методами механической обработки являются тумблирование, массирование, вибрация (часто с применением вакуума), электромассирование.

Под тумблированием понимают процесс обработки продукта в тумблерах-емкостях (в большинстве случаев цилиндрических) с горизонтальной осью вращения, имеющих выступы (лопасти) на внутренней их поверхности.

Частота вращения емкости (в $мин^{-1}$) должна быть несколько ниже критической

$$n_{кр} = 42{,}4/\sqrt{D},$$

где D — диаметр емкости, м.

При вращении емкости куски мяса трутся друг о друга, внутреннюю поверхность и выступы, участвуя в сложном планетарном движении. Достигнув верхней точки, они падают с высоты, равной диаметру емкости. В результате соударений сырье подвергается механическим деформациям, приводящим к повышению давления (напряжения) в местах контакта. Наблюдаемый эффект сжатия-расширения мышечной ткани, сопровождающийся возникновением переменных внутренних напряжений, обеспечивает интенсивный фильтрационный перенос (перераспределение) рассола. Продолжительность тумблирования может быть различной в зависимости от вида, состояния мяса,

конструктивных особенностей тумблера. В большинстве случаев для кусков мяса небольших размеров (25–30 мм) она составляет 10—40 мин, для образцов больших размеров в циклическом варианте доходит до 4—6 ч. Частота вращения емкости чаще всего 20–30 мин$^{-1}$ (при обработке костного сырья 5–7 мин$^{-1}$).

Массирование является разновидностью процесса перемешивания, вследствие чего при отсутствии специального оборудования (массажеров) для массирования иногда применяют лопастные мешалки. Массажер представляет собой емкость, в которую после ее заполнения мясом опускается вертикальный вал с лопастями. Обработка в массажерах протекает менее интенсивно, чем в тумблерах, поскольку отсутствуют ударные воздействия. Поэтому продолжительность массирования значительно больше, чем тумблирования.

Рассол можно вводить либо полностью шприцеванием, либо при значительных количествах добавляемого рассола (выше 20% к массе мяса) частично шприцеванием, а частично (5—7% к массе мяса) в массажер (тумблер). Обработку в массажерах (тумблерах) выполняют непрерывно или циклически. В период механических воздействий происходит фильтрационно-диффузионный перенос посолочных веществ, в период покоя — диффузионный.

Эффект массопереноса при массировании (тумблировании) дополнительно усиливается в связи с возникновением при механических воздействиях микроразрывов в ткани и повышением ее проницаемости.

При массировании скорость переноса многократно возрастает и становится выше скорости развития микробиологических процессов, что открывает широкие возможности для быстрого посола при повышенных температурах без опасения, что в этих условиях может возникнуть бактериальная порча соленых продуктов. Это обстоятельство особенно важно, если учесть, что повышение температуры одновременно интенсифицирует ферментативные процессы, обеспечивая тем самым более быстрое достижение необходимой консистенции, вкуса и аромата соленых мясопродуктов.

Вибрационное воздействие используют самостоятельно или в сочетании с другими видами механической обработки. ВНИКИМПом предложена технология вареных полукопченых колбас и ветчины в оболочке из крупноизмельченного сырья с применением виброперемешивания. Положительный эффект массопереноса, получаемый в результате перемешивания сырья, дополняется эффектом, достигаемым при одновременно выполняемом вибрационном воздействии. Сущность процесса виброперемешивания заключается в том, что частицы мяса, непосредственно соприкасающиеся с источником колебаний, периодически получают ударный импульс, который передается более

отдаленным соседним слоям. Таким образом, в системе возникают механические колебания частиц, вызывающие их фильтрацию под действием градиента знакопеременных напряжений.

Применение вакуума увеличивает эффект, достигаемый при механической обработке сырья. Он возрастает с уменьшением остаточного давления (примерно до 50 кПа — метод МТИММПа). Дальнейшее снижение остаточного давления не оказывает существенного влияния. Повышение интенсивности распределения посолочных веществ (до 7%) связано с суммированием полей давлений, возникающих при механическом и вакуумном воздействиях.

Электромассирование мяса в парном состоянии — метод МТИММПа, заключающийся в воздействии электрических импульсов на предварительно инъецированное мясо в парном состоянии. Возникающие периодические сокращения и расслабления парных мышц (пульсации) влияют на процесс перераспределения посолочных веществ так же, как при механическом воздействии. Сокращение длительности периода после убоя и повышение величины напряжения тока увеличивают продолжительность достаточно сильных пульсаций и эффективность электромассирования. При напряжении тока 220 В периодические пульсации мышцы почти прекращаются через 5—7 мин воздействия. Затем мышцы достаточно активно реагируют только на электрический ток более высокого напряжения: при напряжении 380 В вновь заметно пульсируют 3—5 мин.

Посолочные вещества в основном перераспределяются во время электромассирования. При дальнейшей выдержке в посоле перенос идет медленнодиффузионно, но несколько быстрее, чем в мясе, не подвергнутом электромассированию.

Потери растворимых веществ мяса. Наряду с проникновением в продукт посолочных веществ в процессе мокрого, смешанного и сухого посола в рассол из мяса диффузионно переходят белковые, экстрактивные, минеральные вещества, витамины. Количество потерь зависит от условий посола (концентрации рассола, жидкостного коэффициента, продолжительности посола и др.). Потери увеличиваются с повышением концентрации рассола до 10—12%, а затем уменьшаются. Количество белкового азота в рассоле возрастает с повышением температуры до 40 °С, после чего снижается (в связи с денатурацией белков в тканях). Белковые вещества неспособны диффундировать через стенки клеток, поэтому их потери с рассолом обусловлены переходом в него белков, заполняющих кровеносную систему, и белков разрушенных клеток. В связи с этим величина белковых потерь при посоле зависит от полноты обескровливания мяса и степени разрушения тканей.

При правильно проведенном посоле некоторая потеря питательных веществ не снижает пищевой ценности соленых продуктов. Их пищевая ценность даже повышается, так как продукт

становится более нежным, вкусным и лучше усваивается, чем несоленое мясо. Факторы, интенсифицирующие процесс проникновения посолочных веществ, одновременно способствуют увеличению потерь растворимых веществ продуктов в рассол. Уменьшению потерь при мокром посоле мяса способствуют низкий жидкостный коэффициент, высокая концентрация рассола, применение многократно используемого «старого» рассола с высоким содержанием экстрактивных веществ. Наилучшим решением, исключающим потери при посоле неизмельченного мяса, является отказ от классических методов мокрого, сухого и смешанного посола и переход на посол методами шприцевания с последующей выдержкой пошприцованного полуфабриката вне рассола или механической обработкой, ее заменяющей. Технология, основанная на применении шприцевания и механической обработки, является примером ресурсосберегающей безотходной технологии соленых продуктов.

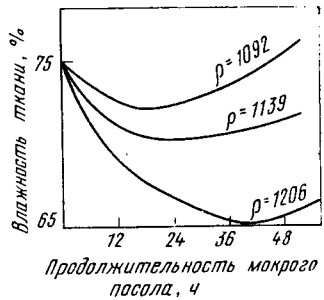


Рис. 80. Зависимость процесса влагопереноса в системе рассол мышечная ткань от концентрации рассола при мокром посоле

Изменение влажности и влагосвязывающей способности. При посоле одновременно с перераспределением посолочных веществ перераспределяется вода, что сопровождается изменением влажности и влагосвязывающей способности соленого мяса. Эти изменения имеют важное технологическое значение, так как влияют как на количество (выход), так и качество (сочность, консистенцию, цвет, вкус, аромат) готовых колбасных изделий и соленых мясопродуктов.

При классическом методе мокрого посола сырья влагоперенос в системе рассол — мясо можно разделить на две фазы: в первой фазе протекает обезвоживание, во второй — оводнение мышечной ткани (рис. 80). Глубина и длительность фаз зависит от концентрации рассола и жидкостного коэффициента (обычно 1 : 1). При низких концентрациях рассола (плотность в пределах 1100 кг/м^3) фаза обезвоживания выражена очень слабо. При насыщенной концентрации (1206 кг/м^3) происходит интенсивное обезвоживание. Только при очень длительном посоле без восстановления первоначальной концентрации рассола наблюдается незначительное оводнение. При сухом посоле происходит только обезвоживание; образующийся при этом рассол частично участвует в солевлагообмене, частично стекает.

Посол колбасного (измельченного) мяса смешиванием его с сухой посолочной смесью или рассолом (в том числе виброперемешиванием под вакуумом), а также посол соленых продуктов, происходящий по схеме шприцевание — механическая

обработка, сопровождается внутренним влагопереносом, имеющим аналогичный двухфазный характер (обезвоживание — оводнение).

Механизм влагопереноса сложен и зависит от многих факторов. Движущей силой переноса влаги в системе рассол — мясо при классических методах посола является разность концентраций влаги и осмотических давлений. В условиях механических воздействий преобладает фильтрационный перенос жидкости в мясе. Его движущей силой является разность возникающих в нем напряжений. Кроме того, внутренний влагоперенос зависит от характеристик исходного сырья и их изменений в период посола. Решающее значение имеют влагопроводность и влагосвязывающая способность мяса, которые, в свою очередь, зависят от его состава и структуры, формы связи воды с составными веществами мяса в конкретных условиях посола.

Влагопроводность так же, как и проницаемость, для посолочных веществ неодинакова для различного сырья и зависит от метода посола.

Влагосвязывающая способность мяса перед посолом определяется его морфологическим и химическим составом, исходными свойствами с учетом pH (PSE, N, DFD), степенью автолиза, видом холодильной обработки, режимом и характером предварительной механической обработки, ферментирования, электростимуляции и др. В процессе посола изменяются все формы связи воды с мясом: адсорбционная, осмотическая, капиллярная.

Наибольший интерес представляют изменения адсорбционной формы связи воды с белками, поскольку она является наиболее прочной. Количество адсорбционно-связанной влаги в соленом мясе зависит от величины pH сырья: оно выше при более высоком pH. Мясо PSE (pH ниже 5,6) и после посола имеет пониженную влагосвязывающую способность. В случае недостаточной водосвязывающей способности мяса вводят компоненты, повышающие ее. Наибольшее распространение получили фосфаты, чаще соли пирофосфорной кислоты. Рекомендуется добавлять 0,3% фосфатов к массе мяса.

Хлорид натрия, взаимодействуя с мышечными белками, повышает количество адсорбционно-связанной влаги в результате увеличения заряда белка. Хлорид натрия, накапливающийся в мясе в результате посола (2—3% к массе), способствует созданию концентрации тканевой жидкости (0,6 н.), близкой к растворяющей белки актомиозиновой фракции.

Количество адсорбционно-связанной влаги тем больше, чем быстрее достигается контакт посолочных веществ с белками: для мяса, посоленного через кровеносную систему, а также при струйном инъецировании оно выше, чем при инъекции рассола уколами.

Механическая обработка прошприцованного рассолом мяса и виброперемешивание вызывают повышение влагосвязывающей

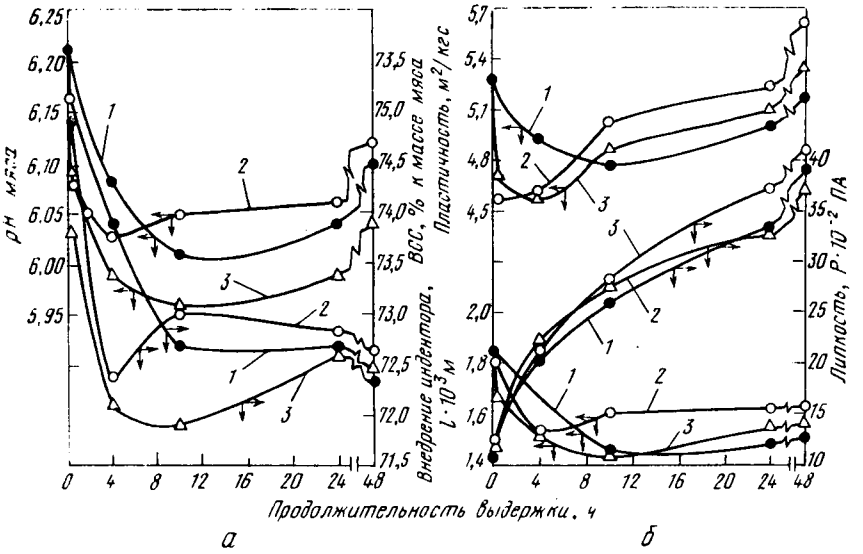


Рис. 81. Физико-химические (*а*) и структурно-механические (*б*) изменения мяса при посоле с применением электровоздействия и последующего циклического воздействия:

1 — без электровоздействия; *2* — электромассированные; *3* — электростимулированные мышцы

способности в связи с разрыхлением сырья и увеличением поверхностей контакта рассола с белковой системой.

Особый характер приобретает влияние соли при обработке парного мяса. Ионы электролита, связываясь с актином и миозином, мешают их взаимодействию. Одновременно ионы натрия и хлора подавляют АТФ-азную активность миозина и полиферментных систем гликолиза. В результате тормозится развитие посмертного окоченения. В присутствии хлорида натрия в первые 4—6 ч после убоя распад гликогена до молочной кислоты резко замедляется, а затем практически приостанавливается. Соответственно этому величина pH и водосвязывающая способность мяса сохраняются на более высоком уровне. Посол парного мяса в процессе куттерования позволяет сохранить его влагоемкость на таком высоком уровне, что им можно пользоваться как добавкой к мясу с пониженной влагоемкостью.

Возникновение периодических мышечных сокращений в парном мясе под действием импульсного электрического тока при электромассировании вызывает резкое снижение величины pH мяса вследствие ускорения распада гликогена (рис. 81) с последующим более быстрым его восстановлением и поддержанием водосвязывающей способности на высоком уровне. Быстрое развитие изменений при посоле мяса электромассированием также сохраняется при последующей механической обработке.

При введении традиционного рассола в значительных количествах в мясо, не подвергнутое предварительному размягчению, некоторая его часть им не связывается и вытекает через образованные иглами отверстия, теряясь безвозвратно. При инъекции рассола в мясо непосредственно в форме в начальный период выдержки также наблюдается частичное выделение рассола, однако в дальнейшем он впитывается мясом. В современных условиях наиболее быстрое и равномерное распределение и связывание рассола достигается многоточечным шприцеванием сырья и последующим механическим и электромассированием.

При производстве колбасных и соленых изделий применяют хорошо растворимые белковые препараты типа соевого изолята. При приготовлении рассола, содержащего белок, последний предварительно полностью гидратируют при перемешивании. Затем в водный раствор белка медленно вводят фосфаты при интенсивном перемешивании смеси. Вносить хлорид натрия перед фосфатами нельзя, так как его присутствие может ухудшить растворимость некоторых полифосфатов. После полного растворения фосфатов вводят поваренную соль, нитрит натрия и другие составные части рассола.

Существенно повысить выход мясопродуктов можно, вводя в их состав полисахариды. Применение многокомпонентного рассола, включающего фосфаты и крахмал, приводит к повышению выхода солено-вареных мясопродуктов, полученных при посоле методом шприцевания-массирования, в весьма значительных размерах (до 170—180%).

При классических методах посола при любой концентрации рассола (в том числе образующегося при сухом посоле) в начале процесса осмотическое давление рассола выше осмотического давления тканевой жидкости, что обусловливает обезвоживание ткани. По мере развития диффузионного накапливания посолочных веществ в мясе, а также низкомолекулярных продуктов распада веществ мяса осмотическое давление в нем растет, а в рассоле, наоборот, снижается, что и обеспечивает повышение водосвязывающей способности мяса и постепенный переход от фазы начального обезвоживания к фазе оводнения.

Капиллярная форма связанной влаги при традиционном посоле возрастает в связи с развивающимся разрыхлением мяса в результате протеолитического воздействия ферментов мяса и микроорганизмов или ферментов, вводимых в составе многокомпонентных рассолов. При посоле в условиях механических воздействий количество капиллярно-связанной влаги растет более интенсивно. Это определяется более выраженными микроразрывами мышечной ткани с образованием значительного количества микропор.

Изменение массы. Накапливание посолочных веществ и веществ, являющихся составной частью многокомпонентного рассола, возможная потеря веществ, входящих в состав мяса, изме-

нение его влажности вызывают соответствующие изменения массы соленого продукта, его выхода. Масса соленого продукта варьирует в широких пределах в зависимости от способа посола, группы изделия (вареные, сырокопченые и др.), сырья (из свинины, говядины и т. п.), вида продукта (корейка, окорок и т. п.).

Сухой посол сопровождается обезвоживанием, а также потерей водорастворимых веществ и соответственно уменьшением массы соленого полуфабриката (продукта). Мокрый и смешанный посол со шприцеванием, а также посол шприцеванием-массированием обеспечивают ее увеличение. На выход готового продукта влияет характер последующей после посола обработки (копчение, варка, запекание, охлаждение), которой обычно сопутствует потеря влаги. Поэтому, несмотря на вводимую при шприцевании в виде рассола воду, выход копчено-вареных мясных продуктов мокрого и смешанного посола во многих случаях ниже 100% (от массы несоленого сырья). Выход продуктов, вырабатываемых с применением рассолов, содержащих фосфаты, белковые препараты и полисахариды, благодаря высокой влагосвязывающей способности его компонентов существенно выше.

Изменение белков, липидов и других веществ. В присутствии хлорида натрия изменяется состояние белковых веществ. Характер изменения зависит от концентрации соли в тканях. При мокром посоле, если концентрация соли выше растворяющей, около 75% белков переходит в нерастворимое состояние.

В результате непрекращающейся деятельности тканевых ферментов и ферментов, выделяемых микроорганизмами, некоторое количество белковых веществ мяса подвергается гидролитическому распаду. Таким образом, при посоле количество белковых веществ снижается не только в результате перехода в рассол, но и вследствие их распада. Уровень распада зависит от времени выдержки в посоле: через 10 сут в системе рассол — мясо при посоле мелких кусков гидролизуется около 8% белков, через 25 сут — около 11%.

Соответственно уменьшению количества белкового азота возрастает количество азота полипептидов и низкомолекулярных азотистых соединений. Из числа низкомолекулярных азотистых соединений бóльшая часть приходится на долю свободных аминокислот. Характер изменения количественных соотношений свободных аминокислот в рассоле и мясе свидетельствует о том, что в ходе посола происходит не только их дезаминирование и декарбоксилирование, но и переаминирование.

Изменение количества свободных аминокислот в соленом мясе показывает замедленное их накопление в сравнении с несоленым мясом, что связано со снижением активности протеолитических ферментов в присутствии соли. Струйное инъецирование в сочетании с массированием вызывает повышение эффекта действия тканевых ферментов мяса. Это связано с повреж-

дением ткани на клеточном уровне (нарушение целостности липопротеидных мембран, лизосом), выходом ферментов из мест локализации. При сочетании механических и биохимических воздействий (введение ферментных и микробиологических препаратов) наблюдается наибольшее накопление свободных аминокислот.

Качественный состав образующихся аминокислот мало зависит от вида подвергаемого посолу мяса (свинина, говядина, конина, баранина и др.). Однако суммарное их содержание находится в определенной зависимости от вида мяса. Так, в идентичных условиях посола в свинине свободных аминокислот накапливается примерно на 28% больше, чем в конине. Некоторые свободные аминокислоты (например, глютаминовая кислота) обладают определенным вкусом даже в разбавленных растворах. Однако аминокислоты прямо не влияют на аромат мяса. Они выполняют роль веществ-предшественников, которые во время тепловой обработки соленого полуфабриката продуцируют летучие соединения, обеспечивающие формирование вкуса и аромата готового продукта.

В настоящее время признается существенная роль в этом процессе летучих серосодержащих соединений (ЛССС). В соленых полуфабрикатах окорока тамбовского отмечено преобладание менее летучих серосодержащих соединений (дисульфиды, трисульфиды). Их концентрации возрастают по мере удлинения сроков выдержки, особенно вне рассола, в то время как содержание легколетучих компонентов (меркаптаны, эфиры теокислот) заметно снижается. Между интенсивностью накопления серосодержащих аминокислот — предшественников летучих соединений и сенсорной оценкой аромата солено-вареных изделий из свинины выявлена четкая связь ($r=0{,}83$). Учитывая эту зависимость, для усиления вкуса и аромата соленых мясопродуктов предложено использовать ряд веществ-предшественников в виде вкусоароматических композиций, инъецируемых в мясное сырье на стадии посола. Так, по одному из предложений при выработке окорока тамбовского рекомендуется в шприцовочный рассол, кроме поваренной соли и сахара, включать также цистеин, глютатион, метионин в соотношении 30 : 20 : 0,5 мг/л.

Изменения липидной фракции мышечной ткани носят преимущественно гидролитический характер. В ходе гидролиза липидов накапливаются свободные жирные кислоты, в том числе и летучие.

В результате сложных химических изменений низкомолекулярных азотистых и безазотистых веществ в мясе и рассоле накапливаются многочисленные летучие соединения, среди которых много летучих жирных кислот, азотистых и карбонильных соединений. К последним относят альдегиды, кетоны, альдегидо- и кетокислоты. В рассолах и мясе всегда обнаруживается диацетил. Накопление летучих карбонильных соединений и появ-

ление характерного аромата и вкуса соленых мясопродуктов («ветчинности» при посоле свинины) связывают с развитием реакции аминокислот с моносахаридами (реакции Майяра). Участие в их образовании микроорганизмов доказано экспериментально.

Очевидно также и влияние нитрита натрия — в его присутствии специфический оттенок аромата и вкуса усиливается. Роль процессов, протекающих в период посола, несомненна: специфические аромат и вкус соленых изделий появляются уже на стадии посола, усиливаются при увеличении длительности посола и проявляются особенно сильно после тепловой обработки. В связи с такой закономерностью при ускоренных способах посола возрастает роль и значение вкусовых веществ и ароматизаторов, которые необходимо вводить в состав посолочных веществ для получения колбас и соленых продуктов с хорошими вкусо-ароматическими показателями.

Изменение микроструктуры. Несмотря на отчетливо выраженный распад белковых веществ при мокром и смешанном посолах охлажденного мяса, заметного разрушения мышечных волокон не происходит. Тем не менее соленое мясо размягчается и тем больше, чем больше длительность посола. Наблюдается уменьшение межволоконных пространств. Диаметр мышечных волокон на вторые сутки посола сокращается, но после 4—5 сут начинает возрастать, к концу процесса достигая величины, превышающей начальную.

При игольчатом шприцевании вводимый рассол распределяется преимущественно в соединительнотканных прослойках и между мышечными волокнами, раздвигая их. Структура тканей при этом становится менее прочной. При струйном способе инъекции рассол проникает не только в соединительнотканные прослойки, но и непосредственно в мышечные волокна, наблюдается сильное их набухание, гомогенизация структур. Внутрь волокна при струйном методе проникают не только минеральные вещества, но и молекулы более значительных размеров.

Посол в условиях механических воздействий на прошприцованное мясо сопровождается фрагментацией мышечных волокон.

Электронно-микроскопические исследования охлажденной свиной мышечной ткани, посоленной в условиях механических воздействий, показывают, что в результате таких воздействий происходит разрыхление миофибриллярных структур, сближение миофибрилл друг с другом, набухание миофибриллярной субстанции. Одновременно происходит деструкция актомиозиновых протофибрилл. При этом преобладает образование крупных обломков миофибрилл, а сарколемма имеет локальные нарушения. Набухание и разрыхление миофибриллярных структур приводят к нарушению связей между актином и миозином, увеличению количества свободных связей, способных удерживать воду. Нарушение целостности мембранных структур лизосом, ми-

гохондрий, ядер приводит к высвобождению внутриклеточных ферментов. Мясо при посоле в условиях механических воздействий в сочетании с выдержкой вне рассола становится более доступным для развития молочнокислой микрофлоры.

Массирование значительно усиливает липкость мяса (образование на поверхности кусков мяса липкого слоя, содержащего водосолерастворимые белки и служащего связующим материалом между кусками мышечной ткани при последующей тепловой обработке).

Изменение микроструктуры различных тканей при механической обработке имеет свои особенности. В мышечной и соединительной тканях с пористой структурой происходит их дополнительное разрыхление. Изменение первоначальной структуры жировой ткани под действием механических воздействий приводит к разрушению части жировых клеток, выходу жира в межклеточное пространство и заполнению имевшихся немногочисленных пор и каналов, образованию новой промежуточной структуры (обладающей признаками как клеточной, так и вязкопластической структур), которая в отличие от структуры мышечной и соединительной тканей характеризуется меньшей проницаемостью.

Существенные изменения структуры мяса, происходящие в процессе предварительной механической обработки сырья и посола с применением механических воздействий, обеспечивают получение более рыхлых структур и открывают возможность ускоренного перераспределения компонентов рассола не только мелких (типа хлорида натрия), но и значительно более крупных белковых, ферментных и микробных препаратов, что дает существенный технологический эффект.

Стабилизация окраски мяса. При посоле введение в мясопродукты нитрита натрия предохраняет их от нежелательных изменений окраски. В общем, последовательность химических превращений, связанных с применением нитрита натрия, следующая. В кислой среде, которая характерна для свежего мяса, введенный в рассол нитрит натрия как соль слабой кислоты в значительной части гидролизуется до азотистой кислоты. Азотистая кислота восстанавливается, затем под действием редуцирующих веществ, содержащихся в мясе, и микроорганизмов образуется оксид азота

$$NaNO_2 \overset{H^+}{\rightleftharpoons} HNO_2 + Na^+$$

$$4HNO_2 \xrightarrow[\text{вещества}]{\text{редуцирующие}} N_2O_4 + 2NO + 2H_2O$$

Оксид азота вступает в реакцию с миоглобином, образуя красный нитрозомиоглобин

$$Mb + NO \longrightarrow NOMb$$

Образующийся одновременно четырехоксид азота окисляет часть миоглобина до метмиоглобина.

Быстрота и интенсивность окрашивания зависят от количества оксида азота, накапливающегося в мясе. Образование оксида азота можно ускорить, используя при посоле эффективные восстановители, которые одновременно обеспечивают и устойчивость окраски. Наиболее широкое применение нашли соли аскорбиновой кислоты (аскорбинаты) и редуцирующие сахара. Аскорбиновая кислота реагирует непосредственно с азотистой кислотой с образованием дегидрата аскорбиновой кислоты и оксида азота

$$2HNO_2+C_6H_8O_6 \longrightarrow 2NO+$$
$$+2H_2O+C_6H_6O_6$$

Эта реакция сравнительно медленно протекает при низких температурах, но резко ускоряется при температурах обжарки и копчения.

Пигменты соленого мяса в присутствии аскорбиновой кислоты хорошо противостоят окислительному действию кислорода воздуха, благодаря чему окраска становится более устойчивой. Наконец, аскорбиновая кислота ускоряет восстановление метмиоглобина в миоглобин. Дозировка: аскорбиновая кислота 47 г, аскорбинат натрия — 52 г на 100 кг мяса (с некоторым избытком, который разрушается в период термической обработки). При посоле мяса аскорбиновую кислоту следует добавлять к шприцовочному рассолу. Добавление глютаминовой кислоты или ее солей усиливает эффект действия аскорбинатов.

Устойчивость окраски продукта зависит от вида добавляемого сахара. Свинина, посоленная без сахара, после измельчения быстро теряет окраску. То же мясо, посоленное с декстрозой (моносахарид), лучше сохраняет окраску. Стойкость окраски при добавлении сахара может увеличиваться в результате инверсии с образованием моносахаридов под влиянием денитрифицирующих бактерий. Сахароза мало влияет на устойчивость окраски. В качестве восстановителей, улучшающих или стабилизирующих окраску, рекомендуются и другие вещества, в частности, содержащие в своем составе сульфгидрильные группы (например, глютатион, цистеин).

При большом избытке нитрита образуются пигменты с иной окраской, вследствие чего красная окраска мяса сменяется серой, бурой и даже зеленоватой, так как выделяющаяся одновременно с окисью азота его четырехокись — сильный окислитель. Пероксиды, появляющиеся в жирах в начальной стадии их окислительной порчи, также вызывают обесцвечивание слоя мяса, прилегающего к жиру. Нежелательное изменение окраски под действием окислителей ускоряется с повышением температуры.

Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и pH среды (оптимум pH 5,2—5,7). При pH мяса более 6,0 реакция образования NO миоглобина протекает с меньшей скоростью. Снижение pH, хотя и оказывает положительное действие на развитие окраски, нежелательно при изготовлении вареных колбас и соленых продуктов, так как с падением pH снижается водосвязывающая способность мяса.

Скорость реакции взаимодействия мышечных пигментов и оксида азота растет с повышением температуры. Усиление окраски за счет больших количеств нитрита натрия недопустимо, так как он физиологически вреден и ядовит. Минимально необходимое количество нитрита натрия 5—7,5 мг% к массе мяса. Содержание остаточного нитрита не должно превышать 3 мг% для вареных и 7,5 мг% — для сырокопченых изделий. Добавление нитрита натрия в сухом виде не обеспечивает равномерного его распределения в мясе, поэтому пользуются его раствором.

Окраска соленых продуктов зависит от содержания мышечных пигментов в мясе. Из мяса с повышенным содержанием пигмента (говядина, конина) получают соленый продукт с более интенсивной окраской.

Роль нитрита натрия при посоле не ограничивается способностью образовывать нитрозопигменты. Кроме того, он участвует в процессах вкусоароматообразования соленого мяса, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает выраженным ингибирующим эффектом на рост микроорганизмов (в том числе Cl. botulinum) и токсигенных плесеней и образование ими токсинов.

При производстве мясных продуктов возникает опасность образования N-нитрозоаминов, которые являются канцерогенными. С учетом этого дозировку при посоле и остаточное содержание нитрита в готовом продукте стремятся свести к минимуму или, что лучше, пытаются полностью отказаться от него, заменив другими красящими соединениями.

Однако пока нет четких рекомендаций по равноценной замене нитрита красителями. Применение красителей синтетических, растительного или животного происхождения взамен нитрита представляется односторонним, так как в лучшем случае получают удовлетворительную окраску. Все другие аспекты, связанные с нитритом (образование аромата и вкуса, ингибирование микрофлоры, торможение окисления липидов), нуждаются в поисках решения. И если для ингибирования микрофлоры можно подобрать консервант, а для ингибирования окисления липидов — антиокислитель, то для развития специфических аромата и вкуса, кроме специй, необходимы ароматизаторы и вкусовые вещества.

К веществам, способствующим улучшению окраски соленого мяса и мясопродуктов, относится глюконо-дельта-лактон (ГДЛ).

Являясь лактоном глюконовой кислоты, в водном растворе он сравнительно медленно превращается в глюконовую кислоту, что сопровождается понижением pH. Кроме улучшения окраски, ГДЛ способствует снижению дозировки нитрита при посоле, уменьшению количества остаточного нитрита и микробной обсемененности продукта. ГДЛ можно применять совместно с бактериальными препаратами.

Причиной ослабления окраски колбас часто является недостаточное содержание мышечной ткани в рецептуре. В частности, оно наблюдается при замене значительного количества мышечной ткани (особенно говядины) на бесцветные белковые препараты типа соевого изолята или мяса животных других видов и возраста, имеющее менее выраженную светлую, бледную окраску. Для усиления окраски можно использовать естественные красители, из которых наиболее эффективным является красящий пигмент крови — гемоглобин.

В качестве возможных стабилизаторов окраски мясных продуктов исследовали растительные пигменты: антоцианы, биталены, каротиноиды и куркумин, потенциальными источниками которых являются свекла, морковь, шафран, перец, люцерна, кукуруза, клюква, имбирь, кожица апельсинов, мандаринов и винограда. Применение растительных пигментов обеспечивает более или менее приемлемую окраску колбас, но эффект в основном достигается, видимо, в связи с присутствием в них нитрита, который вносят в почву с удобрением.

Сравнение способов окраски мяса с использованием природных (растительного и микробного происхождения) и синтетических красителей показывает, что при безнитритном посоле наиболее вероятным является применение высокочистых синтетических красителей. При этом наиболее перспективным является использование их в иммобилизованном виде. Это связано с тем, что иммобилизованные красящие препараты не адсорбируются в желудочно-кишечном тракте, безвредны, сохраняют высокую красящую способность (так же, как мономерные аналоги) и более устойчивы к действию света, температуры, pH.

Полного использования добавленного нитрита можно достичь путем создания в фарше соответствующих микробиологических условий. Положительное влияние на развитие интенсивной окраски мяса оказывают стартовые (заквасочные) культуры.

Посол мяса при производстве соленых мясопродуктов, выполняемый в условиях механической обработки (массирование, электромассирование, тумблирование, виброперемешивание, виброосадка колбас) и сопровождаемый интенсификацией процесса распределения посолочных веществ, в том числе нитрита, обеспечивает лучший его контакт с миоглобином мяса. Следствием этого является возможность получения необходимой окраски продукта при пониженной дозе нитрита в рассоле. Вакуум-посол

способствует снижению содержания кислорода в мясе и улучшению окраски продукта.

Герметичная упаковка колбас и соленых продуктов под вакуумом или в среде различных газовых смесей (чаще углекислый газ и азот), способных образовывать достаточно прочные комплексы с гемовыми пигментами и тем самым предотвращать или задерживать окислительные превращения, также создает условия для снижения дозировки нитрита и получения более яркой и стабильной окраски.

Роль микробных и ферментных препаратов в посоле. Поваренная соль в концентрациях, в которых она накапливается в большинстве колбас и соленых мясопродуктах (2—3%), обладает лишь бактериостатическим действием. В достаточно больших концентрациях она способна задерживать микробиальную порчу мясопродуктов в течение длительного времени. Однако даже насыщенный раствор поваренной соли полностью не уничтожает микрофлору в мясопродуктах. Поэтому с течением времени общее количество микроорганизмов увеличивается как в продуктах, так и в рассолах. Спорообразующие микробы в рассолах встречаются в небольших количествах. В рассолах обнаружены бактерии, обладающие денитрифицирующими свойствами, протеолитическим и липолитическим действиями, являющиеся антагонистами гнилостной микрофлоры.

Размножение солеустойчивых микроорганизмов, а также приспосабливаемость некоторых гнилостных бактерий к высокой концентрации рассола могут привести рассолы и соленые изделия к порче. В рассолах и соленых продуктах сохраняют жизнеспособность и многие патогенные бактерии, попадающие в рассол с сырьем, солью и другим путем. Рост Cl. botulinum и выделение им токсина прекращаются лишь при концентрации соли более 12%. Токсины патогенных бактерий сохраняются в рассолах и солевых продуктах очень долго.

При посоле развитие ферментативных процессов происходит за счет ферментов микробного происхождения и тканевых ферментов (катепсинов). Последние активно действуют только в местах их локализации (лизосом), преимущественно в мышечных волокнах. Эффект их действия повышается при посоле с применением электромеханических воздействий. Это свидетельствует о том, что в условиях микроразрушения структур мяса идет их перемещение из мест локализации, более равномерное распределение в ткани. Высвобождение катепсинов из лизосом и проявление активности связано с течением гликолитических, протеолитических и других автолитических превращений компонентов мяса. Струйное инъецирование ферментного препарата в виде многокомпонентного рассола в сочетании с массированием обеспечивает ускоренное и равномерное распределение ферментного препарата в мясе и улучшение технологических показателей готового продукта.

Независимо от характера автолиза проявляется общая закономерность изменения протеолитической активности катепсина D: сначала преобладает высвобождение его из ограничивающих структур и повышение активности, а затем ее снижение в условиях электромеханических воздействий. Изменение активности катепсинов наиболее четко выражено в мясе с низким конечным pH. При посоле в этих же условиях мяса с высоким конечным pH изменение протеолитической активности менее выражено.

Технология посола соленых мясопродуктов. В промышленной практике пользуются тремя основными классическими способами посола: мокрым, сухим и смешанным (комбинированным). В настоящее время мокрый и смешанный посол осуществляют преимущественно с предварительным шприцеванием. В современном производстве переходят на интенсивные способы посола, основанные на фильтрационном представлении о перераспределении посолочных веществ, по технологической схеме шприцевание — механическое воздействие.

Учитывая высокий технологический эффект шприцевания, в настоящее время его применяют почти во всех вариантах производства соленых продуктов. Механическое воздействие осуществляют с применением различных технологических приемов и техники — тумблирования, массирования, виброперемешивания (в том числе с использованием вакуумирования), электромассирования и др.

Способом «мокрый посол с предварительным шприцеванием» изготавливают окорока тамбовский (из заднего окорока) и воронежский (из переднего) вареные и копчено-вареные, ветчину в форме вареную, рулет и корейку, копчено-запеченную говядину в форме, рулет из говядины и др.

Костные отрубы (передние и задние окорока) шприцуют в мышечную ткань с помощью полых перфорированных игл по схеме ВНИИМПа (рис. 82). Рассол содержит 0,075% нитрита и 1% сахара. Его вводят под давлением до 1 МПа (в большинстве случаев около 0,3—0,5 МПа) водяными или воздушными шприцами.

Окорока шприцуют через кровеносную систему полой иглой с центральным отверстием, которая имеет приспособление (зажим) для закрепления на поверхности иглы бедренной (у заднего окорока) или лопаточной (у переднего окорока) артерии. Для шприцевания через кровеносную систему пригодны только окорока без порезов и нарушений кровеносной системы, с артериями, подготовленными для ввода в них шприцовочной иглы. Ввиду того что кровеносная система окорока не охватывает равномерно весь его объем, после шприцевания через кровеносную систему производят подшприцовывание в торцевую часть окорока 2—3 уколами иглой. Операцию шприцевания, особенно

через кровеносную систему, осуществляют на циферблатных весах с дозирующим устройством.

Собственно мокрый посол отрубов заключается в закладке прошприцованного сырья в емкости (чаны), заливке его рассолом, выдержке в рассоле и вне рассола. Этот вариант является экстенсивным способом обработки. Продолжительность выдержки в рассоле для тамбовского и воронежского вареных и копчено-вареных окороков при шприцевании уколами равна 8—10 сут, вне рассола — 7—10 сут.

Способом «смешанный посол с предварительным шприцеванием» изготавливают тамбовские и воронежские окорока вареные, копчено-вареные, сырокопченые, ветчину и баранину в форме и др.

Шприцевание производят так же, как при мокром посоле с предварительным шприцеванием.

Собственно смешанный посол после шприцевания осуществляют путем натирки посолочной смесью, укладки в чаны и выдержки в них, заливки рассола, выдержки в рассоле и вне его. При изготовлении, например, тамбовских и воронежских окороков вареных и копчено-вареных смешанным посолом после шприцевания их натирают поваренной солью в количестве 3% к массе сырья, выдерживают 1 сут и подпрессовывают, после чего заливают рассолом (плотность 1087 кг/м^3) в количестве 30—50% к массе сырья с содержанием нитрита 0,05% и выдерживают в рассоле при шприцевании уколами 7—10 сут, вне рассола — 5—7 сут.

Смешанный посол (без предварительного шприцевания) предусмотрен при изготовлении корейки копчено-вареной и сырокопченой, грудинки бескостной (бекон), ветчинной шейки, филея в оболочке сырокопченых. Корейку натирают, выдерживают в сухом посоле 2 сут, в рассоле — 7—10 сут и вне рассола — 1 сут.

Сухой посол применяют для сырья с высоким содержанием жировой ткани (преимущественно для шпика). Его натирают солью в количестве 5% к массе сырья (общий расход соли с учетом насыпки на дно ящика 13%) и выдерживают 14—16 сут.

В настоящее время в мясной промышленности переходят на интенсивный механический способ изготовления соленых изделий.

Шприцевание бескостного сырья для производства вареных и копчено-запеченных изделий типа ветчины в форме выполняют с помощью многогольчатых шприцев. Многоигольчатый шприц «Инжект-Стар Би-25» (рис. 83) включает горизонтальный конвейер для транспортировки сырья и блок вертикальных игл. Рассол подается в иглы в момент их погружения в мясное сырье.

Рис. 82. Схема шприцевания укола ми в мышечную ткань:

а — задний окорок; *б* — передний окорок; *в* — боковина полутуша

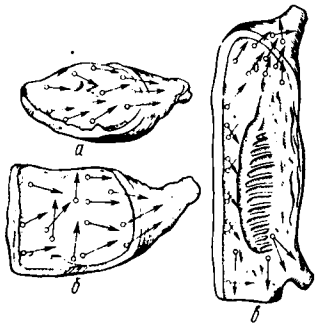
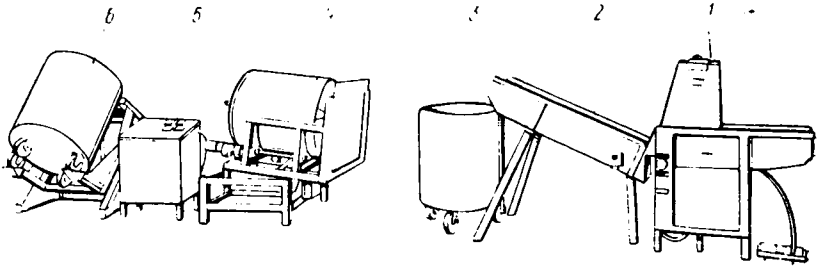


Рис. 83. Линия ХС-3 для шприцевания и тумбирования (под вакуумом) мясного сырья:

1 — многоигольчатый шприц; *2* — ленточный транспортер; *3* — контейнер; *4* — контейнер в положении тумбирования; *5* — пульт управления; *6* — контейнер на разгрузочном устройстве



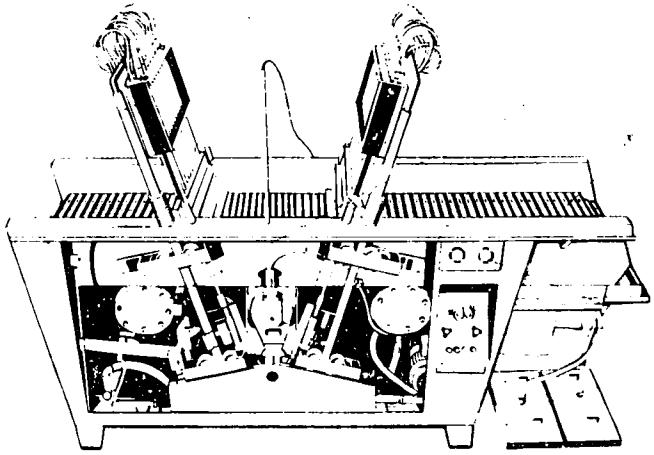


Рис. 84. Многоигольчатый шприц для инъецирования рассола двумя наклонно установленными блоками игл:

1 — блоки шприцовочных игл; *2* — емкости для рассола; *3* — транспортер; *4* — пульт управления; *5* — емкость для стекающего рассола

Интересное принципиально новое технологическое решение многоигольчатого шприцевания предложено в установке «Инжект-Стар Твин-62» (рис. 84). В ней имеется два наклонно установленных блока игл. Каждый блок работает независимо от другого, что позволяет инъецировать в мясное сырье два вида многокомпонентной жидкости за один проход и обеспечивает создание более мелкоячеистой сетки начальных зон макрораспределения инъецируемых жидкостей и в дальнейшем более быстрое их микрораспределение (рис. 85). Производительность установки 8—10 т/ч.

Механическую обработку костных отрубов, бескостного сырья и крупноизмельченного мяса (толщиной 25—30 мм) осуществляют методами тумблирования, массирования, виброперемешивания (и все перечисленные с применением вакуума, а также в условиях повышенной температуры сырья, рассола и окружающей среды и др.), электромассирования.

Тумблирование (под вакуумом) производят на линии ХС-3 «Инжект-Стар» фирмы «Ласка» (см. рис. 83). Сырье подается конвейерным транспортером. Прошприцованный полуфабрикат ленточным транспортером загружается в цилиндрический контейнер (вместимостью 1 м³). Бескостное сырье обрабатывают в цилиндрах с 3 полками пластинчатого типа (рис. 86, *1*), костное сырье в цилиндрах с 4 полками скругленного профиля (рис. 86, *2*). После загрузки контейнера на 40—50% его объема он герметически закрывается крышкой, переводится в горизонтальное положение и укладывается на два валика. Вращение последних вызывает вращение барабана. Обработку ведут под вакуумом (50 кПа). Установкой управляют с пульта (включение опрокидывающего устройства, валиков, вакуума, цикла механической обработки). Запрограммированный ход рабочих процессов протекает автоматически. Соленый полуфабрикат с помощью разгрузочного устройства (после снятия крышки) выгружается из контейнера в емкости для транспортирования к месту его последующей обработки (дополнительной выдержки в посоле или формования).

Прошприцованное сырье массируют в установке фирмы «Сёффелаар и Лоойен» (рис. 87). Емкость с прошприцованным сырьем перемещается с помощью электроподъемника или ручного гидравлического подъемника-тележки к месту массирования (обычно около стены помещения, на которой монтируют вертикальные мешалки и пульт управления). Мешалка опускается в емкость и приводится во вращение. Обработка ведется автоматически по запланированной программе: бескостные свиные окорока 10—10—10 мин (вращение в одну сторону — в другую — покой) в течение 24 ч, грудинки 7—7—7 мин в течение 18 ч.

Шприцевание-тумблирование бескостного сырья проводят в установке фирмы «Ланген» (рис. 88). Передвижная емкость

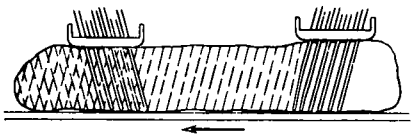


Рис. 85. Схема макрораспределения рассола при шприцевании сырья многоигольчатым шприцем с двумя наклонно направленными блоками игл

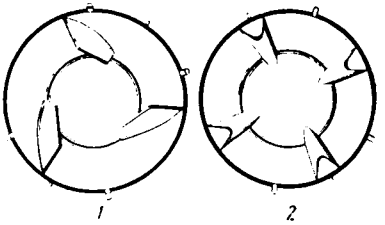


Рис. 86. Форма и расположение полок в тумблере для обработки бескостного и костного сырья

Рис. 87. Открытые емкости с мешалками для массирования сырья:

1 — массажная емкость; *2* — привод мешалки; *3* — пульт управления

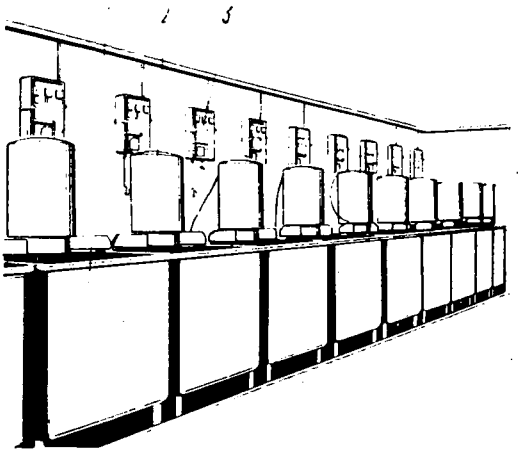
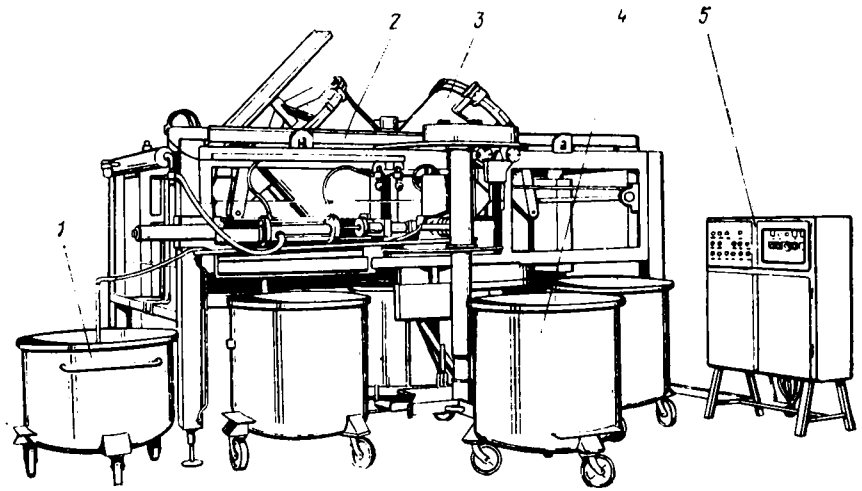


Рис. 88. Установка (фирма «Ланген») для совмещенного шприцевания и тумблирования бескостного сырья:

1 — емкость для рассола; *2* — станина; *3* — емкость для прокалывания и шприцевания рассола; *4* — передвижная емкость; *5* — пульт управления



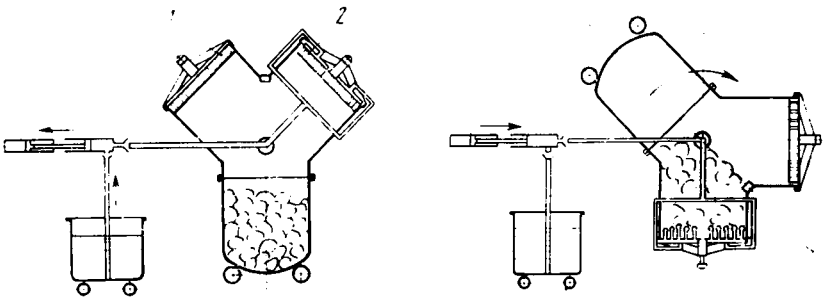


Рис. 89 Схема работы установки для совмещенного шприцевания и тумблирования сырья:
1 — иглы для прокалывания; *2* — полые иглы для шприцевания

с сырьем подается к установке, герметически укрепляется на ней (рис. 89), и установка приводится во вращение. Обработка ведется под вакуумом. При вращении сырье перемещается из загрузочной емкости последовательно в емкость с полыми иглами для его шприцевания и в емкость с иглами для прокалывания. Рассол подается в период нахождения полых игл в сырье. В торцевой части шприцовочной емкости расположено 4 группы игл по 76 в каждой. При частоте вращения 8 мин $^{-1}$ обработка 500 кг сырья в течение 30 мин обеспечивает равномерное распределение рассола. Установка автоматизирована. Ее применение обеспечивает достаточно точное дозирование рассола и исключает его потери.

Бескостные отруба обрабатывают как в тумблерах (с пластинообразными выступами), так и в массажерах. Интенсивность обработки в тумблерах зависит от количества и формы выступов, диаметра и частоты вращения емкости. Существенное значение имеют характеристики мяса (исходная консистенция, размеры кусков, проницаемость ткани и др.). Мясо относительно мягкой консистенции (свинина, птичье) предпочтительнее обрабатывать в массажерах. При этом параметры обработки более умеренные — относительно небольшой диаметр тумблера, невысокая частота вращения емкости тумблера (или лопастей массажера). Мясо более жесткое (говядина, баранина, конина) рекомендуется обрабатывать более длительное время при повышенных скоростях в емкости тумблера большого диаметра, где более выраженно проявляется эффект ударного воздействия.

Механическая обработка костных отрубов (преимущественно кореек и грудинок) пока не получила широкого распространения. Костная ткань в процессе механической обработки мясокостного сырья выполняет роль внутреннего массирующего органа. Во избежание появления дефекта расслаивания отрубов

по границам раздела тканей механическую обработку рекомендуется вести в тумблерах с округленной формой выступов менее интенсивно и продолжительно.

Виброперемешивание (вибромассирование) сырья проводят в вибросмесителе Я2-ФФД конструкции ВНИИМП. Он состоит из мешалки с двумя перемешивающими лопастными валами и вибростола с дебалансным вибратором. Колебания вибростола передаются корпусу смесителя и находящемуся в нем сырью. Виброперемешивание ведут в течение 20—25 мин при частоте колебаний 16—17 Гц, амплитуде 2—3 мм и частоте вращения перемешивающих валов 20—30 мин [1]. При производстве «Ветчины к завтраку» в смеситель добавляют 20% рассола (плотность 1103 кг/м^3) с содержанием 0,03% нитрита и 1,5% сахара. После виброперемешивания сырье вводят в оболочку и выдерживают при температуре 6—8 °С в течение 24 ч.

Технология посола колбасного мяса. В группу операций по посолу мяса для колбасных изделий обычно входят его предварительное измельчение, смешивание с посолочными веществами и выдержка в посоле. В зависимости от вида и сорта колбас мясо измельчают до разной степени: на куски массой до 400 г, до 16—25 мм (шрот) или 2—3 мм и до тонкоизмельченного (куттерованного) состояния. Мясо смешивают с посолочными веществами в мешалке или куттере. В зависимости от вида готовой продукции вводят для вареных колбас 2,5% соли к массе мяса, для полукопченых и копченых — 3—4%, а также 0,005% нитрита в виде раствора, приготовляемого в лаборатории. Возможно также применение сухой нитритной смеси, которая, кроме поваренной соли, содержит равномерно распределенный на поверхности частиц соли нитрит натрия в количестве 0,6% к ее массе. При кратковременной выдержке мяса для вареных колбас при повышенных температурах помещения и сырья нитрит можно вводить в процессе куттерования.

При использовании мяса в парном состоянии смешивание его с посолочными веществами совмещается с тонким измельчением и приготовлением фарша в куттере (метод Киевского мясокомбината). В этом случае выдержка мяса в посоле исключается. Приобретению фаршем нужных свойств способствует добавление в него при куттеровании препарата гемолизированной парной подсоленной крови, который готовят из парной крови (30—36 °С), смешивая ее с водой (38—41 °С) в соотношении 1 : 1 (нитрит натрия растворяют в воде перед смешиванием ее с кровью). Количество вводимой в препарат поваренной соли — 0,5% к его объему. Необходимость выдержки в посоле отпадает также в случае виброперемешивания мяса (в любом термическом состоянии), применения виброосадки сырых батонов вареных, полукопченых и варено-копченых колбас, при изготовлении фарша сырокопченых и полукопченых колбас из подмороженного мяса в куттере. Быстрое вакуумное охлаждение позволяет

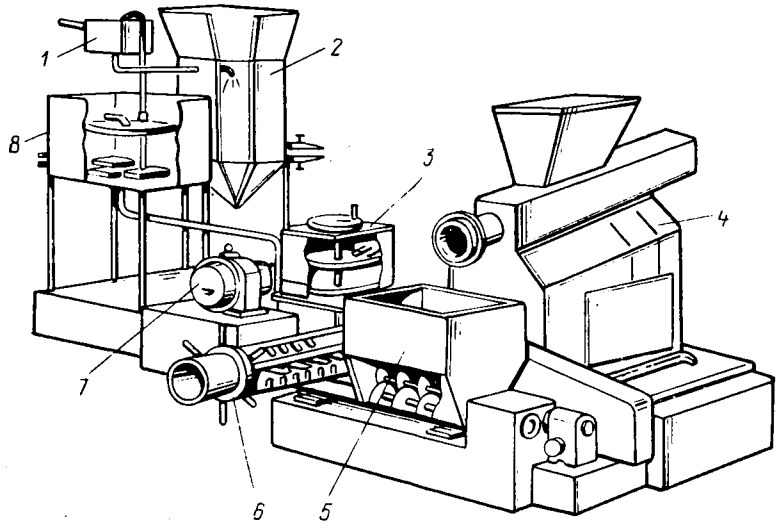


Рис. 90. Посолочный агрегат:

1 — автоматический рассолоприготовитель; *2* — сборник рассола; *3* — дозатор рассола; *4* — волчок; *5* — дозатор мяса; *6* — шнековый смеситель; *7* — электродвигатель; *8* — охладитель

выдерживать мясо в емкостях любого типа в течение 1—2 сут без опасности порчи.

Широкое распространение получил посолочный агрегат (рис. 90), в состав которого входит волчок, дозаторы сухих посолочных веществ или их растворов и мешалка (периодического или непрерывного действия). В случае применения рассола он может подаваться непосредственно в область режущего механизма волчка, в шнековый смеситель, устанавливаемый на выходе из волчка, или в мешалку. При ускоренном посоле (6 ч) мяса для вареных колбас его измельчают на волчке до размеров частиц 2—3 мм и смешивают с насыщенным холодным (10—12 °С) рассолом (10% к массе сырья).

Увеличение размеров кусков мяса замедляет процесс распределения посолочных ингредиентов и соответственно повышает сроки выдержки мяса в посоле (при 2—4 °С): при степени измельчения 2—3 мм — 6—12 ч для вареных колбас; 16—25 мм — 24 ч для вареных и 24—48 ч для полукопченых и варено-копченых колбас; при посоле в кусках до 400 г — 24 ч для вареных, 48 ч для полукопченых и 5 сут для сырокопченых колбас.

Мясо в посоле выдерживают в различного вида емкостях (тазиках, подвесных ковшах, напольных емкостях, бочках, бункерах и т. п.). Размещение напольных емкостей в несколько ярусов (до 5—7) с помощью электроподъемников позволяет соответствующим образом повысить нагрузку на единицу площади. Высокая величина нагрузки на единицу площади, относи-

тельно небольшая металлоемкость, малая трудоемкость процесса делают вариант выдержки мяса в посоле с применением напольных емкостей наиболее перспективным для предприятий малой и средней мощности.

На крупных предприятиях возможно применение вертикальных и горизонтальных созревателей непрерывного действия. Применение их открывает возможность объединения почти всех операций и процессов в одну непрерывно-поточную линию с автоматизацией управления потоком вплоть до составления фарша.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СОЛЕНОГО МЯСА И ШПИКА

При производстве колбас большое значение имеет выработка качественно однородного продукта. Это достигается использованием стандартных линий, состоящих из отдельных машин (измельчитель мороженых блоков, волчок, мешалка, куттер или вакуумный куттер) и устанавливающихся в соответствии с потоком сырья. Перерабатываемое сырье можно подавать к отдельным машинам с помощью ленточных транспортеров или стандартных тележек.

После посола для получения колбас более нежной консистенции и получения более монолитного фарша мясо вторично измельчают на различных машинах или применяют комбинированные и специальные машины для тонкого измельчения мяса. В зависимости от вида и сорта колбас степень измельчения мяса различна. При производстве сосисок, сарделек, вареных и ливерных колбас и паштетов мясо подвергают такой степени измельчения, при которой наблюдается значительное разрушение структуры клеток. Продукт получается с однородной структурой, нежной консистенции и хорошего вкуса. При производстве полукопченых и копченых колбас мясо подвергают такой степени измельчения, при которой структура клеток в основном сохраняется, что способствует более интенсивному влагообмену при последующей сушке колбас; и в этом случае степень измельчения должна быть настолько высокой, чтобы фарш получился однородной и монолитной консистенции.

При производстве вареных колбас, сосисок и сарделек мясо измельчают на куттере, если оно было достаточно хорошо измельчено на волчке перед посолом. Если же перед посолом мясо подвергалось грубому измельчению (диаметр отверстий в решетке волчка 16—25 мм), то его вторично измельчают на волчке через решетку с отверстиями диаметром 2—3 мм.

Мясо для полукопченых и копченых колбас после посола измельчают на волчке (рис. 91). Режущий механизм волчка состоит из чередующихся решеток и ножей. Неподвижная решетка и вращающийся крестообразный нож (односторонний или двусторонний) образуют плоскость резания. Число таких режущих

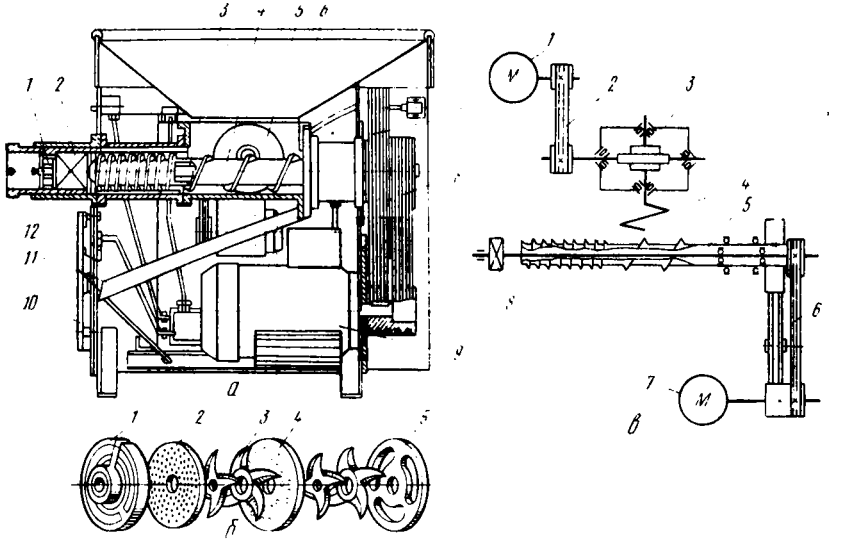


Рис. 91. Конструкция волчка К6-ФВП-160-2.

а — схема волчка: *1* — подпорная решетка; *2* — ножевой механизм; *3* — ножевой вал; *4* — рабочий шнек; *5* — одновитковая лопасть; *6* — бункер; *7* — клиноременная передача рабочего шнека; *8* — клиноременная передача ножевого вала; *9* — электродвигатель; *10* — площадка для санобработки; *11* — желоб; *12* — трубчатая насадка; *б* — система электропередачи: *1* — подпорная решетка; *2* — выходная ножевая решетка; *3* — ножи; *4* — промежуточная решетка; *5* — приемная решетка; *в* — режущий механизм; *1, 7* — электродвигатели; *2, 6* — клиноременная передача; *3* — червячный редуктор; *4* — одновитковая лопасть; *5* — рабочий шнек; *8* — ножевой механизм

плоскостей может быть различное (1—4 шт.) в зависимости от степени измельчения: чем больше степень измельчения, тем больше должно быть число плоскостей резания. При небольшой степени измельчения (диаметр отверстий 16—25 мм) достаточно одной плоскости резания, при большой (диаметр отверстий 2—3 мм) — число плоскостей резания следует доводить до четырех.

В волчке мясо подвергается резанию, смятию и разрыву, причем чем меньше диаметр отверстий решетки волчка, тем сильнее разрушается и перетирается ткань, тем больше нагревается мясо в результате трения (на 8—9 °С). На степень нагрева влияет также правильность сборки режущего механизма.

Наиболее распространены волчки с решеткой 220 мм и одношнековой подачей сырья. В настоящее время имеются волчки с двумя подающими шнеками, причем размер горловины волчка увеличен (горловина волчка вмещает до 100 кг мяса), что дает возможность измельчать на нем мороженое мясо в блоках; диаметр решетки 160 мм. Волчок легко разбирается, удобен в обслуживании, экономичен, производительность до 200 кг/ч.

При производстве колбас одной из основных операций является получение стабильных эмульсий, в которых не образуется отеков бульона и жира. Колбасная эмульсия имеет две фазы;

прерывистую (жировые глобулы) и непрерывную водную с растворенным актомиозином и другими белками мышечной ткани. Такие системы получают, вводя мелкие частицы жира в растворенную в воде белковую основу, и стабилизируют нагреванием в результате коагуляции белка. Растворение белков мышечной ткани и образование эмульсии происходят при измельчении мяса в куттере или при его обработке в смесителе в присутствии 2%-ного хлорида натрия. Если эмульсию перекуттеровать, жировые глобулы слишком измельчаются, а площадь поверхности возрастает настолько, что может не хватить белка для эмульгирования всего жира. Такие эмульсии распадаются и обусловливают низкое качество готового продукта.

При изготовлении вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов, ливерных и некоторых полукопченых колбас мясо измельчают на куттере, где достигается более полное разрушение структуры тканей, чем на волчке. Режущий механизм куттера состоит из серповидных ножей и металлической гребенки, между зубьями гребенки проходят ножи. Принцип резания — рассекание тканей. Частота вращения ножей 1440 мин $^{-1}$. При обработке на куттере мясо нагревается, поэтому во время куттерования к нему, кроме холодной воды, добавляют около 10% льда. Температура мяса во время и после куттерования не должна быть выше 8—10 °С. Производительность куттера зависит от его конструктивных особенностей, а также от заточки ножей, величины зазора между лезвиями ножей и внутренней поверхностью чаши и продолжительности куттерования. Продолжительность цикла куттерования составляет 5—8 мин в зависимости от свойств обрабатываемого мяса (жесткости) и вида вырабатываемых колбас.

Если на куттере обрабатывают совместно мясо различной жирности, вначале загружают и измельчают или говядину, или нежирную свинину, а затем полужирную свинину. Лед добавляют во время обработки нежирного мяса. Мясо загружают постепенно. Коэффициент заполнения чаши куттера около 0,6.

Куттера различают в зависимости от вместимости чаши и способа ее разгрузки. Разгрузка может быть механической и ручной. Механическая разгрузка производится с помощью вращающейся тарелки или скобы, а также через отверстие в центре чаши. Куттера с механической разгрузкой имеют вместимость чаши 270 и 120 л. Современные куттера могут перерабатывать сырье в замороженном виде без предварительного измельчения на волчке. Эти новые высокопроизводительные машины позволяют готовить фарш и для копченых колбас. Частота вращения ножевого вала 5500 мин$^{-1}$.

В настоящее время для тончайшего измельчения мяса применяют эмульсоры, микрокуттера, коллоидные мельницы и другие измельчители непрерывного действия. Хорошее измельчение сырья (говядины и свинины), предварительно измельченного на

волчке, достигается на измельчителе непрерывного действия марки ФИЛ конструкции ВНИЭКИпродмаш. При измельчении вместо льда добавляют к сырью холодную воду температурой 4—6 °С. Сырье в измельчитель подается непрерывно с помощью шнекового смесителя-питателя, который подает сырье и одновременно смешивает его с водой, смесью специй и т. д. Из смесителя-питателя сырье поступает в горловину ножевой головки, где с помощью серповидных ножей предварительно измельчается и дополнительно перемешивается. При дальнейшем движении сырье поступает к ножевым дискам. Под действием центробежной силы оно непрерывно продвигается в зазоры между резцами, режущие грани которых, взаимодействуя между собой, измельчают его.

Степень измельчения регулируется величиной зазора между подвижным и неподвижным ножевыми дисками. Нагрев сырья незначителен (на 5—6 °С). Производительность измельчителя 3000 кг/ч, частота вращения подвижного диска и серповидных ножей 2940 мин $^{-1}$.

Комбинированный измельчитель «Пук-Викозатор» имеет два комплекта режущего механизма и может работать как куттер и как коллоидная мельница. Производительность измельчителя до 9000 кг/ч, частота вращения вала 2950 мин $^{-1}$. В измельчитель подают сырье, предварительно измельченное на волчке (диаметр отверстий в решетке волчка 2—3 мм) или на куттере периодического действия.

В настоящее время внедряют агрегаты, в которых происходит измельчение и смешивание сырья. В агрегате АТИМ смеситель и измельчитель соединены между собой фаршепроводом. Режущий механизм измельчителя состоит из вращающегося двухлезвенного ножа и неподвижной решетки с отверстиями диаметром 2,4 и 5 мм. Агрегат АТИМ предназначен для тонкого измельчения сырья, предварительно измельченного на волчке с отверстиями в решетке диаметром 3—5 мм. Производительность до 3000 кг/ч.

Кусочки шпика должны иметь установленную рецептурой форму (куба или правильной призмы) и определенные размеры. Шпик очищают от соли, зачищают. В тех случаях, когда шпик поступает со шкуркой, ее удаляют.

Шпик измельчают на стандартные кусочки на машине-шпигорезке (для некоторых колбас — вручную). Режущий механизм шпигорезки может состоять из двух взаимно перпендикулярных наборов дисковых ножей и серповидного ножа или из двух ножевых рам и серповидного или дискового ножа. Конструкции шпигорезок различают в зависимости от устройства режущего механизма и направления движения шпика в машине (вертикальное и горизонтальное).

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ФАРША

Фарш для каждого вида и сорта колбас составляют по рецептуре (точное количественное соотношение составных частей фарша). Чтобы фарш был равномерным, необходимо его тщательно перемешивать. Кусочки шпика, грудинки или языка, если они входят согласно рецептуре в состав фарша, должны сохранить свою первоначальную форму и после перемешивания.

Структурно-однородный фарш (без шпика) смешивают в куттере при измельчении сырья. Порядок загрузки составных частей фарша в куттер в этом случае следующий: вначале загружают говядину или нежирную свинину, затем добавляют лед и воду и после тщательного измельчения сырья загружают специи, муку или крахмал, а затем жирную свинину или жир. Структурно-неоднородный фарш (со шпиком) смешивают в мешалках.

Мешалки, применяемые в колбасном производстве, различают по размерам, форме лопастей и способу разгрузки. Лопасти обычно насажены на двух валах, которые вращаются навстречу один другому с различной скоростью. Такая конструкция мешалок обеспечивает равномерное перемешивание. Направление вращения при необходимости можно изменить. Наиболее распространены в колбасном производстве мешалки с Z-образными лопастями.

По способу разгрузки различают мешалки с ручной и механизированной разгрузкой. Ручная разгрузка производится путем опрокидывания резервуара (корыта) вручную, механическая — опрокидыванием корыта с помощью механизма. Разгружать фарш можно и через отверстие в дне корыта или сбоку. В основном выпускают мешалки с корытом вместимостью 340 и 645 л.

Вначале загружают говядину и нежирную свинину. Затем, если нужно, добавляют холодную воду. Через 6—8 мин перемешивания вводят специи и нитрит, если он не был добавлен ранее. После этого загружают жирную свинину, а за 2—3 мин до окончания перемешивания — шпик. Готовность фарша определяют по времени, необходимому для равномерного распределения составных частей фарша. Фарш должен быть однородным и достаточно клейким.

В целях безопасности загрузку сырья и взятие пробы следует производить только после остановки мешалки. Во время работы ее резервуар должен быть закрыт решеткой.

Наибольшей плотности и монолитности фарша можно достигнуть при перемешивании фарша под вакуумом. Для этой цели используют вакуумные фаршемешалки, корыто которых закрыто крышкой, имеющей резиновые уплотнители для создания герметичности при откачке воздуха.

На ряде мясокомбинатов для приготовления фарша установлены шнековые мешалки непрерывного действия. На Останкинском мясоперерабатывающем комбинате работает комбиниро-

ванная (ротационная) машина, которая взвешивает, измельчает и перемешивает сырье. Эта машина заменяет волчок, куттер и мешалку. Производительность ее 2—3 т/ч. При приготовлении и выдержке колбасного фарша на воздухе возможно появление объемной неоднородности и изменение цвета фарша в результате окисления. Воздух, попадающий в фарш, образует пустоты, которые сохраняются в фарше при набивке в оболочку и в готовом продукте. Это является причиной неоднородности продукта по объему и массе. Во избежание этого разработана система деаэрации колбасного фарша и непрерывной подачи его для шприцевания в оболочку. Фарш насосом подается в зону тонкого измельчения непрерывнодействующего куттера, где вследствие быстрого вращения ножевого устройства и возникновения центробежной и гравитационной сил образуется непрерывный относительно тонкий слой фарша. Измельчение в этом куттере происходит под вакуумом. Тонкоизмельченный и деаэрированный фарш непрерывно поступает в зону выгрузки, а затем насосом перекачивается в цевку с надетой на нее оболочкой, в которую выдавливается фарш. После набивки оболочку перевязывают через определенные интервалы, получая отдельные батончики.

ШПРИЦЕВАНИЕ И ФОРМОВКА

За последние 20 лет были разработаны методы и машины, позволяющие шприцевать колбасный фарш в искусственные, белковые и натуральные оболочки, а также накладывать на них скрепки.

Готовый фарш направляют для изготовления батонов. Цель процесса — придание формы и предохранение фарша от внешних влияний. Формовку можно выполнять вручную (фаршированные колбасы) или с помощью шприцев (шприцевание). Перед шприцеванием естественные кишечные оболочки замачивают в чанах и промывают проточной водой. Проверяют целость и прочность оболочек.

Шприцы (рис. 92) представляют собой машины, работающие по принципу насосов периодического или непрерывного действия. Шприцы периодического действия в зависимости от привода могут быть механические, гидравлические и пневматические.

Оболочки наполняют фаршем через цевки, на которые натягивают оболочки. Цевки — это металлические трубки с коническим расширением на конце, прикрепляемые к патрубку шприца. При шприцевании необходимо пользоваться цевками, диаметр которых соответствует диаметру оболочки (от 16 до 60 мм). Шприцы могут быть одно-, двух-, многоцевочные.

Фарш набивают при различном давлении в зависимости от плотности набивки у различных видов колбас. Вареные колбасы шприцуют с наименьшей плотностью. Излишняя плотность на-

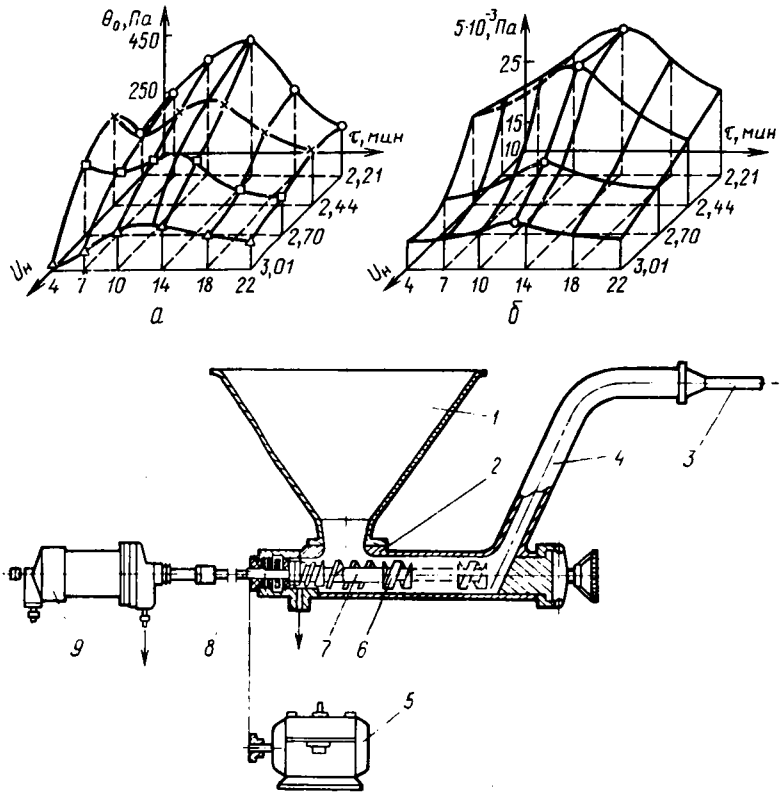


Рис. 92. Куттерование:

а, б — кривые оптимальной продолжительности процесса; *в* — колбасный шприц; *1* — бункер; *2* — корпус; *3* — цевка; *4* — выходная насадка; *5* — электропривод; *6, 7* — нагнетающая и питающая части шнека; *8* — шток; *9* — гидропривод

бивки фарша вареных колбас в оболочку приводит к ее разрыву во время варки батонов вследствие расширения содержимого. Копченые колбасы, наоборот, шприцуют с наибольшей плотностью, так как объем батонов сильно уменьшается в результате последующей сушки изделий.

Производительность шприцев периодического действия зависит от времени, затрачиваемого на выполнение вспомогательных и активных операций (машинное время), а также от диаметра цевки и кишечной оболочки и вида фарша (плотности). С целью увеличения производительности для ускорения надевания оболочки на цевку на многих мясокомбинатах используют различные приспособления, например вертушки с двумя цевками, запасные трубки, на которые предварительно надевают оболочку, а затем сдвигают ее с трубки на цевку, механические кишконадеватели и т. п.

В промышленности широко применяют шприцы-дозаторы САМ-50 и САМ-80 (ГДР). Эти машины пригодны для шприцевания всех видов фаршей, а также и выработки дозированных сосисок.

Непрерывнодействующие шприцы имеют высокую производительность, удобны для включения в поточно-механизированную линию производства колбас. Кроме того, при работе на этих шприцах создаются лучшие санитарно-гигиенические условия работы по сравнению с работой на шприцах периодического действия. Наибольшее распространение получили шприцы с эксцентриково-лопастными и шнековыми вытеснителями. Примером эксцентриково-лопастных шприцев могут быть машины конструкции Неведомского и Скрыпника.

Шприц конструкции Неведомского пригоден для шприцевания фарша вареных и полукопченых колбас, содержащих шпик. Производительность шприца до 1500 кг/ч. В последних моделях этих шприцев имеется устройство для дозирования и перекручивания оболочки. Шприц конструкции Скрыпника пригоден для шприцевания структурно-однородного фарша. Производительность шприца до 2000 кг/ч.

Шнековые вакуум-шприцы непрерывного действия могут работать индивидуально и в поточно-механизированных линиях. Хорошо работают вакуум-шприцы непрерывного действия «Идеал» и шприц-дозатор 158 (Чехословакия), эксцентриково-лопастные шприцы «Беккер» (ФРГ), «Глоуб К°» (США), «Стоук и Далтон» (Англия).

Для увеличения плотности батоны вяжут шпагатом. По вязке различают вид и сорт колбасы. Вяжут колбасы вручную. В отличие от колбас сосиски не вяжут, а перекручивают. Эта операция механизирована. В агрегате Еленича, например, сосиски дозируются и перекручиваются автоматически. Одинаковые по длине колбасные батоны можно получить и на линкерах (США), в которых с помощью зажимного устройства и металлических скрепок заполненная колбасная оболочка разделяется на одинаковые по длине участки. Если использовать искусственные стандартные оболочки, то на линкерах, так же, как и на автоматах Еленича, можно вырабатывать батончики одинаковой массы. Производительность линкеров 30 батонов в минуту (масса батона 100—400 г). На Ленинградском мясокомбинате сконструирована машина для вязки сарделек.

Столы для вязки колбас (стационарные и конвейерные) устанавливают вплотную к шприцам.

В процессе шприцевания вместе с фаршем в оболочку может попадать воздух. Для удаления воздуха из батонов на последующих стадиях производства оболочки накалывают (штрикуют) проволочным приспособлением с четырьмя остриями (штриковка). Вискозные (целлофановые) оболочки во избежание последующего разрыва штриковать нельзя.

После вязки или перекручивания батоны навешивают на палки и размещают на рамах, которые передвигают по подвесным путям. Если нет подвесных путей, то пользуются напольными тележками с закрепленными на них наглухо рамами. Батоны вместе с палками в этом случае приходится загружать и выгружать при производстве каждой последующей технологической операции. На раме должен быть только один вид и сорт колбасы. Норма размещения колбас на одну раму 100—250 кг, в зависимости от вида колбас.

Батоны на рамах не должны соприкасаться один с другим, иначе соприкасающиеся участки батонов изолируются от воздействия теплого воздуха и дымовых газов и не обрабатываются, получаются слипы (необжаренные и непроваренные участки), ухудшается товарный вид и снижается стойкость колбас.

Внешний вид колбас является существенным фактором, определяющим потребительские свойства продукта.

ОСАДКА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Осадка является первой операцией завершающего этапа технологического процесса — термической обработки колбасных изделий, во время которого колбасы и копчености доводятся до кулинарной готовности. Осадка происходит в специальных камерах, где поддерживается определенный температурно-влажностный режим.

В зависимости от вида колбасных изделий осадка бывает кратковременной и длительной. Кратковременной осадке подвергают вареные колбасы, сосиски и сардельки (2—4 ч), полукопченые колбасы (4—6 ч) и варено-копченые колбасы (24—48 ч); длительной осадке сырокопченые и сыровяленые колбасы (5—7 сут).

Колбасы, прошедшие осадку, значительно лучше обжариваются, так как при этом меньше выделяется влаги, которая замедляет процесс обжарки и зачастую приводит к осаждению смолы и сажи.

При кратковременной осадке вареных, полукопченых и варено-копченых колбас происходит некоторое уплотнение фарша, подсушивание оболочек и продолжается развитие реакций, связанных со стабилизацией окраски.

Для интенсивного удаления испаряющейся влаги камеры для кратковременной осадки оборудуют воздухоохладителями. При длительной осадке, наоборот, должна быть естественная циркуляция воздуха, потому что при искусственной на периферии батона может образоваться корочка засохшего фарша, которая будет препятствовать диффузии влаги из центральной части. При длительной осадке, кроме подсушки оболочки и уплотнения фарша, протекают сложные ферментативные и микробиологиче-

ские процессы. В результате этих процессов формируется специфический вкус и аромат, происходит вторичное структурообразование, стабилизируется окраска.

Сырые (вяленые, копченые) колбасы изготавливают без тепловой обработки, достаточной для пастеризации продукта, поэтому на первом плане необходимо рассмотреть современные представления о сущности формирования структуры сырых колбасных изделий в процессе их осадки, о характере и роли микрофлоры.

Структурные изменения колбас при осадке. Формирование структуры — необходимая предпосылка получения продукта с надлежащими товарными показателями. Оно также в какой-то мере влияет на его пищевую ценность. Сущность процесса формирования структуры продукта можно представить как превращение клеточной структуры животных тканей в вязкопластическую (способную к течению) структуру, характерную для сырого фарша.

Процесс деструкции начинается с механического разрушения клеточной структуры измельчающими механизмами и завершается в той или иной степени в результате частичного ферментативного распада белков в период осадки колбас. Монолитная структура, свойственная готовому продукту, начинает формироваться с момента наполнения фаршем оболочки.

Фарш сырых колбас состоит из крайне неоднородных по составу, размерам и форме частиц. Прерывная твердая фаза представлена гидратированными белковыми мицеллами, жировыми частицами, инкапсулированными структурообразной белковой оболочкой, остатками разрушенных мышечных волокон и жировых клеток, обрывками соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов и нервных волокон. Непрерывная жидкая фаза представляет собой водный раствор белковых и низкомолекулярных органических и неорганических веществ.

По характеру и прочности связей между дисперсными частицами, образующими прерывную фазу, в обоих случаях фарш можно отнести к обратимо разрушающимся коагуляционным структурам. Частицы прерывной фазы в таких структурах связаны друг с другом молекулярными силами, действующими через прослойку непрерывной фазы, с которой они связаны более прочно, чем друг с другом. Связи подобного типа называются коагуляционными. Возникновение коагуляционных связей обусловлено наличием на поверхности частиц избытка поверхностной энергии. Их прочность сравнительно невелика и к тому же ослабляется тем, что они действуют через прослойку непрерывной фазы. Поэтому они легко разрываются, но также легко восстанавливаются во времени. Поэтому и структура в целом после ее разрушения способна самопроизвольно восстанавливаться с течением времени, т. е. обладает тиксотропными свойствами.

В процессе шприцевания, когда оболочка через цевку наполняется фаршем при больших скоростях его течения, структура фарша разрушается, происходит разрыв ее сплошности. В этих условиях последующее сравнительно быстрое обезвоживание во время копчения или сушки в какой-то мере способствует фиксации последствий разрушения структуры. Готовый продукт может также получиться с дефектами структуры (пористость).

Отсюда вытекает необходимость выдержки колбас в течение времени, достаточном для полного восстановления структуры, т. е. осадки, при условии, чтобы в продукте не возникло существенного перепада влажности между периферийной и центральной частями. Этому условию отвечает возможность более низкой температуры и высокая относительная влажность воздуха во время осадки. Если фарш был изготовлен с измельчением мяса на куттере и вакуумировался, продолжительность осадки должна быть меньше, чем обычно (по данным ВНИИМПа, около 2 сут). При этом не следует упускать из виду и дополнительное назначение осадки: создание условий, необходимых в дальнейшем для желательного направления развития микрофлоры в фарше.

Переход обратимо разрушающейся коагуляционной структуры сырого фарша в монолитную, свойственную готовому продукту, тесно связан с изменениями, происходящими в непрерывной жидкой фазе, в которой постепенно формируется пространственный твердообразный каркас. В формировании такого каркаса участвует та часть белковых веществ, которая выходит из разрушенных клеток в непрерывную фазу. Поэтому процесс разрушения имеет существенное значение для непрерывной фазы. По мере уменьшения прослоек дисперсионной среды при сушке создаются благоприятные условия контактирования и взаимодействия частиц дисперсной фазы. Формирование пространственного структурного каркаса тесно связано с уменьшением растворимости мышечных белков в буферных растворах электролитов как низкой, так и высокой ионной силы.

По мере созревания колбас и формирования структуры в белковой части фарша возникают связи, не разрушаемые растворителями. При этом во внешнем слое толщиной около 5 мм устойчивая к действию растворителей структура образуется уже в начальной фазе производственного цикла. Причем растворимость белков миоплазмы и миофибрилл снижается с различной интенсивностью. Если для белков миоплазмы в центральной части образцов заметного улучшения не обнаруживается на 10 сут выдержки колбас, то к тому же времени до 15% белков миофибрилл теряют растворимость. Интенсивность снижения растворимости белков миофибрилл вдвое выше, чем белков миоплазмы, что согласуется с представлением о присущей белкам миофибрилл тенденции к агрегированию. Для этих белков характерны высокая и приблизительно постоянная скорость сни-

жения растворимости. Во внешнем слое растворимость белков обеих фракций снижается интенсивнее, чем в центральном.

Если учесть, что различие в величине pH для центрального и внешнего слоев невелико, то наиболее вероятная причина различий в изменении растворимости — влияние скорости и степени обезвоживания продукта. Кроме того, нельзя исключить окисление белков внешнего слоя кислородом воздуха. Однако первая причина, по-видимому, имеет большее значение, если учесть своеобразную роль воды в механизме структурообразования гидрофильных систем, структурные элементы которой обладают химической активностью.

Отсюда следует, что структура в различных частях объема образца будет формироваться по-разному. Это различие тем больше, чем больше градиент влажности. Потеря способности белков к растворению обусловлена тем, что энергия взаимодействия между частицами белковых веществ начинает превышать энергию их взаимодействия с частицами растворителя. Это может быть истолковано как следствие возникновений между белковыми частицами более прочных связей, чем связи коагуляционного типа. Учитывая особенности структуры белков и свойств функциональных групп белковых молекул, к числу таких связей в первую очередь относятся водородные и связи, возникающие между ионогенными и сульфгидрильными группами.

Экспериментально доказано, что параллельно снижению растворимости возрастает количество водородных связей, связей между группами для белков миоплазмы и миофибрилл и дисульфидных связей для белков фибрилл.

Наряду с процессом агрегирования белков обнаруживаются разрушения гистологической структуры тканей.

Ввиду того что при изготовлении сырых (сырокопченых и сыровяленых) колбас сырье подвергается лишь сравнительно грубому измельчению, в сыром фарше преобладают компоненты с клеточной структурой. Необходимая степень ее деструкции, предшествующая возникновению структуры, свойственной готовому продукту, достигается в период его изготовления под воздействием протеолитических ферментов тканей и микроорганизмов. Процессы деструкции, происходящие в колбасном фарше в период созревания, связаны в основном с гидролитическим распадом веществ.

Сдвиг pH среды при созревании колбас в кислую сторону и механическое разрушение внутриклеточной структуры стимулируют активность протеаз.

Гидролиз белков имеет двоякое значение: начальная стадия гидролитического распада делает белок более легкоусвояемым и способствует повышению пластичности фарша и глубокий распад, сопровождающийся разрушением низкомолекулярных продуктов гидролиза белков, может снижать биологическую ценность субстрата в целом.

Роль бактериальных ферментов в развитии протеолиза представляется несомненной, если проследить интенсивность развития микрофлоры в процессе изготовления колбас. В период осадки общее количество микробных клеток возрастает, достигая десятков миллионов в 1 г фарша.

Роль и значение активности ферментов зависят от условий, связанных с изменениями, происходящими в фарше. Можно полагать, что в начальной фазе созревания колбас, когда pH среды достаточно высока, влагосодержание велико, а концентрация соли мала, т. е. когда условия благоприятствуют развитию микрофлоры, роль бактериальных ферментов значительна, а по мере снижения pH среды возрастает роль мышечных катепсинов. При pH 5,4 мышечные катепсины проявляют наибольшую протеолитическую активность. Гидролитическому распаду в большей степени подвергаются белки миоплазмы, чем белки миофибрилл. Интенсивность гидролиза уменьшается по мере обезвоживания продукта. Причем гидролитический распад белков протекает с большей скоростью (примерно втрое быстрее) в центральном слое, чем во внешнем.

Следствием гидролиза белков является значительное разрушение клеточных образований, в результате чего достигается микроскопическая однородность структуры. Наряду с этим частичный гидролиз белков в период созревания сырых колбас делает их более легкоусвояемыми при употреблении в пищу.

Таким образом, структура сырокопченых и сыровяленых колбас формируется на фоне и в связи с развитием в фарше двух противоположно направленных процессов:

ферментативного гидролитического распада белковых компонентов фарша, следствием которого является бóльшая или меньшая степень разрушения клеточной структуры частиц фарша и достижение микроскопической однородности структуры, свойственной готовому продукту;

спонтанного формирования пространственного структурного каркаса путем агрегирования белков вначале в результате возникновения коагуляционных связей, а в последующем по мере обезвоживания вытеснения этих связей конденсационными, вследствие чего каркас приобретает прочность; этим обусловливается переход обратимо разрушающейся вязкопластической структуры сырого фарша в необратимо разрушающуюся упругопластическую структуру готового продукта.

Роль микрофлоры. При производстве мясных продуктов присутствие и жизнедеятельность микроорганизмов в зависимости от их биологических свойств и условий развития могут иметь как отрицательное, так и положительное значение. Отрицательная роль заключается в том, что микроорганизмы могут явиться источником заболеваний либо отравлений и приводить к порче продуктов.

Говоря о положительной роли микроорганизмов, обычно имеют в виду их влияние на аромат, вкус, консистенцию, санитарно-гигиеническое состояние продукта, а также их способность тормозить окисление компонентов продукта.

Технологический процесс изготовления сырокопченых и сыровяленых колбас требует длительной выдержки сырья при небольшой плюсовой температуре, т. е. в условиях хотя и замедляющих, но не исключающих деятельность тканевых ферментов и микрофлоры. В этом случае микробиальные процессы развиваются не только на поверхности, но и в глубине.

Все это говорит о том, что, придавая большое значение положительному влиянию молочнокислых микроорганизмов на формирование аромата сырокопченых и сыровяленых колбас, необходимо учитывать и то нежелательное действие, которое они могут оказать на цвет готовых колбасных изделий.

Важная роль некоторых видов микрофлоры как технологического фактора подтверждается как прямым, так и косвенным путем. При выработке сырых колбас с течением времени постепенно изменяется состав микрофлоры как внутри, так и на поверхности продукта. Это связано с тем, что на состав и развитие микрофлоры влияют постепенное обезвоживание среды и повышение концентрации соли.

Селективный характер размножения микрофлоры создает условия для подавления некоторых бактерий в последующем. В процессе осадки при низких плюсовых температурах преимущественно развиваются микрококки, и во время сушки в таких колбасах не находят протея и кишечной палочки в отличие от колбас, подвергшихся недостаточной осадке, где эти микробы обнаруживаются даже в конце сушки. Наряду с этим известное значение имеет снижение pH и явление антагонизма. К концу созревания в фарше преобладают (до 98%) представители молочнокислой флоры, безвредной для человека. Из сырокопченых колбас выделен 261 штамм, из них 87 молочнокислых бактерий 25 видов.

Из молочнокислых бактерий преимущественное развитие получают кокковые формы. Такие нежелательные бактерии, как кишечная палочка, протей, бациллы из группы Mesentericus, Subtilis, постепенно исчезают и в готовом продукте, как правило, не обнаруживаются. Подавление развития большинства этих видов бактерий не устраняет, однако, последствий их присутствия вначале. Ферменты, выделяющиеся во внешнюю среду вследствие лизиса микробных клеток, не утрачивают своей активности. Запах вяленых колбас может приобретать затхлый оттенок, который в копченых колбасах маскируется острым и сильным ароматом коптильных веществ.

Следствием чрезмерной начальной бактериальной загрязненности фарша при нарушении установленных инструкций технологических параметров может быть то, что среди остаточной

микрофлоры будут обнаружены и санитарно-показательные: Proteus vulgaris, Escherichia coli. В тех очень редких, но вполне вероятных случаях, когда в фарш по тем или иным причинам могут попасть бактерии-токсинообразователи, недостаточное торможение их жизнедеятельности может привести к накоплению токсинов в концентрациях, опасных для человека.

В результате радикальной количественной и качественной трансформации микрофлоры в процессе изготовления сырых колбас микрофлора готового продукта резко отлична от той, которая присуща исходному сырому фаршу.

В сырых колбасах преобладает микрофлора из числа гомоферментативных и гетероферментативных молочнокислых бактерий. В готовых, хорошо созревших колбасах преобладают молочнокислые бактерии и микрококки. Из числа молочнокислых бактерий всегда присутствуют бактерии L. plantarum.

Между изменением влажности колбасы и концентрацией соли в смысле их совокупного влияния на развитие микроорганизмов существует определенная взаимосвязь. Величина pH колбасного фарша также оказывает влияние на развитие и свойства микрофлоры. Так как pH колбасы падает, начинают доминировать молочнокислые бактерии, кислото- и солеустойчивые кокки. Эти бактерии способны использовать в качестве питательной среды углеводы с образованием карбоновых кислот, что приводит к снижению pH.

Протеолитические бактерии, которые находятся в состоянии роста, выделяют ферменты, которые активны в щелочной среде. Возбудители гниения имеют оптимум роста при pH 7,0—7,4, при высокой кислотности их рост тормозится. При pH 5,2—5,4 тормозится рост Bact. mesentericus, протея — при pH 4,01—4,1, но вследствие высокой концентрации соли в сырокопченой колбасе такое торможение в развитии наступает при pH 5,5—5,6. pH мяса, идущего на выработку сырокопченых и сыровяленых колбас, не должно превышать 6,2.

Биохимические изменения, проходящие в продукте при осадке, находятся в тесной связи с ростом и обменом веществ бактерий. В этой связи необходимо создать такие условия, которые обеспечивают бактериям оптимальную среду для развития. Решающими факторами для роста бактерий наряду с питательными веществами являются температура и влажность. Бактерии потребляют все питательные вещества в растворенном виде, поэтому важное значение имеет a_w.

Направленное использование микрофлоры. В технологии сыровяленых колбас, где тепловая обработка не предусматривается, значение микробиального фактора более многосторонне, нежели в технологии копченых колбас. Помимо обеспечения широкого спектра оттенков аромата и вкуса, а также безупречного санитарно-гигиенического состояния продукта, возникает необходимость надежно защитить его от губительного воздейст-

вия внешних факторов: плесневения, окисления кислородом воздуха, пересыхания и отвердения внешнего слоя. В принципе эту задачу можно считать решенной. Введение в состав фарша подходящих представителей молочнокислых и денитрифицирующих бактерий обеспечивает решение первой части задачи, а обработка поверхности противоплесневыми дрожжами — второй части.

Наиболее подходящими штаммами молочнокислых бактерий являются те, которые выделяются из мясопродуктов с длительным технологическим циклом изготовления. То же относится и к денитрифицирующим бактериям.

Что касается защиты поверхности продукта, то роль активного антиплесневого и антиокислительного фактора выполняют хорошо растущие на поверхности продукта дрожжи из рода Debaryomyeis klocekery. Тонкий слой этих дрожжей, вырастающий на поверхности, задерживает и образование твердого пересохшего слоя. Некоторые виды этих дрожжей способствуют улучшению запаха и торможению обеспечивания.

Технология, основанная на этих принципах, разработана в лаборатории МТИММП и многократно испытана на различных видах сырья (говядина, свинина, конина) в производственных условиях. В качестве бактериальной закваски рекомендуется смесь лактобацилл и микрококков, выделенных из колбас длительного созревания, в равных долях общим количеством до 10 млн клеток на 1 г фарша.

Помимо того что эта технология позволяет вырабатывать продукт, лишенный недостатков, которые свойственны копченым колбасам, сама организация технологического процесса настолько упрощается, что может быть полностью реализована (с момента заключения фарша в оболочку) в одной камере, конструкция которой могла бы обеспечить автоматическую смену температурно-влажностного режима, механизированную загрузку и выгрузку, а также периодическое перемещение продукта в объеме камеры.

До сих пор остается спорным вопрос о том, какую температуру осадки следует рекомендовать для колбас, изготовляемых с применением побудительных бактериальных культур. Бытует мнение, что должный результат достигается лишь в том случае, если развитие этих культур стимулируется применением повышенных (18—20 °С) температур при осадке. Однако в этих условиях резче ускоряется развитие и других, в том числе и нежелательных, бактерий.

Хотя вероятность попадания в фарш токсинобразующих бактерий невелика, исключить ее полностью нельзя. И если это случится, несколько суток выдержки (осадка, копчение) колбасы при 18—20 °С может быть достаточно для локального накопления токсинов в опасной концентрации. Учитывая эти соображения, было определено необходимым проводить осадку при температуре, близкой к 0 °С.

Более интенсивный прирост количества летучих кислот в сравнении с их приростом в колбасах, изготовляемых без добавки бактериальных культур, дает основание связывать с этим улучшение аромата продукта.

Технология производства сыровяленых колбас с целенаправленным использованием бактериальных культур и дрожжей позволяет упростить производственный процесс за счет исключения выдержки мяса в посоле и копчения, сократить длительность цикла на 40—50%, предотвратить попадание в сыровяленые колбасы канцерогенных веществ (3,4-бензопирена и др.), а это полностью отвечает задаче, которую поставили онкологи перед работниками пищевой промышленности; исключение при производстве пищевых продуктов применения дыма, который, как указывалось, является источником некоторых канцерогенных веществ.

ОБЖАРКА И КОПЧЕНИЕ

После осадки вареные колбасы, сосиски и полукопченые колбасы поступают в обжарку. Легкой обжарке подвергают фаршированные колбасы и некоторые сорта ливерных колбас. Ливерные колбасы обжаривают для придания специфического запаха и привкуса. Копченые изделия не обжаривают.

Обжарка. После осадки колбасы направляют в обжарочные камеры для обжарки. Обжарка — это кратковременная обработка поверхности колбасных изделий коптильным дымом при высоких температурах перед их варкой.

Цель обжарки — повышение механической прочности оболочки и поверхностного слоя продукта, уменьшение их гигроскопичности. Продукт становится более устойчивым к микроорганизмам, поверхность его окрашивается в буровато-красный цвет с золотистым оттенком и появляется приятный специфический запах и привкус коптильных веществ.

Изменение гигроскопичности, механических свойств и повышение устойчивости по отношению к микроорганизмам происходят в результате дубящего действия некоторых составных компонентов дыма на белковые вещества кишечной оболочки и поверхностного слоя продукта. В результате взаимодействия белков (главным образом коллагена) с альдегидами при дублении образуется более упорядоченная структура, следовательно, увеличивается ее прочность. Под влиянием тканевых ферментов разрушаются пептидные связи в цепях, они становятся менее доступными для ферментов. Число гидрофильных центров уменьшается, а вместе с этим снижается и способность белков к набуханию.

Приобретение окраски поверхностью продукта связано с проникновением фенольной фракции дымовых газов. При этом главенствующую роль играет температура. И, как доказательство

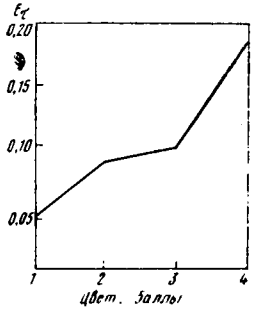


Рис. 93. Зависимость между цветом поверхности и произведением $E\tau$

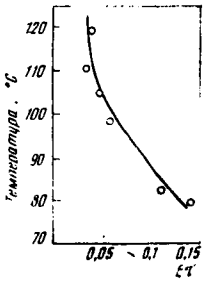


Рис. 94. Влияние температуры на произведение $E\tau$

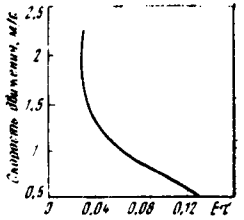


Рис. 95. Влияние скорости движения коптильной среды на произведение $E\tau$

этому, при сухом нагреве и отсутствии дымовых газов, если температура достаточно высокая, получается сходный результат.

Цвет поверхности продукта может быть выражен как функция произведения экстинкции на продолжительность (в часах) обработки продукта дымовыми газами. Экстинкция — это величина, показывающая густоту дыма. Ее определяют с помощью фотоэлектрического дымомера. Оптимальная густота колеблется от 0,26 до 0,29, а оптимальная величина произведения лежит в пределах 0,085—0,095 и зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения коптильной среды. Зависимость между произведением $E\tau$ и цветом поверхности показана на диаграмме рис. 93, а графическое выражение зависимости этого произведения от температуры и скорости движения коптильной среды — на рис. 94, 95. Изменение относительной влажности практически мало влияет на произведение $E\tau$.

Во время обжарки при повышении температуры в толще продукта до 25—35 °С наступает момент, благоприятный для развития микрофлоры и повышения активности ферментов. Это способствует цветообразованию.

Восстанавливается метмиоглобин с образованием нитрозомиоглобина при участии тканевых редуцирующих веществ и фермента нитритредуктазы, стимулирующего превращение нитрита в оксид азота. В случае недостаточной температуры возрастает продолжительность обжарки, что ускоряет распад нитрита до молекулярного азота. Окраска при этом исчезает, фарш становится ноздреватым. Приобретение продуктом специфического запаха и привкуса коптильных веществ зависит главным образом от отношения поверхности к объему продукта. Так, в сосисках количество фенолов достигает 1,4 мг%, в большинстве колбас — около 0,5 мг%.

Поверхность продукта способна к максимальной адсорбции коптильных веществ лишь в случае освобождения ее от избытка

влаги. Однако не следует чрезмерно высушивать, поскольку это повлечет сужение капилляров в поверхностном слое продукта. Для нормальной обжарки необходимо, чтобы поверхность продукта обладала определенной влажностью.

Колбасные изделия поступают в обжарочные камеры, имея температуру иногда ниже точки росы для воздуха в камере. А поэтому вместо подсушки в этом случае происходит конденсация влаги на поверхности продукта. И это происходит до тех пор, пока температура поверхности не превысит точку росы. Эффект действия дыма в начальной стадии невелик, потому что вследствие медленного нагрева поверхности пока идет испарение влаги. С другой стороны, смешение нагретого воздуха с дымовыми газами приводит к тому, что относительная влажность в камере увеличивается за счет влаги, получаемой при термолизе древесины. Следовательно, сам процесс обжарки необходимо рассматривать как двухфазный. Первая фаза — подсушка, вторая — собственно обжарка (обработка дымовыми газами).

Высушивание продукта происходит и в процессе собственно обжарки. Так, в среднем в период обжарки колбасные изделия теряют массу за счет испарения влаги: сосиски — до 10—12%, вареные колбасы — до 4—7, полукопченые — до 7%. Следует обратить особое внимание на скорость испарения влаги во время обжарки, которая имеет двойное значение: в первой фазе, при подсушивании, желательно ее повышение, во второй, при собственно обжарке, — понижение. Это связано с тем, что повышение температуры в условиях обжарки лишь на 10 °С увеличивает скорость испарения на 15%.

Большую роль играет также относительная влажность смеси коптильного дыма и воздуха, которая должна быть не ниже 3%, в противном случае оболочка теряет эластичность, и не выше 25%, иначе процесс обжарки замедлится.

Важное значение при формировании окраски в период обжарки играет регулирование скорости испарения в первой фазе в основном в результате изменения скорости движения дыма и воздуха. Учитывая тот факт, что коэффициент испарения выше при движении среды перпендикулярно поверхности, а не параллельно, следует обжарку вести именно при движении среды, перпендикулярном поверхности. Окраска батонов будет слабой, если они защищены от непосредственного воздействия дыма и воздуха, а поверхность, которая соприкасается с горячим потоком, может получить ожоги. Кроме того, при сильном испарении вместе с влагой диффундируют растворимые в ней вещества, в том числе и нитрит, которые концентрируются в наружном слое. В случае недостаточной выдержки фарша в осадке образуется окрашенное кольцо по периферии, а в центре батона окраска будет бледной. Стабилизация окраски находится в тесной связи с развитием денитрифицирующих микроорганизмов. Поэтому направленное введение при составлении фарша штам-

мов денитрифицирующих микроорганизмов будет залогом стабильности цвета готового продукта. Температура при обжарке в толще батона благоприятствует их развитию. Следует поддерживать необходимый температурный режим во время помола, куттерования и осадки, иначе может произойти закисание фарша. Закисание может произойти и при задержке колбас между операциями обжарки и варки.

К топливу, употребляемому для получения дыма, и к составу дымовой смеси, применяемой для обжарки, предъявляют те же требования, что и при копчении.

Обжарочные камеры могут быть выполнены в одно- и многоэтажном исполнении, тупиковыми и проходными, а по устройству напоминают стационарные коптилки. Обогреваются они глухим паром или воздушно-дымовой смесью. Дымоснабжение может быть индивидуальным и централизованным. Температура в обжарочных камерах поддерживается в пределах 60—110 °С. Длительность обжарки в зависимости от диаметра батона и толщины оболочки колеблется от 15 до 30 мин для сосисок, до 2 ч 30 мин для колбас в говяжьих синюгах и проходниках. В конце обжарки температура внутри колбасного батона при указанных выше режимах достигает 40—45 °С для изделий в узких бараньих черевах и 30—35 °С для колбас в широких говяжьих синюгах. Параметры обжарки колбасных изделий в обычных обжарочных камерах периодического действия представлены в табл. 48.

Копчение. Под копчением подразумевают пропитывание продуктов коптильными веществами, получаемыми в виде коптильного дыма в результате неполного сгорания дерева. Технологические свойства коптильного дыма зависят от степени насыщения ароматизирующими веществами, содержащимися преимущественно в фенольной фракции. Однако технологический смысл копчения более широк, так как одновременно с насыщением коптильными веществами протекают и другие процессы, влияние которых иногда более значительно, нежели воздействие коптильных веществ.

В сочетании с влиянием обезвоживания, сушки и действия содержащейся в фарше поваренной соли копчение обеспечивает

Таблица 48

Изделие	Температура обжарки, °С	Продолжительность обжарки, мин
Колбасы		
в синюгах, пузырях, искусственной оболочке	110	120
в кругах	90	80
в черевах	90	60
Сосиски	70	40

Примечание. В начале обжарки температура в камере 45—60 °С.

достаточную устойчивость колбасных изделий к действию микроорганизмов. Вещества, проникающие в колбасу во время копчения, придают ей своеобразный острый, но приятный запах и вкус. Это особенно важно в производстве сырокопченых изделий. Во всех случаях обработки продукта коптильным дымом проникновение коптильных веществ происходит на фоне постоянного обезвоживания. Так, при копчении сырокопченых колбас удаляется около половины той влаги, которую нужно испарить. Таким образом, копчение протекает одновременно с сушкой. При различных режимах копчения происходят изменения, которые будут характеризовать эффект копчения. Так, при горячем копчении (температура 35—50 °С) и при запекании (температура 70—120 °С) происходит сваривание коллагена и частичная денатурация белков, а при холодном копчении (температура 18—20 °С) в продукте развиваются ферментативные процессы, которые также существенным образом влияют на свойства продукта.

Копчение следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных процессов: собственно копчение, обезвоживание, биохимические изменения и структурообразование. В процессе собственно копчения накапливаются и перераспределяются коптильные вещества в продукте. Характер взаимодействия продукта с коптильными веществами определяется наличием реакционноспособных функциональных групп в молекулах азотистых и других составных частей мясопродуктов и высокой химической активностью некоторых компонентов дыма. Взаимодействие составных частей дыма с аминными и сульфгидрильными группами молекул наиболее важных составных частей мяса — белковых веществ и экстрактивных азотистых веществ — приводит к уменьшению числа свободных аминных и сульфгидрильных групп. Уменьшение их числа является результатом взаимодействия коптильных веществ как с низкомолекулярными азотистыми веществами, так и с белковыми веществами мяса.

В результате этих взаимодействий образуются новые более сложные соединения, что ведет к частичному уменьшению в мясопродуктах ценных пищевых веществ.

На коллаген и другие фибриллярные белки животных тканей коптильные вещества оказывают дубящее действие. Наиболее активным при этом является формальдегид, менее выраженными свойствами обладает уксусный альдегид, акролеин и формальдегидные смолы. Основная масса коптильных веществ, главным образом фенольных, накапливается во внешнем слое, в центральной части продукта они не обнаруживаются. Наличие фенолов в центральном слое определяется через 15—20 сут после копчения. А общее количество фенольных веществ будет зависеть от густоты дыма. Например, при копчении дымом нормальной густоты их количество во внешнем слое достигло 13—16 мг%, а более слабым дымом уменьшалось до 10 мг%. Внут-

ри продукта фенольные соединения более интенсивно накапливаются в жировой ткани, нежели в мышечной, и в большей степени во внутренних слоях, чем во внешних. Во внутренних слоях продукта их содержание в жировой ткани в 1,5—2 раза, а в центре в 3—4 раза выше, чем в мышечной. Неравномерность увеличивается с течением времени.

Большую роль в развитии этих признаков играет вид древесины, являющейся источником дыма. Практически все составные компоненты дыма обладают каким-то вкусом и запахом и для многих из них характерны жгучий и горьковатый вкус и острый сильный запах. В ходе адсорбции коптильных веществ на поверхности продукта и диффузии внутрь соотношение между количествами составных частей дыма резко меняется. Из общего числа фенолов, находящихся в коптильном дыму, менее половины способны проникать через колбасную оболочку. После копчения с течением времени вкус и аромат усиливаются. В формировании специфического вкуса копченостей участвуют фракции: фенольная, нейтральных соединений органических кислот; в формировании ароматов — все фракции, за исключением углеводной.

Копчение мясопродуктов приводит к изменению цвета и внешнего вида. При неправильном режиме копчения может ухудшаться товарный вид продукции. Цвет поверхности может быть либо светлым, создавая впечатление неполной готовности, либо темным. Характерный цвет поверхности копченых мясопродуктов является следствием осаждения окрашенных компонентов дыма на поверхности продукта и химического взаимодействия некоторых коптильных веществ друг с другом, с составными частями продукта или с кислородом воздуха после осаждения на поверхности.

Коптильные вещества обладают довольно высоким бактерицидным и бактериостатическим действием, имеющим селективный характер. Наибольшей устойчивостью к действию коптильных веществ обладают плесени. Они способны развиваться даже при неблагоприятной температуре и влажности окружающего воздуха, на поверхности хорошо прокопченных продуктов. Очень устойчивы, хотя и в меньшей степени, споры микроорганизмов. Так, споры группы Subtilis mesentericus погибали лишь после семичасового воздействия дыма, а споры Antrucis — через 18 ч. Наиболее чувствительны к действию дыма кишечная палочка, протей и стафилококк. Хотя бактерицидные свойства коптильного дыма не вызывают сомнений, нет оснований приписывать коптильным веществам исключительную роль в устойчивости копченых мясопродуктов к действию гнилостной микрофлоры. Надо отметить, что при сушке сыровяленых колбас, которые вообще не коптят, не отмечается их гнилостной порчи. Гнилостные процессы в глубине продукта тормозятся благодаря развитию бактерий. А бактерицидное действие коптильных веществ

распространяется лишь на внешний слой продукта сравнительно небольшой толщины (около 5 мм).

Таким образом, бактерицидный эффект копчения заключается в создании защитной бактерицидной зоны на периферии продукта, предохраняющей его от поражения микрофлоры, и прежде всего плесени извне.

Обезвоживание в процессе копчения имеет положительное значение, поскольку стандартами ограничивается влажность готовой продукции. Вместе с этим возникают и нежелательные явления, связанные с неравномерностью распределения влаги по слоям. Вследствие низкой влагопроводности сырого фарша даже при мягком режиме копчения и сушки распределение влажности по сечению батона неравномерно. Так, при копчении колбас в куттизиновой оболочке диаметром 50 мм (температура 21—23 °С, влажность воздуха 64—74%) и при обычном режиме сушки имеется существенное различие в содержании влаги (1,5 раза и более) между внешним слоем и нижележащими слоями, которое сохраняется до конца сушки. Степень неравномерности распределения влажности зависит от размеров продукта и интенсивности сушки. Поэтому перепад влагосодержания между центральными и поверхностными слоями, с одной стороны, и размерами продукта и градиентом влажности, с другой, можно описать уравнением

$$\Delta W = \frac{2}{R}(W_{\text{ц}} - W_{\text{пов}}),$$

где ΔW — влажностный градиент на поверхности, %/см; R — радиус батона, см; $W_{\text{ц}}$ — влажность в центре, %; $W_{\text{пов}}$ — влажность в поверхностном слое, %.

Величина максимально допустимого перепада влажности найдена экспериментально и для периода копчения составляет 20% на 1 см.

Неравномерность распределения влаги по сечению образца влечет за собой ряд нежелательных явлений, связанных как с изменением структуры, так и свойств готового продукта по его объему.

При удалении влаги возникает градиент влажности, направленный к центру образца, а это влечет за собой усадку и высушивание внешних слоев сильнее, чем внутренних. В результате происходит деформация образца, а это приводит к браку. Другим дефектом, возникающим при неравномерном распределении влаги, является «закал». Он получается в результате резкого уменьшения влажности внешнего слоя до уровня, близкого к адсорбционному. Кроме того, возникновение этого кольцеобразного слоя и его повышенная прочность уменьшают тенденцию к усадке, хотя усадка внутренних слоев продолжается по мере удале-

ния влаги. При этом происходит разница в уменьшении объемов внутренних и внешних слоев, что вызывает их разрыв, образуются полости, получившие название фонарей.

Для исключения этих недостатков необходимо копчение вести при таком режиме, который обеспечил бы возможно более длительное сохранение влажности внешнего слоя по всей длине образца на уровне, необходимом для сохранения его пластичности. В этих условиях образец будет сохранять способность к рассеиванию возникающих в нем напряжений и к необратимой деформации.

В период копчения колбасных изделий протекают два сопряженных диффузионных процесса: обезвоживание фарша и насыщение его коптильными веществами. Направление этих процессов противоположно, но скорость каждого из них внутри продукта в значительной мере зависит от одних и тех же факторов. И в первую очередь от температуры среды и структуры фарша. При более высокой температуре процесс собственно копчения (насыщения коптильными веществами) заканчивается значительно раньше.

Таким образом, с точки зрения скорости достижения необходимого бактерицидного эффекта предпочтительно пользоваться горячим способом копчения. Повышение температуры позволяет также значительно ускорить процесс обезвоживания колбасных изделий. Кроме того, повышение температуры приводит не только к увеличению скорости внутренней диффузии и испарения, но и к резкому снижению относительной влажности воздуха, поступающего в коптилку. Следовательно, и с точки зрения скорости обезвоживания горячее копчение имеет преимущество перед холодным.

Характер и интенсивность биохимических процессов в значительной мере определяются температурным режимом и влажностью среды (фарша), которая должна устанавливаться достаточной на протяжении определенного промежутка времени. Следовательно, скорость обезвоживания в процессе копчения сырых изделий должна быть невысокой. Поэтому в большинстве случаев сырокопченые колбасы коптят холодным способом, т. е. при 18—20 °С. Иногда сырокопченые колбасы с преимущественным содержанием свинины коптят при 40 °С. Температуру копчения устанавливают и поддерживают применительно к технологическим требованиям, относительная влажность является функцией температуры, поэтому ход сушки в процессе копчения определяется главным образом скоростью движения воздушно-дымовой смеси в коптилке. В зависимости от влагопроводности фарша скорость движения колеблется в пределах 8—15 м/с. Продолжительность копчения при соблюдении установленных требований концентрации воздушно-дымовой смеси и скорости ее движения зависит от температуры воздушно-дымовой смеси, толщины батона и особенностей структуры продукта.

Горячее копчение проводят при 35—50 °С, запекание в дыму при 70—120 °С. В начальной стадии горячего копчения, пока температура приближается к оптимуму деятельности ферментов, внутренние процессы ускоряются. По мере дальнейшего ее повышения они замедляются. С приближением температуры к 50 °С начинаются процессы, характерные для тепловой обработки. При горячем копчении вареных продуктов изменения ограничиваются проникновением в продукт коптильных веществ, их взаимодействием с составными частями продукта, влагообменом между ним и внешней средой. При запекании сырого продукта в дыму наряду с этими процессами на первый план выступают денатурация и коагуляция белков, а также изменения других веществ под влиянием интенсивного нагрева.

Копчение сырокопченых колбас объединяет четыре ряда различных, но взаимосвязанных процессов: собственно копчение, обезвоживание, биохимические изменения, структурообразование. Эти колбасы коптят при 18—22 °С во избежание денатурации белков и микробиальной порчи продукта. Продолжительность копчения от 2 до 5 сут в зависимости от сорта колбас. Общее количество фенольных соединений к концу копчения достигает 3,5—6,5 мг% к массе фарша. Распределение их по сечению батона неравномерное, наибольшее количество во внешнем слое толщиной около 5 мм. Для копчения колбасы поступают с влажностью 100—150% к сухому веществу. В ходе копчения в результате испарения удаляется 15—20% влаги.

Полукопченые и варено-копченые колбасы коптят после варки. Денатурация белков и почти полное уничтожение вегетативной микрофлоры в фарше дают возможность применять более высокие температуры копчения, а значит, и сокращать продолжительность процесса. Эти колбасы коптят при 35—50 °С в течение 24 и 12 ч. Одновременно с собственно копчением продукт обезвоживается.

Первый раз коптят варено-копченые колбасы перед варкой при 50—60 °С в течение 60—120 мин. При таком режиме копчение мало чем отличается от обжарки. После варки колбасы охлаждают при 10—15 °С в течение 3—5 ч, а затем коптят 24 ч при 40—50 °С или 48 ч при 30—35 °С. В процессе копчения колбасы теряют до 10% влаги начальной массы.

Штучные изделия, предназначенные к выпуску в копченом виде, коптят после предварительной промывки. Режим копчения зависит от типа продукта. Для соленостей, выпускаемых в сыром виде, обычно применяют холодное копчение. Так, советский и сибирский окорока коптят при 18—22 °С в течение 5 сут. При этом советский окорок перед копчением вялят 10 сут при 12—18 °С. Сибирский окорок можно коптить и при 30 °С в течение 3 сут. Остальные копчености, выпускаемые в сыром виде, коптят при 35—45 °С: лопатки — 1—3 сут, корейки и грудинки — 12—18 ч, рулеты — 2 сут. Перед копчением солености

подсушивают в течение 2—3 ч. Варено-копченые изделия коптят при 35—45 °С 10—12 ч.

Применяемые режимы копчения создают оптимальные условия для деятельности тканевых и микробиальных ферментов. В результате усиливается распад белковых структурных элементов тканей, делая продукт нежнее. Изменение массы продукта при копчении связано с температурой и влажностью воздуха зависимостью

$$\Delta G = A + Bt + C(1-\varphi),$$

где ΔG — изменение массы, %; A, B и C — эмпирические постоянные (A незначительно меняется со временем копчения, B и C остаются постоянными); t — температура, °С; φ — влажность, %.

От соотношения жира и белков будет существенно меняться и масса, даже если режим будет постоянным. Уменьшение массы при копчении штучных изделий составляет 6—12% в зависимости от состава продукта и продолжительности копчения.

Копчение копчено-запеченных окороков совмещается с их запеканием. Продукт достигает кулинарной готовности, если температура в центре будет 68—70 °С. Длительность обработки зависит от массы окорока и при температуре в камере 80—85 °С будет составлять 14—19 ч.

Для копчения колбасных изделий употребляются те же технические средства, что и для копчения штучных соленых изделий: термоагрегаты (рис. 96), универсальные камеры и автокоптилки. В термоагрегатах и автокоптилках тепловые процессы осуществляются при непрерывном движении продукта, а в универсальных неподвижный продукт последовательно обрабатывается согласно технологическому режиму. Термоагрегаты разделяются на цепные со штангами для навешивания обрабатываемой продукции и рамные. Универсальные камеры бывают одно- и многокамерные. Для получения дыма используют дымогенераторы. В МТИММПе разработан способ копчения мясопродуктов

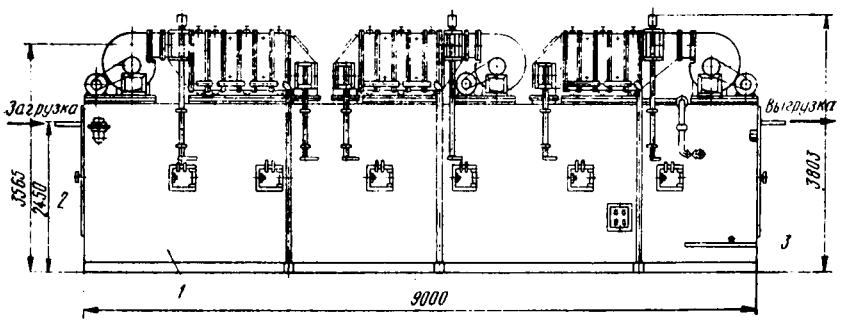


Рис. 96. Термоагрегат для сосисок и сарделек:
1 — туннель; *2* — дверь входная; *3* — дверь выходная

(в электрическом поле высокого напряжения). При этом способе продукт с положительным зарядом помещают между двумя отрицательно заряженными электродами и подают ток напряжением 25—40 кВ. Ионизированные током частицы коптильных веществ приобретают направленное движение со скоростью до 2 м/с и коагулируют на поверхности продукта. Продолжительность собственно копчения при этом способе исчисляется минутами вместо нескольких суток.

Санитарно-гигиенические проблемы совершенствования коптильного производства имеют два аспекта: обеспечение максимального благополучия готовой продукции — снижение содержания канцерогенных и проканцерогенных веществ, попадающих в продукт из дыма, до минимума или полная ликвидация такой возможности; борьба с загрязнением окружающей среды дымовыми выбросами коптильных камер. В отдельных случаях предпринимаются попытки комплексного решения обоих аспектов. Наиболее характерным представителем полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) является 3,4-бензопирен (это соединение называют «индикатором канцерогенности» копченого продукта). Для снижения его содержания в готовой продукции следует уменьшить или свести до минимума наличие ПАУ в технологическом дыме. Предлагается много способов для решения этой задачи: это предварительное осаждение определенной части дисперсной фазы дыма в электростатическом осадителе; предварительное пропускание технологического дыма через циклон с такой скоростью, при которой отделяются наиболее крупные частицы капельно-жидкой фазы, содержащие бóльшую часть канцерогенных соединений. В определенной степени очистка дыма от канцерогенных соединений (а также части балластных и смолистых веществ) достигается совершенствованием способов фильтрации дыма в устройствах, входящих в конструкцию дымогенераторов («водяная завеса», кольца Рашига и др.).

Эффективным способом является применение устройства водоинерционного типа. В нем дым очищают следующим образом. Поток дыма, возникающий в камере дымообразования, направляется по центральной трубе по инерции, ударяется о зеркало воды, вытесняя ее из-под торца трубы. Далее дым попадает в колено и вновь по инерции ударяется о поверхность воды. На участках соприкосновения дыма с водой она завихряется и образуется дымоводяная смесь. Благодаря инерции и эффективному контакту с водой тяжелые частицы дыма (сажа, зола, смола) остаются в ней. Проточная вода уносит частицы сажи и золы, а смола оседает на дно устройства и периодически удаляется через люк в специальную емкость.

Есть и другие решения снижения ПАУ в коптильной среде. Например, коптильный дым после пропускания через циклон или непосредственно через ряд охлаждающих устройств конденсируют, получая жидкий конденсат дыма, который используют

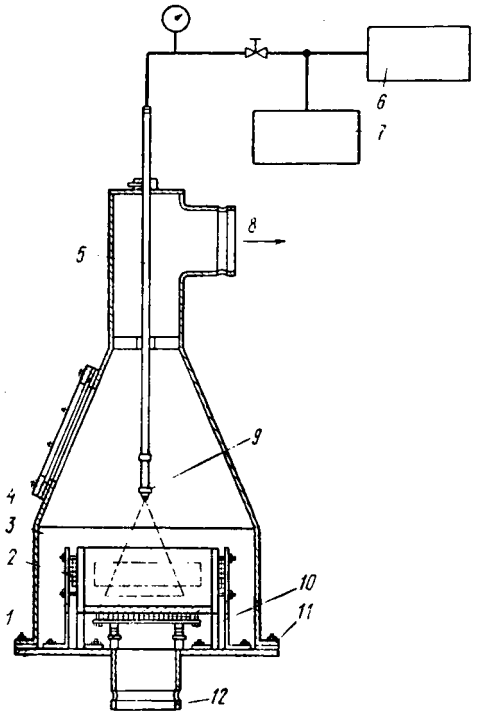


Рис. 97. Схема устройства для регенерации дыма из конденсатов дыма:

1 — нижняя, прямоугольная, часть устройства; *2* — пластинчатые электронагревательные элементы; *3* — металлический ящик с обогреваемыми стенками; *4* — верхняя, пирамидальная, часть устройства; *5* — труба подачи конденсата дыма; *6* — насос постоянного давления; *7* — резервуар конденсата дыма, *8* — патрубок выхода регенерированного дыма; *9* — распылительная форсунка; *10* — крепежные пластины нагревательных элементов; *11* — днище устройства; *12* — входное отверстие для воздуха или нейтрального газа

без дальнейшей переработки для копчения. Конденсат регенерируют перед направлением в коптильную камеру и переводят в состояние, близкое к исходному дыму, используя специальное устройство (рис. 97). Несмотря на прогрессивные аспекты рассмотренных способов, все они не решают главной задачи — полного исключения возможности загрязнения копченой продукции ПАУ. Кардинальным путем решения этой проблемы является замена обычных традиционных способов копчения с применениями древесного дыма способами, основанными на использовании коптильных препаратов и коптильных жидкостей, в составе которых не содержится потенциально вредных веществ типа ПАУ и нитрогазов.

Важным вопросом совершенствования коптильного производства является борьба с загрязнением окружающей среды выбросами коптильных камер. Решить эту проблему можно следующими путями: совершенствование техники и рациональное использование самого коптильного дыма в процессе копчения (рис. 98); применение специальных устройств для очистки и улавливания дымовых выбросов; коренное изменение технологии копчения.

Рационально использовать коптильный дым и не загрязнять дымовыми выбросами окружающую среду можно с помощью так называемой «замкнутой системы коптильной установки». Дым генерируют обычным способом и подают в коптильную камеру. После контакта с продуктом дым направляют в скруббер, где он очищается от грубых дисперсных частиц и случайных механических примесей, после чего очищенный дым рецир-

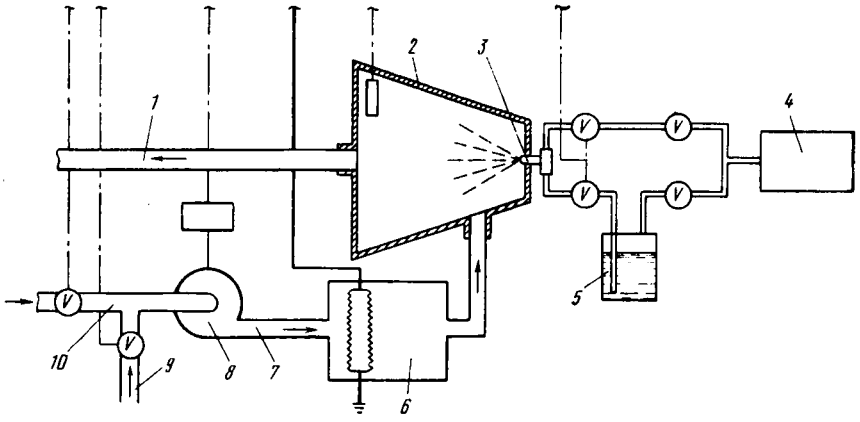


Рис. 98. Устройство для распыления коптильной жидкости:

1 — трубопровод в коптильной камере; *2* — камера распыления коптильного препарата; *3* — сопло форсунки; *4* — источник сжатого воздуха; *5* — резервуар коптильной жидкости; *6* — нагреватель воздуха; *7* — трубопровод; *8* — вентилятор; *9* — патрубок подсоса свежего воздуха; *10* — трубопровод рециркуляции коптильной среды (соединен с коптильной камерой)

кулируется частично в дымогенератор, частично в коптильную камеру. В результате дымовые выбросы не загрязняют окружающую атмосферу. В настоящее время для очистки дымовых и газовых выбросов промышленных предприятий применяют способы абсорбции, адсорбции, высокотемпературного и каталитического сжигания, жидкостного окисления, электростатического осаждения и комбинированные методы.

ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

В зависимости от цели характер и режим тепловой обработки могут быть различными: поверхностная тепловая обработка; шпарка, опалка, обжарка; нагревание с целью предотвращения микробиальной порчи продукта; пастеризация, стерилизация; нагревание на всю глубину; бланшировка, варка, запекание, жарение; нагревание для выделения из сырья тех или иных его составных частей — выплавка жира, выварка желатина и клея.

Качественные изменения, вызываемые нагревом, в основном сходны. Способы нагрева различны: водой, паром, горячим воздухом, переменным электрическим током, в контакте или без контакта с греющей средой. Поскольку вода является преобладающей составной частью мясопродуктов, во всех случаях нагрев происходит в условиях воздействия горячей воды на составные части. Поэтому и изменения в продукте будут связаны в первую очередь с гидролизом составных частей и рядом других реакций, происходящих в присутствии воды. К одному из основных факторов, составляющих эти изменения, относится температура нагрева.

Наиболее характерными изменениями, происходящими при влажном нагреве и умеренных температурах (ниже 100 °С), являются тепловая денатурация растворимых белковых веществ, сваренне и гидротермический распад коллагена, изменение экстрактивных веществ и витаминов, отмирание вегетативных форм микроорганизмов.

Электроконтактный инфракрасный и сверхвысокочастотный нагревы. В силу специфики сырья (малая теплопроводность) в мясной промышленности термические процессы достаточно продолжительны. Это затрудняет механизацию и автоматизацию производства. Перспективность использования процессов, осуществляемых путем непосредственного контакта электрического тока с продуктом, не вызывает сомнения.

Применение методов электроконтактного (ЭК), высокочастотного (ВЧ) и сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева резко ускоряет течение процессов, повышает производительность труда, снижает потребность в производственных площадях, повышает качество продукции, резко улучшаются санитарно-гигиенические условия труда. Специфическим преимуществом этих методов перед другими методами подвода тепла является возможность достаточно равномерного нагрева изделия по всему объему вне зависимости от коэффициента теплопроводности и толщины продукта. Длительность такого нагрева зависит только от подводимой мощности и не зависит от формы и объема обрабатываемого изделия. В случае ВЧ- и СВЧ-нагрева отсутствует контакт с теплоносителями, что позволяет разработать простые нагревательные устройства.

При ЭК-, ВЧ- и СВЧ-нагревах тепло выделяется непосредственно в обрабатываемом материале, окружающие детали остаются холодными, что равносильно отсутствию тепловой инерции нагревателя. Сущность электроконтактного нагрева заключается в том, что электрический ток, проходя через продукт, обладающий сопротивлением, вызывает его нагрев. Возможны два основных варианта конструктивного оформления процесса электроконтактного нагрева мясопродуктов: при неподвижном положении продукта в процессе обработки и при перемещении его вдоль электродов.

При СВЧ-нагреве возможно сконцентрировать весьма высокие удельные энергии в материале. При этом, варьируя геометрией и напряженностью электрического поля, можно создать условия, при которых температура в центре изделия будет значительно выше, чем на его поверхности. Это позволяет по-новому организовать и интенсифицировать технологические процессы, а в ряде случаев создать новые процессы, невозможные при использовании традиционных методов.

СВЧ-нагрев мясопродуктов — достаточно сложная технологическая задача не только с точки зрения техники генерирования СВЧ, но и со стороны особенностей строения и свойств продук-

тов. Поэтому, несмотря на преимущество СВЧ-нагрева, не следует отвергать традиционные методы, наоборот, в рациональном их сочетании — наиболее плодотворный и конструктивный путь.

Одним из способов интенсификации тепловой обработки мясных продуктов является инфракрасный нагрев, сущность которого заключается в поглощении продуктом инфракрасного излучения и высокой степени концентрирования тепловой энергии на его поверхности. Характерная особенность ИК-нагрева заключается в образовании специфической корочки на поверхности продукта, что имеет большое технологическое значение, например, при обжарке и запекании мясных изделий. В МТИММПе разработана технология и аппаратурное оформление процесса запекания мясных изделий типа карбоната и шейки с использованием энергии ИК-излучения. В поле ИК-излучения целесообразно запекать мясные продукты по трехступенчатому режиму:

при интенсивности потока ИК-излучения $6 \cdot 10^3$ Вт/м^2 для получения «корочки запекания» жировой ткани в течение 2—8 мин, мышечной ткани — 3—12 мин;

при интенсивности потока ИК-излучения $3{,}6 \cdot 10^3$ Вт/м^2 до температуры в центре продукта 65—67 °С;

выдержка при интенсивности потока $1 \cdot 10^3$ Вт/м^2 до достижения в центре продукта 75—76 °С.

При этом установлено, что потери массы при обработке ИК-излучения снижаются на 1,5·2% по сравнению с традиционным способом нагрева.

Изменение белковых веществ при нагреве. Наиболее характерным изменением, вызываемым влажным нагревом при умеренной температуре, является тепловая денатурация растворимых веществ. Денатурация представляется как модификация структуры белковой глобулы или молекулы, которая приводит к заметному изменению их свойств без нарушения ковалентных связей. Нарушение их рассматривается как гидролиз.

Денатурирующее действие нагрева в фибриллярных белках группы миозина, фибриногена, эпидермина вызывает переход складчатой α-конфигурации пептидных цепей в β-спиральную конфигурацию. А это приводит к перегруппировке водородных связей и дезориентации полипептидных цепочек.

Денатурация глобулярных белков происходит следующим образом. Освобождающиеся цепи в результате перегруппировки водородных связей агрегируют в β-форму, приближаясь по структуре к фибриллярным белкам. А сложенные в складки полипептидные цепи, образующие глобулу, развертываются. Таким образом, глобулярные белки при денатурации проходят через стадию фибриллярного состояния.

Все эти изменения возможны только в присутствии воды, проникающей в пространства между складками цепей. В случае отсутствия ее нагрев даже выше 100 °С не вызывает денатурации. При собственно денатурации частично нарушаются лишь

нативные вторичные связи за счет интенсивного движения частиц. Поэтому при умеренном нагреве первичные ковалентные связи заметно не изменяются. Это подтверждается обратимостью денатурации.

В зависимости от длительности нагрева и температуры в большей или меньшей степени происходит разрыв водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в белковой глобуле и молекуле. В соответствии с этими разрушениями и степень денатурации будет различна — от незначительных структурных изменений до существенного изменения относительно друг друга полипептидных цепей.

Открытые при нативном состоянии белка сульфгидрильные группы при раскручивании и растягивании полипептидных цепей высвобождаются, их количество увеличивается. Вместе с этим теряется физиологическая активность белка — наиболее характерный признак денатурации. Внутренние пептидные связи при развертывании полипептидных цепей становятся более доступными действию ферментов. Следовательно, денатурированные белки при умеренных температурах лучше перевариваются. Однако длительный нагрев уменьшает перевариваемость. При тепловой денатурации с повышением температуры происходит ступенчатое изменение свободных функциональных групп, соответствующее определенной температуре.

При денатурации немаловажное значение имеют условия, в которых происходит нагрев. Устойчивость большинства животных белков к денатурации минимальна при значениях pH, близких к изоэлектрической точке, и максимальна при физиологических значениях pH.

Возникновение новых связей, а вместе с ними и природной конфигурации белковой молекулы приводит к уменьшению числа гидрофильных центров за счет блокирования полярных группировок. Это, в свою очередь, изменяет амфотерные свойства белка. Увеличение гидрофобных свойств белковых молекул сопровождается уменьшением их гидратации, снижением защитного действия гидратационных слоев. И в случае отсутствия стабилизирующего фактора происходит агрегирование белковых частиц за счет межмолекулярных сил и коагуляции белка.

Таким образом, происходящая при собственно денатурации внутренняя перестройка белковой молекулы приводит в дальнейшем к агрегированию раскрученных полипептидных цепей в крупные образования. Межмолекулярные связи выступают на первый план, заменяя внутримолекулярные, затем образуется нерастворимый сгусток, т. е. происходит коагуляция белка. Визуально это наблюдается в разбавленных растворах в виде хлопьев, в концентрированных — в виде монолитного коагеля. Дальнейшее повышение температуры приводит к уплотнению коагеля и выделению части жидкости. Ускорение коагуляции находится в прямой зависимости от повышения температуры и

длительности нагрева. Нагрев при высоких температурах длительное время не меняет устойчивости белков к ферментам или повышает ее. Так, нагрев яичного белка до 100 °С в течение 1,5 мин повышает скорость его гидролиза трипсином, при нагреве более 30 мин скорость остается такой же, как у сырого.

Многообразие белков у продуктов животного происхождения, отличающихся друг от друга различными свойствами, характеризуется определенными для каждого белка температурой и темпом нагрева. Так, при нагреве миозина до 45 °С хотя и не происходит значительных структурных изменений, растворимость его резко снижается, у актина и актомиозина это происходит при температуре 50—55 °С. Основные белки саркоплазмы начинают денатурировать при 50—54 °С, а при 80 °С мышечные белки денатурируют практически полностью.

Увеличение числа определяемых кислотных групп мышечных белков при нагреве на фоне практически неизменяемых основных приводит к смещению pH среды в нейтральную область. Увеличение pH среды сопровождается смещением и изоэлектрической точки мышечных белков тоже в нейтральную область, но в большей степени. В результате фактическая pH сближается с изоэлектрической точкой мышечных белков. Это явление резко уменьшает водосвязывающую способность белков, что приводит к уменьшению сочности и увеличению жесткости мышечной ткани.

Нейтральные соли щелочных металлов повышают устойчивость животных белков к тепловой денатурации. Увеличение числа определяемых сульфгидрильных групп мышечных белков при повышении температуры до 70 °С, уменьшение их количества между 70 и 120 °С связано с взаимодействием белковых молекул друг с другом. Денатурация миоглобина и гемоглобина начинается при 70 °С и сопровождается характерным для сложных белков ослаблением связей между глобином и простетической группой — гемом. В результате гем отщепляется и, вступая в побочные реакции, изменяет окраску.

Таким образом, по изменению свойств и состоянию белков мышечной ткани можно заключить, что основные денатурационные изменения их завершаются при достижении температуры до 70 °С, когда тканевые ферменты утрачивают свою активность. А в начале заметные денатурационные изменения, например, при нагревании мышц наступают при температуре 45 °С, когда мышца начинает сокращаться. При охлаждении исходная длина ее восстанавливается. Эта температура характерна для первой (обратимой) стадии миозина. При дальнейшем повышении температуры происходит дальнейшее укорачивание мышцы, это явление необратимо. Изменение растворимости белков в мышечной ткани начинается при температуре несколько ниже 45 °С, но даже при 100 °С небольшое количество их не теряет растворимости.

Сваривание и гидротермический распад коллагена. Нативный коллаген нерастворим в воде, но набухает в ней. Он медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином и панкреатическим соком. При нагревании коллагена во влажном состоянии до 58—62 °С он сваривается. Сваривание — это результат ослабления и разрыва части водородных связей, которые удерживают в трехмерной структуре полипептидные цепи. Это происходит при усилении теплового колебания цепей, аналогично как при денатурации растворимых белков. В результате разрыва водородных связей изоточка коллагена смещается в сторону более высоких значений pH, а полипептидные цепи изгибаются и скручиваются. При этом между ними возникают новые водородные связи случайного характера. Сами волокна деформируются, укорачиваются и утолщаются. Кроме этого, при разрушении водородных связей поглощается тепло. При частичном восстановлении этих связей часть тепла может выделяться, хотя сваривание в целом явление необратимое. После сваривания перевариваемость коллагена увеличивается (с повышением температуры и длительности нагрева) в результате увеличения доступности его к действию протеаз.

При деформации волокон резко уменьшается длина волокон и не менее резко увеличивается толщина, что в общем делает объем волокон бóльшим. При этом структура коллагеновых волокон как бы разрыхляется, становится более однородной, приобретает стекловидность, а водосвязывающая способность повышается.

В зависимости от природы коллагена температура его сваривания, т. е. температура, при которой происходит мгновенное и наибольшее укорочение его волокон, зависит от содержания в нем оксипролина, с увеличением его она повышается.

Соединительнотканные образования, имеющие в своем составе коллаген, при сваривании также претерпевают изменения своей структуры.

Если продолжить нагрев коллагена, то разрываются солевые и водородные поперечные связи, удерживающие его полипептидные цепочки, и он дезагрегирует, образуя глютин. Однако наиболее прочные ковалентные связи при этом сохраняются. Поэтому молекула глютина состоит из 5—6 ковалентносвязанных полипептидных цепей и имеет молекулярный вес порядка 320 тыс. Имея в своем составе гидрофильные группы, столько же, как и в коллагене, глютин набухает в воде, но в отличие от него при температуре 40 °С и выше неограниченно растворяется в воде. При охлаждении растворы глютина застудневают. Глютин свободно доступен действию протеаз и, следовательно, хорошо переваривается.

Процесс превращения коллагена в глютин принято называть пептизацией. При дальнейшем нагревании глютина его полипептидные цепочки разрываются на более мелкие звенья раз-

личных размеров и строения — начинается гидролиз глютина. Получаемые при этом продукты распада принято называть глютозами и желатозами. Скорость образования глютина при температурах, близких к температуре сваривания коллагена, значительно превышает скорость его гидролиза. Поэтому при такой температуре дезагрегация коллагена идет с преимущественным образованием глютина, а с повышением ее скорость гидролиза возрастает и в продуктах распада все больше становится желатоз.

Соотношение высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений в числе продуктов распада коллагена — главный индикатор способности растворов этих веществ к студнеобразованию и желатинизации. Увеличение количества высокомолекулярных соединений повышает надежность быстрого получения хороших студней. В результате гидротермического распада коллагена получается продукт, способный давать быстрозастудневающие растворы с образованием продуктов, достаточно прочных и неплавящихся при 23—27 °С. Этот продукт назван желатином. Он может образовывать студни при концентрации 1—1,5%, а хорошо сохраняющие форму — 3—5%.

В технологическом смысле сваривание коллагена имеет большое значение, поскольку этот процесс приводит мясо к кулинарной готовности. При этом повышается усвояемость продукта в целом.

В клеежелатиновом производстве и производстве студней сваривание коллагена и последующий за этим его гидротермический распад являются главным технологическим процессом — процессом получения желатинизирующих и клеящих веществ из коллагена.

Изменение экстрактивных веществ и витаминов. Изменения свойств продуктов животного происхождения, вызываемые нагревом, связаны главным образом с изменением их составных частей и потерями последних в окружающую среду. Характер потерь существенно зависит от структуры продукта, способа и техники нагрева, от наличия или отсутствия защитной оболочки на поверхности продукта. Важным являются изменения экстрактивных веществ, которым присуща главная роль в появлении специфических аромата и вкуса вареного мяса. Какие вещества являются источниками запаха и вкуса вареного мяса, до конца не известно. Однако нет сомнений, что в формировании вкуса важную роль играет глютаминовая кислота, ее соли и продукты распада инозиновой кислоты. Например, глютаминовая кислота и ее натриевая соль даже в небольших количествах (0,03%) придают продукту вкус, близкий к вкусу мяса. Вкус и аромат усиливаются по мере накопления продуктов распада инозиновой кислоты, превращения креатина в креатинин.

Появление глютаминовой кислоты связано с реакцией превращения амида глютаминовой кислоты — глютамина, содержа-

щегося в мышечной ткани. Глютамин при нагревании в среде с pH 6 и менее отщепляет аммиак и превращается в глютаминовую кислоту. При варке увеличение солевого аммиака происходит именно в результате распада амидов, одновременно уменьшается количество глютамина. Эти реакции и связывают с увеличением глютаминовой кислоты и появлением вкуса вареного мяса.

В процессе варки в мясе появляется сероводород. Его накопление связывают с распадом глютатиона с выделением серы. При добавлении окислителей количество сероводорода уменьшается. Кроме сероводорода, в вареном мясе обнаруживают другие сульфиды, такие, как метилмеркаптан, метилсульфид, метилдисульфид, метионал и др. Источником их образования являются серосодержащие аминокислоты, в частности цистин и цистеин.

Большое значение в приобретении вареным мясом специфического вкуса и аромата имеет взаимодействие сахаров и аминосоединений. Эта сложная окислительно-восстановительная реакция, известная под названием меланоидинообразования, протекает между аминокислотами и моносахаридами (рибозой, глюкозой), которые содержатся в мясе. Интенсификация ее происходит за счет нагрева. Схематически реакцию меланоидинообразования между более склонными к взаимодействию лейцином и рибозой можно представить в следующем виде

$$\underset{\text{лейцин}}{(CH_3)_2CHCHNH_2COOH} + \underset{\text{рибоза}}{OHC(CHOH)_3CH_2OH} \longrightarrow \underset{\text{изовалериановый альдегид}}{(CH_3)_2CHCH_2CHO} +$$

$$+ NH_3 + CO_2 + \text{фурфурол (оксиметилфурфурол)}$$

От участия в реакции аминокислот зависит появление сульфидов. Результатом реакции является образование карбонильных соединений, главным образом альдегидов, но во всех случаях появляется диацетил и метилглиоксаль. Образование коричневатой окраски связано с взаимодействием фурфурола и оксиметилфурфурола с белками и продуктами их распада, результатом которого является появление меланоидов. Роль реакции меланоидинообразования в механизме ароматобразования экспериментально подтверждена акад. А. Несмеяновым. Так, нагрев смеси цистеина, аланина, глицина и глютаминовой кислоты с глюкозой, арабинозой и метиловым эфиром арахидоновой кислоты в воде воспроизводит аромат, близкий к запаху куриного бульона. В обычных условиях эта реакция протекает очень медленно, ее последствия сказываются лишь при длительном хранении. Нагрев резко ускоряет ее течение.

Представители летучих карбонильных соединений, обнаруженные в вареном мясе, многочисленны: это муравьиный альдегид, ацетон, ацетальдегид, масляный и изомасляный альдегиды, диацетил, ацетоин, метилглиоксаль, изовалериановый аль-

дегид, диэтилкетон и др. Бо́льшая их часть составляет «букет» вареного мяса.

Влияние микрофлоры на ход реакции меланоидинообразования существенно, если она развивается в толще продукта. Ее развитие сопровождается накоплением продукта распада белков, содержащих аминогруппу. Поэтому, хотя микробы и сами продуцируют летучие компоненты, обладающие определенным запахом, накопленные продукты белкового распада от жизнедеятельности этих микробов участвуют в реакции меланоидинообразования.

С целью избежания изменения окраски в результате денатурации миоглобина и гемоглобина большинство мясопродуктов, подвергающихся тепловой обработке, в процессе посола обрабатывают нитритом. Содержащиеся в таких мясопродуктах нитрозопигменты (NO—Мв и NO—НВ) обеспечивают устойчивую окраску. Нагрев их приводит к денатурации белковой части — глобина — и к отщеплению простетической группы, содержащей NO:

$$\text{NO — миоглобин} \xrightarrow{\text{нагрев}} \text{глобин} + \text{NO — гемохромоген.}$$

Как видно, устойчивая денатурация, естественная окраска вареных мясопродуктов, обработанных нитритом, обусловлены наличием в них нитрозогемохромогена.

В зависимости от режимов тепловой обработки мясо теряет часть витаминов: 30—60% тиамина, 15—30% пантотеновой кислоты и рибофлавина, 10—15% никотиновой кислоты, 30—60% пиродоксина, часть аскорбиновой кислоты. Потери витаминов происходят главным образом во внешнюю среду.

Пастеризующий эффект нагрева. Нагрев мяса и мясопродуктов оказывает губительное действие на микрофлору, и в первую очередь на микроорганизмы в вегетативной форме. Так, при нагреве до 60—70 °С большинство микроорганизмов в вегетативной форме погибают в течение 5—10 мин. Однако некоторые термоустойчивые формы микроорганизмов не только не погибают, а начинают развиваться только при 38 °С и достигают оптимума развития при 53—55 °С или при 60—64 °С. Поэтому нагрев мясопродуктов до температуры не выше 100 °С не вызывает полного уничтожения микрофлоры. Его следует рассматривать как пастеризующий эффект. Остающаяся после нагрева микрофлора представляется в основном споровой формой. Таким образом, для гарантии санитарного благополучия готового продукта необходимо заботиться о минимальной начальной загрязненности сырья, чтобы полностью исключить возможность попадания в него патогенной микрофлоры, которая выдерживает даже длительный нагрев при высоких температурах.

Варка. Под варкой колбасных изделий подразумевается тепловая обработка при температуре до 68—70 °С в центральной

части продукта. Такой нагрев обеспечивает денатурацию белков, гидротермический распад большей части коллагена, изменение жиров и экстрактивных веществ в желаемую сторону и почти полное уничтожение вегетативной микрофлоры.

Фарш, подвергаемый варке, представляет собой дисперсную фазу высокой объемной концентрации, равномерно распределяемую в дисперсионной среде. В таком состоянии происходит непосредственный контакт частиц друг с другом или контакт прочных и способных к взаимодействию адсорбционных слоев и сольватных оболочек, покрывающих частицы. В результате такого взаимодействия частицы связываются в сплошную структуру и образуют с дисперсионной средой, т. е. влагой, единый монолитный конгломерат с хорошо выраженными твердообразными свойствами и пронизанный густой сетью микро- и макрокапилляров.

Образующийся из коллагена глютин играет существенную роль в структурообразовании фарша готовых колбасных изделий. Раствор глютина при застывании связывает большое количество влаги. При соблюдении правил технологических режимов и вследствие тепловой денатурации и коагуляции она не отделяется. Содержание наиболее прочно связанной влаги колбасного фарша достигает 45—75% к сухому остатку против 28—42% у вареного мяса.

Для выпуска готовых колбасных изделий высокого качества необходимо правильно выбрать режим варки и характер подвода тепла. Для варки колбасных изделий греющей средой служит горячая вода, острый пар и паровоздушная среда. Варка в горячей воде имеет ряд преимуществ перед другими способами. Это и меньшие потери массы продукта, и меньшая деформация оболочки при сохранении более яркой окраски поверхности изделий. Однако при этом способе значительны затраты рабочей силы на выполнение различных транспортных операций. Поэтому варку в горячей воде целесообразно проводить на предприятиях малой мощности.

На предприятиях большой мощности, где необходимость требует организации поточно-механизированной тепловой обработки, пользуются варкой острым паром и в паровоздушной среде. При варке острым паром колбасные изделия навешивают на рамы и загружают в камеры вместе с рамами.

В случае варки во влажном циркулирующем воздухе необходимо строго контролировать греющую среду по температуре, влажности и скорости циркуляции, в зависимости от технологических требований, предъявляемых к режиму того или иного процесса тепловой обработки. В этих условиях процесс тепловой обработки можно механизировать и вести непрерывно. При этом следует строго контролировать влажность, чтобы температура поверхности продукта оставалась ниже точки росы, в противном случае резко возрастут потери мяса.

Температура греющей среды перед загрузкой в камеры для варки должна быть около 100 °С, во время варки ее поддерживают на уровне 75 °С и к концу варки повышают до 85 °С. При несоблюдении температурного режима могут возникнуть дефекты. Например, при температуре, ниже допустимой, продукт не будет кулинарно готов, а при высокой — может лопнуть оболочка вследствие неравномерности объемного расширения фарша и оболочки.

Важным условием для получения качественных колбасных изделий при варке является соблюдение длительности нагрева, что зависит от диаметра батона, теплопроводности фарша, температуры греющей среды и батонов перед загрузкой. Теплопроводность колбасных изделий зависит от содержания в них жира, следовательно, для каждого вида и сорта она будет постоянной величиной. Температуры греющей среды и батонов до загрузки являются величинами заданными. Следовательно, продолжительность варки будет зависеть от вида, сорта и диаметра батонов. Например, для сосисок и сарделек она будет 20—30 мин, для колбас — 120—150 мин. Готовность контролируют по температуре в центре батона — она должна быть не ниже 68—70 °С. В случае несоблюдения продолжительности варки, например больше положенного, продукт будет переваренным (фарш суховатый, оболочка лопается), при обратном случае фарш недоваренным, липким, более темным.

Необходимо также следить за тем, чтобы батоны при варке не касались друг друга. В противном случае в местах соприкосновения замедляется прогрев и образуется дефект на поверхности в виде «слипов».

Варке подвергаются все колбасные изделия, кроме сырокопченых и сыровяленых колбас. Колбасные изделия перед варкой необходимо подбирать по диаметру. В противном случае тонкие батоны будут переварены, а толстые недоварены.

В одном котле или камере следует варить один вид и сорт изделий, в одинаковой оболочке и одного диаметра.

Перед загрузкой температура греющей среды должна быть близкой к 100 °С. Во время варки ее поддерживают на уровне 75—85 °С, повышая к концу варки. Готовность проверяют по температуре в центре батона, которая должна быть не ниже 68—70 °С.

Для наиболее распространенных видов колбасных изделий продолжительность варки паром представлена на с. 322.

Проф. А. М. Бражников предложил аналитическое решение для расчета продолжительности термической обработки вареных колбас

$$F'_0 \approx 0{,}7\left[\frac{1}{12}+\frac{1}{3\mathrm{Bi}}-\frac{2}{3\mathrm{Bi}}\ln\left(1+\frac{1}{2}\mathrm{Bi}\right)\right],$$

где Fo — критерий Фурье; Bi — критерий Био.

Колбасные изделия	Продолжительность варки, мин
Вареные колбасы	
в синюгах, проходниках, пузырях и искусственной оболочке диаметром более 60 мм	120—150
в кругах и искусственной оболочке диаметром 50—60 мм	60
в говяжьих и свиных черевах	40—50
Сардельки	30
Сосиски	20
Полукопченые колбасы	
в кругах	50
в черевах	45

Как известно, термическая обработка колбасных изделий заключается в перераспределении теплоты, проводимой к продукту от греющей среды. Значение критерия $F_{ок}$, соответствующего времени, в течение которого температура в центре колбасного батона ($t_ц$) достигает требуемого значения, определяется по формуле

$$F_{ok} = \frac{\mathrm{Bi} + 4}{8\mathrm{Bi}} \ln\left|\frac{t_{ср} - t_0}{t_{ср} - t_ц}\right| + F_0'.$$

При расчете размерного времени в выражение, определяющее $F_{ок}$, вводятся экспериментальные поправки в соответствии с формулой, определяющей размер колбасного батона. На каждой стадии термической обработки

$$L_i = K_i L_0,$$

где L_i — радиус продукта на i-той стадии термической обработки, м; K_i - эмпирический коэффициент, характеризующий расширение продукта при термической обработке ($K_I = 1$; $K_{II} = 1{,}023$; $K_{III} = 1{,}045$); L_0 — радиус батона перед началом термической обработки, м.

$$\tau_к = \frac{F_{ок} L_i}{\alpha} + 60\tau_{кон},$$

где $\tau_к$ — продолжительность термической обработки колбасных изделий; $F_{ок}$ — критерий; L_i — радиус колбасного батона, м; $\tau_{кон}$ — время, необходимое для удаления конденсата.

$$\tau_{кон} = (2—0{,}46\mathrm{Bi})(21T_н - 8),$$

$$\mathrm{Bi} = \frac{\alpha}{\lambda} L;$$

где α — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); λ коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); L - радиус батона, м.

Предложенный метод определения продолжительности термической обработки вареных колбасных изделий может найти применение при проектировании вновь создаваемого и для контроля существующего оборудования.

Варят охлажденные, размороженные и соленые мясопродукты. В промышленных условиях варка субпродуктов и мяса либо предварительный процесс приготовления колбасных, ливеропаштетных изделий, баночных консервов из вареного мяса, либо

основной процесс при изготовлении колбасных изделий (ливерных, вареных, сосисок, сарделек, полукопченых и варено-копченых) и соленостей в вареном виде (вареные окорока, рулеты и т. д.).

Для штучных мясопродуктов состояние кулинарной готовности характеризуют не только показатели, свойственные колбасным изделиям, но также и определенную степень гидротермического распада коллагена внутри мышечной соединительной ткани. Так, в нормально сваренном окороке распадается около 35—40% коллагена. Греющей средой при варке штучных изделий могут служить, как и для варки колбасных изделий, горячая вода, паровоздушная смесь, влажный воздух и металлическая поверхность (в случае варки в формах). Для всех этих случаев имеет место влажный нагрев значительно длительное время. Поэтому потери составных частей продукта дополняются потерями в результате обменной диффузии с окружающей средой.

Соотношение между количествами воды и продукта, размеры продукта, температура и продолжительность варки будут влиять на общую величину потерь. Как влияет температура варки на величины общих потерь, можно проиллюстрировать на примере нагрева небольших кусков свинины в течение 1 ч:

Температура, °С	60	70	75	80	85	90
Уменьшение массы, %	21,1	34,3	37,8	38,2	42,0	43,6

Эти потери значительны и сказываются прежде всего на выходах. Например, при варке окороков в воде можно наблюдать следующую картину:

Температура, °С	70	75	80	85	90
Выход, % к сырью	86,6	84,3	80,8	79,7	74,0

Возрастание потерь с повышением температуры сопровождается увеличением количества выплавляющегося жира. В среднем потери при варке соленой свинины (в % к начальному содержанию): воды — 25—30, азотистых веществ (в основном глютина и экстрактивных веществ) — 5—7, соли, нитрита и других минеральных веществ — более 50, жира — до 5 к массе свинины. В случае варки копченых изделий в воде теряется некоторое количество коптильных веществ. Обезвоживание при тепловой обработке приводит к увеличению жесткости продукта. Следовательно, при варке необходимо стремиться поддерживать низкую температуру, чтобы получить более нежный и сочный продукт. По этой причине варку следует вести при температуре 68—70 °С по всей толще продукта.

При температуре варки не более 60—65 °С миоглобин и гемоглобин не разрушаются. При повышении температуры отщепляется простетическая группа и в бульон переходит часть пигментов (при варке соленых изделий — нитрозопигмента).

При варке нитрит взаимодействует с аминокислотами

$$RCHNH_2COOH + HNO_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow RCHOHCOOH + N_2 + H_2O$$

В результате нитрит распадается и его количество снижается в 40—50 раз.

Для производства штучных сосисок без оболочки используют роторный коагулятор, который позволяет придать фаршу форму сосисок. Фарш в коагулятор подают по трубопроводу диаметром 56 мм нагнетателями, позволяющими наполнять две или четыре формы ротора. Формы в устройстве нагревают посредством пара или горячего воздуха при температуре греющей среды 126—133 °С. Наилучшее качество сосисок получается при давлении заполнения форм $(1{,}18—1{,}47) \cdot 10^5$ Па.

Сформованные сосиски из роторного коагулятора попадают на конвейер транспортирования, комплектования и укладки в термоагрегат. Термическую обработку сосисок производят горячим воздухом при 100—110 °С. Продолжительность цикла нагрева 30 мин. При этих условиях сосиски выходят с температурой внутри батончика 70—73 °С. После окончания варки сосиски поступают в зону охлаждения водой (температура понижается на 10—12 °С), а затем в камеру интенсивной сушки и охлаждения воздухом, температура которого 7—10 °С, скорость движения до 2 м/с. Сосиски охлаждают до температуры 12—15 °С в центре батончика. Готовые сосиски после выхода из термоагрегата группируют по 4—5 шт. и направляют на упаковку под вакуумом в полимерную пленку.

К штучным изделиям, подвергаемым варке, относят части свиных, говяжьих и бараньих туш, предварительно обработанные и приготовленные для непосредственного употребления в пищу в вареном или копчено-вареном виде. Перед варкой их сортируют по массе с разрывом в 1 кг, так как продолжительность варки зависит от размера окорока.

Окорока, рулеты, корейки, грудинки варят в котлах с ложным решетчатым дном, под которым располагают паровые змеевики. Изделия навешивают на палки и полностью погружают в воду, нагретую до 95—100 °С. После погружения температуру поддерживают для окороков 70 или 82 °С. При температуре 70 °С продолжительность варки устанавливают из расчета 55 мин, а при 82 °С — 45 мин на 1 кг массы окорока.

Рулеты, корейки и грудинки после посола или копчения варят также в котлах при температуре воды 75—80 °С. Продолжительность варки устанавливают из расчета 50—55 мин на 1 кг массы продукта.

После варки изделия обмывают под горячим душем, развешивают на рамах и после остывания до 40—45 °С и зачистки при необходимости охлаждают в камерах при 0—2 °С 12—24 ч.

При варке в формах греющей средой является металлическая поверхность. В этом случае мы имеем дело с влажным нагревом в результате выделения образующегося бульона. Варка в формах имеет ряд преимуществ: уменьшаются потери продукта, допускается замена водяного обогрева паровым, обеспечивается более высокий санитарный уровень производства. При варке в формах благодаря меньшей потере мясного сока продукт получается сочным и вкусным. Выделившиеся при варке бульон и жир остаются в форме, образуя при застывании желе. Выход продукции увеличивается — 93—95%.

Сырьем для выработки ветчины в форме служат малосоленые тамбовские, московские и воронежские окорока или передние и задние окорока соленых беконных полутуш в шкуре, без шкуры и с частично снятой шкурой массой 6—8 кг. Предварительно посоленные свиные окорока сортируют по массе с разницей не более 1 кг, после чего отрезают подбедерок и рульку, удаляют кости, хрящи, сухожилия и излишний жир. Бескостный окорок плотно укладывают в металлическую форму, подобранную в зависимости от массы окорока. Пустоты заполняют мясом того же окорока так, чтобы направление их мышечных волокон совпадало с направлением волокон окорока. Заполненную форму накрывают крышкой и подпрессовывают. Варят в воде или, что удобнее, в металлических шкафах паром. Температуру 100 °С вначале поддерживают в течение 20—30 мин, затем снижают до 75 °С и оставляют без изменений до конца варки. Продолжительность варки устанавливают из расчета 50 мин на 1 кг ветчины. Затем из форм сливают бульон, продукт охлаждают в течение 1 ч и подпрессовывают крышкой до отказа, а затем окончательно охлаждают в течение 12 ч при 0—2 °С.

Для оплавления застывшего бульона и жира на стенках охлажденные формы с ветчиной кратковременно обогревают горячей водой. Ветчину извлекают опрокидыванием форм. Затем ветчину зачищают от бульона и жира, завертывают в пергаментную бумагу или целлофан и направляют в реализацию. Для упрощения этой операции, улучшения качества и увеличения выхода готовой продукции МТИММПом предложено покрывать внутреннюю поверхность форм антиадгезионной, гидрофобной кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94 (полиэтилгидроксилоксан). Покрытие можно наносить окунанием или распылением на нагретую до 40—60 °С форму и закалять потом при 170—190 °С в течение 2,5—3 ч. После охлаждения в обработанных таким образом формах ветчина свободно извлекается под действием собственной массы и не требует предварительного обогрева.

Запекание. Запекание применяют к тем колбасным изделиям, которые выпускают без оболочки и подвергают термической обработке в металлических формах. К таким изделиям относят мясные хлебы, изготавливаемые по разнообразным рецептам, но

по составу фарша представляющие собой разновидность вареной колбасы, и паштеты, являющиеся ливерной колбасой без оболочки.

Температура запекания колбасных изделий значительно более высокая, чем варки и копчения. Запекание может быть в формах и без них. При запекании на поверхности мясных хлебов создается твердая корочка для защиты фарша от влияния вредных факторов.

Хлебы запекают при постепенном повышении температуры от 70 до 150 °С в течение 3,5 ч (для хлебов массой 2 кг). Продукт считается запеченным при достижении в центре него температуры 68 °С. Некоторые сорта мясных хлебов после остывания и уже вынутые из форм вторично помещают в печь на противни, смазанные жиром, для подрумянивания в течение 30—40 мин при температуре 150—170 °С.

При запекании без форм мясные хлебы после формовки укладывают на противни и запекают при 120 °С в начале и 140 °С в конце.

При запекании обезвоживается наружный слой вследствие испарения воды и возникновения термовлагопроводности. Температура внешнего слоя повышается, и в нем начинают протекать процессы пирогенетического распада составных частей фарша, в результате которых образуются химические вещества, частью летучие, обладающие специфическим приятным ароматом и вкусом.

Процесс разложения с образованием веществ, вызывающих ощущение аромата и вкуса, начинается при 105 °С и усиливается с повышением температуры.

На большинстве предприятий мясные хлебы, окорока, буженину и карбонат запекают в ротационных печах с газовым или электрообогревом. В нижней части печи размещают обогревающие устройства, температуру которых регулируют включением различного числа горелок или секций электронагрева.

В верхней части корпуса сделано отверстие с шибером для удаления паров и продуктов сгорания в самостоятельную вытяжную вентиляцию. С боков корпус печи закрывается торцевыми стенками, на которых крепятся ротор с люльками и привод. В зависимости от производительности применяются шахтные (конструкция Московского мясокомбината) и горизонтальные или пенальные (конструкция Ленинградского мясокомбината) газовые печи. Для получения более тонкой и мягкой корочки на поверхности продукта в печь подают пар.

Если первую фазу тепловой обработки проводить не горячим воздухом, а горячей водой, то можно сократить ее продолжительность. Большой эффект получается при использовании электронагрева сопротивлением, но для этого необходимо иметь специальные формы, у которых дно и две противоположные стенки выполнены из диэлектрического материала. При этом

способе запекания продолжительность сокращается до 12—15 мин (мясной хлеб массой 3 кг), температура в толще хлеба 70 °С. После запекания продукцию охлаждают до 6—10 °С, а затем упаковывают.

Копчение-запекание. Если запекание проводить не горячей водой или паром, а использовать горячие дымовые газы, то процесс будет называться копчением-запеканием. Этот процесс имеет ряд преимуществ. Так, исключаются потери составных частей продукта за счет диффузии в воду, поэтому выход готовой продукции больше, чем при варке. Кроме того, уменьшаются потери жира и сока, а следовательно, продукт будет иметь лучший вкус, запах и нежную консистенцию.

При копчении-запекании коэффициент теплоотдачи меньше, поэтому температуру греющей среды поддерживают на более высоком уровне.

Такой термической обработке можно подвергать все виды соленых изделий, которые варят. Обработку дымовыми газами проводят в обжарочных камерах горячими дымовыми газами в две фазы. Например, при копчении-запекании окороков в первой фазе изделия прогревают до 40—50 °С в толще и подкапчивают. При этом температура в камере поддерживается на уровне 95—100 °С, продолжительность 2—3 ч. Во второй фазе температуру поддерживают 75—80 °С, доведя ее в толще продукта до 68 °С. Продолжительность копчения-запекания зависит от массы и толщины изделия и колеблется от 6 до 12 ч. Для исключения чрезмерного усыхания продукта в камеру подают пар. При копчении-запекании необходимо следить, чтобы не было оплавления жира. При начале оплавления немедленно снижают температуру, а затем постепенно повышают ее.

ОХЛАЖДЕНИЕ

Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения надлежащего товарного вида после тепловой обработки колбасные изделия охлаждают на воздухе или холодной водой. Применяют двухстадийную холодную обработку: вначале холодной водой, а затем в камерах воздушного охлаждения. При охлаждении водой сокращается продолжительность процесса в результате повышения коэффициента теплоотдачи. При этом наиболее благоприятный для развития оставшейся микрофлоры диапазон температур в центре мясопродуктов 30—35 °С, процесс протекает быстрее. Потери массы вследствие испарения уменьшаются примерно в 8 раз. Одновременно при охлаждении водой с поверхности батонов смываются жировые подтеки, остатки бульона и другие загрязнения, предотвращается морщинистость оболочки.

На первой стадии изделия охлаждают под душем водопроводной водой температурой 10—15 °С в течение 10—30 мин или

путем интенсивного орошения из форсунок в течение 5—15 мин (в зависимости от диаметра батона). Охлаждение проводят до температуры в центре батона 27—30 °С, так как при последующем охлаждении водой поверхность продукта не успевает просохнуть и возможна быстрая микробиальная порча увлажненных колбас.

После охлаждения водой колбасные изделия на этих же рамах направляют в камеры охлаждения, где поддерживают температуру воздуха 4 °С и относительную влажность около 95%. Продолжительность этой стадии охлаждения от 4 до 8 ч. К концу охлаждения температура изделий должна достигать 8—15 °С. Охлаждать до более низкой температуры колбасы не рекомендуется, так как при последующем транспортировании и реализации они могут увлажняться в результате конденсации влаги на их поверхности. В этом случае колбасная оболочка тускнеет, внешний вид изделий ухудшается и создаются благоприятные условия для развития плесени.

Колбасы в целлофановой оболочке под душем не охлаждают.

Для улучшения товарного вида колбасных изделий и снижения расхода воды на их охлаждение рекомендуется использовать форсунки с мелким распылением. ВНИКИМПом разработана технология быстрого охлаждения вареных колбас сначала водой, а затем в туннелях в потоке воздуха скоростью 1—2 м/с и температурой 10 °С.

Процессы обжарки, варки и охлаждения могут осуществляться в раздельных камерах или агрегатах. Предпочтительнее использовать либо универсальные камеры периодического действия, в которых последовательно проводят процессы обжарки, варки и охлаждения, либо термоагрегаты непрерывного действия. Достоинство универсальных камер заключается в возможности варьировать длительность тепловой обработки, их можно использовать при выработке широкого ассортимента изделий в случае ограниченного объема производства. Применение универсальных камер способствует снижению трудовых затрат, потерь массы продукта, улучшению его качества и повышению производительности труда.

Термоагрегаты непрерывного действия созданы двух типов: цепные и рамные. В термоагрегатах ПТУ-61 (ЧССР), ТАР-9 и ТАР-10 (СССР) продукция, навешенная на палки, транспортируется внутри туннеля по подвесному пути на рамах с помощью конвейера.

СУШКА МЯСОПРОДУКТОВ

Сушка является завершающим этапом технологического цикла производства сырокопченых, сыровяленых, варено-копченых колбас и соленокопченых изделий из свинины. Цель сушки — путем понижения влажности и увеличения относительного содер-

жания поваренной соли и коптильных веществ в мясопродуктах повысить их устойчивость к действию гнилостной микрофлоры. Кроме того, увеличивается содержание сухих питательных веществ в единице массы готового продукта, улучшаются условия его хранения и транспортирования.

Если при обезвоживании варено-копченых колбас процесс не осложняется какими-либо сопутствующими явлениями, кроме некоторых потерь коптильных веществ во внешнюю среду, то при всей кажущейся внешней простоте сушка сырых (сырокопченых, сыровяленых) колбасных изделий относится к числу наиболее сложных технологических процессов. На протяжении почти всего периода сушки в продукте происходят сложные физико-химические и биохимические изменения, вызываемые тканевыми ферментами и микроорганизмами (созревание колбас). При этом наблюдается разрушение первоначальной клеточной структуры мышечной ткани и образование однородной, монолитной структуры, присущей готовому изделию.

Как известно, деятельность ферментов и развитие микрофлоры тесно связаны с наличием достаточного количества влаги и с концентрацией в ней электролитов (хлорида натрия). Поэтому развитие деструкции, структурообразования и общее состояние микрофлоры (в частности, степень отмирания нежелательных бактерий) главным образом зависят от хода обезвоживания продукта, т. е. его интенсивности и распределения влажности внутри батона.

В свою очередь, характер развития структурообразования и связанные с этим величина усадки и изменение влагопроводности материала существенно влияют на интенсивность внутреннего переноса влаги. При относительно больших размерах высушиваемого колбасного батона это влияние приобретает значение решающего фактора, определяющего возможности интенсификации процесса сушки.

Формирование структуры колбас. Монолитная структура, свойственная готовому продукту, начинает формироваться с момента наполнения фаршем оболочки и происходит в период осадки, копчения и сушки продукта. Изменяющиеся условия на протяжении этих технологических стадий существенным образом влияют на специфику формирования структуры. При обезвоживании на основе конденсационных связей образуется пространственный структурный каркас вследствие агрегирования белков, которые выходят из структуры волокон во внешнюю среду в результате их механического и ферментативного разрушения.

Взаимосвязь между степенью ферментативной деструкции, уровнем структурообразования и скоростью обезвоживания заключается в том, что низкий уровень ферментативной деструкции приводит к уменьшению выхода белкового компонента в непрерывную фазу (растворы белков и электролитов), в связи с чем ухудшается вторичное структурообразование и падает

скорость обезвоживания системы. С повышением уровня ферментативной деструкции указанные процессы протекают более интенсивно. Увеличению выхода в непрерывную фазу белковых веществ способствует также рост концентрации поваренной соли в системе.

Величина скорости сушки обратно пропорциональна уровню водосвязывающей способности продукта и зависит от величины pH среды, наличия концентрации и определенных свойств электролитов непрерывной фазы, степени изменения первоначальной структуры белковых частиц — количества и активности гидрофильных центров. Характер действия ионов различных солей на взаимодействие полярных групп белковых молекул может проявляться в интенсификации процесса взаимоблокирования гидрофильных центров с одновременным уменьшением способности белков к гидратации и усилением процессов их коагуляционного взаимодействия. При этом возможно технологически направленное снижение величины водосвязывающей способности белковых веществ с возрастанием доли свободной и слабосвязанной влаги на основе введения в мясной фарш веществ-коагулянтов, допущенных к использованию в пищевой промышленности, например ионов Ca^{++} в виде раствора хлорида кальция.

Таким образом, формирование структуры готового продукта складывается из противоположно направленных процессов ферментативной деструкции и вторичного структурообразования, протекающих на фоне обезвоживания продукта. Присутствие коагулянтов в фарше ускоряет процесс вторичного структурообразования, снижает степень гидратации белков и создает условия для возрастания доли свободной влаги в продукте, тем самым способствуя ее более эффективной эвакуации при сушке.

Роль показателя pH фарша. Одним из основных технологических условий производства является снижение значения pH до величины, близкой к изоэлектрической точке белков мяса (в интервале 5,1—5,5). Данный диапазон pH предопределяет снижение уровня водосвязывающей способности фарша, создает лучшие условия для взаимодействия белковых частиц и формирования монолитной структуры готового продукта, является оптимальным для образования нитрозопигментов, ответственных за интенсивность окраски сырых видов колбас. От величины pH фарша зависит характер развития микроорганизмов и количественное накопление продуктов их метаболизма.

В свою очередь, снижение величины pH фарша во время созревания является следствием как автолитических процессов, так и активного развития молочнокислых форм микроорганизмов с накоплением молочной кислоты.

Роль микрофлоры в процессе созревания-сушки колбас. Устойчивость к микробиальной порче сырокопченые и сыровяленые колбасы приобретают в результате обезвоживания и селектив-

ного развития микрофлоры. В фарше колбас, поступающих на сушку, встречается большое количество разнообразных микроорганизмов, которые лишь частично желательны и необходимы для протекания процесса созревания колбас в нужном направлении. В условиях постепенного обезвоживания фарша, увеличения концентрации соли и снижения величины pH количественно-видовой состав микрофлоры существенно изменяется. В первые дни сушки тормозится рост грамотрицательных бактерий на фоне беспрепятственного роста молочнокислых бактерий и микрококков. В конце сушки грамотрицательные бактерии полностью отмирают, а количество молочнокислых микроорганизмов после достижения максимума несколько снижается. Жизнеспособность молочнокислых форм микроорганизмов объясняется их кислото- и солеустойчивостью, способностью развиваться в широком диапазоне температур при относительно низком содержании влаги.

При сбраживании сахара, находящегося в фарше, микроорганизмами образуются молочная, уксусная, пировиноградная и муравьиная кислоты, накопление которых способствует как снижению величины pH, так и подавлению роста грамотрицательных, в том числе патогенных, микроорганизмов. При этом повышается активность молочнокислых, липолитических и протеолитических микроорганизмов и микрококков, участвующих в ферментативном гидролизе белков и триглицеридов с образованием летучих жирных кислот, карбонильных соединений и свободных аминокислот.

Благоприятную трансформацию микрофлоры и ее ферментативную активность в процессе созревания-сушки можно регулировать и направлять за счет введения в состав исходного фарша специальных бактериальных препаратов и добавок.

Формирование вкусоароматических характеристик колбас. Количественное накопление вкусоароматических веществ и степень выраженности аромата и вкуса сырокопченых и сыровяленых колбас непосредственно связаны как с глубиной развития ферментативных процессов при созревании-сушке, так и с деятельностью микрофлоры. Наличие у этих видов колбас специфического запаха и вкуса обусловлено в основном присутствием карбонильных соединений (альдегиды, кетоны), соединений со смешанными функциями (альдегидо- и кетокислоты), серосодержащих компонентов (меркаптаны и др.), органических кислот, фенолов, спиртов, эфиров. При этом только совокупность этих соединений создает присущий готовому продукту вкусоароматический «букет».

Выраженность отдельных оттенков аромата и вкуса зависит от вида соединений, их количества, пороговой концентрации. Наиболее интенсивным ароматом обладают альдегиды и соответствующие им кислоты, спирты и эфиры. Летучие жирные кислоты, имеющие в составе углеродной цепи 8—10 атомов С,

обладают также выраженной интенсивностью запаха, что позволяет коррелировать процесс формирования аромата и вкуса колбас с количеством образовавшихся летучих жирных кислот. Кроме них, на вкусоароматические характеристики существенно влияют молочная кислота как продукт ферментативного расщепления углеводов и сахаров, а также пептиды и свободные аминокислоты, образующиеся в результате протеолитических изменений белков под действием собственных ферментов мяса и ферментов микробиологического характера. В сырокопченых колбасах указанные процессы протекают на фоне проникновения коптильных веществ дыма (фенолы и др.) в толщу батона, что придает им своеобразный вкус и аромат.

Формирование окраски колбас. Особенности механизма формирования окраски сырокопченых и сыровяленых колбас определяются наличием относительно невысоких температур ведения процесса, постепенным снижением влагосодержания, ростом концентрации поваренной соли и присутствием денитрифицирующих бактерий.

Выраженность окраски колбас зависит от степени влияния этих факторов на способность находящегося в фарше нитрита натрия восстанавливаться до оксида азота с последующим образованием нитрозомиоглобина или гемоглобина, преобразующихся в стабильные соединения хромогена розово-красного цвета.

Невысокая температура ведения процесса и постепенное увеличение концентрации поваренной соли ингибируют активность естественных ферментных систем, что оказывает негативное влияние на реакцию цветообразования. Сдвиг pH в кислую сторону в ходе созревания-сушки несколько ускоряет процесс цветообразования.

В этих условиях важная роль принадлежит микрофлоре, содержащейся в фарше колбас. В частности, микрококки, обладая высокой способностью восстанавливать нитрит, сбраживать углеводы, редуцировать молочную кислоту и образовывать каталазу, позволяют регулировать процессы ароматообразования и стабилизации окраски.

Мясной фарш как объект сушки. По коллоидно-физическим свойствам фарш сырокопченых и сыровяленых колбас, как и многие пищевые продукты, относится к классу капиллярно-пористых коллоидных тел, для которых характерны наличие разнообразных форм связи влаги с материалом и явления набухания и усадки стенок капилляров при их обводнении и обезвоживании. Размеры и форма капилляров, пустот и пор в фарше зависят также от истинной формы частиц мясной ткани и шпика, процентного их соотношения друг к другу, взаимного расположения и распределения во всей его массе, от избыточного давления при наполнении фарша в колбасную оболочку, от консистенции мясной части и шпика.

В процессе сушки мясной фарш изменяет свои первоначальные свойства. Эти изменения обусловлены удалением жидкости из тела и сопровождаются нарушением ее связи с телом, на что затрачивается определенная энергия, характеризующая форму связи влаги с веществом. Согласно схеме П. А. Ребиндера, построенной на основе учета энергии связи с материалом, все формы связи делятся на три большие группы: химическая связь (ионная и молекулярная связь); физико-химическая связь (адсорбционная и осмотическая связь) и физико-механическая связь (связь в микро- и макрокапиллярах, структурная связь).

Для уточнения характеристики форм связи влаги с материалом и определения кинетики последовательного удаления влаги различных форм и видов связи в процессе сушки проводится анализ изотерм сорбции исследуемого продукта. Изотермы сорбции описывают состояние динамического равновесия между влажностью материала и относительной влажностью окружающего воздуха. Максимальная влажность, которая может быть достигнута материалом путем сорбции влаги из воздуха при его полном насыщении водяным паром, т. е. при $\varphi = 1$, называется гигроскопической. Влажностное состояние материала при его влагосодержании, равном гигроскопическому или меньшим его, называется гигроскопическим. Для этого состояния материала характерна связь влаги в виде мономолекулярной, полимолекулярной адсорбции и связь влаги в микрокапиллярах ($r < 10^{-5}$ см). Состояние материала при влагосодержании больше гигроскопического называется влажным состоянием. Для этого состояния характерна осмотическая связь влаги и связь влаги в макрокапиллярах ($r > 10^{-5}$ см).

На рис. 99 представлены изотермы сорбции-десорбции для составных частей фарша и самого фарша сырокопченых колбас. Общий характер кривых сорбции *(1)*-десорбции *(2)* свидетельствует, что фарш сырокопченых и сыровяленых колбас является типичным представителем класса капиллярно-пористых коллоидных тел. Равновесная гигроскопическая влажность W_r^c для шпика, свинины, говядины, сырокопченых колбас столичной и московской соответственно равна: 9%; 11; 37; 13,5; 26,5%. Жирность мяса влияет на величину его максимальной гигроскопической влажности: для свинины $W_r^c = 11\%$, для говядины $W_r^c = 37\%$. Это говорит о том, что при равных условиях сорбции пара из окружающей среды ($\varphi = 1$) влагосвязывающая способность у говядины выше, чем у свинины. Увеличение содержания жира в мясе затрудняет доступ диполей воды к гидрофильным центрам белковых молекул, ослабляя молекулярно-силовое поле гидрофильных центров. Из этого следует, что при одинаковых режимных параметрах обезвоживания скорость сушки будет выше у колбас, имеющих в своем составе больше свинины и шпика.

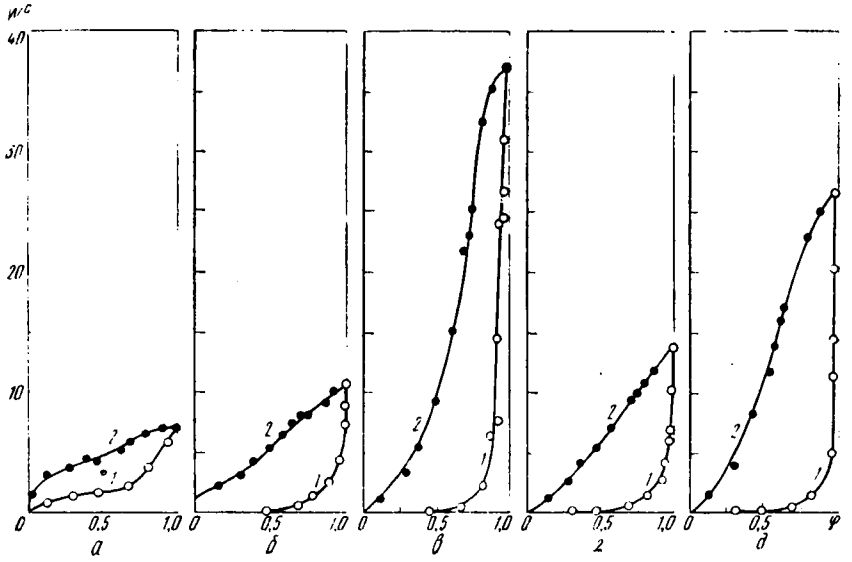


Рис. 99. Кривые сорбции-десорбции:
а — шпик; *б* — свинина; *в* — говядина; *г* — колбаса столичная, *д* — колбаса московская

Для определения форм связи удаляемой из мясного фарша в процессе сушки влаги необходимо учитывать технологические особенности производства сырых видов колбас. На сушку сырокопченые колбасы поступают с влажностью 70—80%, а иногда и несколько более 100% к сухому веществу. Влажность сыровяленых колбас, не подвергавшихся копчению, достигает 120—150%. Сушка заканчивается, когда влажность продукта снижается примерно до 40% к сухому веществу. Таким образом, конечная влажность готового продукта является больше его равновесной гигроскопической влажности, и формами связи влаги, удаляемой в процессе сушки, являются связь влаги в макрокапиллярах и осмотическая связь.

При сушке колбас в производственных условиях наблюдается существенное различие в содержании влаги (в 1,5 раза и более) между внешним и внутренним слоями колбасного батона. При этом влажность внешнего слоя становится меньше равновесной гигроскопической влажности и к указанным формам связи удаляемой влаги добавляется связь влаги в микрокапиллярах внешнего слоя.

Внутренний и внешний влагоперенос. Разность парциальных давлений водяного пара на поверхности колбасного батона и в окружающей среде вызывает диффузию пара в направлении от поверхности продукта к потоку воздуха, определяя внешний влагоперенос в процессе сушки. В результате внешнего влагопереноса создается градиент влажности внутри колбасного

батона, благодаря которому начинается перемещение влаги из внутренних, более влажных слоев, к внешним.

В условиях мясоперерабатывающих предприятий сырые виды колбас сушат в кондиционируемых помещениях. Разность температур приточного воздуха и воздуха, выходящего из помещения, невелика (0,5—1,5 °С). Температура продукта достаточно быстро (по сравнению с общей продолжительностью процесса) сравнивается с температурой камеры. Если пренебречь колебаниями температуры при загрузке и выгрузке продукта из сушильной камеры, то для инженерного расчета влагоперенос при сушке колбас приближенно можно рассматривать как изотермический процесс, описываемый уравнением

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left[a_m\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)\right],$$

где U — текущее влагосодержание продукта, кг/кг; τ — время, с; x — текущая координата, м.

Для решения дифференциального уравнения второго порядка необходимо задать краевые условия, т. е. установить закон взаимодействия поверхности батона с окружающей средой (граничное условие), и знать влажность в любой точке колбасного батона в начальный момент времени (начальное условие).

Допуская, что к началу процесса сушки ($\tau = 0$) влага равномерно распределена по сечению батона, начальное условие записывается следующим образом:

$$U = (x;\ 0) = U_0 = \text{const}.$$

Граничное условие можно представить в виде баланса влаги для поверхности: количество влаги, переместившееся изнутри батона к его поверхности, равно количеству влаги, переместившейся с поверхности батона в окружающую среду,

$$-a_m \rho_0 (\partial U/\partial x)_{x=R_к} = \alpha_m (P_б - P_в),$$

где ρ_0 — плотность абсолютно сухого вещества продукта, кг/м^3; $R_к$ — радиус поверхности колбасного батона, м; α_m — коэффициент влагообмена, отнесенный к разности парциальных давлений водяного пара над поверхностью батона $P_б$ и в окружающем воздухе $P_в$, кг/м^{2}сПа.

Если учесть, что интенсивность влагоотдачи зависит от разности влагосодержаний поверхности батона и окружающего воздуха, то уравнение примет вид

$$-a_m (\partial U/\partial x)_{x=R_к} = \beta (U_б - U_р),$$

где β — коэффициент влагообмена, отнесенный к разности влагосодержания на поверхности батона $U_б$ и равновесного влагосодержания $U_р$, м/с.

Уравнение с начальными и граничными условиями при допущении о постоянстве входящих в их состав коэффициентов влагопереноса было решено аналитическим путем проф. А. М. Бражниковым. Результатом решения явилось получение выражения,

описывающего распределение влажности в колбасном батоне в процессе его сушки

$$U(x;\tau)=\frac{-2\beta(U_0-U_p)}{R_к}\left(\frac{x^2-R^2_к}{4a_m}-\frac{R_к}{2\beta}\right)\exp\left|-\frac{16a_m\beta\tau}{R^2_к\cdot 4a_m}\right|.$$

Коэффициент диффузии влаги уменьшается по мере снижения влажности фарша как вследствие усадки продукта, так и из-за увеличения в нем доли более прочно связанной влаги. Причем для внешнего слоя он оказывается в 3—4 раза меньше, чем для внутренних слоев. Как было выяснено ранее, основными формами связи удаляемой влаги в продукте являются макрокапиллярная и осмотическая. Осмотический влагоперенос прямо пропорционален градиенту осмотического давления, которое является функцией влагосодержания тела, и имеет значительно меньшую скорость в сравнении с молярным движением жидкости под действием капиллярных сил, тем самым лимитирует общий поток влаги в продукте. В свою очередь, молярный перенос жидкости в макрокапиллярах прямо пропорционален квадрату их радиуса.

При влагосодержании фарша $U_р=0{,}65$ кг/кг и $T=293$ К наибольший объем занимают капилляры с эффективным радиусом в пределах $0{,}3—1\cdot10^{-2}$ и $3{,}5—4\cdot10^{-4}$ см, а для влагосодержания $U_р=0{,}16$ кг/кг и $T=293$ К наибольший средний эквивалентный радиус находится в пределах $4{,}8\cdot10^{-7}<r<6{,}6\cdot10^{-7}$ см. Таким образом, усадка продукта в процессе сушки определяющим образом влияет на величину коэффициента диффузии влаги. Вследствие того что скорость обезвоживания внешнего слоя значительно выше скорости обезвоживания внутренних слоев (рис. 100) и явления усадки протекают в нем более интенсивно, потеря влагопроводности внешнего слоя является основным сдерживающим фактором, замедляющим процесс сушки.

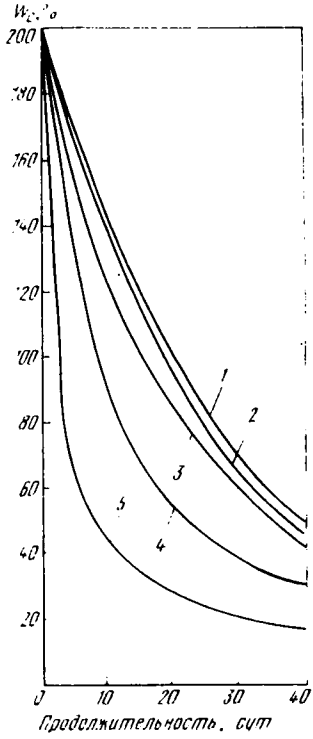


Рис. 100. Кривые сушки мясной части сыровяленой колбасы:
1 285 К; $q_н$ 84%; $q_к$ 60%; *1* — $x=0$; *2* — $x=5$ мм; *3* — $x=10$ мм; *4* — $x=15$ мм; *5* — внешний слой

Из рис. 100 также видно, что в процессе сушки влажность внешнего слоя становится меньше равновес-

ной гигроскопической влажности и из него начинает удаляться влага микрокапилляров, обладающая большей энергией связи.

Пересушивание внешнего слоя приводит к потере им усадочных свойств, следствием чего является образование внутренних пустот и разрывов в продукте.

Коэффициент диффузии влаги можно определить из выражения

$$a_m = 0{,}5(dU/d\tau)R_к R_г/4\left[\left(U_0^{0{,}5B/(1-B)}U^{(1-1{,}5B)/(1-B)}\right)-U\right].$$

Из уравнения следует, что для определения a_m надо знать среднеинтегральную скорость сушки $\partial U/\partial\tau$, соответствующую текущему влагосодержанию U, среднее начальное влагосодержание тела U_0, гидравлический радиус батона $R_г$ (отношение объема к поверхности) и коэффициент $B=(U_к-U_р)/U_0$ (где $U_к$ — среднее критическое влагосодержание).

Коэффициент влагообмена β определяют по формуле

$$\beta = 4a_m(U-U_б)/R_к(U_б-U_р).$$

Рациональные параметры сушки могут быть обеспечены в том случае, когда изменяющиеся во времени влагопритоки от продукта будут увязаны с относительной влажностью воздуха в сушильной камере. Задаваясь допустимым перепадом влажности внутри колбасного батона ΔU, можно определить закономерность изменения относительной влажности воздуха φ в зависимости от влажности продукта

$$\varphi = 1-R_к a_m f\Delta U(U_0-U_р)^2\rho_0(f+U_{кон})/2R_н N_н(U-U_р)^2,$$

где f — относительная площадь поверхности колбасных батонов, м²/кг; $U_{кон}$ — конечное влагосодержание продукта, кг/кг; $N_н$ — начальная скорость сушки, м/с; $R_н$ — радиус колбасного батона, м.

Потенциалом внутреннего переноса влаги при изотермическом режиме, к которому приближается режим сушки колбас, является градиент влагосодержаний внутри образца. Из этого следует, что для ускорения процесса сушки надо увеличивать градиент влагосодержаний, тем самым интенсифицируя внутренний влагоперенос. Однако снижение влагосодержания внешнего слоя приводит к замедлению процесса сушки вследствие его уплотнения и повышения гидравлического сопротивления переносу влаги.

Специфика сушки сырых видов колбас, характеризуемая легкостью образования пересушенного поверхностного слоя, требует вести процесс таким образом, чтобы создать внутри продукта дополнительную движущую силу переноса влаги, например в виде температурного градиента, одинаково направленного с влажностным в результате охлаждения поверхности продукта. Вследствие эффекта термовлагопроводности (перемещение влаги по направлению потока тепла) это позволило бы повысить скорость внутреннего влагопереноса и уменьшить

пересушивание внешнего слоя. В этом случае

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left[a_m\left(\frac{\partial U}{\partial x} + \delta\frac{\partial T}{\partial x}\right)\right],$$

где δ — относительный коэффициент термодиффузии влаги, равный отношению коэффициента термодиффузии влаги a_m^T к коэффициенту диффузии влаги a_m.

Получение температурного градиента, одинаково направленного с влажностным, возможно при неизотермическом ведении процесса сушки, когда температура воздуха в камере циклично меняется с большей на меньшую. Такие режимы сушки называются осциллирующими. Возможно также получение температурного градиента, одинаково направленного с влажностным, при постоянной температуре воздуха в сушильной камере вследствие избирательного циклического нагрева продукта энергией сверхвысоких частот.

Для облегчения проникновения влаги через колбасную оболочку, обладающую ограниченной паропроницаемостью, и прилегающий к ней уплотненный слой продукта целесообразно использовать сушку в вакууме, позволяющую создать перепад парциальных давлений водяных паров по обе стороны уплотненного внешнего слоя и колбасной оболочки.

Перенос водорастворимых веществ. Перемещение жидкости в процессе сушки и ее испарение с поверхности продукта сопровождается переносом водорастворимых веществ и концентрацией последних в зоне испарения жидкости. Вследствие этого возникает градиент их концентрации, направленный от центра к периферии продукта. Концентрация соли во внешних слоях продукта способствует интенсификации переноса осмотически связанной влаги из внутренних слоев. При сушке соленых изделий рост концентрации соли во внешнем слое может привести к выпадению кристаллической соли на поверхности. Поэтому перед копчением и сушкой их вымачивают.

В ходе сушки во внешнем слое перераспределяются коптильные вещества в результате их проникновения в центральную часть продукта и уноса их с поверхности окружающим воздухом. В центральную часть продукта коптильные вещества переносятся с незначительной скоростью, что не обеспечивает концентрации, достаточной для получения бактерицидного эффекта.

Техника сушки. Колбасы и копчености сушат в сушильных камерах, снабженных кондиционерами для поддержания требуемых параметров воздуха ($\varphi = 75\%$, $T = 285$ К). Колбасы развешивают на вешалах, которые размещают в несколько ярусов в зависимости от высоты помещения, или на рамах. Между батонами оставляют промежутки, достаточные для свободной циркуляции воздуха. Расстояние между ярусами 0,6 м, от пола до нижнего яруса 1,2 м, от верхнего яруса до потолка 0,2—

0,4 м. Средняя продолжительность сушки зависит от вида изделия. Сырокопченые колбасы сушат 25—30 сут, а иногда до 90 сут, варено-копченые — 5—10 сут до влажности 30—40%, полукопченые — 0,5—2 сут до влажности 40—50%. Полукопченые колбасы направляют на сушку в том случае, если влажность этих колбас выше допустимой, а также когда они предназначены для длительного транспортирования.

Обычно в производственных условиях поддерживать требуемые температуры и относительную влажность воздуха по всему объему сушильной камеры не представляется возможным, так как движение воздуха в сушилках значительно только вблизи воздуховодов. Поэтому скорость сушки колбас, находящихся в середине зала (застойные зоны), во много раз отстает от скорости сушки колбас, расположенных вблизи окон воздуховодов. Кроме того, подача и выгрузка продукта осуществляются неравномерно, а термовлажностные параметры партий колбас, загружаемых в сушильную камеру, отличны от тех же параметров колбас, уже находящихся в ней. Измерения, произведенные сотрудниками ВНИИМПа в сушилках Московского мясокомбината, показали, что температура колебалась в пределах 10—19 °С, а относительная влажность воздуха от 44 до 90%. Различие влажности по высоте достигало 10% и более.

Между тем установлено, что даже при сравнительно небольших отклонениях параметров воздуха по объему сушильной камеры (например, $\Delta T = \pm 0{,}5$ К, $\Delta\varphi = \pm 5\%$) длительность сушки изменяется в пределах 7 сут. В связи с этим на практике во избежание ухудшения качества продукции и удлинения сроков сушки возникает необходимость перевешивания колбасных батонов, что вызывает непроизводительные затраты труда.

Ввиду неэффективного массообмена в процессе сушки происходит пересушивание изделий, вызванное необходимостью высушить в достаточной степени внутренние слои колбасного батона, что снижает выход и качество готового продукта.

В последнее время наметились тенденции по совершенствованию традиционных режимов и техники сушки колбас. На Московском мясокомбинате введен в строй завод по производству сырокопченых колбас производительностью 24 т в смену, построенный по проекту Гипромясо. Завод оснащен автоматизированным коптильным оборудованием, подъемниками и штабелерами для перемещения рам с колбасой от подъемников в сушильную камеру и установки их в ней рядами по три рамы по высоте. Снизу и сверху каждого ряда расположены воздуховоды для подачи воздуха ($\varphi = 75\%$, $T = 285$ К). С целью усреднения термовлажностных параметров среды в сушилке направление подачи воздуха периодически изменяется на противоположное. Для снижения негативного влияния загрузки и выгрузки продукта на параметры воздушной среды в камере последняя разделена на отсеки по четыре ряда рам в каждом.

Полностью исключить влияние операций по загрузке и выгрузке продукта и обеспечить рациональные термовлажностные параметры воздуха в процессе сушки позволяют агрегатированные автономные сушилки камерного типа вместимостью 0,3; 0,6; 1,6 и 3,2 т (по готовому продукту). Камеры собираются из щитовых панелей и снабжаются установками тепловлажностной обработки воздуха. Система может работать с полной рециркуляцией воздуха или с добавлением наружного воздуха до 10%. В камерах предусмотрено канальное реверсивное воздухораспределение. Процесс сушки автоматизирован по температуре (T = =285 К) и снижающейся относительной влажности воздуха ($\varphi_н$=90%, $\varphi_к$=55%). Относительная влажность, количество циркулирующего воздуха, а также его направление на противоположное изменяются согласно заданной программе.

Во МТИММПе разработан процесс осциллирующей вакуумной сушки сыровяленых колбас с использованием СВЧ-энергоподвода. Колбасные изделия, находящиеся в вакууме, циклично нагреваются с помощью СВЧ-энергии. Между циклами их выдерживают в вакууме в условиях радиационного охлаждения, причем по мере высушивания изделий глубина вакуума и температура нагрева изделий увеличиваются. Процесс сушки длится около 5 сут. Для обеспечения качественных показателей готового продукта в исходный состав фарша вводят многокомпонентную смесь (углеводы, хлорид кальция, аскорбиновая кислота, смесь бактериальных культур) с целью ускорения ферментативного созревания на стадии осадки-конвективной сушки (в течение 10—12 сут), предшествующей обезвоживанию ускоренным способом.

Солено-копченые мясопродукты, изготовляемые из свинины, сушат (вялят) до конечного содержания влаги, не превышающего 45% к массе продукта. Продолжительность этого процесса составляет для шейки и филея 10 сут, грудинки (при отгрузке) — 1, окорока сибирского — 5—7, окорока тамбовского и воронежского (для длительного транспортирования) — 3, окорока советского — 2 сут.

УПАКОВЫВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Для сохранения товарного вида и качества во время транспортирования колбасные изделия упаковывают для местной реализации в металлические или деревянные ящики. Колбасы полукопченые и копченые, предназначенные для дальних перевозок и длительного хранения, заливают жиром, засыпают опилками или покрывают защитными покрытиями для предохранения от микробиальной порчи, плесени, излишней усушки и загрязнений.

Колбасные изделия хранят в камерах, оборудованных подвесными путями или стеллажами, в которых поддерживается

определенная температура и относительная влажность воздуха. Вареные колбасы хранят в охлажденном состоянии до 48 ч, ливерные — до 8 ч (при температуре не выше 6 С и относительной влажности в пределах 95%). Продолжительность хранения полукопченых колбас составляет не более 10 сут при температуре не выше 12 °С и относительной влажности 75%. Сырокопченые колбасы хранят в ящиках или бочках в сухом и темном помещении. При температуре 12 °С и относительной влажности 75% продолжительность их хранения составляет не более 4 мес, при —2÷—4 °С — не более 6, а при —7÷—9 °С — не более 9 мес.

Особенности производства колбасных и соленых изделий

ЛИВЕРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

К ливерным относятся колбасы, изготовленные преимущественно из вареных субпродуктов. Для изготовления ливерных колбас используют разнообразное сырье, поступающее из холодильника и других цехов и непригодное по структуре для выработки вареной, полукопченой и копченой колбас (печень, легкие, рубец), а также коллагенсодержащее сырье, получаемое при обвалке и жиловке мяса и требующее длительной разварки. В фарш ливерной колбасы, как и в фарш паштетов, добавляют жир для приобретения мажущейся консистенции и клеящие вещества для придания необходимой вязкости. Для получения такой пластической структуры сырье необходимо варить. Образующийся при этом желатин застудневает при охлаждении и дает упругий, несколько непрочный пространственный каркас. Структура продукта становится прочной и упругой.

Сырье, применяемое для выработки ливерных колбас и паштетов, является хорошей средой для развития бактерий. В основном преобладают термоустойчивые и термофильные микроорганизмы, не погибающие при варке. Благоприятные условия для развития этой микрофлоры может создавать плохое санитарное состояние машин, оборудования, помещения, где обрабатывается сырье. Общая микробиальная обсемененность может достигать до 500 тыс. клеток в 1 кг фарша.

В настоящее время применяют два способа производства ливерных колбас: холодный и горячий. При холодном способе сырье варят, охлаждают до температуры, близкой к 0 °С, а затем направляют в производство. Бульон, который добавляют при составлении фарша в куттере, тоже охлаждают до температуры, близкой к температуре застудневания. Температура после куттерования не должна превышать 10—15 °С.

При горячем способе производства сырье после жиловки варят и направляют для выработки в горячем состоянии и следят за тем, чтобы температура его сохранилась вплоть до вар-

ки не ниже 50 °С, а температура добавляемого после упаривания бульона — не ниже 80 °С. В промышленности применяют в основном горячий способ, так как при нем можно организовать непрерывно-поточное производство ливерных изделий.

Сырье, поступающее для производства ливерных колбас, жилуют, освобождая его от наиболее крупных частей, имеющих низкую пищевую ценность (жилы, хрящи, сухожилия, железы и т. д.). Затем мясо и субпродукты нарезают на куски и варят. Варкой преследуется две цели: частичное обезвоживание и разрушение коллагеновых волокон, богатых клейдающими веществами.

Сырье, не содержащее грубых и прочных коллагеновых образований (мясо, щековина, печень), кратковременно варят (бланшируют) в течение 15—20 мин, а с грубыми коллагеновыми образованиями варят 3—4 ч. Субпродукты каждого вида варят в отдельности. Бульон, получаемый при варке, упаривают для повышения концентрации и добавляют в куттер при составлении фарша.

Вареное и бланшированное сырье освобождают от грубых соединительнотканных образований, хрящей и костей, измельчают на волчке, а потом на куттере. К концу измельчения в куттер добавляют соль, специи, бульон (до 20%), если это предусмотрено рецептурой.

Измельченный до однородной, хорошо связанной массы фарш шприцуют в кишечную оболочку. Варку производят в воде или паром 40—60 мин в зависимости от диаметра батона. Готовую продукцию охлаждают под душем. Для некоторых сортов колбас предусмотрено копчение 24 ч холодным способом.

Вследствие однородности фарша ливерных колбас процесс их производства механизирован на линии, разработанной ВНИКИМПом. Линия рассчитана на производство ливерных колбас III сорта из мякотных субпродуктов. Из-за совмещения процессов бланшировки и измельчения в центробежной машине АВЖ резко сокращаются как время, так и транспортные расходы. Для транспортирования используют шнековые транспортеры и ротационные насосы. Выход готовой продукции на этой линии выше на 25% в сравнении с обычным способом.

Производство зельцев сходно с производством ливерных колбас, только в зельцах твердую часть фарша измельчают на небольшие кусочки, а монолитная масса связывается застывшим бульоном, который получают из субпродуктов, богатых клейдающими веществами. Используемые для зельцев мясо, щековину, свиные головы солят с добавлением нитрита и сахара. Затем головы варят 2—4 ч, охлаждают, отделяют мягкие ткани от костей. Бульон упаривают. Твердую часть фарша нарезают на куски 15—20 мм, а клейдающие измельчают на волчке. В мешалке составляют фарш, добавляя специи и бульон (6 л бульона на 100 кг фарша). Фарш наполняют в пузыри

или широкие оболочки, варят в воде при температуре 85—90 °С в течение 1—2 ч до температуры в центре 72 °С. После варки прессуют 10—12 ч при температуре 3—4 °С. После прессования продукт опускают в кипяток на 3 мин с целью удаления с поверхности жира и застывшего бульона.

Сохранение естественной тканевой структуры этих продуктов в отличие от сырых видов колбас обусловлено значительно меньшей степенью влияния на нее микробиальных и автолитических процессов. После подсушивания в готовых изделиях уменьшается жесткость и утрачиваются некоторые характерные свойства сырого продукта. Так же, как и при сушке колбас, с течением времени уменьшается неравномерность распределения коптильных веществ между внешними и внутренними слоями продукта. Часть коптильных веществ переносится во внешнюю среду. Эти явления продолжаются и в течение всего времени последующего хранения копченых продуктов.

КОМБИНИРОВАННЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В течение последних лет ученые и специалисты разных стран направляют свои усилия на создание комбинированных мясопродуктов, сочетающих в себе традиционные потребительские свойства и возможность использования в них полноценного сырья вместе с другими белоксодержащими веществами животного и растительного происхождения. Проведенные исследования показали перспективность разработок технологии высококачественных биологически полноценных комбинированных мясопродуктов, в рецептуру которых входят различные виды белоксодержащего сырья: молочные белки, плазма крови убойных животных, субпродукты II категории, белки сои, хлопчатника, подсолнечника, пшеницы, мясной обрези, костного белка и др.

Преимущества этого способа производства мясопродуктов состоят в возможности расширения производства наиболее популярных видов традиционной мясной продукции: более полном использовании мясного сырья (безотходное производство), основанном на привлечении дополнительных его источников — мяса после механической обвалки, субпродуктов II категории; перспективе использования белоксодержащих препаратов животного и растительного происхождения; снижении загрязнения окружающей среды.

Решение задачи создания полноценных комбинированных мясопродуктов необходимо увязывать с развитием нового направления в пищевой технологии — проектированием продуктов питания. Проектирование пищи — это сложная для решения проблема — компромисс между многими требованиями к пищевым продуктам. Таких ограничений много: химический состав, комплекс органолептических показателей в сочетании

с привычками людей, традициями, рациональными особенностями. Стойкость при хранении, упаковка, пищевая и биологическая ценность, сбалансированность по всем компонентам, доступность продуктов питания также имеют важное значение при решении этой проблемы.

Разработка теоретических основ создания комбинированных продуктов с учетом значительного количества указанных ограничений возможна лишь на основе использования методов математического моделирования с широким применением ЭВМ.

Рост производства комбинированных мясопродуктов связан не только с экономией мясного сырья и рациональным использованием белковых препаратов. Одной из основных целей их создания является получение новых продуктов высокого качества, обладающих сбалансированными для различных профессионально-возрастных групп населения медико-биологическими показателями.

При производстве комбинированных мясопродуктов возникают новые процессы: структурирование (образование микроструктуры), текстурирование (образование макроструктуры). В ряде случаев создают из белковых препаратов пищевые волокна, которые в готовом продукте наиболее полно воссоздают традиционную консистенцию.

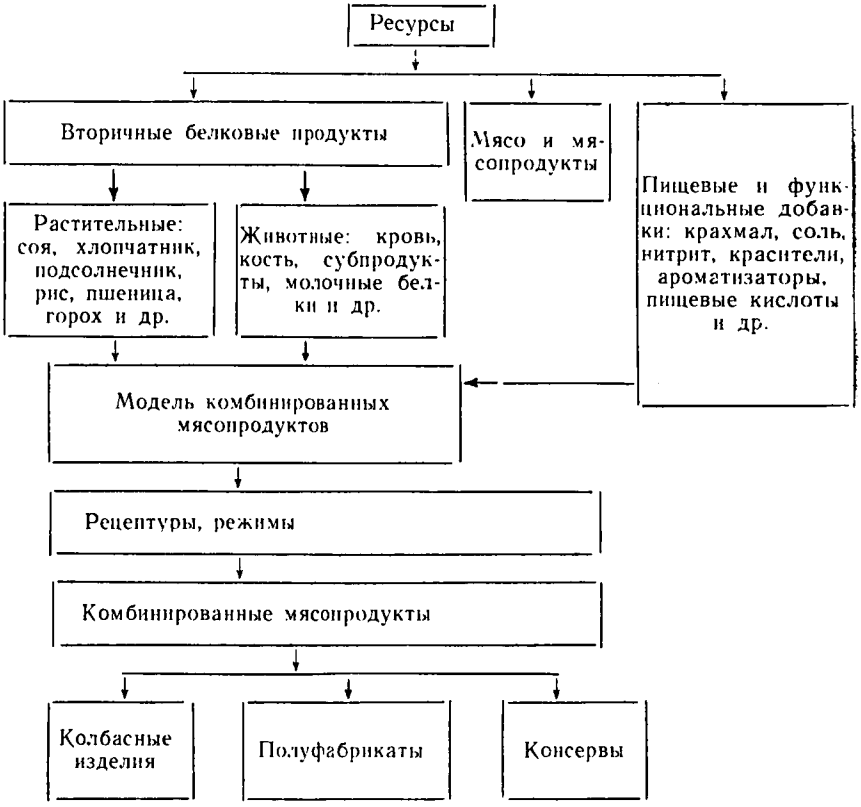
Имеется ряд способов создания структуры и текстуры: дестабилизация пищевых систем ионами металлов, например Ca^{++}; использование явления взаимодействия белок — полисахарид, в основном с использованием пектина; периодические замораживание и оттаивание продуктов, что приводит к концентрации белковой составляющей; фильерное и бесфильерное прядение пищевых волокон; экструзия и др.

Развитие этого направления находится в начальной стадии, поэтому технология в этой области еще не устоялась. По-видимому, предпочтительнее будет пока название «комбинированные продукты питания».

Общая принципиальная схема производства комбинированных мясопродуктов приведена на с. 345.

Модель комбинированных продуктов питания достаточно сложна, так как содержит ряд структурных элементов, характеризующую общую энергетическую ценность продукта, оптимизированные аминокислотные и жироэнергетические составы, соотношение жира и белка и ряд квалиметрических показателей. В общем объеме модели пока нет, но существуют отдельные ее элементы. Рассмотрим лишь один частный случай, касающийся белковой составляющей.

При разработке таких продуктов совершенно очевидна основополагающая роль медико-биологических аспектов. Поэтому, рассматривая вопрос, по какому принципу и в каких пропорциях применим тот или иной белковый ингредиент в рецептурах комбинированных продуктов, необходимо прежде



всего учитывать эквивалентность заменяемого сырья по биологической ценности.

Многочисленные отечественные и зарубежные исследования показывают, что биологическая ценность пищевых белков, под которой по существующим в настоящее время представлениям понимают зависящую от их аминокислотного состава и других структурных особенностей степень задержки азота пищи в теле растущего организма или эффективность его использования для поддержания азотистого равновесия у взрослых, зависит в основном от содержания в них незаменимых аминокислот. Для наиболее полной утилизации белка важно не только наличие в достаточном количестве каждой из них, но и их соотношение.

Для сравнения различных белков, исходя из аминокислотного состава и неадекватности их использования в организме человека, необходимо отнести долю используемого количества незаменимых аминокислот к полному содержанию их в источнике белка. Полученная таким образом величина есть коэффициент использования белка φ, который определяется как отношение используемого количества незаменимых аминокис-

лот данного белка к полному содержанию в нем незаменимых аминокислот. Существует еще ряд подобных коэффициентов, которые характеризуют использование белка. Выражение, характеризующее коэффициент использования белка, имеет вид

$$\varphi = A_k/F_h \sum_{j=1}^{8} F_j \Big/ \sum_{j=1}^{8} A_j,$$

где $\sum_{j=1}^{8} F_j$ — сумма незаменимых аминокислот «идеального» белка FAO/WHO, г в 100 г белка; $\sum_{j=1}^{8} A_j$ — сумма незаменимых аминокислот исследуемого белка, г в 100 г белка.

«Идеальный» белок FAO/WHO представлен в табл. 49.

Коэффициент использования белка дан в табл. 50.

Данные табл. 49, 50 могут быть использованы при проектировании комбинированных мясопродуктов (конкретные модель и программу их расчета на ЭВМ изучают в лабораторном практикуме).

Технология приготовления фарша вареных колбасных изделий с применением белковых компонентов имеет свои особенности. При использовании небольших доз (до 2%) соевые или молочные белки можно добавлять в колбасный фарш в сухом

Таблица 49

Аминокислота	«Идеальный» белок FAO/WHO		Аминокислота	«Идеальный» белок FAO/WHO	
	A	C		A	C
Изолейцин	4,0	100	Фенилаланин+	6,0	100
Лейцин	7,0	100	+тирозин		
Лизин	5,5	100	Треонин	4,0	100
Метионин+цистин	3,5	100	Триптофан	1,0	100
			Валин	5,0	100

Примечание. A — аминограмм, г; C — химический скор, %.

Таблица 50

Источник пищевого белка	φ	Источник пищевого белка	φ
Говядина	0,883	Овес	0,605
Свинина	0,862	Горох, фасоль	0,579
Изолят семян хлопчатника	0,823	Изолят семян подсолнечника	0,485
Рожь	0,721	Плазма боенской крови	0,482
Молоко	0,692	Пшеница	0,452
Картофель	0,684	Кукуруза	0,449
Изолят соевого белка	0,626	Пшеничный глютен	0,339
Рис	0,609		

виде, при этом применяемое оборудование должно обеспечивать интенсивное измельчение и полную гидратацию белка.

Гидратация белковых препаратов. Для гидратации белковых препаратов на 1 ч. казеината натрия или изолированного соевого белка добавляют 4 ч. воды, на 1 ч. концентрированного соевого белка — 3 ч. воды. В куттер, куттер-мешалку или мешалку-измельчитель вводят воду, белковый препарат и обрабатывают в течение 2—4 мин. Для окрашивания гидратированных белковых препаратов добавляют 1—2% цельной пищевой крови или 0,5—1% ферментных элементов крови к массе гидратированных белков. Можно также добавлять 0,03% перца черного или белого и чеснока. Общая продолжительность обработки белков 3—5 мин.

Гель соевого белка или гидратированный казеинат используют непосредственно после его приготовления. Хранение при 0—4 °С не более 24 ч. Использование соевого белка в виде геля имеет преимущество по сравнению с применением его в сухом виде, так как приводит к повышению выхода продукта в среднем на 1%, улучшая качество готового продукта.

С целью рационального использования жира-сырца, получаемого при жиловке мяса, и функциональных свойств белковых препаратов целесообразно применять белково-жировые эмульсии в количестве 10% к массе основного сырья. Для приготовления белково-жировых эмульсий жиросырье и белковый стабилизатор предварительно измельчают на волчке. Белково-жировую эмульсию готовят холодным и горячим способами. Введение в фарш жира в связанном виде в составе белково-жировых эмульсий позволяет значительно снизить появление жировых отеков при термической обработке колбасных изделий.

Приготовление комбинированных продуктов. При составлении фарша вареных колбас сырье (с учетом добавленных при посоле соли или рассола), воду и лед, белковые препараты, белково-жировые эмульсии и другие компоненты взвешивают в соответствии с рецептурой.

При приготовлении фарша вареных колбасных изделий I и II сортов с применением белковых компонентов животного и растительного происхождения сначала в куттере, куттер-мешалке, мешалке-измельчителе или других машинах для приготовления фарша обрабатывают нежирное сырье с добавлением соли, фосфатов, частиц воды, раствора нитрита натрия (из расчета только на мясное сырье), белковых препаратов в сухом или гидратированном виде, белкового стабилизатора или смеси субпродуктов. После 5—7 мин обработки вводят полужирную свинину, белково-жировую эмульсию, кровь цельную, форменные элементы, препарат гемоглобина, аскорбиновую кислоту или ее производные, пряности. Обработку продолжают в течение 3—5 мин, за 2—3 мин до конца обработки добавляют

крахмал или муку. Общая продолжительность обработки фарша 8—12 мин.

После куттера или куттер-мешалки рекомендуется использовать машины тонкого измельчения. При этом продолжительность куттерования сокращается на 3—5 мин. Температура готового фарша 12—18 °С.

Уровень введения отдельных белковых препаратов в рецептуру различных вареных колбасных изделий ограничен (до 3 - 10%) вследствие снижения органолептических показателей готовых изделий, особенно таких, как консистенция, сочность, цвет. Одним из путей устранения этого недостатка является использование в рецептуре комбинированных колбасных фаршей белковых ингредиентов, образующих развитую микро- и макрокапиллярно-пористую структуру. В этой связи интерес представляет способность некоторых белковых фракций плазмы крови, дестабилизированных ионами кальция, образовывать пространственный каркас, являющийся структурной основой искусственно структурированных белковых продуктов. Вырабатывают несколько видов структурированных белковых заменителей мяса на основе плазмы крови в охлажденном и замороженном состояниях. В процессе изготовления плазму крови непосредственно после сепарирования (температура 30—35 С), охлажденную или размороженную (температура — 10÷3 °С) взбивают (аэрируют) с помощью высокооборотной пропеллерной мешалки или куттера в течение 3—5 мин. Согласно рецептуре в плазму крови вводят изолированный соевый белок или казеинат натрия пищевой, или соевый изолированный белок с казеинатом натрия пищевым, а также раствор хлорида кальция.

Коагуляцию фиксированной структуры искусственно структурированных белковых продуктов осуществляют в полиэтиленовых тазиках при —1÷+2 °С в течение 40—80 мин. Продукты охлаждают не более 12 ч с момента поступления в камеры охлаждения. После охлаждения до температуры в толще продукта 4 °С их направляют на промышленную переработку или на замораживание в морозильные камеры, туннельные морозилки или в морозильные аппараты до температуры в толще продукта —8 °С. Искусственно структурированные белковые продукты в охлажденном состоянии хранят при —1÷+2 °С не более 48 ч, а в замороженном — при —23÷—8 °С — не более 4 мес.

Применение искусственно структурированных белковых продуктов в технологии вареных колбас позволяет высвобождать при их производстве значительное количество мясного сырья и обеспечивает значительный экономический эффект.

В настоящее время разработаны новые мясные продукты, в рецептуру которых входят искусственно структурированные белковые продукты. Технология их изготовления имеет ряд

особенностей, в том числе и то, что структурирование происходит в самом процессе приготовления колбасы, а не отдельно.

Технологический процесс изготовления некоторых видов колбас включает процессы аэрации белковых препаратов. После стандартной обработки мясного сырья (измельчение, выдержка в посоле) готовят фарш.

При этом предварительно в чашу куттера заливают плазму крови и осуществляют в течение 2—3 мин ее аэрацию, в процессе которой вносят соевый изолированный белок или казеинат натрия, добавляют 0,4—0,5 л 25%-ного раствора хлорида кальция и интенсивно перемешивают компоненты. Общая продолжительность процесса 3—4 мин. Затем в куттер загружают говядину, нитрит натрия (если его не добавляли при посоле), воду (лед) и куттеруют в течение 3—5 мин; вносят свинину, специи и продолжают обработку еще 2—3 мин до полной готовности фарша. Общая продолжительность обработки 8—12 мин.

Температура готового фарша должна быть не выше 12—18 °С. Дальнейшая обработка фарша производится в соответствии с технологической инструкцией по производству вареных колбасных изделий.

В соответствии с другой технологией предусматривается использование белковой эмульсии. При приготовлении эмульсии в куттере к казеинату натрия добавляют холодную воду (30—35%), обрабатывают 6—8 мин, добавляют пектин (если он нужен по рецептуре), обрабатывают 10—12 мин, вносят жир и куттеруют в течение 3—5 мин. Соль добавляют за 2—3 мин до окончания процесса. Для получения эмульсии можно использовать мешалки с последующим пропусканием через машины тонкого измельчения. Белковую эмульсию используют непосредственно после приготовления или хранения при температуре 0—4 °С не более 3 сут. Последовательность обработки сырья при приготовлении фарша следующая. В куттере в течение 2—4 мин обрабатывают говядину с добавлением воды или льда, чеснока, пряностей, фосфатов, раствора нитрита. Затем вводят полужирную свинину и белковую эмульсию и обрабатывают 3—4 мин. В конце куттерования вносят аскорбинат натрия. Общая продолжительность обработки фарша на куттере 5—8 мин. Шприцевание фарша, вязку батонов, термическую обработку, охлаждение проводят так же, как при изготовлении вареных колбас.

Структурирование белковых компонентов можно осуществлять и в куттере (в случае отсутствия готовых структурированных белковых продуктов). Для этого в чашу куттера заливают плазму крови и проводят ее аэрацию, в процессе которой вносят порошкообразный изолированный соевый белок, казеинат натрия или их смесь в любом соотношении. Затем вводят 25%-ный раствор хлорида кальция. Продолжительность аэрации 3—4 мин. Полученную массу перемешивают в мешалке с вы-

держанным в посоле мясом, измельченным клейдающим сырьем и пряностями. В этом случае процесс стабилизации структуры происходит в период последующей выдержки полуфабриката перед термообработкой.

Принцип комбинированных мясопродуктов используют как в колбасном производстве, так и при изготовлении рубленых полуфабрикатов и фаршевых консервов, в рецептуру которых вводят от 17 до 30% СБП.

ПОЛУФАБРИКАТЫ И БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫЕ ВТОРЫЕ БЛЮДА

В перспективных планах развития мясоперерабатывающих предприятий большое внимание уделяется опережающему развитию производства полуфабрикатов. Их ассортимент разнообразен. Предприятия вырабатывают фасованные мясо и субпродукты, полуфабрикаты, быстрозамороженные вторые готовые мясные блюда.

Фасованные мясо и субпродукты

Технологическая схема производства фасованного мяса следующая: разделение и распиловка туш, полутуш, четвертин на сортовые отрубы; распиловка отрубов на порции; их взвешивание и доведение до стандартной массы; упаковывание и этикетировка порций; укладка их в тару (рис. 101). Для выработки используют говядину, телятину, баранину, козлятину I и II категории упитанности и свинину I и II категории, подсвинки в шкуре II категории, свинину II и III категории без шкуры или со снятым крупоном, обрезную. Их отрубы разделяют на сорта (рис. 102). К I сорту говядины относят отрубы с 1 по 6 (включительно); ко II — 7, 8; к III — 9, 10, 11. Баранину разделяют на I (отрубы 1—3) и II сорта (4—6); свинину на I (1—5) и II сорт (6, 7).

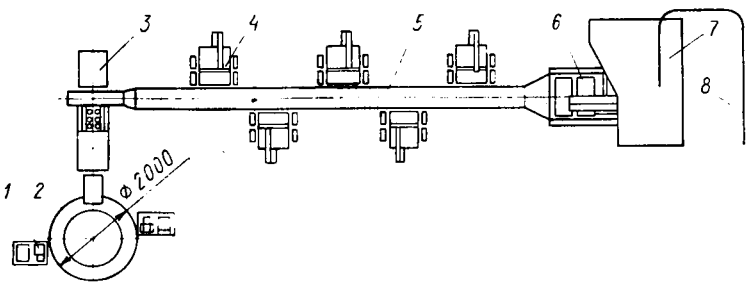


Рис. 101. Линия А1-ФРУ для фасования мяса:

1 — весы; *2* — поворотный стол; *3* — полуавтомат М6-ФУ2Г; *4, 6* — ленточные пилы; *5* — ленточный транспортер; *7* — приемный стол; *8* — подвесной полосовой путь

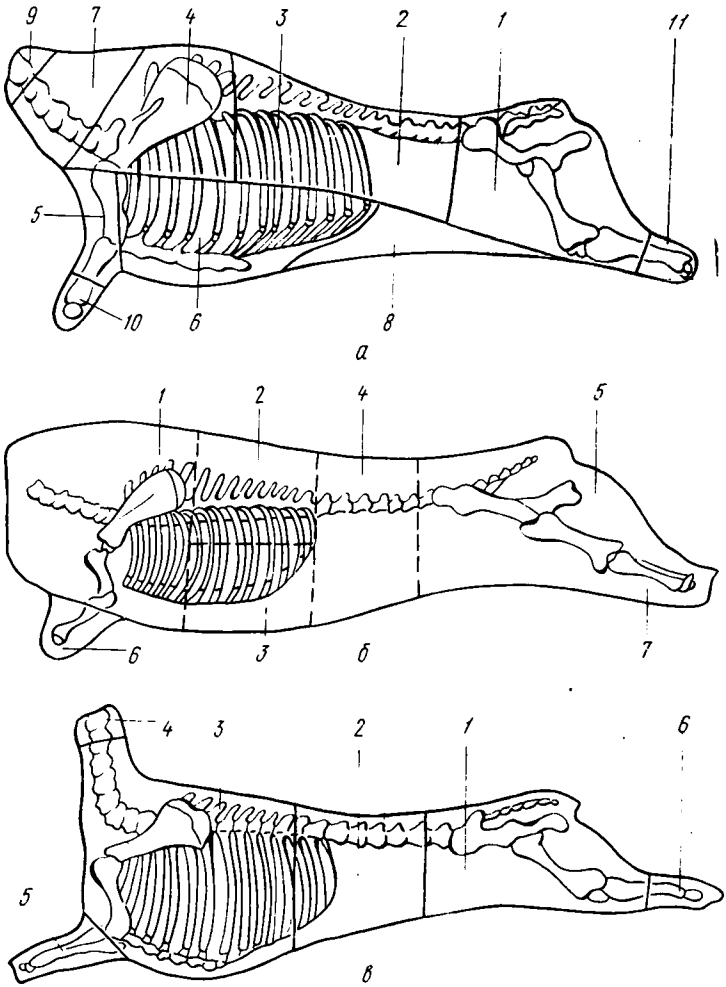


Рис. 102. Схемы разделки говядины (*а*), свинины (*б*), баранины (*в*) на сортовые отрубы при производстве фасованного мяса:
а: *1* — тазобедренный; *2* — поясничный; *3* — спинной; *4* — лопаточный; *5* — плечевой; *6* — грудной; *7* — шейный; *8* — пашина; *9* — зарез; *10* — передняя голяшка; *11* — задняя голяшка; *б*: *1* — лопаточная часть; *2* — спинная часть (корейка); *3* — грудинка; *4* — поясничная часть с пашиной; *5* — окорок; *6* — предплечье (рулька); *7* — голяшка; *в*: *1* — тазобедренный; *2* — поясничный; *3* — лопаточно-плечевой, включая грудинку и шею; *4* — зарез; *5* — предплечье; *6* — задняя голяшка

Фасованию подлежат все субпродукты I (за исключением мясной обрези) и II категории (за исключением свиных желудков, мяса пищевода и селезенки всех видов животных, сычугов бараньих и говяжьих, трахеи говяжьей и свиной, книжки говяжьей) целыми или разделенными на части. Мясо и субпродукты используют преимущественно в охлажденном состоянии.

Туши на сортовые отрубы распиливают на ленточной пиле РЗ-ААВ-ГУ. Сортовые отрубы и субпродукты разделяют на порции на пилах ПЛМ-2М и В2-ФРП, на поточно-механизированных линиях. Потери при разделке отрубов на порции и при фасовании (в виде опилок, мясной крошки, мелких кусочков) составляют 0,7—1,4% массы отрубов.

Фасованное мясо выпускают порциями массой нетто 250, 500 и 1000 г (отклонение ±1%) с наличием в порции не более двух довесков, составляющих не более 20% массы порции. Допускается выпускать фасованное мясо и субпродукты одним куском нестандартной массы от 0,4 до 1 кг. Каждую порцию упаковывают в салфетки или пакеты из целлюлозной, полиэтиленовой или поливиденхлоридной (повиден) пленок либо укладывают лотки из полистирола, поливинилхлорида или картона с полиэтиленовым покрытием.

Полуфабрикаты

Ассортимент выпускаемых промышленностью мясных полуфабрикатов весьма разнообразен: это полуфабрикаты крупнокусковые, мелкокусковые, мякотные, мясокостные, бескостные, рубленые, охлажденные и замороженные, детские.

Крупнокусковые полуфабрикаты. Крупнокусковые мясные полуфабрикаты — мягкие животные ткани, выделенные при обвалке в виде крупных кусков из определенных частей туш без глубоких надрезов мышечной ткани. От них отделяют только грубую поверхностную пленку и крупные сухожилия. Их вырабатывают в охлажденном и замороженном состояниях. Технологическая схема крупнокусковых полуфабрикатов следующая: разделка туш, обвалка и выделение крупнокусковых полуфабрикатов; упаковывание, замораживание (при изготовлении замороженных полуфабрикатов), маркировка и хранение.

Крупнокусковые полуфабрикаты изготавливают из говядины, баранины, козлятины I и II, а также свинины I—IV категории упитанности. Не допускается применение мяса быков, хряков, баранов и козлов, тощего и замороженного более одного раза. Для изготовления замороженных крупнокусковых полуфабрикатов используют только парное и охлажденное мясо.

К говяжьим полуфабрикатам (рис. 103) относят вырезку, длиннейшую мышцу (включает спинную и поясничную части), тазобедренную часть (верхний, внутренний и наружный куски), лопаточную (плечевой и заплечный куски), подлопаточную, грудную части, подкормку от говядины I категории (мышцы, снятые с реберной части с 4-го по 13-е ребро после отделения длиннейшей мышцы спины, подлопаточной и грудной части), котлетное мясо — куски мякоти различной величины из шейной части, пашины, межреберной части и обрезков, полученных при зачистке других крупнокусковых полуфабрикатов и костей

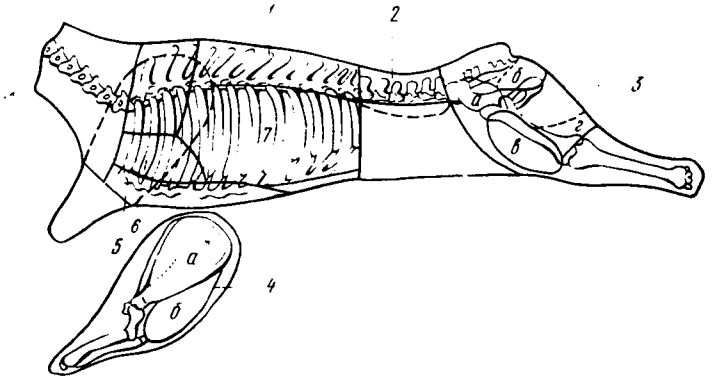


Рис. 103. Схема разделки на крупнокусковые полуфабрикаты говяжьей полутуши:

1 — спинная часть длиннейшей мышцы; *2* — ее поясничная часть; *3* — тазобедренная часть (*а* — верхний; *б* — внутренний; *в* — боковой; *г* — наружный куски); *4* — лопаточная часть (*а* — плечевой; *б* — заплечный куски); *5* — грудная часть; *6* — подлопаточная часть; *7* — покромка

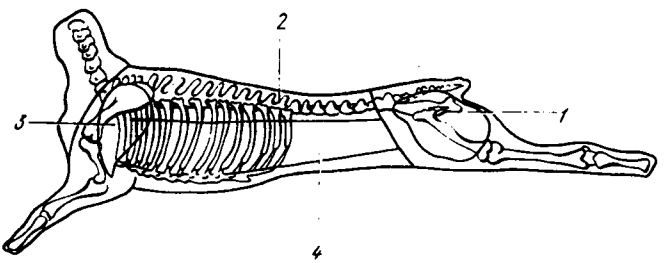


Рис. 104. Схема разделки на крупнокусковые полуфабрикаты бараньей полутуши:

1 — тазобедренная часть; *2* — корейка; *3* — лопаточная часть; *4* — грудинка

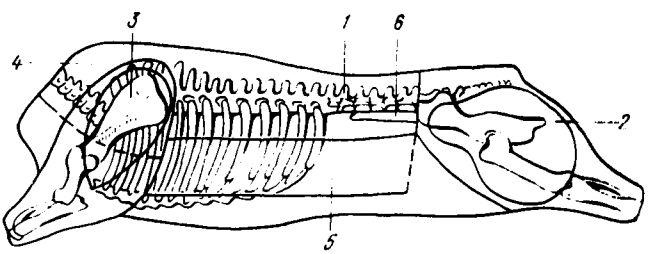


Рис. 105. Схема разделки на крупнокусковые полуфабрикаты свиной полутуши:

1 — корейка; *2* — окорок; *3* — лопаточная часть; *4* — шейно-подлопаточная часть; *5* — грудинка; *6* — вырезка

К бараньим полуфабрикатам относят (рис. 104) корейку, грудинку, тазобедренную, лопаточную части, котлетное мясо; к свиным (рис. 105) — вырезку, корейку, тазобедренную (окорок), лопаточную, шейно-подлопаточную части, котлетное мясо. Покромку от говядины II категории относят к котлетному мясу. Содержание жировой и соединительной ткани в котлетном мясе не должно превышать 20%.

Качество и выход крупнокусковых высокосортных полуфабрикатов зависят от метода обвалки. Обвалка в вертикальном положении имеет преимущества по сравнению с обвалкой в горизонтальном положении отрубов: бóльшая производительность труда, лучшее санитарное состояние производства и качество высокосортных крупнокусковых полуфабрикатов. При вертикальной обвалке их выделяют по фасциям без нарушения целостности мускулов, в результате чего сокращаются порезы мышечной ткани, увеличивается их выход на 1,5—2% и соответственно снижается выход котлетного мяса.

Для говядины I категории упитанности (с вырезкой) при выделении супового набора выход длиннейшей мышцы спины, тазобедренной части и вырезки составляет 27%, лопаточной, подлопаточной части, грудинки и покромки — 17, котлетного мяса — 50%.

Крупнокусковые полуфабрикаты, выпускаемые в замороженном состоянии, перед замораживанием формуют в блоки. Охлажденные полуфабрикаты упаковывают в пленку повиден с последующим вакуумированием. Возможно также заполнение пакетов инертным газом. Блоки замороженных полуфабрикатов упаковывают в полиэтиленовую или другие влагонепроницаемые пленки. Для отгрузки полуфабрикаты в блоках упаковывают в коробки из гофрированного картона или картонные изотермические контейнеры.

Крупнокусковые полуфабрикаты используют для общественного питания и в производстве порционных и мелкокусковых полуфабрикатов для розничной торговли.

Порционные, мелкокусковые мякотные, мясокостные и бескостные полуфабрикаты. Порционные полуфабрикаты изготавливают из крупнокусковых, нарезая их на отдельные порции. При этом главной задачей является получение максимального выхода порционных и мелкокусковых полуфабрикатов и минимального менее ценного котлетного мяса. Масса порций натуральных полуфабрикатов для розничной торговли составляет 125 г (отклонение ±3%). Возможен выпуск упакованных порций нестандартной массы.

Некоторые натуральные порционные полуфабрикаты используют для получения панированных полуфабрикатов. После взвешивания для размягчения тканей их отбивают с обеих сторон металлической тяпкой или в машине-рыхлителе, смачивают в лезьоне, который готовят, взбивая свежие яйца

с небольшим количеством воды в жидкую, слегка вязкую массу, и обваливают в панировочных сухарях. Лезьон и панировочные сухари предохраняют полуфабрикаты от потерь мясного сока.

Из говядины получают следующие порционные полуфабрикаты: вырезку, бифштекс натуральный, лангет, антрекот, зразы натуральные, говядину духовую, ромштекс; из свинины — вырезку, котлету натуральную, эскалоп, свинину духовую, шницель; из баранины — котлету натуральную, баранину духовую, шницель.

Мелкокусковые мякотные полуфабрикаты изготавливают путем нарезания на более мелкие кусочки сырья, оставшегося после выделения порционных полуфабрикатов, мелкокусковые мясокостные — из мясокостных частей (шейных, спинореберных, поясничных, грудных, крестцовых), полученных при неполной обвалке мяса всех видов.

Для каждого вида полуфабриката используют мясо определенной части туши. Лангет и бифштекс, а также бефстроганов, например, изготавливают из говяжьей вырезки; антрекот, ромштекс, бефстроганов и поджарку — из говяжьей длиннейшей мышцы спины; ромштекс, говядину духовую, поджарку, азу — из говяжьей тазобедренной части. Спинную часть свиной корейки с ребрами используют для натуральных котлет; бескостную поясничную часть — для эскалопа; тазобедренную часть — для шницеля натурального и мяса для шашлыка; лопаточную и шейно-подлопаточную части — для свинины духовой, гуляша и поджарки. Бараньи котлеты натуральные изготавливают из спинной части корейки с ребрами; эскалоп — из бескостной поясничной части; шницель натуральный и мясо для шашлыка — из тазобедренной части, а баранину духовую и мясо для плова — из лопаточной части.

Процесс выработки натуральных полуфабрикатов состоит из подготовки сырья, изготовления полуфабрикатов, порционирования и упаковывания. Подготовка сырья заключается в удалении костей, крупных соединительнотканных образований, излишнего жира. Изготовление полуфабрикатов сводится к нарезанию мякотного и распиливанию костного сырья на порции и кусочки, форма и масса которых предусмотрены для каждого вида полуфабрикатов стандартом. Масса порций мелкокусковых и мякотных полуфабрикатов для розничной торговли составляет 250 и 500 г, костных — 500 и 1000 г, для общественного питания их реализуют общей массой.

Для нарезания мелкокусковых и мякотных полуфабрикатов применяют машины типа шпигорезок. Для изготовления рагу и супового набора используют ленточные пилы или машины непрерывного действия.

Бескостные полуфабрикаты — это мякоть, выделенная из лучших частей мяса, зачищенная от сухожилий и грубых поверхностных пленок, имеющая ровную поверхность

Их упаковывают порциями массой (стандартной или нестандартной) 250—1000 г. Наименования их следующие: полуфабрикат натуральный бескостный высшего сорта из говядины; полуфабрикат для натуральных отбивных котлет из свинины; свинина для тушения; свиной бескостный полуфабрикат со специями; бескостный полуфабрикат из баранины.

Выход натурального полуфабриката высшего сорта из говядины или свинины составляет 22,4%, из баранины—36% к массе мяса на костях.

Охлажденные рубленые полуфабрикаты. Охлажденные рубленые полуфабрикаты вырабатывают в следующем ассортименте: котлеты (московские, домашние, киевские, крестьянские, мясо-картофельные, школьные), бифштекс рубленый, шницель рубленый московский, мясной фарш, рубленые котлеты, бифштексы, шницели. Кроме мясного сырья, при их изготовлении используют белковые компоненты: сухое обезжиренное молоко, сыворотку и плазму крови, растительные (соевые) и другие белковые препараты, яйца куриные, меланж, яичный порошок, свиную шкурку. В качестве жирового компонента добавляют жир-сырец говяжий и свиной, шпик несоленый. В рецептуру изделий входят также хлеб пшеничный не ниже I сорта, панировочные сухари, картофель, пюре сухое молочно-картофельное, специи.

Процесс изготовления рубленых полуфабрикатов включает подготовку сырья, замачивание и измельчение хлеба, измельчение мясного и жирового сырья, приготовление фарша, формовку полуфабрикатов, упаковывание, маркировку и хранение.

Формовку рубленых полуфабрикатов производят на автоматах АК-2М-40 (производительность 4 тыс. шт. в час), К6-ФАК-50/75 (производительность 20 тыс. котлет в час) и поточно-механизированных линиях К6-ФАК-200, К6-ФЛ1К-200. Бифштексы рубленые массой 250 г фасуют на автоматах АР-1М.

На линии К6-ФЛ1К-200 (рис. 106) фарш из бункера дозировочно-формующего устройства котлетного автомата заполняет цилиндрические емкости в барабане. При повороте барабана на 180° фарш вытесняется из них поршнями и укладывается в виде котлет на лотки.

Фарш мясной выпускают следующего ассортимента: натуральный говяжий, свиной, бараний, домашний, особый, для бифштексов. В рецептуру домашнего фарша входит 50% говяжьего сырья, 50% свиного или 20% особого говяжьего, 50% свиного и 30% соевого гидратированного белка.

Технологическая схема производства мясного фарша следующая: подготовка сырья (обвалка, жиловка мяса, гидратация соевого препарата), приготовление фарша (измельчение компонентов на волчке, перемешивание), фасование (в пергамент или кашированную фольгу на автомате АР1М карусель-

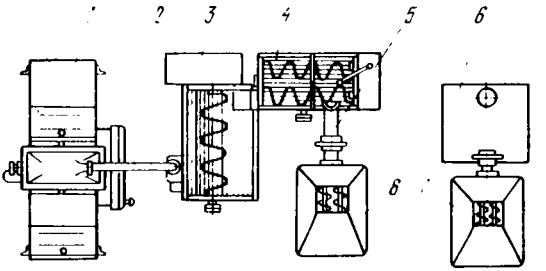


Рис. 106. Линия для производства мясных котлет:

1 — котлетный автомат; *2* — фаршепровод; *3* — накопитель с ротационным насосом; *4* — фаршемешалка; *5* — насадка; *6* — ванна для хлебной массы; *7, 8* — волчки

ного типа на порции 250, 500, 1000 г). Производительность автомата 2400—4320 упаковок в час. Для сети общественного питания фарш выпускают нефасованным массой нетто не более 10 кг.

Замороженные рубленые полуфабрикаты. К замороженным рубленым полуфабрикатам относятся фрикадельки, крокеты мясные, кнели диетические, кюфта по-московски, полуфабрикаты замороженные порционные из рубленого мяса (бифштексы, ромштексы, пельмени). Их рецептуры предусматривают рациональное использование сырья: в их состав включают мясную обрезь, котлетное мясо, жилованное мясо, мясо свиных и говяжьих голов, пищевода, калтыка, вареные рубец и свиной желудок, белковый стабилизатор, кровяную сыворотку и плазму, жировое сырье всех видов скота, молоко и молочные продукты, яйца и яйцепродукты, белковые препараты, соль, специи и др.

Фрикадельки, крокеты мясные, кнели диетические, кюфту по-московски изготавливают по следующей технологической схеме: приготовление фарша (жиловка, промывка измельчение мясного и жирового сырья на волчке, подготовка других компонентов), перемешивание с добавлением 18—20% воды к массе мясного сырья, формовка на автоматах ИП Киевского мясокомбината и других (масса одной фрикадельки 7—9 г, крокеты — 30±2 г), замораживание на лотках или стальной ленте в морозильных камерах и аппаратах до температуры не выше —10 °С, упаковывание в картонные пачки массой нетто 350, 500, 1000 г (для предприятий общественного питания россыпью в ящики из гофрированного картона массой нетто 10 кг, в мешки бумажные или полиэтиленовые — 6 кг). Схема организации производства фрикаделек на Останкинском мясоперерабатывающем комбинате представлена на рис. 107.

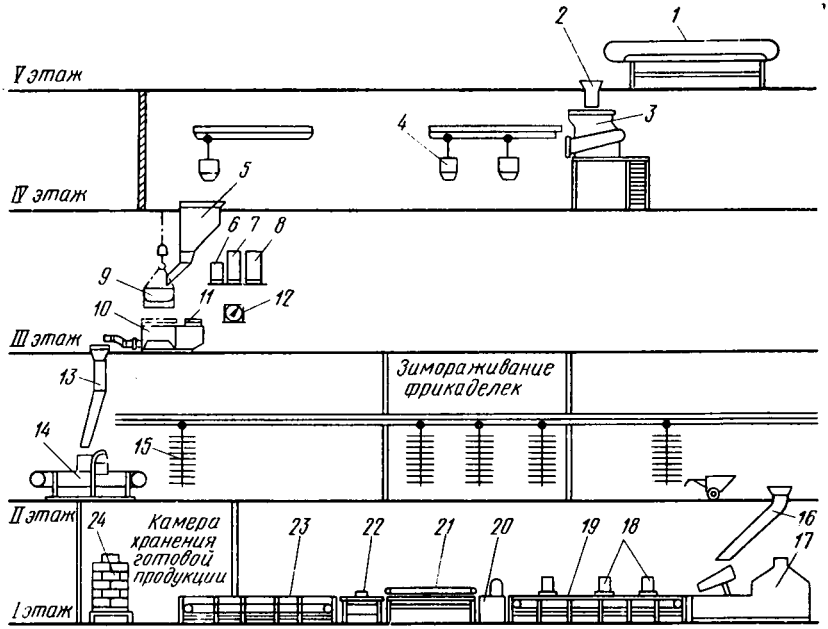


Рис. 107. Схема производства полуфабрикатов на Останкинском мясоперерабатывающем комбинате:

1 — конвейер обвалки и жиловки мяса; *2* — спуск жилованного мяса в волчок; *3* — волчок; *4* — ковш для транспортирования измельченного мяса; *5* — вертикальный дозатор; *6* — дозатор для меланжа; *7* — дозатор для рассола; *8* — дозатор для воды; *9* — ковш челюстной; *10* — универсальная фаршемешалка; *11* — ящик для специй; *12* — весы тензометрические; *13* — спуск для фарша; *14* — автомат для формования фрикаделек; *15* — рама с фрикадельками; *16* — спуск фрикаделек для подачи на фасование; *17* — автомат для фасования и упаковывания фрикаделек; *15* — рама с фрикадельками; *16* — спуск фрикаделек для подачи на фасование; *17* — автомат для фасования и упаковывания фрикаделек; *18* — весы; *19* — ленточный транспортер; *20* — машина для заклейки верхних клапанов пачек с фрикадельками; *21* — ленточный транспортер для подачи заклеенных пачек на групповое упаковывание; *22* — стол для группового упаковывания; *23* — ленточный транспортер для подачи групповых упаковок в камеру хранения; *24* — поддон с готовой продукцией

Полуфабрикаты, формованные из рубленого мяса (бифштексы замороженные), изготавливают из говяжьего и свиного сырья: жилованного или котлетного мяса или мясной обрези. Технологическая схема их производства своеобразна: жиловка, промывка сырья, замораживание до температуры —4÷—6 °С, измельчение замороженного сырья на блокорезке или волчке-дробилке на куски массой до 200 г, измельчение путем строгания на машине типа «Комитрол» на чешуйки размером 3×2× ×0,6 мм, перемешивание в шнековой мешалке, формование в виде брусков массой 3—5 кг, замораживание на лотках в камере до —10÷—15 °С и выдержка в камере до —4 °С, прессование на прессе «Дайка — Форт» для придания бруску одинаковой формы и плотности, нарезание на порции массой 100 или 125 г на машине «Павер — Кливер», панирование порций на машине,

упаковывание в ящики с укладкой полуфабрикатов на ребро.

Шницели порционные замороженные изготовляют из свиного и говяжьего котлетного мяса и мясной обрези, соевой дезодорированной муки, молока сухого по схеме: жиловка, промывка, измельчение на волчке (диаметр отверстий в решетке 14—25 мм), приготовление фарша на куттере, формование фарша в трубе из нержавеющей стали диаметром 100—110 мм или из непластифицированного поливинилхлорида ПВХ-100, замораживание при —33 °С или —25 °С до температуры внутри цилиндрических батонов —6 °С, выдавливание мороженых батонов из труб, нарезание на порции массой 125±5 г, упаковывание и маркировка (как для бифштексов).

Пельмени вырабатывают в широком ассортименте. При их изготовлении используют разнообразное сырье. Производство пельменей включает операции: приготовление теста и фарша, формовку, замораживание, упаковывание и маркировку. Прием, хранение, транспортирование муки в пельменное отделение осуществляются с использованием эффективной системы бестарного хранения. Внедрение этой системы на предприятиях повышает производительность труда (до 15%), снижает потери муки (до 10%), исключает применение тары (мешков), улучшает санитарное состояние производства.

Тесто готовят из смеси муки и раствора соли с меланжем, или свежей пищевой сывороткой, или казеинатом натрия. Мясное сырье жилуют, промывают. Рубец и свиной желудок варят 2—2,5 ч при 90 °С. Компоненты фарша измельчают на волчке (диаметр отверстий решетки 2—3 мм), смешивают их в мешалке. При выработке пельменей иркутских и столичных сырье обрабатывают на куттере.

Пельмени готовят в агрегатах непрерывного действия. Пельменный автомат СУБ осуществляет дозировку, формование и укладку пельменей на подкладку. Тесто и фарш из бункера через питатели поступают в формующее устройство. Фарш подается из внутренней трубы, а тесто — из пространства, образованного внутренней и наружной трубами. Из формующего устройства выходит фаршированная трубка овального сечения, транспортируется на листах или ленте подштампующее колесо. Производительность трехштампового автомата СУБ-3 600 кг/ч, шестиштампового СУБ-6—1200 кг/ч. Для устранения прилипания пельменей штампы обрабатывают антиадгезионным покрытием.

Пельмени замораживают (до температуры внутри изделия не выше —10 °С) на листах, установленных на полках тележек или рам, которые помещают в морозильную камеру, или на ленте из нержавеющей стали конвейера пельменного автомата, которая транспортирует пельмени в морозильный аппарат, или во взвешенном состоянии в потоке холодного воздуха. Продолжительность замораживания в камерах с естественным движе-

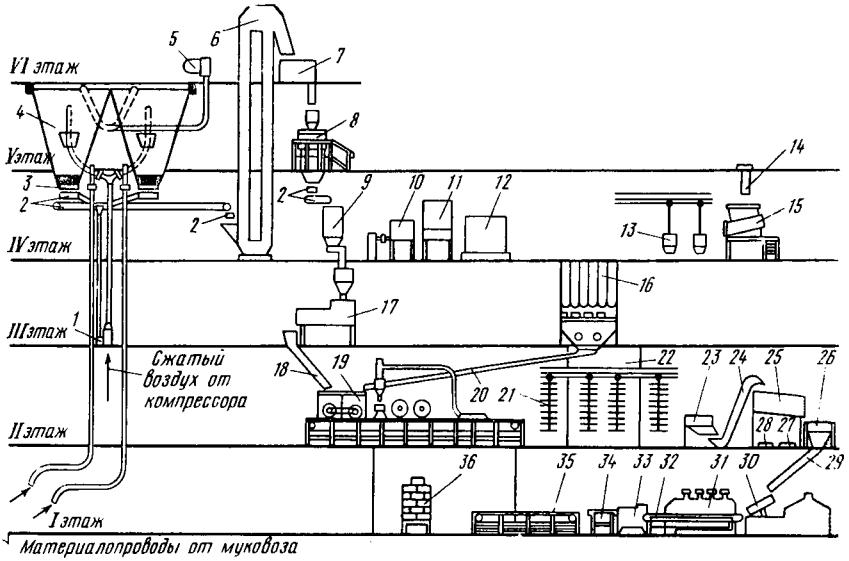


Рис. 108. Схема организации производства пельменей на Останкинском мясоперерабатывающем комбинате:

1 — щековый питатель; *2, 3* — цепные скребковые транспортеры; *4, 5* — фильтры; *6* — нория; *7* — сито-бурат; *8* — автоматические весы; *9* — расходный бункер; *10* — бак для перемешивания меланжа с рассолом; *11* — дозатор воды; *12* — бак для рассола; *13* — ковш для транспортирования мясного сырья; *14* — спуск мяса в волчок; *15* — волчок; *16* — фаршеприготовительный агрегат «Останкино» П-8; *17* — тестоприготовительный агрегат Рабиновича; *18* — спуск для теста; *19* — автомат для штамповки пельменей; *20* — спуск для фарша; *21* — рамы с пельменями; *22* — камера заморозки пельменей; *23* — транспортер для снятия пельменей с лотков; *24* — наклонный скребковый транспортер; *25* — галтовочный барабан; *26* — ленточный транспортер для подачи пельменей к спускам на фасование; *27* — сбор муки после просеивания; *28* — сбор лотков; *29* — спуск для подачи пельменей на фасование; *30* — автомат для формования пачек и объемного фасования; *31* — автомат для взвешивания пачек с пельменями; *32* — ленточный транспортер; *33* — машина заклейки пачек; *34* — стол для группового упаковывания пачек; *35* — ленточный транспортер для подачи групповых упаковок в камеру хранения; *36* — поддон с готовой продукцией

нием воздуха (скорость 0,1—0,2 м/с) при —20÷—25 °С составляет 3—4 ч, при —30÷—35 °С — 2—3 ч, в морозильном аппарате туннельного типа (скорость движения воздуха 2—3 м/с) при температуре —30÷—35 °С — 25—30 мин.

С лотков пельмени снимают на сбивочной машине. Отшлифовку пельменей, отделение от них остатков муки и тестовой крошки (галтовку) выполняют во вращающемся перфорированном (галтовочном) барабане, на ситотряске или вибросите. Схема организации производства пельменей на Останкинском мясоперерабатывающем комбинате приведена на рис. 108.

На Подольском мясокомбинате организована оригинальная комплексно-механизированная линия по производству пельменей производительностью 5 т в смену. На линии предусмотрены система хранения и транспортирования муки, система приготовления и доставки теста, фарша, меланжа и рассола, штампую-

щий автомат П6-ФПВ, морозильный роторный агрегат ЧЗ-ФПС для замораживания пельменей, фасовочный упаковочный автомат, автоматизированный трехъярусный склад для хранения пельменей в пакетах на поддонах, на которые устанавливаются термоизоляционные контейнеры. На применяемом в линии автомате П6-ФПВ штампующие барабаны имеют фторопластовые пластины для формования пельменей на движущемся металлическом диске (пельмени принимают форму «подушечек»). Морозильный роторный агрегат НЗ-ФПС представляет собой цилиндрическую камеру с термоизоляцией диаметром 8 мм, внутри которой горизонтально один над другим расположены вращающиеся с различной скоростью два металлических диска. С внешней стороны корпуса камеры имеется участок, где верхний диск выходит наружу и где происходят штамповка пельменей на диск и их обдувка для подсушки. Пельмени замораживают в течение 30—40 мин на вращающихся дисках в потоке холодного воздуха температурой —30÷—35 °С. Перемещение пельменей с одного диска на другой и отвод замороженных пельменей из камеры происходят с помощью отсекателей. Пельмени фасуют и упаковывают в полиэтиленцеллофановую пленку на автомате фирмы ЕМС (Италия) производительностью до 8 т в смену. Пельмени фасуют в картонные коробки массой нетто 350, 500, 1000 г±7%. На весодозирующих автоматах отклонение одной пачки допускается до ±14%.

Полуфабрикаты из птицы. Специалисты научно-производственного объединения «Комплекс» разработали технологию и поточно-механизированную линию производства полуфабрикатов из тушек кур производительностью 400 кг/ч. Технология предусматривает выработку следующего ассортимента куриных полуфабрикатов: филе без косточек и с косточкой, окорочок, голень, бедро куриное, набор для бульона.

В значительных объемах вырабатывают полуфабрикаты «Цыплята любительские» и «Цыплята табака». Для полуфабриката «Цыплята любительские» используют тушки цыплят и цыплят-бройлеров II категории, для «Цыплята табака» — охлажденные или размороженные тушки I категории. Тушки после инспекции распиливают от основания шеи вдоль киля грудной кости и по средней линии брюшной полости до клоаки. Распиленным тушкам придают плоскую форму вручную или на пластовальных машинах. Распластованные тушки цыплят I категории упаковывают и реализуют в качестве полуфабриката «Цыплята табака». Их выход составляет 97,2% к массе потрошеных тушек без почек и легких.

При производстве полуфабриката «Цыплята любительские» тушки распиливают вдоль позвоночника, загружают в корзины, посыпают посолочной смесью (на 100 кг сырья 2,5 кг поваренной соли, 0,2 кг черного перца и 2,5 кг чеснока). Корзины с тушками закрывают решеткой и с помощью тельфера помещают

Таблица 51

Субпродукты	Расход на одну порцию, г			Субпродукты	Расход на одну порцию, г		
	набор для студня	набор для рагу	суповой набор		набор для студня	набор для рагу	суповой набор
Головы	40	—	60	Желудки и сердца	20	50	—
Ноги	20	—	40	Шеи и крылья	20	50	—

в посолочные чаны, затем заливают рассолом (на 100 л 2,3 кг поваренной соли, 3,7 кг горчичного порошка и 0,9 кг 80%-ной уксусной кислоты). Длительность посола 24 ч при температуре 2—4 °С. Стекание в корзинах 1—2 ч, а затем в ящиках 3—4 ч. После упаковывания полуфабрикаты направляют на реализацию. Выход их составляет 100,6% к массе потрошеных тушек без легких и почек.

В связи с увеличением производства потрошеной птицы встает вопрос рационального использования субпродуктов. Головы и ноги птицы содержат значительное количество соединительной ткани. Их используют для студней и супов (табл. 51).

Мякотные субпродукты птицы направляют на производство кулинарного паштета.

При переработке птицы получают нестандартное мясо (по массе, упитанности, обработке и т. д.). Удельная масса мяса колеблется от 5 до 10%. Из него делают полуфабрикат «Набор из мяса птицы». При его производстве предусматривают распиловку тушек дисковыми пилами, взвешивание и упаковывание. По аналогичной технологии вырабатывают фасованное мясо птицы.

Нестандартное мясо птицы можно использовать при выработке паштета с применением механической обвалки и пароконтактной варки.

Кроме полуфабрикатов, из мяса птицы вырабатывают кулинарные изделия, готовые к употреблению. Эти изделия приобретают необходимые качественные показатели при посоле и тепловой обработке, варке и жарении. При использовании 5%-ного рассола (соотношение рассола и массы тушек птицы 1 : 1) продолжительность посола кур и цыплят — 12 ч, уток, утят, гусей и индеек — 16 ч.

В целях интенсификации тепловой обработки используют ступенчатый режим варки тушек птицы: I стадия — нагрев при температуре 180 °С для цыплят — 20 мин, для кур и утят — 30 мин, для уток — 40 мин, для гусей и индеек — 70 мин; II стадия — выдержка (нагрев выключен) в течение 20 мин; III стадия — интенсивный нагрев при температуре 180—200 °С в течение 10 мин. Температура в толще мышц готового продукта 78—80 °С. Максимальное снижение потерь массы при тепловой

обработке и высокое качество достигаются при запекании продукта в целлофановой упаковке.

Полуфабрикаты для детей. Продукты питания детей дошкольного, так же, как и школьного, возраста мало отличаются от продуктов питания взрослых, но целесообразно вырабатывать некоторые специализированные продукты, и прежде всего мясные полуфабрикаты.

Проблема питания детей школьного возраста состоит в организации рационального питания в период пребывания детей в школе и должна сводиться к распределению и термической дообработке готовых блюд или полуфабрикатов. Питание должно дифференцироваться для детей разного возраста, учитывая различия их физиологических потребностей.

Ассортимент полуфабрикатов для детей дошкольного и школьного возраста включает следующие группы и наименования: замороженные (фрикадельки мясные ленинградские и детские, пельмени школьные, котлеты куриные школьные, биточки куриные детские), охлажденные (котлеты школьные, котлеты куриные школьные, биточки куриные детские) и готовые к употреблению быстрозамороженные школьные завтраки (тефтели школьные с томатным соусом, фрикадельки пионерские с молочным соусом, котлеты куриные школьные, блинчики школьные, блинчики пионерские).

Кроме того, мясная промышленность выпускает бульонные концентраты, предназначенные для питания детей в сети столовых и буфетов (школ, интернатов, детских садов, больниц): сухой мясной экстракт для школьного питания, сухой мясной бульон для детского питания.

Сухой мясной экстракт для школьного питания предназначен для приготовления бульонов и супов и содержит в своем составе мясной бульон, полученный при производстве гомогенизированных консервов для детского питания после бланширования говядины в воде. Сухой мясной бульон употребляют для первого обеденного блюда.

В своем составе сухой мясной экстракт содержит жир говяжий, соль, сахар, экстракты укропа, петрушки, лаврового листа и душистого перца. Допускается добавление к мясному бульону костного в количестве не более 20%.

Технология производства сухого мясного экстракта осуществляется в следующей последовательности: подготовка костного сырья, приготовление бульона, сепарирование, фильтрация и концентрирование бульона, высушивание бульона, упаковывание, маркировка и хранение.

Сухой мясной экстракт хранят не более 3 мес со дня выработки в чистых, сухих, хорошо вентилируемых складских помещениях при температуре не выше 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75%.

Для питания детей дошкольного и школьного возраста отечественная промышленность вырабатывает колбасные изделия (колбасы «Малютка», «Крепыш», колбаса детская сливочная вареная, колбаса школьная вареная), ветчинные изделия (балык детский из говядины вареной, ветчина детская из говядины вареной, говядина пастеризованная, ветчина особая, ветчина любительская), кулинарные изделия (паштет мясной детский).

Для производства балыка и ветчины специалисты Киевского мясокомбината разработали поточно-механизированную линию производительностью 500 кг/ч.

Продукты для питания детей дошкольного и школьного возраста исследуют в каждой партии по следующим показателям: фрикадельки мясные детские и ленинградские, котлеты и биточки — сухие вещества, жир, поваренная соль; пельмени школьные — поваренная соль, жир в фарше; тефтели школьные с томатным соусом, фрикадельки пионерские с молочным соусом, блинчики пионерские — сухие вещества, жир, поваренная соль, общая кислотность; котлеты куриные школьные — сухие вещества, поваренная соль, общая кислотность, массовая доля хлеба; колбасы — влага, жир, поваренная соль.

Микробиологическому контролю подвергают каждую изготовленную партию. Общая обсемененность должна составлять не более 10^6—10^3 в 1 г, бактерии группы кишечной палочки и патогенных микроорганизмов не допускаются.

Быстрозамороженные вторые блюда

Производство быстрозамороженных мясных готовых блюд имеет тенденцию к быстрому развитию. Это связано с тем, что эти продукты являются наиболее подготовленными для потребления без дополнительной кулинарной обработки. Их необходимо перед употреблением только разогреть. Особенностью их технологии является максимальная сохранность пищевой ценности и массы используемого сырья, получение продуктов высокого качества, минимальные потери сырья и готовой продукции.

Ассортимент быстрозамороженных готовых блюд постоянно расширяется. В настоящее время отечественная промышленность выпускает говядину тушеную, гуляш из говядины, бефстроганов, мясо по-домашнему, тефтели, биточки «Здоровье» (все с соусом и гарниром или только с соусом), крокеты и бифштекс с бульоном и гарниром, котлеты крестьянские с соусом и гарниром (или с соусом); сардельки, сосиски, колбасу вареную с гарниром, блинчики (по-крестьянски, кавказские и др.). В качестве гарнира используют кашу гречневую, рис, капусту тушеную, зеленый горошек, морковь и картофель отварные.

Технологическая схема производства быстрозамороженных блюд из натурального мяса включает процессы изготовления полуфабрикатов, тепловую обработку, фасование, замораживание и групповую упаковку. Изготовление сырых мясных полуфабрикатов сводится к получению порций или кусочков мяса (путем нарезания). Сырые полуфабрикаты солят, перчат, опрыскивают растительным маслом и обжаривают до образования румяной корочки. Затем их тушат до кулинарной готовности. Мясо, отделенное от бульона и охлажденное до 50 °С, соус и гарнир фасуют в формочки из алюминиевой фольги, которые укупоривают.

Продукт замораживают при —35÷—40 °С в течение 1,5—2 ч (или при —25 °С—3 ч) до достижения температуры внутри изделия —18 °С. Замороженные готовые блюда упаковывают в коробки из гофрированного картона массой не более 20 кг.

Технологическая схема производства быстрозамороженных блюд из рубленого мяса показана на рис. 109. Мясное сырье, процессы приготовления фарша и формование полуфабрикатов аналогичны тем, которые применяют при изготовлении полуфабрикатов из рубленого мяса. В процессе тепловой обработки полуфабрикаты жарят во фритюре при 110—120 °С или варят на пару до готовности 8—10 мин до 75 °С в центре (тефтели, крокеты, котлеты крестьянские) или 15—20 мин (биточки «Здоровье»); обжаривают без жира или в небольшом его количестве при 150—160 °С 20—25 мин до готовности (бифштексы).

Быстрозамороженные готовые блюда из рубленого мяса фасуют и замораживают аналогично тем же процессам при производстве быстрозамороженных готовых блюд из натурального мяса.

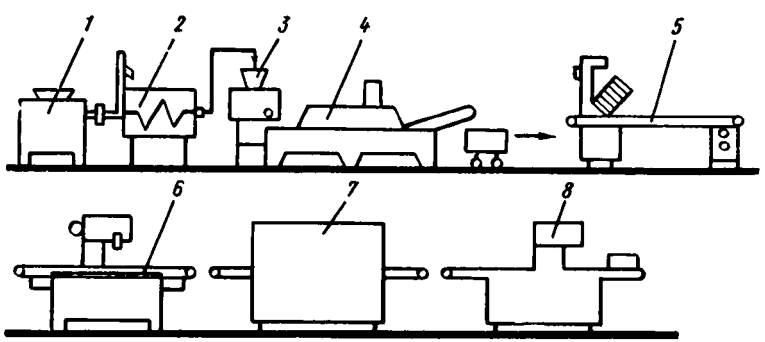


Рис. 109. Технологическая схема производства быстрозамороженных готовых блюд из рубленого мяса с гарниром и соусом:

1 — волчок для измельчения мяса; *2* — фаршемешалка; *3* — формовочная машина; *4* — агрегат для термической обработки; *5* — ленточный транспортер порционирования; *6* — машина для заделки формочек; *7* — морозильный аппарат; *8* — машина для группового упаковывания

Технология блюд из колбасы вареной, сосисок и сарделек проста: освобождают от оболочки, колбасу нарезают на куски толщиной 5—6 мм, продукт развешивают на порции массой нетто 100 г (допускается не более одного довеска). Фасование и замораживание производят, как в предыдущих случаях.

К полуфабрикатам относят шницель рубленый особый, вырабатываемый с искусственно структурированными белковыми продуктами (ИСБП). Рецептура его включает (в г на одну шт.): мясо котлетное, говяжье — 35; мясо свиное жирное жилованное — 14,5; ИСБП — 45,0; лук репчатый свежий очищенный — 2; перец черный или белый молотый — 0,1; соль поваренная пищевая — 1,4; сухари панировочные — 2,0. Перед составлением фарша для шницелей особых готовят структурированный белковый продукт, в который входит (в кг на 100 кг сырья): плазма крови — 68,0; мясо котлетное говяжье — 22; белок соевый изолированный — 8,0; 25%-ный раствор хлорида кальция — 2,0.

Ингредиенты загружают в мешалки периодического действия или фаршеприготовительные агрегаты непрерывного действия в следующей последовательности: измельченное говяжье и свиное мясо, структурированный белковый продукт, соль, лук, перец. Фарш перемешивают в течение 4—6 мин до образования однородной массы. Готовый фарш температурой не выше 12 °С немедленно направляют на формование шницелей на автоматах АК 2М-40 и поточно-механизированных котлетных линиях. Шницели формуют вручную. Форма шницелей округло-приплюснутая. Шницели охлаждают при температуре 0—4 °С до достижения внутри шницеля температуры не выше 8 °С, замораживают при температуре не выше —23 °С до температуры внутри полуфабриката не выше —10 °С. Срок хранения, транспортирования и реализации с момента окончания технологического процесса охлажденных шницелей при температуре 4—8 °С — не более 12 ч, замороженных — не более 15 сут при температуре не выше —10 °С.

Глава 9
ПРОИЗВОДСТВО КОНСЕРВОВ

Баночные консервы это — мясопродукты, фасованные в металлическую, стеклянную или полимерную тару, герметически укупоренные и стерилизованные или пастеризованные нагревом. Термообработка уничтожает микроорганизмы, герметическая упаковка защищает продукт от воздействия внешней среды, в результате чего консервы можно хранить достаточно длительное время в неблагоприятных условиях без порчи. Консервируемые нагревом изделия компактны и удобны для транспортирования и потребления в любых условиях, позволяют создавать государственные резервы продуктов питания.

АССОРТИМЕНТ БАНОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Ассортимент мясных консервов разнообразен по видам сырья, способам приготовления содержимого и режимам окончательной термообработки.

Основным принципом, лежащим в подборе состава консервов, является выбор такого соотношения компонентов, которое бы обеспечивало после стерилизации получение высококачественного, полноценного по содержанию пищевых веществ продукта с хорошими органолептическими свойствами и высокой стабильностью при хранении.

По виду сырья консервы делят на мясные (из говядины, свинины, баранины, конины, субпродуктов, мяса птицы, дичи) и мясо-растительные (мясо различных животных, субпродукты, мясо птицы и другое мясное сырье с крупами, изделиями из муки, бобовыми, овощами, плодами, ягодами и т. п.). Такая классификация является общепринятой в производственных условиях.

По характеру обработки сырья консервы различают по посолу (без предварительного посола сырья, с выдержкой посоленного сырья), по измельчению (из кускового, грубоизмельченного, тонкоизмельченного сырья) и по термической обработке сырья (без предварительной тепловой обработки, с предварительной бланшировкой, варкой, обжариванием).

По составу различают консервы в натуральном соку (с добавлением только соли с пряностями), с соусами (томатный, белый и др.) и в желе (в желирующем соусе).

По уровню стерилизующего эффекта и стойкости при хранении консервы подразделяют на пастеризованные (полуконсервы, пресервы), стерилизованные на $^3/_4$, полностью стерилизованные и консервы для тропических стран. Пастеризованные консервы нагревают до температуры в центре банки 65—75 °С, что обеспечивает стабильность качества изделий в течение 6 мес хранения при 5 °С. Стерилизованные на $^3/_4$ консервы (консервы низкотемпературной стерилизации) получают путем тепловой обработки при 108—112 °С при величине стерилизующего эффекта $F=0{,}6—0{,}8$. Срок их хранения при 10—15 °С до 1 года. Полностью стерилизованные (высокотемпературной стерилизацией) консервы получают посредством термообработки при 117—130 °С до величины $F=4{,}0—5{,}5$, что позволяет их хранить при 25 °С в течение 4 лет. Для тропических консервов характерна величина $F=12—15$ усл. мин, что гарантирует стабильность свойств продукта при хранении в течение 1 года при 40 °С.

По назначению консервы делят на закусочные, первое блюдо, второе блюдо, блюда, употребляемые вместе с гарнирами, полуфабрикаты, комбинированного назначения.

По способу подготовки перед употреблением консервы делят на используемые без предварительной тепловой обработки перед употреблением, используемые в нагретом состоянии, в охлажденном состоянии, а также в нагретом или охлажденном состоянии.

По длительности срока хранения различают консервы, изготовленные для длительного хранения (практически на срок от 3 до 5 лет, прежде всего для создания необходимого продовольственного резерва), и закусочные с ограниченным сроком хранения.

ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Качество консервов оценивают по составу и свойствам продукта и состоянию тары, которые должны соответствовать требованиям действующих стандартов и технических условий. Качество содержимого баночных консервов должно отвечать нормативам группы органолептических показателей и установленному химическому составу.

Внешний вид продукта должен соответствовать виду и состоянию законсервированного продукта данного типа. Куски мяса не должны быть сухими, волокнистыми, переварившимися. Не допускаются включения хрящей, грубых сухожилий, костей. Распределение компонентов рецептуры, например шпика в фарше, должно быть равномерным по объему продукта. Консервированные мясопродукты (сосиски, ветчина) должны полностью сохранять форму после извлечения из банки и иметь внешний вид, характерный для неконсервированного продукта. Растительные наполнители (бобовые, плоды, ягоды и т. п.), должны

сохранять свою первоначальную форму, быть стандартными по размеру.

Вкус и запах должны быть свойственны данному продукту и присущи наполнителям и специям. Посторонний запах, а также «металлический» привкус не допускаются.

Цвет консервированных мясопродуктов обусловлен видом изделия: для продукции, подвергаемой в процессе предварительной технологической обработки посолу (сосиски, фарш, ветчина и т. п.), характерен естественный цвет от светло-розового до темно-красного, для кускового мяса — серый с различными оттенками, причем окраска может различаться в зависимости от типа используемых заливок (соусов), шпик должен иметь белый цвет без желтизны или серого оттенка.

Бульоны (желе) после нагревания должны быть прозрачными с незначительной мутностью, желтого или светло-коричневого цвета. Не допускается молочно-белый цвет бульона (желе).

Консистенция консерва должна соответствовать виду консервированного продукта. Мясная часть должна быть сочной, растительные наполнители — плотными. Консистенция паштетов — гомогенная, пастообразная, однородная по всему объему.

Соотношение составных частей в готовом продукте (плотной части, жира, растительных наполнителей, бульона, соуса, косточек), а также размер отдельных кусков мяса регламентируются рецептурой и ГОСТом на каждый вид консерва. Наличие посторонних примесей и включений в консервах не допускается.

Требования к химическому составу готовых консервов установлены стандартом. Для большинства консервов содержание поваренной соли допустимо в пределах 1,0—3,3% в зависимости от их вида и технологии изготовления. Остаточное количество нитрита натрия в ветчинных, фаршевых, других мясопродуктовых консервах не должно превышать 3 мг%.

В готовом продукте не допускается наличие следов свинца, количество олова, переходящего в мясо из жести в процессе хранения, не должно быть более 200 мг на 1 кг продукта.

Состояние консервной тары оценивают по внешнему виду. Жестяная тара должна быть герметичной, не иметь деформаций и пятен ржавчины. Банка должна быть снабжена этикеткой и маркировочной надписью на крышке. Стеклянная тара должна быть целой, без трещин и сколов, прозрачной с чистой наклеенной этикеткой. В соответствии с бактериологическими требованиями консервы не должны иметь признаков порчи (бомбаж), вызванных жизнедеятельностью спорообразующих и неспорообразующих патогенных бактерий.

ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЮ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Мясные консервы вырабатывают из разнообразного сырья, которое условно подразделяют на основное и вспомогательное. К основному сырью относят мясо (говядину, свинину, баранину,

конину, оленину, кроличье, мясо домашней птицы), субпродукты, кровь, плазму крови, белковые препараты, животные жиры, яйца, яйцепродукты; к вспомогательному сырью — крупы, бобовые, овощи, мучные изделия (крахмал, мука), растительные жиры, посолочные ингредиенты (соль, сахар, нитрит натрия, аскорбинат натрия), специи.

Мясо. При производстве мясных консервов используют говядину I и II категории упитанности, свинину беконную, мясной и жирной промпереработки и мясо поросят, а также обрезную (II категория), баранину, конину и оленину I и II категории упитанности, а также мясо кроликов, потрошеных или полупотрошеных кур, цыплят и уток (I и II категории), индеек и гусей (II категории упитанности).

Применяемое мясо должно быть свежим, доброкачественным, полученным от переработки здоровых животных зрелого возраста. Для производства консервов не допускается использование мяса некастрированных и старых животных (старше 10 лет), а также дважды размороженное и свинина с желтеющим при варке шпиком.

Стандартом регламентируется применение остывшего, охлажденного и размороженного мяса. При этом консервы повышенного качества получают из охлажденного сырья после 2—3-суточной выдержки.

Использование парного мяса в консервном производстве ограничено, так как в первые часы после убоя в мясе в процессе посмертного окоченения накапливающаяся молочная кислота разрушает бикарбонатную буферную систему, что способствует выделению свободной углекислоты. Образовавшийся в банке углекислый газ вызывает вздутие крышек и донышек консерва (бомбаж), т. е. имитирует микробиологическую порчу. Поэтому парное мясо используют в основном при изготовлении ветчинных, фаршевых и других консервов, в технологии которых предусмотрена выдержка сырья в посоле. Консервы, изготовленные из парного мяса без выдержки в посоле либо без предварительной тепловой обработки, жесткие, с невыраженным вкусом.

Использование экссудативной (с явлением PSE) свинины допустимо при производстве стерилизованных консервов, но неприемлемо при изготовлении пастеризованных изделий.

При производстве ветчинных пастеризованных консервов не допускается использование мяса от опоросившихся, подсосных или супоросных маток, а также от хряков и самцов, кастрированных после четырехлетнего возраста, свиных туш, имеющих пеструю пигментацию кожи.

Мясо, закладываемое в банки, не должно иметь костей (за исключением случаев, предусмотренных рецептурой), хрящей, грубых сухожилий, кровеносных сосудов, нервных сплетений, желез.

Мясные консервы высшего сорта изготавливают с использованием говядины I категории.

При производстве некоторых видов консервов с разрешения ветеринарно-санитарной экспертизы можно использовать условно годное мясо. Во избежание обезличивания условно годного мяса, нуждающегося в специальной переработке, на туше, кроме клейма, удостоверяющего прохождения ветеринарно-санитарной экспертизы и обозначающего категорию упитанности, должен быть прямоугольный штамп с указанием на нем порядка санитарной обработки мяса «На консервы».

При переработке условно годного мяса на консервы разделку туш, обвалку, жиловку и другие технологические операции производят на отдельных столах в обособленных помещениях или в отдельную смену при обязательном контроле со стороны ветеринарной службы. Консервы, изготовленные из условно годного мяса, стерилизуют при соблюдении режимов, установленных технологическими инструкциями.

Субпродукты. В консервном производстве используют субпродукты I и II категории в остывшем, охлажденном и размороженном состоянии. Субпродукты должны быть свежими, доброкачественными, без повреждений и кровоподтеков, полученными от здоровых животных.

При изготовлении консервов преимущественно применяют субпродукты крупного, мелкого рогатого скота и свиней. Учитывая особенности нативного строения, состава и свойств субпродуктов, их используют в рецептурах различных видов паштетов, «Ассорти», «Рагу», «Субпродукты рубленые» и т. п.

Кровь и ее фракции. При приготовлении некоторых типов консервов (фаршевых, мясопродуктовых) применяют цельную, стабилизированную, дефибринированную кровь крупного рогатого скота, а также плазму и сыворотку крови. Кровь получают от здоровых животных, обрабатывают и консервируют регламентируемыми способами. Кровь и плазму вводят в рецептуры мясопродуктов взамен части мясного сырья в жидком виде, в виде белкового обогатителя, структурированных белковых препаратов, подготовка которых производится в соответствии с технологическими условиями и санитарными требованиями колбасного производства.

Жир. В консервном производстве применяют жир-сырец и жир топленый говяжий, свиной, бараний, костный. При изготовлении натуральных и фаршевых консервов используют говяжий подкожный и внутренний жир. Шпик и грудинку добавляют в основном при производстве фаршевых консервов.

При изготовлении паштетных консервов и обжарки мяса, лука, муки, подготовке сырья к фасовке используют топленые жиры: говяжий, свиной, бараний, костный (не ниже I сорта).

Жир-сырец и топленый жир не должны иметь признаков прогорклости, обладать характерным запахом и цветом.

Молоко и молочные продукты. Цельное натуральное, сухое и обезжиренное молоко, сливки и сливочное масло, применяемые в производстве паштетных, деликатесных и диетических консервов, должны по составу и свойствам удовлетворять требованиям стандартов, иметь однородный цвет, характерные вкус и запах. Казеинат натрия используют при изготовлении фаршевых консервов.

Яйца и яйцепродукты. Используемые при изготовлении фаршевых, детских, диетических консервов цельные яйца, меланж и яичный порошок должны быть свежими, без признаков порчи. Меланж должен иметь после оттаивания однородную жидкую консистенцию, светло-желтый или светло-оранжевый цвет. Яичный порошок должен обладать рыхлой, без комков, пылевидной структурой, светло-желтым цветом. Содержание влаги в порошке не выше 6,8—7,0%.

Растительное сырье. Применяемое в консервном производстве сырье растительного происхождения подразделяют на бобовые (горох, фасоль, соя), крупы (гречневая, перловая, овсяная, рисовая, пшено), мучные изделия (мука, крахмал, вермишель, макароны), картофель и овощи (морковь, капуста, томатопродукты).

Используемые при изготовлении мясо-растительных консервов и вторых обеденных блюд бобовые и крупы не должны иметь посторонних запахов, привкуса прогорклости, склеенных зерен, насекомых, инородных примесей. Количество доброкачественных (недробленых) зерен в гречневой крупе должно составлять не менее 99%, в перловой и рисовой — 98,5, в овсяной — 98%.

Пшеничная мука, применяемая при выработке фаршевых консервов и для приготовления соусов и панировки, должна быть I сорта с содержанием влаги не более 15% и клейковины — не менее 28%, без посторонних запахов, вкуса и примесей. Требование к соевому изоляту, используемому при производстве фаршевых консервов, аналогично стандартам колбасного производства.

Крахмал применяют картофельный и пшеничный — высшего, I и II сортов, рисовый — высшего и I сортов. Содержание влаги в картофельном крахмале — 20%, в пшеничном, кукурузном и рисовом — 13%.

Столовый картофель должен быть свежим, доброкачественным и содержать в зависимости от сорта от 11 до 22% крахмала.

Свежая, квашеная и сушеная капуста, свежая и сушеная морковь по качественным показателям должны удовлетворять требованиям стандартов, не иметь примесей, пораженных частей.

Томат-паста и томат-пюре, применяемые при изготовлении соусов и заливок, по химическому составу и органолептическим

показателям должны соответствовать нормам технических условий; вкус, цвет, запах, консистенция томатопродуктов не должны иметь признаков порчи.

Специи. В консервном производстве специи используют для усиления органолептических показателей продукта питания и придания ему специфического цвета, запаха и вкуса. Некоторые специи (лук, чеснок, гвоздика, корица) обладают бактерицидным действием, что имеет существенное значение при выборе режимов стерилизации. Следует учитывать, что одновременно некоторые виды пряностей, например черный перец, содержат большое количество сапрофитных и спорогенных микроорганизмов. Поэтому перед введением в консервы специи рекомендуется дополнительно стерилизовать.

Характеристики натуральных специй и экстрактов пряностей должны соответствовать требованиям к данным видам материалов в колбасном производстве.

Посолочные ингредиенты и технологические добавки. Вакуумная поваренная соль помолов № 0, 1, 2 и 3 не должна содержать примесей в виде солей магния более 0,25% и кальция — более 0,6%. Качество нитрита натрия, аскорбиновой кислоты, аскорбината натрия, сахара, фосфатов натрия или калия определено нормами, установленными в мясной промышленности.

Растительные жиры. Допускается при обжаривании использовать рафинированное подсолнечное (высшего и I сортов) и оливковое (I и II сортов) масла. Оно должно быть прозрачным, для более низких сортов допускается наличие осадка.

Желатина. Пищевая желатина I, II и III сортов, применяемая в консервном производстве, не должна иметь посторонних запаха и вкуса. Цвет светло-желтый, температура плавления 10%-ного студня от 27 до 32 °С. Содержание влаги в желатине 16%. Общая обсемененность не должна превышать 200 тыс. бактерий в 1 г; присутствие патогенной микрофлоры не допускается.

ТРЕБОВАНИЯ К ТАРЕ

Сохранение доброкачественности консервированного продукта при его хранении может быть обеспечено лишь при наличии консервной тары. К основным требованиям, предъявляемым к консервной таре, относят: герметичность и коррозионную стойкость, гигиеничность, большую теплопроводность, теплостойкость, прочность, минимальную массу, низкую стоимость.

Для мясных консервов применяют металлическую, стеклянную и полимерную тару.

Материалы. Основным материалом для изготовления металлической консервной тары являются листовая или рулонная белая горячелуженая (горячекатаная) жесть марки ГЖК, бе-

лая жесть электролитического лужения марки ЭЖК, черная лакированная и хромированная лакированная жесть, алюминий марок А7, А6, А5 и его сплавы марок АДО, АМц, АМг-2.

Жестяная тара — легкая, ее масса при равном объеме почти в 3 раза меньше массы стеклянной тары. Отношение массы жестяной тары к массе продукта составляет 10—17%, в то время как для стеклянной — 35—50%. Жесть имеет высокий коэффициент теплопроводности, механическую прочность, низкую стоимость.

По способу производства проката стали жесть бывает горячекатаная и холоднокатаная, а по способу покрытия оловом — горячего и электролитического лужения.

В используемом олове допускается наличие не более 0,14% посторонних примесей, в том числе не более 0,04% свинца. Жесть может иметь дифференцированное покрытие, т. е. разную толщину олова с разных сторон. При изготовлении тары сторона жести с бо́льшей толщиной покрытия всегда обращена внутрь банки. Электролитическую луженую жесть консервную с дифференцированным покрытием обозначают ЭЖК-Д.

Оловянное покрытие на белой жести при применяемых в промышленности толщинах всегда пористо. Количество пор на 1 см² поверхности характеризует пористость жести. Чем тоньше слой олова, тем больше при прочих равных условиях пористость покрытия. Наличие пор снижает устойчивость жести к действию внешних факторов: в микропорах возникает гальваническая пара железо — олово и в присутствии водных растворов начинается явление электрохимической коррозии. Коррозия разрушает покрытие тары, способствует переходу в продукт ионов металла, вызывая порчу консервов при длительном хранении.

Жесть электролитического лужения, обладающая повышенной пористостью покрытия, практическое применение в консервной промышленности находит после лакирования. В зависимости от толщины консервную жесть горячего и электролитического лужения подразделяют на номера.

Номер жести	20	22	25	28	32	36
Толщина, мм	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36

В зависимости от толщины покрытия олова на поверхности жести ее разделяют на I класс — 0,32—0,4 мкм, II класс — 0,7—0,77, III класс — 1,04—1,15 мкм.

Лакирование жести является одним из наиболее эффективных методов защиты от коррозии. Качество лакированной жести зависит от способа подготовки поверхности ее к нанесению лака, от типа и свойств лака, технологии его нанесения и сушки. Пленки лаков для тары должны быть безвредными, не должны придавать продукту постороннего привкуса, иметь высокую химическую стойкость к пищевым средам, хорошую

адгезию к поверхности металла и т. д. Таким требованиям удовлетворяют эпоксидные лаки ЭП-527, ЭП-547 и эмаль ЭП-5147, наиболее широко используемые в консервном производстве. Лак наносят на поверхность листа одним слоем на каждую сторону из расчета 3—8 г/м² с толщиной лаковой пленки 2,2—3,0 мкм. Следует отметить, что наличие лакового покрытия не предотвращает развития подлаковой точечной сульфидной коррозии, образующейся в процессе длительного хранения консервов.

Алюминий и его низколегированные сплавы эстетичны, обладают низкой плотностью, хорошей пластичностью и штампуемостью, высокой теплопроводностью, что сокращает время прогрева продукта и способствует сохранению витаминов. Штампованные банки из алюминия легко вскрываются, а использованную тару можно направить на переплавку. Алюминий марок А7, А6, А5 и его сплавы, АМг-2, АМц, АДО выпускают в листах или лентах (шириной 600—1000 мм) толщиной от 0,25 до 2,0 мм.

В соответствии с технологической схемой алюминий и его сплавы обрабатывают последовательной горячей и холодной прокаткой до состояния ленты толщиной 0,20—0,35 мм.

Алюминиевая лента обладает недостаточной коррозийной стойкостью для большинства консервных сред, поэтому ее лакируют, а перед нанесением лака производят механическую, химическую или электрохимическую обработку (анодирование) поверхности.

Хромированную лакированную жесть изготовляют путем электролитического нанесения на обезжиренную холоднокатаную рулонную жесть тонкого (0,01—0,08 мкм) слоя металлического хрома. После хромирования жесть пассивируют и лакируют с внутренней поверхности лаком ФЛ-559, ЭП-527 или ЭП-547. Хромированная жесть обладает относительно большой сплошностью и незначительной пористостью.

Алюминированную жесть получают, нанося металлический алюминий (толщиной 3—4 мкм) на прокат тонкой стальной ленты. Наиболее распространена металлизация алюминия, осуществляемая в вакууме (0,13—0,015 Па) на предварительно обезжиренную и травленую поверхность полосы. Толщина алюминиевого покрытия составляет от 0,1 до 20 мкм. Последующее лакирование (ЭП-5118) алюминированной ленты значительно улучшает ее антикоррозийные свойства. Толщина лакового покрытия составляет 5—9 мкм.

Стеклянная тара в отличие от металлической имеет меньший коэффициент теплопроводности и устойчивость к изменению температуры, бóльшие толщину и массу, обладает хрупкостью, но более гигиенична и не подвергается внешней и внутренней коррозии.

Стеклянные банки выдерживают внутреннее гидравлическое давление в пределах $3—5\times10^5$ Па и перепады температур в интервале 40—100—60 °С в течение 3—5 мин в зависимости от вместимости тары.

Стеклянную тару используют преимущественно в производстве наиболее агрессивных по реакции среды мясо-растительных консервов.

Стеклянные банки являются оборотной тарой, изготавливаемой из обесцвеченного и полубелого стекла литьем или штамповкой.

Полимерная тара должна обладать достаточной механической прочностью, термостойкостью, химической устойчивостью к действию компонентов пищевых продуктов, санитарно-гигиенической безупречностью, иметь низкую паро- и газопроницаемость, невысокую стоимость. Наиболее приемлемы для изготовления тары консервированных изделий, подвергаемых тепловой стерилизации, такие полимеры, как полиамид-II, полипропилен, фторопласт, полиэтилентерефталат — полиэтилен, стералкон (лакированный алюминий+полипропилен). Полимеры — материал, который способен заменить жесть и стекло в производстве консервной тары.

Полимерную тару подразделяют на мягкую и полужесткую. Мягкую тару изготавливают в виде маркированных красочной печатью оболочек, пакетов и формочек, в которые фасуют жидкий или полужидкий компонент, а затем мясо. Упаковывают при атмосферных условиях или вакуумированием путем термосварки шва.

Полужесткую тару (ламистер) изготавливают из комбинированного стерилизуемого материала на основе алюминиевой фольги и полипропилена. В сравнении с используемыми видами консервной тары ламистер имеет ряд существенных технико-экономических преимуществ: высокие теплофизические характеристики, малую массу (в 5 раз легче жестяной и в 1,5 раза — алюминиевой тары), легко формуется в различных типоразмерах, высокую коррозийную стойкость, простоту вскрытия тары и утилизации отходов, низкую стоимость. Кроме того, применение ламистера дает возможность сосредоточить в одном потоке весь комплекс технологических операций, включая изготовление тары, наполнение ее сырьем, герметизацию, стерилизацию и этикетирование готовой продукции.

Классификация консервной тары. Консервную металлическую тару подразделяют по форме, вместимости и способу изготовления. По форме банки выпускают цилиндрические и фигурные (овальные, эллиптические, прямоугольные). По вместимости тару подразделяют на мелкую (до 1 л) и крупную (от 1 л и выше). По способу изготовления банки бывают сборные, сборные с язычком и цельноштампованные (табл. 52).

Таблица 52

Номер банки	Форма банки	Способ изготовления	Номер жести для		Толщина алюминия и его сплавов, мм	Номинальная вместимость банки, мл	Переводной коэффициент физических банок в условные
			корпусов банок	концов			
1	Цилиндрическая	Штампованные	20,22	20,22	0,25—0,3	96	0,295
3	»	Сборные и штампованные	20,22,25	22,25	0,3—0,35	241	0,708
4	»	Сборные	20,22	22,25	—	260	0,736
8	»	Сборные и штампованные	22,25	22,25	0,3—0,35	353	1,000
9	»	Сборные	20,22,25	22,25	—	364	1,03
12	»	»	22,25	25,28	—	565	1,598
24	»	»	20,22	20,22	—	93	—
14	»	»	28,32	28,32	—	3020	8,545
43	»	»	22,25	22,25	—	443	1,263
48	»	»	32,36	32,36	—	9515	27,185
49	Прямоугольная	»	20,22,25	22,25	0,3—0,35	160	0,457
51	»	»	22,25	22,25,28	0,3—0,35	230	0,657
52	»	»	22,25	22,25,28	0,3—0,35	325	0,906
54	Овальная	»	22,25	22,25,28	0,3—0,35	220	0,632
19	»	»	22,25	22,25,28	0,3—0,35	235	0,665
53	Эллиптическая	»	20,22,25	22,25	0,25—0,3	106	0,303
31	»	»	22,25	22,25,28	0,3—0,35	230	0,650
33	»	»	22,25,28	25,28	0,3—0,35	430	1,230

Учитывая разнообразие применяемой для консервирования тары, а также с целью удобства планирования и учета продукции в промышленности используют специальную систему перерасчета консервов в условные единицы (или банки). За условную объемную банку принята жестяная банка № 8 вместимостью 353,4 млн. Для определения числа условных банок в той или иной таре необходимо полный объем этой тары разделить на 353,4 мл, при этом физические банки в условные можно быстро пересчитать с помощью переводных объемных коэффициентов. Основными единицами измерения производительности предприятий либо технологического оборудования являются туб (тысяча условных банок) и муб (миллион условных банок).

Стеклянные банки подразделяют в зависимости от формы, вместимости, размеров и способа укупорки. Условное обозначение банок включает указание типа укупорки (I — обкатной, II — обжимной, III — резьбовой), диаметра венчика горловины и вместимости. Например, I-82-500 обозначает, что стеклянная банка имеет обкатной тип укупорки и при диаметре венчика 82 мм вместимость ее 500 мл.

Для производства мясных консервов применяют в основном стеклянные банки вместимостью 350 и 500 мл, обжимные и обкатные с номером венчика горловины 82 мм.

Продукты детского и диетического питания фасуют в банки по 200 г.

Герметическая укупорка стеклянной тары осуществляется металлическими крышками, снабженными уплотнительными резиновыми или полимерными прокладками. Крышки для стеклянной тары изготовляют штамповкой из белой жести, лакированной хромированной, лакированной черной, лакированного алюминия или его сплавов. Отштампованные крышки подвивают, затем в них вкладывают или запрессовывают резиновые кольца.

Изготовление жестяных банок. Жестяные банки в зависимости от способа изготовления подразделяют на сборные (состоящие из корпуса и концов — донышка и крышки) и цельноштампованные (с прикатанной крышкой).

Цельноштампованные банки изготовляют посредством вытяжки тонкого металла с применением пресса. Штампованная банка отличается от сборной отсутствием продольного и нижнего закаточного швов, что делает ее более герметичной. Штампованные банки, изготовленные из белой хромированной жести или алюминия методом холодной штамповки, выпускают преимущественно небольшой высоты. При штамповке белой жести отношение высоты к диаметру банки (за одну операцию штамповки) не превышает 0,5.

Сборные жестяные банки состоят из донышка и крышки, которые присоединяют к отбортованному корпусу при помощи закаточного шва (рис. 110). Корпус банки образуется после

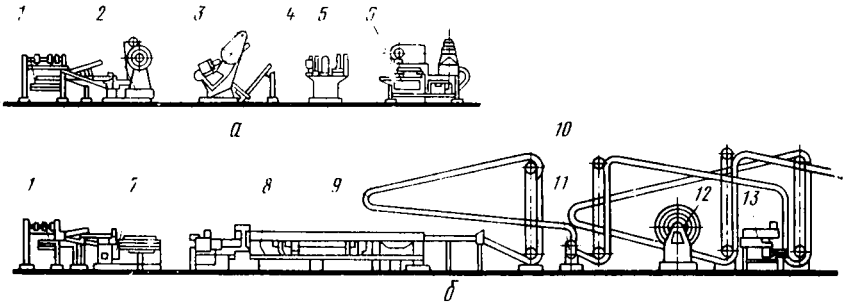


Рис. 110. Технологическая схема изготовления сборных жестяных банок:

а — концевое отделение; *б* — корпусное отделение; *1* — подаватель жести; *2* — однорядные фигурные ножницы; *3* — однорядный пресс; *4* — подвивочное устройство; *5* — пастонакладочная машина; *6* — сушильная печь; *7* — сдвоенные дисковые ножницы; *8* — корпусообразующая машина; *9* — наклонные желоба; *10* — фрикционные подъемчики; *11* — отбортовочная машина; *12* — автоматический тестер; *13* — закаточная машина

свертывания в цилиндр прямоугольной заготовки (бланка), на которой предварительно загнуты края, последующего склепывания их в замок и пропайки продольного шва припоем. Возможен также продольный шов внахлестку. Однако оголенные кромки корпуса, расположенные внутри банки и находящиеся в контакте с продуктом, быстро окисляются и корродируют. Кроме того, при пайке корпусов внахлестку трудно избежать попадания припоя внутрь банки, а следовательно, возможного перехода в продукт свинца, содержащегося в припое.

Концы к корпусу банки присоединяют путем образования поперечного закаточного шва за счет двойного загиба поля донышка (крышки) вокруг фланцев корпуса. Герметичность закаточного шва достигается с помощью эластичной уплотнительной прокладки (пасты), располагаемой на фланце крышки и плотно заполняющей зазоры между сжатыми слоями жести.

Сопоставление способов производства банок показывает, что изготовление сборных банок имеет ряд преимуществ, в частности меньший расход жести, лучшую коррозийную стойкость.

При изготовлении концов (донышка и крышки) листы жести, поступающие со склада, посредством подавателя жести передают на однорядные фигурные ножницы для раскроя листа на полосы. Затем из полос на однорядном прессе штампуется конец с завитком по периферии. На подвивочном устройстве завиток загибают под соответствующим углом, заливают в него уплотнительную пасту на пастонакладочной машине и высушивают пасту в сушильной печи.

В корпусном отделении поступающие листы жести разрезают на сдвоенных дисковых ножницах на заготовки корпуса (бланки), из которых образуют цилиндрическую часть банки на корпусообразующей машине. Последующая отбортовочная машина отгибает на цилиндрическом корпусе края (фланцы). До-

нышко к корпусу присоединяют на закаточной машине, после чего герметичность полученной банки проверяют на автоматическом тестере.

Внутрицеховые транспортные операции по передаче заготовок жестяной тары с одной машины на другую производят с помощью наклонных желобов-течек и фрикционных подъемников.

Жестяная консервная банка должна быть герметичной и достаточно прочной, так как внутреннее избыточное давление в банке при стерилизации консервов составляет 0,2—0,4 МН/м². Герметичность тары обеспечивается особенностями сборки элементов банки с помощью закаточных швов, а прочность гарантируется свойствами используемого материала, формой тары и наличием рельефа у крышки. Рельеф состоит из нескольких концентрических выступов, способствующих упругой деформации крышек. По окончании стерилизации и охлаждения консервов давление внутри банки падает и крышка под действием упругих сил возвращается в первоначальное состояние, что предохраняет закаточный шов от перегрузок и служит признаком доброкачественности консервов.

В последние годы с целью экономии олова освоено производство металлических комбинированных банок двух типов: первый — использование жести с дифференцированным покрытием III/I, II/I и III/I классов, второй — корпус изготавливают из электролитической жести III класса, а концы — из хромированной жести, алюминия и алюминированной жести.

Жестяную консервную тару изготовляют на непрерывно-поточных линиях САЛ-1, САЛ-2 (производительность до 300 банок) и САЛ-7 (450 банок/мин).

Изготовление крышек для стеклянной тары. Массовое производство крышек для укупорки стеклянной тары осуществляют на специальных механизированных линиях.

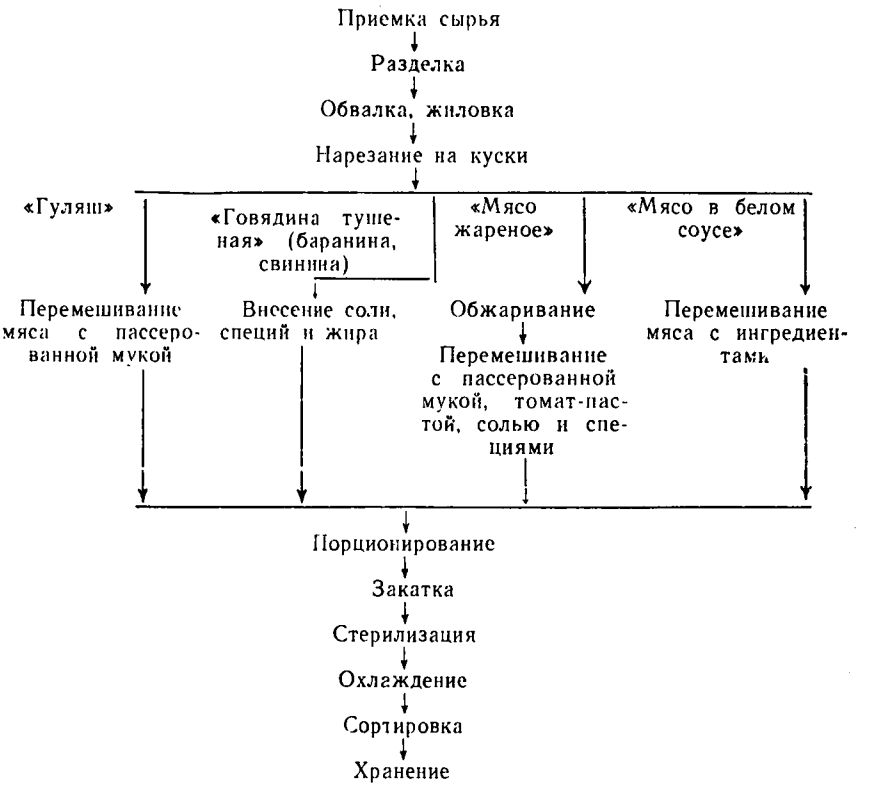
ТЕХНОЛОГИЯ БАНОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

В зависимости от вида вырабатываемых консервов технологические схемы их производства состоят из различных технологических операций. По назначению операции можно условно подразделить на инспекционные (осмотр, подбор сырья), подготовительные (обвалка, жиловка, измельчение, предварительная, тепловая обработка, посол и др.) и основные (порционирование-фасование, закатка, стерилизация). Особенности производства консервов различных видов выражаются в различной степени измельчения сырья, в отличиях рецептуры, наличии таких операций, как бланширование, обжаривание, перемешивание с пассерованной мукой и наполнителями, посол, созревание, копчение и т. п.

Технологические схемы

Основные операции характерны для большинства схем. К ним относятся подготовка сырья для удаления малоценных компонентов (обвалка, жиловка, зачистка), резка на куски, измельчение, порционирование-фасование, закатка, тепловая обработка, охлаждение.

Технологическая схема натурально-кусковых мясных консервов



Для технологической схемы производства мясо-растительных консервов («Каша с мясом», «Мясо с картофелем», «Солянка с мясом» и др.) характерно грубое измельчение обваленного мясного сырья на мясорезательных машинах или волчках и последующее перемешивание подготовленного мяса с растительными наполнителями (каша, картофель, капуста), специями и солью для получения равномерного распределения компонентов. Готовую смесь фасуют в тару, укупоривают, стерилизуют и охлаждают.

При производстве субпродуктовых консервов измельченное сырье без предварительной тепловой обработки либо после об-

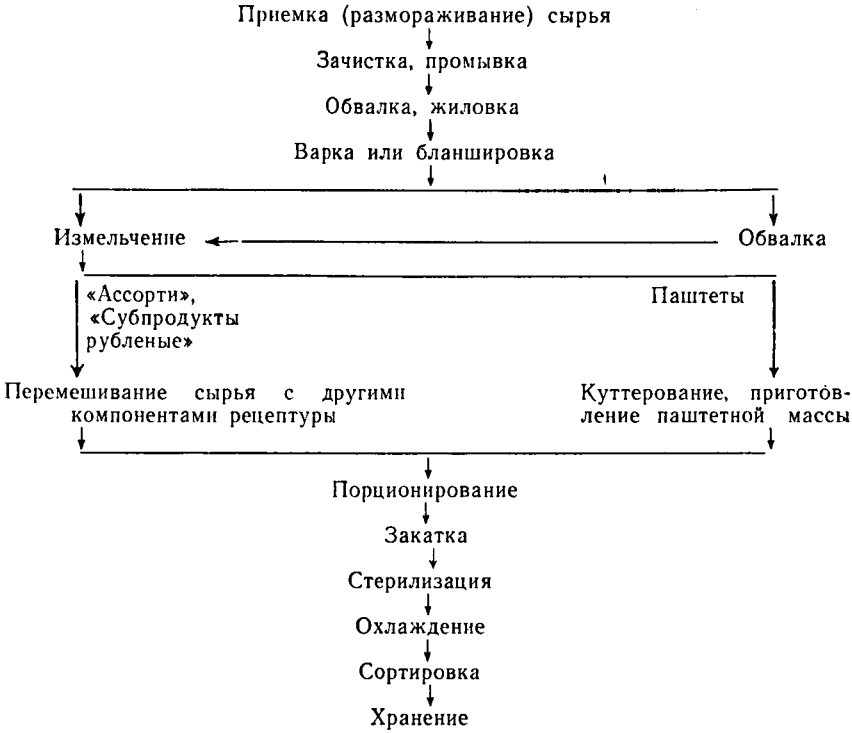
жаривания или бланширования перемешивают с солью и специями и передают на фасование и стерилизацию. При приготовлении паштетной массы бланшированное сырье измельчают на куттере, вносят жир, бульон, молоко или яйца, соль и специи. После дополнительного измельчения на коллоидной мельнице пастообразную массу фасуют в тару.

Технологическая схема производства фаршевых консервов

Изготовление консервов из мяса птицы включает более сложную подготовку сырья: опаливание тушек, потрошение, инспекцию. После этого в зависимости от вида консерва мясо без бланширования («Курица в собственном соку») либо после него («Филе куриное в желе») поступает на фасование. Порционирование мяса птицы осуществляют после разделки тушки («Курица в собственном соку») либо после обвалки бланшированной птицы («Филе куриное в желе»).

Таким образом, для осуществления производства мясных баночных консервов необходимо надлежащим образом подготовить сырье и иметь тару, в которой после фасования и герметизации производится дальнейшая обработка продукта и его хранение.

Технологическая схема производства субпродуктовых консервов



Подготовка сырья

Поступившее в консервное производство основное сырье перед фасованием в банки надлежащим образом подготавливают.

Приемка, разделка, обвалка и жиловка мяса. Основное сырье мясоконсервный цех принимает, соблюдая требования и правила, характерные для колбасного производства, включая определение состояния, вида и упитанности мяса, число туш, массу принимаемой партии и т. д. Особое внимание уделяют качеству зачистки туши, применение мокрой зачистки мясного сырья обеспечивает снижение на 60—90% общей микробиальной обсемененности, что существенно отражается на качестве получаемых консервов.

Разделку полутуш (туш) производят как по комбинированной, так и по дифференцированной схемам. При этом со свинины жирной, мясной и беконной категории упитанности перед разделкой снимают шпик, который впоследствии используют при выработке фаршевых и других консервов. Зарез отделяют и в консервном производстве не применяют.

Мясо обваливают по методам и приемам колбасного производства. Однако имеются и некоторые отличия. Мясо, предназначенное для изготовления натуральных консервов, отделяют от костей в один прием большими кусками. Для производства ветчинных консервов при обвалке свиных полутуш отделяют от отрубов задний окорок, лопаточную, шейную части. Наряду с традиционными методами в консервном производстве применяют обвалку полутуш в вертикальном положении. Вертикальная обвалка позволяет исключить операции по раскрою туш, облегчает труд обвальщиков, дает возможность на 15% увеличить производительность труда и на 3% выход мяса, способствует существенному снижению микробиологической обсемененности.

Мясо жилуют, удаляя лишь грубые соединительнотканные образования, крупные сосуды, железы, хрящи и кости. Межмышечный жир при жиловке свинины не удаляют. Жир-сырец жилуют, отделяя посторонние ткани и прирези. При жиловке мясо и жир-сырец одновременно нарезают на куски: для последующей ручной нарезки — массой до 500—600 г, для машинной резки — до 2 кг и более.

В зависимости от характеристики, качества и вида сырья различные части туши и мясо с них можно использовать для производства различных видов консервов.

Отрубы свиных туш беконной и мясной категории упитанности (рис. 111) со шкурой применяют в основном для изготовления ветчинных консервов, а мясо после обвалки — для фаршевых консервов. Из мяса свиных туш обрезных и мясной категории упитанности без шкуры при полной их обвалке приготовляют фаршевые консервы: «Свинина тушеная», «Свинина в собственном соку», «Завтрак туриста», мясо-растительные консервы. Мясо отдельных частей туши можно использовать также для производства консервов «Гуляш», «Свиные котлеты», «Филей свиной» и т. д.

При разделке и обвалке говяжьих туш I категории упитанности (рис. 112) часть сырья используют для изготовления пастеризованных консервов, а жилованное мясо — для фаршевых, мясо-растительных консервов, мяса тушеного и т. п.

При полной обвалке говяжьих туш II категории упитанности мясо в основном идет на изготовление «Говядины тушеной». Из баранины, полученной при полной обвалке, вырабатывают «Мясо тушеное». При дифференцированной обвалке из мяса отдельных частей туши изготовляют консервы более широкого ассортимента.

Разделка, обвалка и жиловка сырья в консервном производстве осуществляются на типовых конвейерных линиях, используемых в сырьевых цехах колбасного производства.

Подготовка субпродуктов. Обработка субпродуктов перед их использованием в консервном производстве включает их размо-

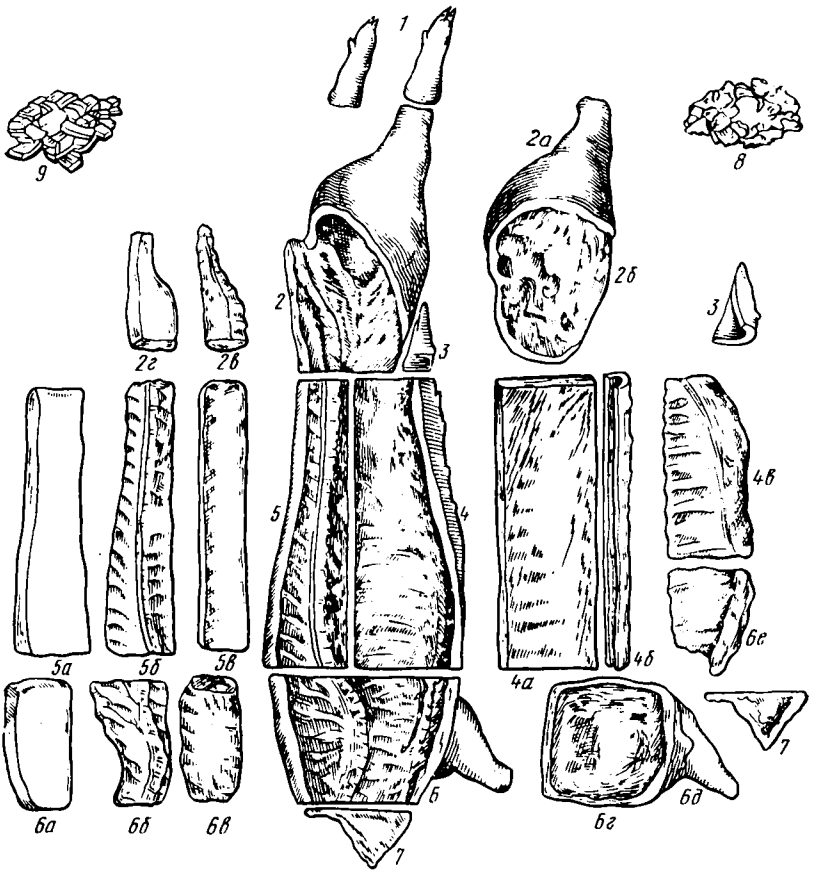


Рис. 111. Схема использования свиных туш беконной и мясной упитанности со шкурой для производства консервов:

1 — ножки («Ножки в желе»); *2* — окорок (*2а* — «Подбедерки в желе», *2б* — ветчина, бужанина); *3* — лопатка (*3* и *4б* — «Жирная свинина»); *4* — грудинка (*4а* — «Грудинка жареная в желе и с соусами», «Свиная солянка», «Бекон ломтиками»); *5* — корейка (*5в* — филей свиной, карбонат); *6* — лопатка (*6в* — шейка ветчинная; *6г* — ветчина, *6д* — «Рулька в желе»; *7* — щековина («Жирная свинина»); *8* — мясная обрезь. Мясо после обвалки: *2в*, *4в*, *5б*, *6б*, *6в* — «Свинина рубленая», «Завтрак туриста», «Фаршевые»; *2г*, *5а*, *6а* — «Шпик ломтиками»; *9* — «Рульки и подбедерки в желе», «Завтрак туриста»

раживание, освобождение от загрязнений, удаление малоценных тканей, отделение жира.

Языки осматривают, удаляют остатки калтыка и подъязычной кости, моют в воде и очищают от слизистой оболочки (кожицы) на центрифугах (температура воды 75- 80 °С, продолжительность обработки 1—4 мин). После охлаждения говяжьи и свиные языки сортируют по массе.

Печень осматривают, жилуют, нарезают на куски массой 300—500 г и в течение 5—10 мин промывают в холодной воде.

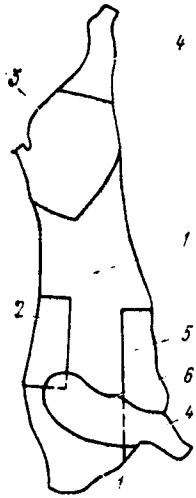


Рис. 112. Схема использования частей говяжьих туш (I категории упитанности) для производства консервов:

1 — пашина, реберная часть, подплечный край, шея («Гуляш», «Мясо в белом соусе», мясо-растительные: «Завтрак туриста», «Мясо рубленое с яйцами», «Мясо тушеное» 1 сорт); *2* — спинная часть («Антрекот», «Солонина деликатесная»); *3* — задняя часть («Солонина деликатесная» высший сорт); *4* — подбедерок с голяшкой, рульки («Гуляш», «Завтрак туриста»); *5* — грудинка и челышко («Солонина деликатесная» — грудинка соленая и солено-копченая); *6* — лопатка («Солонина деликатесная» 1 сорт)

Почки жилуют, разрезают на 2—4—16 частей и 2 ч вымачивают в холодной проточной воде.

Сердце и легкие обезжиривают, разрезают, зачищают от сгустков крови и кровеносных сосудов, промывают в холодной воде.

Мозги промывают в теплой воде, удаляют наружную оболочку, кровоподтеки, сосудисто-нервные пучки, разделяют на два полушария, вторично промывают.

Рубец моют в теплой воде, зачищают от остатков жира и слизистой оболочки, нарезают на куски массой 0,5—1,5 кг.

Вымя обезжиривают, разрезают на куски, моют в воде 20—30 мин или вымачивают в 5%-ном растворе уксуса в течение 5 мин.

Мясо с голов, диафрагму, мясную обрезь осматривают, жилуют и промывают.

Подготовка тушек птицы и кроликов. Размороженные (либо охлажденные) тушки птицы опаливают газовыми горелками и зачищают. У опаленных тушек отделяют головы, лапки по скакательный сустав и крылышки по плечевой сустав. У непотрошеной и полупотрошеной птицы удаляют внутренности, после чего тушки моют и разрезают на 4 (куры) или 8 (гуси и индейки) частей. Печень, желудок и сердце зачищают, обезжиривают, промывают.

Тушки кроликов после опаливания зачищают, разрубают по хребту, режут пополам. Отделяют почки, остатки горла и пищевода, промывают водой или вымачивают 10—12 ч в 1%-ном растворе уксуса.

После приемки и предварительной обработки мясо, субпродукты, тушки птицы и кроликов, учитывая разнообразие ассортимента выпускаемых консервов, обрабатывают по-разному перед закладкой в банки: нарезают, измельчают (степень измельчения различна); варят, бланшируют, обжаривают (либо сочетая несколько приемов тепловой обработки), солят, формуют и т. д. в соответствии с рецептурой и технологической инструкцией.

Измельчение мясного сырья. Измельчение — это операция, которой подвергают большинство видов мясного сырья, исполь-

зуемого в консервном производстве. Измельчение производят различными способами в зависимости от вида вырабатываемых консервов. При производстве натуральных консервов отжилованное мясо нарезают вручную, на мясорезательных машинах или почкорезках на куски массой от 30 до 200 г для их закладки в банку вместе с солью, специями или заливками. Тушки кроликов и птицы перед фасованием разрубают на куски массой до 200 г.

При производстве фаршевых, паштетных консервов, консервов детского и диетического питания и других мясное сырье измельчают на волчках, куттерах, куттер-мешалках, эмульситаторах и коллоидных мельницах.

Фарш для мясных консервов приготавливают в основном так же, как и в колбасном производстве. Однако, учитывая, что тепловая обработка (стерилизация) при изготовлении консервов производится при более высоких температурах, что вызывает уплотнение фарша и значительное (до 20%) отделение бульона, условия приготовления фарша несколько модифицируются. В частности, при куттеровании фарша в него дополнительно вводят 3—6% крахмала и 0,5% фосфатов, а количество добавляемой воды снижают на 5% по сравнению с нормативами для фарша колбасных изделий. Повышенное содержание соединительной ткани, гидролизирующейся при нагреве до глютина, способствует улучшению качества фаршевых консервов. Во избежание отделения бульона предельное количество жира в используемом сырье — 30%.

Для улучшения вкуса консервированных мясопродуктов, приготовленных из размороженного мяса, допускается использование 0,3% глютамината натрия. Введение в рецептуры фаршевых консервов аскорбиновой кислоты предохраняет продукт от нежелательных изменений при воздействии высоких температур в процессе стерилизации и обеспечивает сохранение пищевой ценности.

Мясную и субпродуктовую паштетную массу изготовляют по технологии ливерных колбас из частично или полностью бланшированного сырья, а также из содержимого консервных банок, оказавшихся негерметичными после стерилизации. При этом сырье последовательно измельчают на волчке, куттере (с одновременным составлением рецептуры), паштетотерке или коллоидной мельнице. Готовую пастообразную массу фасуют в банки. При производстве некоторых видов консервов («Фарш мясной, куриный») используют мясо механической обвалки.

Перемешивание сырья. В консервном производстве при изготовлении фаршевых консервов перемешивают готовый фарш со шпиком перед фасованием в банки; сухую соль с мясом перед выдержкой в посоле, вторичным измельчением на волчке и фасованием («Мясной завтрак»); измельченные и бланширо-

ванные субпродукты перед фасованием («Ассорти»); для проведения посола; а также мясо с измельченной свиной шкурой [«Говядина (баранина) для завтрака»]; нарезанное или измельченное мясо перед фасованием в банки с солью, мукой, специями, луком, томат-пастой, сахаром, уксусом, овощами, крупами и т. д.; при производстве мясо-растительных консервов и консервов типа «Гуляш», «Мясо в белом соусе» и т. п.

Применение вакуумирования при перемешивании мясного фарша значительно улучшает качество готовых изделий, способствует увеличению коэффициента теплопроводности консерва и степени заполнения тары.

Посол мясного сырья. При изготовлении мясных консервов на разных стадиях технологической обработки в мясное сырье вводят поваренную соль. При производстве консервов «Антрекот» из конского мяса, изготовленных с предварительной тепловой обработкой сырья в форме, или «Мясо тушеное» соль добавляют непосредственно при фасовании продукта в банки. Иногда (мясо-растительные консервы, «Субпродукты рубленые») соль перемешивают с остальными компонентами на мешалке и сразу передают продукт на фасование. При изготовлении паштетных консервов соль закладывают в куттер вместе со специями и бульоном. При таких способах введения соль перераспределяется в продукте в процессе хранения консервов.

Для некоторых консервов процесс посола, т. е. проникновение соли в продукт, совмещают с другими видами технологической обработки: бланшированием («Почки в томатном соусе»), когда соль добавляют в воду, обжаркой («Мозги жареные»).

При производстве ветчинных консервов независимо от вида последующей тепловой обработки, а также для консервов, изготовляемых с предварительной тепловой обработкой сырья в формах («Рулет из конского мяса», «Мясо деликатесное конское»), посол осуществляют сухим, мокрым и смешанным способами.

Продолжительность и способ посола зависят от вида вырабатываемых консервов. При производстве ветчинных консервов окорока и лопаточную часть после зачистки шприцуют, заливают рассолом и выдерживают для посола («Ветчина деликатесная» 2 сут; «Ветчина пастеризованная» — 2 сут). После посола окорока и лопаточную часть выдерживают для созревания 5—7 сут, коптят, обваливают, варят в формах, после чего охлаждают и фасуют в банки. При изготовлении «Ветчины рубленой» полужирную свинину перемешивают в мешалке с рассолом и выдерживают 2 сут для посола и созревания. При подготовке сырья для производства консервов «Завтрак туриста» и «Бекон рубленый» посолочные ингредиенты перемешивают с мясом в мешалке и солят в тазиках от 48 ч («Завтрак туриста») до 4—5 сут («Бекон рубленый»).

Предварительная тепловая обработка сырья. Некоторые виды основного сырья перед закладкой в банки подвергают предварительной тепловой обработке: бланшированию, обжариванию, варке, обжарке, копчению.

Бланширование представляет собой кратковременную варку сырья в воде, в собственном соку или в паровой среде до неполной готовности. Тепловая денатурация белков сопровождается уменьшением диаметра мышечных волокон, в результате чего выпрессовывается свободная влага, масса мяса после бланширования уменьшается на 40—45%, а объем — на 25—30%, что позволяет максимально использовать полезную вместимость тары при фасовании консервов и увеличить концентрацию пищевых веществ в продукте. Одновременно в процессе бланширования частично разваривается соединительная ткань, уменьшается ее прочность, возрастает проницаемость клеточных мембран, выделяются воздушные пузырьки, наличие которых в стерилизуемом продукте катализирует окисление сырья, стимулирует внутреннюю коррозию тары и приводит к повышению давления в банках при стерилизации. Бланширование вызывает инактивацию мышечных ферментов и гибель вегетативной формы микроорганизмов, находящихся в мясе, в результате чего повышается эффективность последующей стерилизации. Следует отметить, что при бланшировании мяса в воде в значительной степени теряются растворимые пищевые вещества, минеральные соли и витамины, поэтому предпочтительнее производить бланширование паром.

Существует несколько способов бланширования мяса. По первому способу жилованное сырье закладывают в бланширователь (или котел) с кипящей водой в соотношении 53 : 47. Для получения концентрированного бульона в одном котле бланшируют три закладки мяса: первую закладку выдерживают 50—60 мин, вторую — 1 ч 15 мин и третью — 1 ч 30 мин. Четвертую закладку в этот же бульон проводить не следует, так как увеличивается продолжительность варки, плотность бульона практически не изменяется, а качество бульона и мяса ухудшается.

При втором способе — бланширование мяса в собственном соку — мясо загружают в бланширователь на $^2/_3$ объема, добавляя горячую воду (4—6% массы мяса). После однократного бланширования в течение 30—40 мин бульон получается достаточно концентрированным, пригодным для непосредственного использования в консервах без дополнительного выпаривания.

При третьем способе к мясу добавляют 15—20% воды, продолжительность процесса 30—40 мин. Затем мясо выгружают, а оставшийся бульон упаривают. После бланширования второй партии мясо выгружают, а полученный бульон по концентрации пригоден для добавления в консервы, так как содержит не менее 15% сухих веществ.

Бланширование считают законченным, если мясо на разрезе имеет серый цвет и не выделяет при надавливании кровянистого мясного сока.

Мясное сырье бланшируют при производстве субпродуктовых, паштетных и некоторых других видов консервов.

Для консервов «Язык говяжий в собственном соку» так же, как и для некоторых субпродуктовых консервов, допускается исключение бланширования. В этом случае при фасовании вместо бульона в банку закладывают сухой желатин.

Бланширование проводят в аппаратах периодического (варочные опрокидывающие котлы, котлы «Вулкан») и непрерывного (бланширователь ФНБ) действия, открытого и закрытого типа. Последний тип предназначен для обработки сырья при температурах выше 100 °С.

По окончании бланширования мясное сырье охлаждают до 45—55 °С и направляют на фасование либо на дальнейшую технологическую обработку.

Обжаривание — это тепловая обработка продуктов в присутствии достаточно большого количества жира. Жир, являясь жидкой теплопередающей средой, улучшает условия нагрева и в то же время защищает продукт от перегрева. Кроме того, жир при обжаривании пропитывает продукт, увеличивая его пищевую ценность. В процессе обжаривания поверхностный слой мяса обезвоживается и уплотняется. Последующий термический (пирогенетический) распад составных частей мяса на поверхности приводит к образованию летучих веществ, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса. При обжаривании происходит частичный гидролиз жира до глицерина и свободных жирных кислот, а также гидротермическое расщепление до 10—20% коллагена соединительной ткани.

Степень образования ароматических веществ и их вид зависят от температуры обжаривания: при 105—130 °С отмечается начальный этап образования летучих веществ, при 150—160 °С процесс интенсифицируется, при 180 °С возможно появление «ожога», обугливание поверхности продукта, образование веществ с неприятным вкусом и запахом.

Несмотря на достаточно высокую температуру процесса, внутренние слои продукта, сохраняющие достаточно большое количество влаги, не перегреваются выше 102—103 °С, вследствие чего в толще мяса характер изменения составных компонентов напоминает изменения, происходящие при влажном нагреве.

Под действием высокотемпературного нагрева при обжарке имеют место потери витаминов, степень распада которых возрастает по мере увеличения продолжительности обжарки. С выделяющимся мясным соком теряется часть минеральных солей. При организации обжаривания необходимо учитывать не только температуру процесса, но и его продолжительность,

а также размеры обрабатываемых кусков продукта. При слишком высоких температурах и больших размерах кусков поверхностные слои продукта будут обжариваться полностью, однако внутри мясо может остаться сырым, несмотря на появление желательного аромата и вкуса. При относительно низких температурах обжаривания резко возрастает продолжительность процесса, мясо разрыхляется без образования плотной поверхностной корочки. Из такого полуфабриката консервы получаются разваренными и разволокненными. Продолжительность обжаривания в зависимости от размеров кусков и вида сырья составляет от 8 до 45 мин. Нарушение режимов обжаривания может привести к резкому уменьшению массы продукта вследствие чрезмерного обезвоживания. В технологической практике величина потерь массы мясного сырья при обжаривании составляет от 35 до 60%.

Сырье обжаривают при изготовлении консервов «Мясо жареное», «Гуляш», некоторых видов консервированной продукции, содержащей растительные наполнители.

В зависимости от типа вырабатываемых консервов обжаривание производят после бланширования или без него, один раз или двукратно, с использованием костного, свиного жира, рафинированного подсолнечного масла, сливочного масла (5—10% к массе мясного сырья). Следует учитывать, что при многократном использовании жира в качестве теплопроводящей среды в нем существенно интенсифицируется гидролиз и окисление с накоплением альдегидов и оксикислот.

Мясное сырье обжаривают в варочных опрокидывающихся котлах, в универсальных электрических жарочных аппаратах и на электрических плитах.

Копчение и обжарку используют как этап технологической обработки при подготовке к фасованию мясопродуктовых консервов. В частности, после посола холодному копчению подвергают «Ветчину деликатесную» (3 ч) и «Шейку ветчинную» (1 ч). Горячим копчением обрабатывают «Ветчину» (8 ч), «Ветчину таллинскую» (6—8 ч), «Бекон копченый пастеризованный ломтиками» (60 ч), «Грудинку говяжью копченую» (8—10 ч).

Во избежание загрязнения мясопродуктов копотью окорока коптят в марлевых мешочках либо без них, но обязательно обтирают поверхность по окончании обработки чистой тканью. Обжарке подвергают ограниченное количество мясопродуктов, предназначенных для консервирования: «Сосиски русские», «Сосиски рижские» и др.

Варке в консервном производстве подвергают сформованные сосиски («Сосиски рижские» и «Сосиски латвийские») после обжарки, посоленное сырье для изготовления ветчинных консервов, соленое или несоленое сырье в формах.

Операции обжарки, варки и копчения осуществляют на оборудовании и по режимам, аналогичным используемым в колбасном производстве.

Подготовка вспомогательных материалов

Перед фасованием в банки до перемешивания с мясным сырьем или перед введением в них вспомогательные материалы растительного происхождения осматривают, сортируют, удаляют посторонние примеси, измельчают, промывают, замачивают, бланшируют, варят и т. д.

Бобовые осматривают, очищают от примесей и раздробленных зерен, замачивают в теплой воде (1,5—3 ч), моют и бланшируют 6—30 мин.

Крупы очищают от примесей. Рис и перловую крупу промывают, бланшируют 8—10 мин для набухания и вновь промывают в холодной воде. Гречневую крупу прокаливают на противнях, замачивают в горячей воде для набухания, после чего перемешивают с солью и специями и в горячем виде передают на фасование.

Мучные изделия осматривают, удаляют посторонние примеси, бланшируют в кипящей воде (5—10 мин), после чего промывают холодной водой. К промытым макаронам, лапше, вермишели во избежание склеивания их в готовых консервах добавляют расплавленный жир.

Муку пропускают через систему металлообнаружителей и пассеруют, т. е. обжаривают без жира в паровых котлах или на плитах.

Овощи (морковь, свекла, капуста) калибруют, моют, осматривают, очищают от загрязнений, поврежденных мест, измельчают.

Картофель моют, калибруют, инспектируют, очищают, дочищают, вторично моют и режут на кубики (10—15 мм) или полоски на овощерезках.

Лук и чеснок осматривают, очищают от покровных сухих листьев, обрезают корневую и верхнюю части, удаляют поврежденные места, после чего моют и режут на овощерезках или куттерах. Нарезанный лук обжаривают на костном или свином жире (5—20% к массе сырого лука) до светло-золотистого или коричневого цвета. Выход обжаренного лука составляет 60% к массе свежего лука и жира. В консервном производстве допускается использование заготовленного впрок, нормально обжаренного в растительном масле лука после того, как с него стечет масло.

Сушеный лук после разборки и инспекции пропускают через систему магнитной очистки, замачивают в воде и направляют на обжаривание.

Белые коренья (пастернак, сельдерей) перед закладкой в банки моют, очищают, измельчают (шинкуют) и используют в сыром виде.

Перец, гвоздику, кардамон осматривают, измельчают, если они не были измельчены, просеивают через сито для удаления посторонних примесей и пропускают через магнитоуловители.

Лавровый лист перед закладкой в банки осматривают, удаляют посторонние примеси, веточки, загнившие и заплесневевшие листья, затем промывают холодной водой.

Бульоны, являющиеся составной частью некоторых видов консервов и при охлаждении образующие желе, получают длительной варкой в воде говяжьих и бараньих костей, хранившихся после обвалки не более 24 ч, сухожилий, мясокостного сырья.

Для приготовления костного бульона поделочную кость и кость для производства клея, кулаки промывают 15—20 мин в проточной холодной воде в чанах или ваннах. Кость для производства клея после мойки измельчают. Затем кости обжаривают в газовых опалочных печах в течение 20—40 мин при 120—160 °С, чтобы получающийся бульон имел коричневую окраску, хороший аромат и вкус. Обжаренные кости загружают в двухстенный котел, заливают водой (соотношение кости к воде 1 : 3) и варят в течение 3—4 ч при 90—95 °С. По окончании варки бульон отстаивают, удаляют с поверхности жир. Выход бульона по отношению к кости должен составлять 1 : 1. Полученный бульон очищают на тканевых фильтрах.

В некоторых случаях сначала в котел заливают воду, доводят ее до кипения, загружают в нее кость (соотношение воды к кости 1 : 1) и варят по 2 ч в три партии в одном бульоне, добавляя воду так, чтобы она покрывала кость на 10—15 см. Бульон отстаивают, жир с поверхности снимают, а бульон переливают в другую емкость. Отстоявшийся бульон выпаривают 20—30 мин при кипении в котле, фильтруют и используют при заливке в банки для приготовления соусов.

Бульоны из крылышек, ножек и костей птицы готовят таким же образом. К концу варки бульон из птицы должен стать прозрачным, янтарно-желтого цвета. Для увеличения его застудневающей способности в готовый бульон добавляют желатин, а для вкуса — соль в соответствии с рецептурой.

Концентрированные бульоны можно получить из смеси бульонов после бланширования мяса (три раза в одной воде либо один раз в присутствии 4—20% воды) и бульона после варки кости. Такие бульоны также отстаивают и с их поверхности удаляют жир. Обезжиренный бульон фильтруют или сепарируют. Если бульон имеет недостаточную концентрацию (менее 15% сухих веществ), его упаривают. Упаривать бульон

лучше под вакуумом, но температура его при любом способе выпаривания должна быть не ниже 65 °С, так как он является хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. В случае длительного выпаривания при атмосферном давлении качество бульона ухудшается, в результате чего он плохо желатинизируется. В таких случаях к бульону добавляют 0,5—1% желатина.

Бульоны из мясокостного сырья готовят подобным образом. Однако время варки составляет 4 ч (соотношение кости и воды 1 : 1).

Для приготовления бульонов для консервов «Языки в желе» используют сухожилия с ног крупного рогатого скота. Котел с сухожилиями заливают водой, перемешивают, сливают воду и вновь заливают чистую холодную воду, после чего ее кипятят 10 мин при постоянном перемешивании. Горячую воду сливают, вновь заливают сухожилия холодной водой (из расчета 4 ч. воды на 1 ч. сухожилий), доводят температуру до 85 °С, при которой и ведут варку в течение 14—16 ч. Во избежание помутнения бульона доводить воду до кипения не рекомендуется. Бульон фильтруют и используют для заливки в банку.

Качество бульонов, используемых в консервном производстве, определяют в лаборатории, просматривая прозрачность и плотность. Застудневающие бульоны (желе) получают путем набухания желатина в воде (1 : 50) в течение 40—50 мин и последующего растворения его при перемешивании с нагревом до 60—70 °С.

Для консервов, содержащих желе, не обязательно специально приготавливать бульоны или раствор желатина. В некоторых видах консервов («Завтрак туриста») в состав фарша вводят соответствующим образом подготовленное коллагенсодержащее сырье, которое при последующей тепловой обработке приобретает способность к застудневанию. Предварительную подготовку этого сырья проводят двумя способами: с нагреванием и без него.

При обработке сырья без нагревания ахилловы сухожилия, жилки, соединительную ткань и очищенную от щетины и обезжиренную свиную шкурку загружают в двухстенный котел, заливают холодной проточной водой и перемешивают до исчезновения мути. Затем воду сливают и сырье вновь заливают чистой холодной водой, в которой выдерживают до 1 ч. После промывки воде дают стечь, сырье измельчают на волчке сначала через решетку с крупными отверстиями, затем через решетку с отверстиями диаметром 3 мм.

При обработке с нагреванием сырье после промывки заливают водой, доводят до кипения и кипятят 10—15 мин. Затем его выгружают из котла и в горячем виде измельчают на волч-

ке через решетку с отверстиями диаметром 2—3 мм и охлаждают в тазах слоем 10 см до 0—4 °С. Охлажденное сырье выгружают из тазиков, режут на полосы, вторично измельчают на волчке через решетку с отверстиями диаметром 2 мм и в мешалке перемешивают с мясом.

Соусы придают консервам специфический вкус и привлекательный внешний вид. В зависимости от того компонента, который определяющим образом влияет на формирование вкуса и вида готового соуса, их подразделяют на томатный, белый, сметанный, сладкий и винный.

Название соуса зависит от вида наполнителя: у томатного соуса им является томат-паста, у сметанного — сметана, у сладкого — жженый сахар, у белого — пассерованная мука.

Соусы готовят на костных или мясных бульонах по следующей схеме. На первом этапе в горячий бульон вносят пассерованную (обжаренную) муку и при перемешивании кипятят бульон 10—20 мин до исчезновения крупинок муки. Затем вносят томат-пасту, сметану или другой наполнитель, соль, сахар, пряности и вновь при перемешивании кипятят соус 5—15 мин. Готовый соус заливают в банки при 70—75 °С.

Подготовка тары

К таре, подготовленной к подаче на фасование, предъявляют ряд требований: банки и крышки не должны иметь загрязнений, остатков флюса от пайки, смазки, металлической пыли и мелких опилок, наплывов припоя на внутренней поверхности; прокладки на крышках не должны быть размягчены в результате тепловой обработки. Соединительный шов корпуса и донышка должен быть герметичен.

Тара должна пройти предварительную санитарную обработку, снижающую микробиальную загрязненность, что влияет на эффективность стерилизации. В частности, стеклянные банки моют 2—3%-ным раствором гидроксида натрия (каустической соды), фосфатом натрия и др. После мойки банки обрабатывают острым паром и горячей (95—98 °С) водой. Металлические крышки, предназначенные для укупорки стеклянной тары, шпарят в кипящей воде 2—3 мин в сетках.

Процесс мойки должен обеспечивать удаление микроорганизмов не менее чем в 99% вымытых банок. При этом остаточная микробиальная обсемененность не должна превышать 500 клеток на внутренней поверхности банки.

Санитарную обработку стеклянной и жестяной тары и последующее обсушивание производят на специальных устройствах конвейерного типа, которые состоят из нескольких секций: мойки (замачивания), шпарки, ополаскивания и подсушивания. Банки, поступающие на порционирование, не должны содержать остатков воды (от мойки или шпарки).

Порционирование и закатка банок

В мясопорционном отделении заполняют продуктом подготовленную тару, проводят контрольное взвешивание консервов после фасования, закатку крышки (укупорку банки) с одновременной маркировкой ее, проверяют герметичность банок.

При порционировании необходимо обеспечить соответствие соотношений основных компонентов рецептуры действующим требованиям технических условий.

Как правило, при фасовании вначале закладывают плотные составные части: соль, специи, жир-сырец, мясо и т. п., после чего в банку заливают жидкие компоненты — бульон, соусы.

В зависимости от вида сырья и степени механизации производственного процесса порционирование и фасование производят вручную или механизированным способом.

При ручном порционировании взвешивают содержимое каждой банки. Соль, специи и основное сырье закладывают в определенной последовательности: вначале укладывают лавровый лист, соль и специи, затем жир и после этого мясо. Соль и молотый перец предварительно смешивают в соответствии с рецептурой и фасуют дозировочно-фасовочными устройствами или автоматами.

При фасовании жидкие (бульон, соусы), сыпучие (специи, крупы) и пластические (фарш) продукты дозируют машинами по объему с помощью мерных наполнительных цилиндров.

Машинным способом фасуют мясо, нарезанное на куски (мясо тушеное, жареное в соусе, гуляш, рагу), фаршевые, паштетные консервы и др. Остальные виды консервов, такие, как языковые, ветчинные, сосиски, консервы из птицы и кроликов и другие, фасуют вручную. Необходимо отметить, что механизированное порционирование обеспечивает более низкую обсемененность закладываемого в банку сырья.

При ручном фасовании содержимое закладывают в тару на конвейерах, оснащенных весами (для контроля массы продукта) и закаточной машиной. Автоматическое дозирование компонентов рецептур, включающих мясо, нарезанное на куски («Гуляш», «Мясо тушеное», «Ассорти» и т. п.), производят на наполнительных машинах АДМ и В2-ФНА (рис. 113), порционирование колбасного фарша и паштетной массы — на шприцах-дозаторах «Идеал» и САМ-80, имеющих Г-образную изогнутую цевку.

При выработке консервов, содержащих желе (ветчина, колбасный фарш, паштеты), на дно и под крышку жестяных банок закладывают пергаментные кружочки, уменьшающие контакт продукта с жестью и улучшающие его внешний вид.

Наполненные банки от автоматов-дозаторов по транспортеру передают на контрольное взвешивание и закатку.

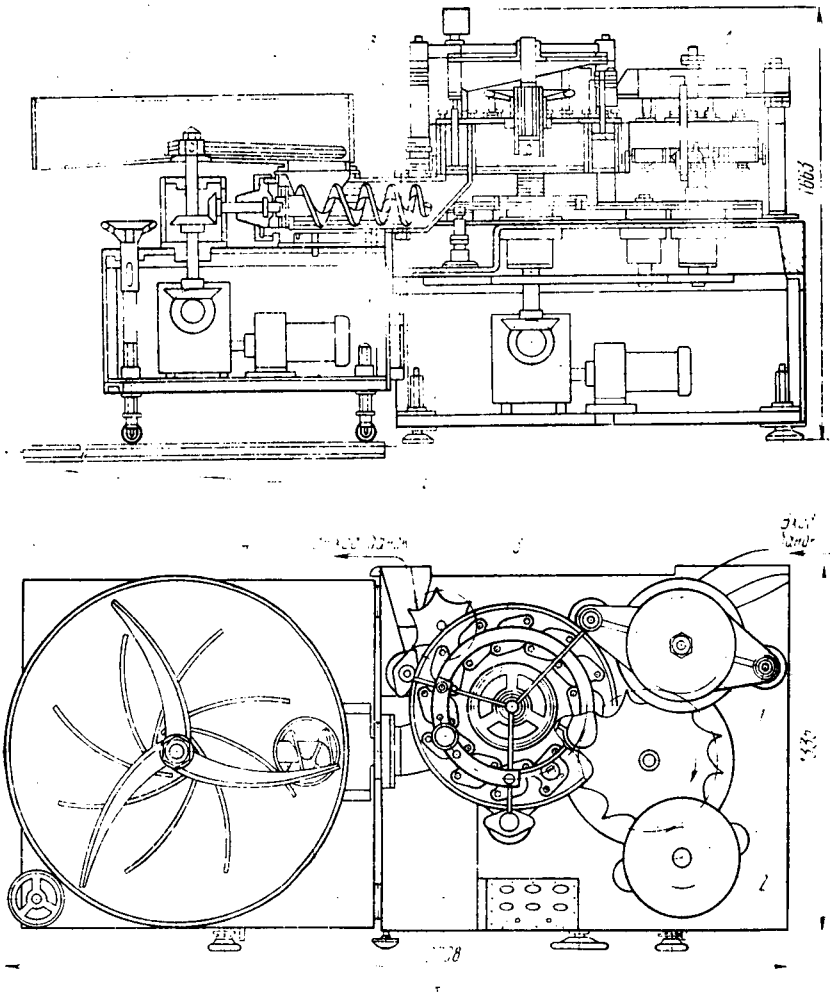


Рис. 113. Автомат В2-ФНА для наполнения жестяных банок мясом:

1 — дозатор жира; *2* — дозатор соли с перцем; *3* — башня дозировочная; *4* — шнековый питатель; *5* — пульт управления; *6* — лопасти; *7* — шнек

Контрольное взвешивание производят вручную на циферблатных весах либо на инспекционных автоматах. Основная задача этой операции — не допустить производства незаполненных (легковесовых) и переполненных (тяжеловесных) банок. Для определения массы нетто каждой банки необходимо знать точную среднюю массу пустой банки. С этой целью 1—3 раза за смену взвешивают партию по 100 банок и на основании этого находят среднюю массу одной банки. В целом до-

пустимые отклонения в массе нетто отдельных наполненных банок массой до 1 кг составляют ±3,0%, для банок более 1 кг — ±2,0%.

Особое внимание при этом должно быть уделено тому, чтобы на бортах банок, поступающих на закатку, не было кусков мяса, так как их присутствие может оказаться впоследствии причиной негерметичности консервов.

Взвешенные банки, наполненные содержимым, по транспортеру подают на закатку (присоединение крышки к корпусу). На закаточных машинах перед подачей крышки на прифальцовку ее маркируют, т. е. наносят специальные знаки, выдавливая металл внутрь банки, или (реже) с помощью типографской печати. Маркировку осуществляют в две строчки: на донышко нелитографированной банки наносят индекс отрасли промышленности (ММ — мясная), номер завода и последнюю цифру года изготовления; на крышке выштамповывают номер смены (одной цифрой), число месяца изготовления (двумя цифрами, до девятого числа включительно впереди ставят ноль), месяц изготовления, обозначенный буквой «А» (январь), «Б» (февраль) и т. д. по алфавиту до «Н», исключая букву «З», ассортиментный номер (1—3 знака).

На литографированные банки наносят на крышку только одну строчку маркировки (с указанием смены, даты выработки и ассортиментного номера), так как остальная информация уже обозначена на банке. При выработке консервов для экспортных поставок, несмотря на наличие этикетки, маркировку банок наносят полностью в две строчки, причем дополнительно во второй строчке выбивается шестой знак, соответствующий сорту консервов («В» — высший сорт).

Для нанесения знаков на концы банок применяют автоматические маркировочные машины ударного и ротационного действия.

Сущность процесса закатки состоит в герметическом присоединении крышки к корпусу банки путем образования двойного закаточного шва. На корпус надевают донышки, и в собранном виде пара плотно зажимается между верхним и нижним патронами и начинает вращаться. Расположенный сбоку закаточный ролик прижимается к вращающемуся донышку и обкатывает его. Сложность формы шва и особенности силового воздействия обусловливают выполнение закатывания в две последовательные операции (рис. 114): подгиб поля крышки и ее завитка под фланец корпуса; окончательное сжатие шва, полная герметизация межслойных зазоров пастой. Как правило, закатка производится при помощи закаточного патрона и закаточных роликов первой и второй операций. Закатку можно осуществлять при вращающейся или неподвижной банке. Для этой операции используют закаточные машины различного типа: полуавтоматические одношпиндельные с вращением и без

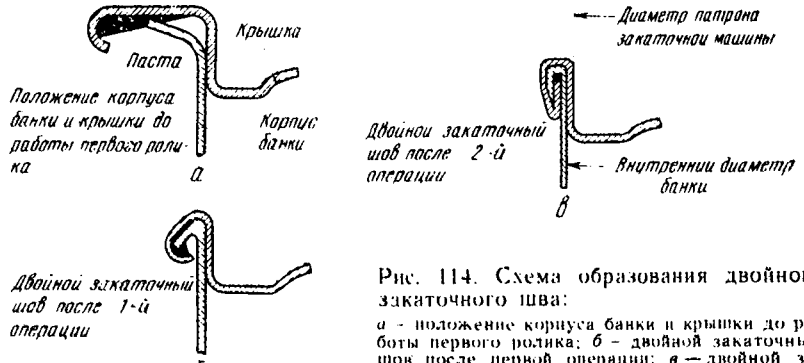


Рис. 114. Схема образования двойного закаточного шва:

а – положение корпуса банки и крышки до работы первого ролика; *б* – двойной закаточный шов после первой операции; *в* – двойной закаточный шов после второй операции

вращения банки; автоматические однобашенные и двухбашенные без вращения банки; автоматические однобашенные вакуум-закаточные установки с механическим, тепловым вакуумом с клинчером и без клинчера.

Полуавтоматические закаточные машины предназначены для предприятий малой мощности, а также для укупорки наполненных банок, содержимое которых необходимо утрамбовывать (куриные, ветчинные, языковые консервы, жареное мясо, почки и т. п.).

Автоматические закаточные машины предназначены для маркировки, закатки (в обычных атмосферных условиях или в разреженной атмосфере) и подсчета цилиндрических консервных банок. По конструктивным признакам они подразделяются на однопозиционные и двухпозиционные линейные и многопозиционные карусельные, однобашенные или двухбашенные.

Автоматический процесс закатки или укупорки банок для безвакуумных автоматов осуществляется непрерывно и состоит из следующих операций: приема банок с цеховых транспортных устройств, выдачи крышки из магазина, маркировки крышек, подачи банок и крышек к закаточному ротору и их относительной ориентации, установки крышки на банку, установки собранных банок с крышкой в патрон закаточного механизма, закатки банки роликами I и II операции, съема банки, подсчета готовых изделий, подачи готовых изделий на цеховые транспортные устройства для дальнейшей обработки. Так работают автоматические однобашенные и двухбашенные закаточные машины.

Однобашенные автоматические закаточные машины подразделяются на четырех- и шестишпиндельные. Причем каждый шпиндель оснащен двумя роликами первой операции закатки и двумя — второй операции, которые последовательно прифальцовывают крышку к корпусу. Наиболее распространенной

в мясоконсервной промышленности является однобашенная закаточная шестишпиндельная машина ОЗД.

Двухбашенные автоматические закаточные машины отличаются от однобашенных тем, что каждая башня, имеющая по четыре шпинделя, выполняет только одну операцию закатки: первая башня — операцию первого ролика, вторая — операцию второго ролика.

Для образования правильного и герметичного двойного закаточного шва на машинах любой конструкции необходимо, чтобы ролики первой операции сделали 5—7, а ролики второй операции 3—5 оборотов по шву.

Фигурные или прямоугольные консервные банки закатывают на машинах, у которых ролики первой и второй операции двигаются по направляющей в зависимости от формы банки.

В консервной промышленности широко используют вакуумирование (эксгаустирование) содержимого банок перед закаткой. Обычно воздух попадает в банку во время порционирования и находится между кусками мяса, в порах и частично растворен в жидкости. Присутствие воздуха в закрытой консервной таре оказывает нежелательное воздействие на продукт и тару как во время стерилизации, так и при последующем хранении. Наличие кислорода воздуха вызывает коррозию металла, ускоряет процессы окисления в продукте, что отрицательно сказывается особенно на качестве жира (возрастает перекисное и кислотное числа, pH и общая кислотность продукта), катализирует разрушение витаминов и ароматических веществ, создает благоприятные условия для развития аэробных бактерий, что в конечном итоге приводит к ухудшению качества консервов и сокращению сроков их хранения. Воздух, обладающий низкой теплопроводностью, уменьшает скорость прогрева содержимого банки и тем самым тормозит ход стерилизации. Кроме того, чем больше воздуха в банке, тем больше избыточное давление внутри тары во время стерилизации, что сопровождается появлением брака консервов в виде деформации или разрыва банок.

Величину давления воздуха внутри банки можно определить по формуле

$$P = (G/V)RT,$$

где G/V — удельная масса воздуха, кг/м³ ($G/V = 1{,}293$ кг/м³); R — постоянная воздуха ($R = 29{,}3$); T — абсолютная температура воздуха.

Использование вакуумирования позволяет не только уменьшить степень проявления рассмотренных негативных эффектов, но и дает возможность одновременно удалить из банки газообразные продукты распада белков (аммиак и сероводород), являющиеся причиной потемнения внутренней поверхности тары.

Существует три метода вакуумирования (эксгаустирования): тепловой, механический и комбинированный.

Тепловое эксгаустирование заключается в нагревании банок с содержимым до их герметизации. При этом водяные пары, упругость которых повышается, вытесняют воздух из продукта. Тепловое эксгаустирование осуществляют паром при 80—85 °С либо в ИК-камерах, оснащенных излучателями с широким спектром излучения (2,5—0,75 мкм). Механическое вакуумирование заключается в отсасывании воздуха из банки с помощью вакуум-насосов с последующей герметизацией продукта. Для повышения эффективности удаления воздуха из банок можно воспользоваться одновременно обоими способами эксгаустирования, применяя вакуумирование при герметизации предварительно подогретых банок. Глубину вакуума при эксгаустировании поддерживают на уровне $(3{,}3—5{,}3)\cdot10^4$ Па, в отдельных случаях до $8{,}6\cdot10^4$ Па. Более глубокий вакуум необходим при производстве консервов из неизмельченного мяса и при работе с тарой маленьких типоразмеров. В целом в мясоконсервной промышленности вакуумирование применяют в основном для банок большой вместимости (от № 12 и выше).

При производстве некоторых видов консервов существенное влияние на качество продукта оказывает период организации вакуумирования. Если при изготовлении крупнокусковых консервов эффективно вакуумирование проводить при порционировании и закатке банок, то при производстве фаршевых консервов применение вакуума должно осуществляться в основном при измельчении (куттеровании) сырья. Порционирование фаршевых эмульсий в консервную тару в условиях вакуума не обеспечивает качественной деаэрации фарша.

Для проведения закатки с одновременным вакуумированием используют различные вакуум-закаточные машины. При наличии в установке клинчера (машины предварительной закатки) вакуум-насосы монтируют отдельно от закаточных машин, а при отсутствии клинчера — в самой закаточной машине. Клинчерование применяют для образования малого крючка на крышке, надетой на корпус банки. Это позволяет придать устойчивость крышке при вакуумировании и установке банки на закаточный патрон.

В автоматических вакуум-закаточных машинах операция закатки полностью производится в вакуумной камере при давлении $(3{,}9—7{,}6)\cdot10^4$ Па.

Стеклянную тару после наполнения не закатывают, а прикатывают, в результате чего происходит плотное заклинивание резинового кольца между крышкой и горлом банки.

В результате плохой работы закаточных машин образуется брак: «язычки», морщинистые фальцы, срезы фальцев, подрезы низов фальцев, накат на фальцах, «птички» (острые выступы жести на окружности бомбажного кольца рельефа крышки),

выступы пасты из-под фальцев. Образование «язычков» по фальцам и морщинистых фальцев связано с недостаточной отрегулированностью ролика первой операции, с его изношенностью, с наличием раковин на поверхности ролика либо вмятин на крышке. Эти виды брака могут появиться также вследствие перекосов фланца на отбортовочном автомате, из-за остатка припоя на углошве или увеличенного радиуса подвивки крышки. Морщинистость образуется также от того, что жесть крышки тоньше жести корпуса.

Плохая работа ролика второй операции, нарушение его вертикального положения, большая высота его подъема либо заклинивание ролика приводят к появлению на фальцах подрезов низов и наката. Иногда на фальцах банки после закатки обнаруживают выступившую из двойного закаточного шва уплотняющую герметизирующую пасту. Этот дефект не связан с работой закаточной машины, а образуется от невысохшей пасты или ее односторонней заливки в подвивку. Вследствие перекоса крышки, люфта шпинделя, заклинивания ролика либо наплыва припоя на углошве происходит срез фальцев. Эти же причины могут вызвать образование «птичек».

Проверка герметичности закатанных банок

После закатки банок на любом типе машин, исключая вакуум-закаточные, в технологической линии предусмотрена проверка герметичности заполненных и укупоренных банок. Цель проверки — не допустить в стерилизацию плохо закатанные банки, у которых в ходе тепловой обработки появится активный подтек (т. е. содержимое будет выходить из банки). Банки на герметичность проверяют несколькими способами: визуально (внешний осмотр), в водяной контрольной ванне, с помощью воздушных и воздушно-водяных тестеров.

Визуально непосредственно на конвейере осматривают закаточный шов, но так можно обнаружить брак только при явных признаках негерметичности.

На Семипалатинском мясокомбинате для проверки банок на герметичность используют водяную контрольную ванну, окрашенную изнутри белой краской, хорошо освещенную и наполненную горячей (80—90 °С) водой, в которой по течкам движутся (1—2 мин) закатанные банки. О герметичности банок судят по появлению воздушных пузырьков в воде, выделяющихся из банки вследствие расширения объема воздуха, вызываемого нагревом. В процессе контроля содержимое банки предварительно частично подогревается, одновременно банки моются.

Качество закаточного шва проверяют также введением в пустую банку 5—6 капель серного эфира, закаткой ее и подо-

гревом в воде до 80—85 °С. О герметичности швов судят по появлению пузырьков воздуха и паров эфира.

Более совершенны и точны в работе воздушные и воздушно-водяные тестеры вертикального либо горизонтального типа, состоящие из камер контроля банок, соединенных с системой вакуумирования или подачи сжатого воздуха.

При обнаружении негерметичности банки удаляют с конвейера. Плохо закатанные банки вскрывают и содержимое перекладывают в другие. Банки, негерметичные по фальцу, вторично подкатывают на закаточной машине роликом второй операции. Банки, негерметичные вследствие проштамповки и других дефектов, вскрывают и содержимое их перекладывают в другие банки.

Основной причиной негерметичности банок является плохое качество закаточного шва вследствие недостаточной отрегулированности закаточной машины либо отклонения в линейных размерах банок, поступающих на закатку. Если число негерметичных банок превышает 0,1% (в течение 1 ч проверки), то закаточную машину останавливают и устраняют неполадки.

После проверки на герметичность банки передают на стерилизацию. Особое значение имеет предотвращение простоя после фасования продукта в банки и до начала стерилизации. Продолжительность всего процесса, начиная с момента закатки до начала стерилизации, не должна превышать 30 мин. Нарушение этих условий приводит к интенсивному развитию микроорганизмов в сырье и, как следствие, к браку консервов.

Термообработка

Теоретические основы термообработки. В процессе производства консервов для обеспечения стабильности продукта при хранении используют такие способы термообработки, как стерилизация, пастеризация, тиндализация.

Стерилизация — одна из основных операций технологического процесса производства консервов, которую проводят, нагревая продукт до температуры выше 100 °С, для подавления жизнедеятельности микроорганизмов либо для их полного уничтожения.

Основными источниками загрязнения консервов до стерилизации являются мясное сырье, вспомогательные материалы и специи. В среднем общая бактериальная обсемененность содержимого консервов может достигать $1 \cdot 10^{12}$ клеток в 1 г ($см^3$) при регламентируемом уровне от 10^4 до $2 \cdot 10^5$ бактерий.

Цель стерилизации — уничтожение тех форм микроорганизмов, которые могут развиваться при обычных условиях хранения и вызывать при этом порчу консервов либо образовывать опасные для здоровья человека продукты своей жизнедеятельности (токсины). К этим видам микрофлоры относят предста-

вителя токсигенных спорообразующих анаэробов Cl. botulinum и гнилостные анаэробы Cl. sporogenes, Cl. perfringens, Cl. putrificum. Кроме анаэробов, в консервах находятся аэробы, термоустойчивые и термофильные микроорганизмы, большинство из которых после стерилизации в консервах не развиваются и в санитарном отношении являются безвредными.

Нагрев мяса при температуре 134 °С в течение 5 мин уничтожает практически все виды спор, включая и споры наиболее термоустойчивых микроорганизмов. Однако воздействие повышенных температур приводит к необратимым глубоким химическим изменениям продукта, обусловливающим снижение его качества и пищевой ценности. В связи с этим наиболее распространенная и предельно допустимая температура стерилизации мясопродуктов ниже 135 °С (в пределах 120 °С). При этом подбирают такую продолжительность нагрева, которая обеспечивает достаточно эффективное обезвреживание споровых форм микробов и резкое снижение их жизнедеятельности.

Правильно выбранный и научно обоснованный режим стерилизации (температура и продолжительность ее воздействия) должен гарантировать высокое качество консервируемого продукта при наличии определенной степени стерильности (так называемой «промышленной стерильности»), при которой полностью отсутствуют возбудители ботулизма и другие токсигенные и патогенные формы, а количество неопасных для здоровья человека микроорганизмов не превышает установленных норм.

Не исключается наличие в стерилизованных консервах единичных спор мезофильных бацилл типа Bac. subtilis (сенная палочка), Bac. mesentericus (картофельная палочка) и Bac. cereus. Однако для поддержания высокого санитарно-гигиенического уровня консервного производства степень обсемененности сырья до стерилизации спорами этих микроорганизмов не должна превышать 10^3 на 1 г, что обеспечивает содержание остаточной микрофлоры не более 1 споры на 10 г готового консервированного продукта.

Таким образом, промышленной стерилизацией не всегда достигается абсолютная стерильность консервов, но обеспечивается их доброкачественность и стойкость к хранению.

Влияние нагрева на микрофлору. Нагрев при температурах выше 100 °С уничтожает в основном вегетативные формы микроорганизмов и большую часть споровых, что обусловлено денатурацией белков протоплазмы живых клеток и разрушением ферментов. Одновременно под воздействием термообработки перерождаются сохранившиеся споры, их способность к прорастанию резко снижается. Количество остаточной микрофлоры зависит как от уровня температуры, так и от продолжительности термообработки.

Таблица 53

Температура, °С	Время отмирания		Температура, °С	Время отмирания	
	Bac. subtilis	Cl. botulinum		Bac. subtilis	Cl. botulinum
100	120	300	115	70	45
105	110	85	120	40	24
110	80	70	125	30	12

Период, в течение которого при данной температуре стерилизации погибают микроорганизмы, называют временем отмирания. Понятие «время отмирания» является условным, так как, во-первых, мгновенно нагреть систему, содержащую микробы, до температуры собственно стерилизации практически невозможно и, во-вторых, даже после самых жестких условий стерилизации в объектах могут быть обнаружены живые микробные клетки, хотя и в очень малых концентрациях. Однако в реальных условиях стерилизации содержимое консервов прогревается не одномоментно, а постепенно: теплопередача идет от периферии банки к центру. При этом центральная часть начинает стерилизоваться при заданной температуре значительно позже, чем периферийные слои.

В связи с непрерывностью теплового воздействия на продукт при расчете времени отмирания ориентируются на микрофлору, находящуюся в центральной части банки, и отсчет времени ведут с момента достижения температуры собственно стерилизации в наиболее удаленном от периферии месте, находящемся вблизи геометрического центра банки. Микрофлора начинает погибать уже при температурах, значительно ниже заданной температуры стерилизации, поэтому при определении летального эффекта это обстоятельство также необходимо принимать во внимание.

В реальных условиях стерилизации консервов значение времени отмирания зависит не только от температуры собственно стерилизации, но и от характеристики микрофлоры, состава консервов, условий технологической обработки и ряда других факторов.

Условия отмирания для данного вида микроорганизмов всегда определяются соотношением «температура — время».

Для каждого вида микроорганизмов существует обратная зависимость между временем отмирания и температурой при одинаковом стерилизующем эффекте, т. е. с повышением температуры стерилизации время отмирания снижается в геометрической прогрессии (табл. 53).

В полулогарифмических координатах эта зависимость выглядит в виде прямой (рис. 115) и ее можно охарактеризовать простым математическим выражением

$$\lg(y/\tau) = x/z,$$

где y — ордината любой точки на кривой времени отмирания; τ — время отмирания, соответствующее какой-либо эталонной температуре; x — разность между двумя сопоставляемыми температурами стерилизации; z — разность температур за один логарифмический цикл, вызывающая уменьшение времени отмирания на один порядок, т. е. в 10 раз.

На основании рассмотренного выражения можно лишь теоретически определить время, соответствующее любой выбранной температуре стерилизации. Однако данное время отмирания справедливо лишь в идеальном (либо частном) случае, так как им не учитываются характеристики микробиологической составляющей (кроме вида), физические, физико-химические и теплофизические свойства продукта, тип тары, состояние консерва в момент стерилизации и т. д.

Каждый вид микрофлоры обладает своим собственным временем отмирания в силу различной устойчивости к нагреву. Термоустойчивые и термофильные микроорганизмы могут приспосабливаться к высоким температурам. При этом в присутствии термофильных мезофильные микроорганизмы часто также приобретают термоустойчивость. Как правило, споры анаэробов отмирают медленнее, чем споры аэробов. Из анаэробов наиболее опасен Cl. botulinum, токсин которого даже в малых дозах смертелен для человека.

Споры палочки Cl. botulinum выдерживают кипячение в течение 3—6 ч, при 105 °С они гибнут через 2 ч. Дробная стерилизация не освобождает мясопродукты от спор. Устойчивость их к нагреванию зависит от состава среды. Токсин Cl. botulinum очень сильный, не разрушается под влиянием пищеварительных соков, но инактивируется через 30 мин при 80 °С. Не только различные виды, но и различные штаммы одного и того же вида образуют споры с различной резистентностью к воздействию высоких температур. Например, период инактивации спор различных штаммов Cl. botulinum при 110 °С от 7 до 16 мин. Термоустойчивость спор, выросших в стерилизованном мясе, в 3 раза выше, чем у спор, культивированных на сыром.

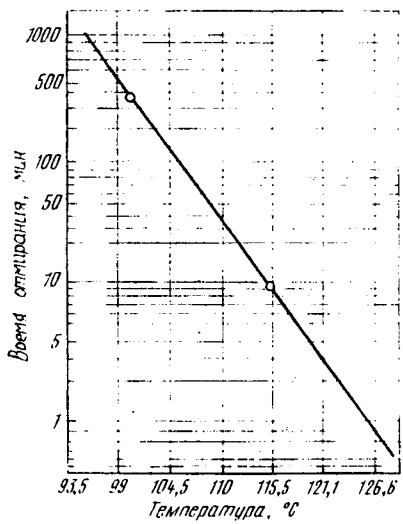


Рис. 115. Зависимость времени отмирания от температуры в полулогарифмических координатах

Увеличение количества микрофлоры в единице объема стерилизуемого продукта требует удлинения времени отмирания. Основываясь на поло-

жении, что с физико-химической точки зрения процессы, вызывающие гибель микробной клетки под влиянием повышенных температур, представляют собой мономолекулярную реакцию белков протоплазмы, считают, что скорость уничтожения микробов может быть описана математическим выражением первого порядка

$$-(dB/d\tau) = KB,$$

где $dB/d\tau$ — истинная скорость отмирания микробов, представляющая собой производную количества микроорганизмов по времени; K — коэффициент скорости отмирания спор, мин$^{-1}$; B — количество микроорганизмов в начальный момент стерилизации.

Споры отмирают по стадиям: на первой (стадия быстрого отмирания) уничтожается более половины спор, находящихся в продукте; на второй число жизнеспособных спор уменьшается по логарифмической кривой; в третьей скорость отмирания небольшого количества оставшихся спор уменьшается. Данное обстоятельство принимают во внимание при расчете условий стерилизации консервов графоаналитическими методами.

В производственных условиях определение степени бактериальной обсемененности консервов перед стерилизацией производят ежедневно: один раз в смену на каждой линии и по каждому виду вырабатываемой продукции. Максимально допустимое количество микробных клеток в банках не должно превышать $2 \cdot 10^5$ бактерий в 1 г.

Дополнительным нормативным показателем, характеризующим санитарное состояние производства, может служить общее количество сапрофитных микробов на рабочих поверхностях технологического оборудования: при наличии свыше 1000 микробных клеток в 1 мл смыва санитарное состояние производства считают неудовлетворительным.

В большинстве случаев устойчивость микроорганизмов к нагреву увеличивается с возрастом. Старые культуры имеют более высокую приспособляемость к изменяющимся внешним условиям и могут выдерживать значительно более жесткие режимы стерилизации.

Влияние физико-химических и теплофизических свойств продукта на выбор режима стерилизации. Уровень времени отмирания для микроорганизмов зависит от вида консервируемого продукта, его химического состава, физико-химических свойств.

Чем больше жира в консервах, тем более жестким должен быть режим стерилизации, в связи с тем что жир, обволакивая споры, образует так называемую «жировую капсулу». Наличие плотной гидрофобной капсулы вокруг бактериальной клетки препятствует подходу к ней влаги и тем самым затрудняет гидратационную коагуляцию белков. В таких условиях термообработка микробной клетки приобретает характер «сухого»

нагрева, к которому микрофлора более устойчива. Споры сенной палочки погибали в бульоне при 106 °С через 10 мин, в то время как в жире их инактивация происходила через 60 мин при 150—160 °С.

При оценке устойчивости микроорганизмов к нагреву существенное значение имеет реакция среды. В кислой среде микроорганизмы не только плохо развиваются, но и плохо переносят действие высоких температур, быстро погибая при нагревании. В частности, максимальная термоустойчивость наиболее опасного для здоровья человека Cl. botulinum отмечается при pH 6,3—6,9, а у спор Bac. subtilis — при pH 6,8—7,7. В связи с этим мясо-растительные консервы, имеющие pH 4,5—5,0, стерилизуют при более мягких режимах по сравнению с режимами, принятыми для мясных консервов (pH 5,8 и выше). Имеет значение и природа среды, создающей определенный уровень pH. Наиболее сильным ингибирующим действием на микроорганизмы при адекватных значениях pH имеет молочная кислота. Значительно слабее эффект в присутствии уксусной и лимонной кислот.

Фитонциды, содержащиеся в некоторых видах растительного сырья (лук, чеснок, гвоздика, коренья) и обладающие бактерицидным действием, снижают способность спор к прорастанию.

Небольшие количества поваренной соли в продукте (1,5—3,0%) повышают устойчивость микроорганизмов к нагреву, а количества соли в пределах 8—10% понижают ее. Присутствие повышенных количеств (свыше 8%) поваренной соли способствует проявлению его высаливающего действия, в результате чего склонность белков протоплазмы микробных клеток к коагуляции возрастает и время отмирания уменьшается. Содержание сахара в низких концентрациях также оказывает защитное действие на споры.

Присутствие воздуха в консервах стимулирует устойчивость и последующее развитие остаточной микрофлоры, а также ход окислительных процессов в продукте.

Углекислый газ и аммиак, образующиеся как при гидролизе белковых веществ, так и в результате жизнедеятельности микрофлоры, угнетают споры, задерживают их развитие.

Повышение содержания влаги в продукте, с одной стороны, способствует увеличению коэффициента теплопроводности содержимого, с другой стороны, параллельное увеличение показателя a_w приводит к росту резистентности микрофлоры к нагреву.

Степень эффективности проводимой стерилизации во многом зависит от теплофизических свойств консервов. В целом коэффициент теплопроводности пищевых продуктов невелик, поэтому они прогреваются относительно медленно. При этом продукты более жидкой консистенции прогреваются при прочих

равных условиях быстрее, так как тепло при стерилизации передается в основном за счет конвекции. В густых и плотных по консистенции продуктах теплопередача осуществляется преимущественно кондуктивным путем.

Скорость проникновения тепла в глубь продукта, предопределяющая величину стерилизующего эффекта, зависит от физических свойств продукта и материала тары, геометрических размеров и толщины банки, начальной и конечной температур продукта, его состояния в процессе термообработки (покой или перемешивание), температуры нагрева.

Свинина прогревается быстрее говядины, жировая ткань — медленней мышечной. Коэффициент теплопроводности стеклянной тары почти в 30 раз меньше, чем жести.

Чем больше размер банки, меньше ее удельная поверхность и больше радиус, тем более длительное время необходимо для стерилизации. Продолжительность прогрева банок одинаковой формы, но разных размеров приблизительно пропорциональна квадрату радиуса банки. В консервных банках небольшого объема получают продукт с лучшими органолептическими свойствами и прозрачным бульоном, что обусловлено менее продолжительным периодом собственно стерилизации, равномерностью прогрева и охлаждения продукта. Чем выше начальная температура содержимого банки, тем меньше времени требуется для ее стерилизации. Скорость прогрева консерва пропорциональна перепаду температур автоклава и продукта в банке.

Процесс стерилизации консервов можно ускорить, вращая банки при термообработке. В зависимости от конструктивных особенностей аппаратов банки вращаются при стерилизации либо вдоль своей продольной оси, либо с донышка на крышку. Последний способ наиболее эффективен. Интенсификация теплообмена в ротационных стерилизаторах происходит вследствие перемешивания продукта и возникновения вынужденной конвекции. Ротационная стерилизация способствует улучшению качества получаемых консервов вследствие снижения степени перегрева периферийных слоев продукта, понижения термоустойчивости бактерий под воздействием принудительного колебания (или вращения) среды их обитания. Ротационная стерилизация перспективна применительно к кусковым консервам типа «Мясо тушеное», «Гуляш» и т. п., но не приемлема для использования при производстве продукции с густой консистенцией (паштеты).

Изменение в мясе при высокотемпературном нагреве. Режим стерилизации является важнейшим фактором, определяющим качество консервов. По характеру воздействия на продукт стерилизация, представляющая собой процесс термообработки при температурах выше 100 °С, сохраняет особенности влажного нагрева. При этом в мясе проис-

ходят такие важные и характерные изменения, как тепловая денатурация растворимых белковых веществ, сваривание и гидротермический распад коллагена соединительной ткани, окисление и гидролиз жира, изменение витаминов, экстрактивных веществ, структуры и органолептических показателей. Однако по сравнению с нагревом при умеренных температурах стерилизация в значительной степени катализирует скорость гидролитических процессов основных компонентов мяса, глубина которых возрастает с увеличением продолжительности стерилизации и повышением температуры.

Гидролиз высокомолекулярных азотистых веществ. В результате воздействия стерилизации в мясе может происходить глубокая деструкция растворимых белковых веществ до полипептидов. При этом часть полипептидов гидролизуется до низкомолекулярных азотистых оснований. Имеют место процессы дезаминирования и декарбоксилирования некоторых аминокислот, сопровождающиеся разрушением и потерей части из них, в том числе и незаменимых.

При стерилизации говядины, например, уровень распада незаменимых аминокислот составляет около 11%. Наиболее чувствительны к нагреву триптофан, лизин, гистидин, цистин (потери свыше 20%), у лейцина, метионина, аргинина, треонина и аспарагиновой кислоты — потери 1—4%. Для мяса характерно, что его нагрев при температуре 120—135°С в течение 1 ч 50 мин сопровождается снижением содержания двухосновных аминокислот в 2—2,5 раза, аргинина — в 3,5 раза. В присутствии кислорода воздуха скорость разложения большинства аминокислот, особенно серосодержащих, возрастает. На степень потерь отдельных аминокислот влияет не только режим нагрева, но и реакция среды. При 105°С в течение 48 ч при кислотном гидролизе триптофан разрушается полностью, сильно уменьшается количество серина и треонина. В сывороточном альбумине нагрев при 100°С в течение 1 ч при pH 7,5 приводит к деструкции около 5% аминокислот.

Повышение температуры и увеличение продолжительности нагрева вызывают усиление гидротермического распада коллагена до глютина и гидролиз глютина до глютоз.

Изменения коллагена при стерилизации играют положительную роль, так как сваренный коллаген лучше переваривается, образует бульоны, застудневающие при охлаждении до состояния желе. Образующиеся питательные бульоны хорошо связывают воду. Скорость и степень распада коллагена при тепловой обработке резко возрастают с увеличением степени измельчения соединительной ткани. Благодаря гидролизу коллагена в мышечной ткани продукт становится более «нежным». В связи с этим в консервном производстве широко используют мясо I и II сортов, содержащее значительное количество соединительной ткани.

В сырье, подвергнутом предварительной варке, бланшировке или обжариванию, степень дезагрегации коллагена после стерилизации может достигать 40—60%. Однако чрезмерно жесткие режимы стерилизации вызывают глубокий гидролиз глютина с образованием низкомолекулярных соединений, снижающих способность бульонов к студнеобразованию. Одновременно связи между пучками мышечных волокон нарушаются мясо разволокняется, становится сухим, крошливым.

В целом температуры, характерные для процесса стерилизации консервов, отрицательно сказываются на пищевой ценности белковых веществ, особенно растворимых. С повышением температуры и длительности нагрева возрастает степень коагуляционных изменений, причем чем выше степень агрегирования, тем медленнее идет переваривание денатурированного белка пищеварительными ферментами: переваримость и усвояемость стерилизованного мяса ниже, чем у вареного.

Использование необоснованно жестких режимов стерилизации приводит к значительному снижению уровня пищевой ценности продукта.

Высокое качество мясных консервов грубых структур можно сохранить при температуре до 120 °С. Для большинства деликатесных консервов максимально допустимая температура стерилизации не должна превышать 110—114 °С, для сосисок, ветчины, бекона — около 100 °С (не ниже).

Изменения жиров. В условиях стерилизации существенно ускоряется гидролиз триглицеридов и насыщение двойных связей радикалов жирных кислот гидроксильными группами. Присутствие свободных жирных кислот интенсифицирует образование оксисоединений. Свидетельством этих изменений являются рост кислотного числа и уменьшение йодного и роданового чисел. Воздействие повышенных температур может приводить также к термической полимеризации и окислению жиров. Образующиеся при этом карбонильные соединения с длинной цепью обладают токсическими свойствами.

Присутствие белковых веществ в мясе в некоторой степени тормозит ход окислительных и гидролитических процессов, что, очевидно, обусловлено антиокислительным действием некоторых аминокислот.

Рассмотренные изменения жиров под воздействием стерилизации дают основания полагать, что высокотемпературная обработка приводит к снижению биологической ценности жира.

Изменения экстрактивных веществ. При стерилизации имеют место два диаметрально противоположных процесса: накопление экстрактивных веществ в результате распада высокомолекулярных соединений и уменьшение их количества вследствие распада под влиянием нагрева. Как следствие этого, состав летучих веществ и их концентрация в стерилизованном мясе отличаются от их состава в мясе вареном, что приводит к по-

явлению у продукта специфического запаха — «аромата автоклава».

В то время как в мясе, нагретом при температурах ниже 100 °С, решающая роль в аромато- и вкусообразовании принадлежит глютатиону, глютамину, глютаминовой и адениловой кислотам, развитие в консервированных мясопродуктах «привкуса стерилизации» обусловлено в основном накоплением конечных продуктов гидротермического распада белков — аммиака, углекислого газа, сероводорода, меркаптанов. Аммиак образуется вследствие дезаминирования аминокислот. Углекислый газ выделяется при разрушении бикарбонатной и углеводной систем мяса, а также при декарбоксилировании аминокислот. Водород, сероводород и меркаптаны накапливаются при распаде серосодержащих аминокислот и глютатиона. Количество образовавшегося сероводорода возрастает по мере увеличения температуры стерилизации и сдвига pH в щелочную сторону (выше 6,0).

Наличие газообразных продуктов распада белков не только ухудшает органолептику готовых консервов, но может вызывать бомбаж.

На процесс образования специфических запаха и вкуса у консервированного мяса существенно влияет также присутствие альдегидов, летучих жирных кислот и продуктов меланоидинообразования. Скорость реакции меланоидинообразования интенсифицируется как высокими температурами стерилизации, так и увеличением количества свободных аминокислот и глюкозы. Воздействие повышенных температур катализирует гидролиз гликогена и полисахаридов: нагрев при 113 °С в течение 1 ч приводит к снижению количества гликогена на 22—25% при параллельном увеличении содержания глюкозы.

При стерилизации распадаются фосфорсодержащие белки и липиды, что сопровождается уменьшением доли органических нерастворимых фосфорных соединений. Инозиновая кислота, образующаяся в результате распада адениловой кислоты, также распадается с образованием рибозы и гипоксантина.

Наличие рассмотренных процессов существенно влияет на формирование органолептических показателей консервированных мясопродуктов. Сущность и значимость их необходимо учитывать при выборе режимов стерилизации.

Изменение витаминов. Витамины весьма неустойчивы к нагреву, но так как они по своей структуре относятся к разным группам, то и разрушение отдельных витаминов при стерилизации различно. Степень потерь витаминов в значительной степени зависит от pH среды, присутствия кислорода, продолжительности и температуры нагрева.

Наименьшей устойчивостью обладают витамины C, D, B_1, тиамин, никотиновая и пантотеновая кислоты. В зависимости от вида стерилизуемого продукта и выбранных режимов уро-

вень их потерь достигает 40—90% по отношению к содержанию в исходном мясе. В частности, потери витамина B_1 при производстве консерва «Свинина тушеная» составляют 56—86%.

Наиболее термостойки витамины А, Е, К, B_2. При этом резистентность витамина А проявляется лишь в отсутствии кислорода.

Изменение структуры и прочностных свойств. При тепловой стерилизации, сопровождающейся денатурацией растворимых белковых веществ и гидротермическим распадом коллагена, происходит более выраженное по сравнению с варкой упрочнение структуры мясных изделий и снижение водоудерживающей способности. Повышение жесткости мяса обусловлено сильной его усадкой (диаметр мышечных волокон после стерилизации уменьшается на 26—30%, а длина соединительнотканных прослоек — в 2—2,5 раза) и выпрессовыванием части слабосвязанной влаги. Степень изменения этих показателей зависит не только от свойств используемого сырья, но и режима стерилизации. Длительный нагрев при высоких температурах существенно ухудшает структурно-механические свойства либо в результате повышения жесткости мяса (в случае высокого содержания в консервах мышечной ткани), либо разволокнения мяса (при наличии больших количеств соединительной ткани).

Таким образом, ухудшение качества консервированных мясопродуктов при стерилизации обусловлено уменьшением доли полноценного белка, интенсификацией окислительно-гидролитических процессов в жире, потерями витаминов, нежелательными изменениями экстрактивных веществ и структурно-механических свойств, причем последние оказывают существенное влияние на органолептические характеристики готового продукта.

Технологические пути улучшения качества консервов включают не только выбор оптимальных режимов стерилизации, но и разработку рецептур новых видов продукции с увеличенным содержанием сбалансированного по наличию незаменимых аминокислот белкового компонента, ограниченным количеством жира, обогащение изделий витаминами, макро- и микроэлементами.

Понятие о формуле стерилизации. Мгновенно нагреть консервируемый продукт до требуемой температуры с тем, чтобы выдержать определенное время отмирания микроорганизмов, невозможно. Банки загружают в аппараты периодического или непрерывного действия, прогревают установку и банки до температуры стерилизации, проводят стерилизацию в течение периода отмирания микроорганизмов, после снижения температуры аппарата банки выгружают, и цикл повторяется. Условную запись теплового режима аппарата, в котором стерилизуются консервы, называют формулой стери-

лизации. Для аппаратов периодического действия эта запись имеет вид

$$(A+B+C)/T,$$

где A — продолжительность прогрева автоклава от начальной температуры до температуры стерилизации, мин; B — продолжительность собственно стерилизации, мин; C — продолжительность снижения температуры до уровня, позволяющего производить разгрузку аппарата, мин; T — заданная температура стерилизации, °С.

Изменение температуры во времени в процессе стерилизации показано на термограмме (рис. 116). Из графиков видно, что температура в центральной зоне банки отстает от температуры в автоклаве, что объясняется низкой теплопроводностью продукта. Скорость прогрева содержимого банки, в свою очередь, зависит от вида теплопередачи: в жидкой составляющей консервов теплопередача происходит преимущественно за счет конвекции и протекает быстрее; в плотной части консервов теплопередача идет кондуктивным путем — более медленно.

Принимая во внимание, что мясопродукты обладают значительно меньшей теплопроводностью, чем тара, при расчетах формулы стерилизации тепловое сопротивление банок (даже стеклянных) не учитывают.

Анализируя термограмму, можно прийти к выводам, имеющим существенное значение при определении необходимых условий стерилизации:

температура содержимого консервов в процессе нагрева изменяется во времени, причем консервы по объему прогреваются неравномерно;

при идентичных условиях нагрева жидкая часть консервов прогревается быстрее плотной;

наиболее трудно прогревается точка, расположенная несколько выше геометрического центра банки, так как теплопередача со стороны крышки тормозится (в невакуумированных консервах) наличием воздушного пузыря в незаполненном пространстве консерва;

температура по времени в центральной зоне консерва изменяется иначе, чем в самом аппарате (автоклаве).

Таким образом, значение величин A, B, C и T в формуле стерилизации характеризует лишь режим работы аппарата и не отражает степени эффективности действия параметров термообработки на консервируемый продукт.

Несмотря на различия в характере изменения температуры по времени в центре консерва и в автоклаве (греющей среде), между ними существует зависимость при постоянных условиях (вид, размер, форма тары, состав и теплофизические свойства продукта): уровень температуры в центре банки является функцией температуры греющей среды. Эта зависимость лежит

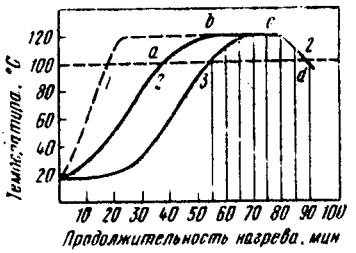


Рис. 116. Термограммы изменения температуры во времени:
1 — греющей среды; *2* — жидкой части в центре банки; *3* — плотной части в центре банки

в основе методов графоаналитического расчета формул стерилизации, обеспечивающих установление таких параметров теплового режима греющей среды (температуры и продолжительности), которые бы создавали необходимый уровень термовоздействия для наиболее труднопрогреваемой (центральной) части банки.

Рассматривая величины, входящие в формулу стерилизации, можно заметить, что величину T выбирают как максимально допустимую температуру для данного вида консервов (т. е. вызывающая наименьшие изменения качественных показателей продукта), а значения A и C зависят в основном от конструктивных особенностей автоклава. Величина A является функцией размеров аппарата и разности между заданной температурой стерилизации и начальной температурой консерва. Чем выше начальная температура содержимого банки, тем меньше времени A требуется для ее прогрева до необходимого уровня T.

Так как технические характеристики автоклавов различаются незначительно, а температура продукта регламентируется условиями фасования на относительно постоянном уровне, значение величины A будет зависеть лишь от объема и вида тары. В связи с этим при работе на вертикальных автоклавах пользуются постоянными заданными значениями A: для жестяных банок вместимостью до 1 кг — 20 мин, для банок бóльшей вместимости — 30 мин, для стеклянных банок вместимостью 0,5 кг — 25 мин, вместимостью 1 кг — 30 мин.

Значение величины C обусловлено необходимостью выравнивания давления в отстерилизованной банке с атмосферным перед разгрузкой автоклава. Пренебрежение этапом снижения давления приводит к необратимой деформации жестяных банок или к срыву крышек со стеклянной тары.

Нагрев продукта в процессе стерилизации (этапы A и B) сопровождается увеличением внутреннего давления внутри банки, величина которого складывается из парциальных давлений водяных паров, воздуха и газов, выделяющихся из продукта под действием термообработки, а также давления, вызываемого тепловым расширением продукта. Величина избыточного внутреннего давления в герметичном объеме банки зависит от содержания влаги в содержимом банки, степени вакуумирования консервов, степени расширения продукта в результате нагрева (1,04—1,07), а также от коэффициента заполне-

ния банки и степени увеличения объема тары вследствие теплового расширения материала и вспучивания концов банок.

Степень теплового расширения материала тары (особенно у стекла) всегда ниже степени теплового расширения мясопродуктов, поэтому для компенсации объема свободного пространства устанавливают регламентируемые значения коэффициентов заполнения банок: для жестяных банок — 0,85—0,95, для стеклянных — меньше. Вместимость объема банки в процессе нагрева изменяется в основном в результате прогрева (вспучивания) концов, что позволяет увеличить объем свободного пространства на 15% (банка № 1) и 10% (банка № 14) и таким образом снизить уровень внутреннего давления.

Избыточное давление в банке по сравнению с давлением в автоклаве обусловлено в основном давлением присутствующего воздуха. При этом между величиной давления в банке и температурой стерилизации существует линейная зависимость. Вакуумирование банок, а также прогрев содержимого консервов перед укупоркой позволяют снизить величину внутреннего давления. Однако в любом случае его величина выше давления в автоклаве. Уровень перепада давлений в банке и в стерилизующем аппарате не должен выходить за определенные пределы, обусловленные прочностными свойствами материала тары и закаточных швов. Величины критического (допустимого) перепада давлений для жестяных банок установлены в зависимости от размера тары: с увеличением диаметра банки снижается величина критического перепада давлений ($P_{кр}$). При диаметре банки 72,8 мм значение $P_{кр}$ составляет 138 кН/м^2, диаметре 153,1 мм соответственно 39 кН/м^2. Во избежание деформации и разгерметизации жестяных банок больших типоразмеров и стеклянных банок, имеющих незначительный прогиб крышек, перепад давлений для них должен быть близким к нулю.

Для создания этих условий в автоклав при стерилизации подают сжатый воздух или воду. Противодавление лучше создавать водой, имеющей высокий коэффициент теплопроводности и одновременно служащей греющей средой.

Необходимое для разгрузки автоклава снижение давления в аппарате до атмосферного по окончании стерилизации приводит к увеличению перепада давлений в банке и автоклаве, так как консервы сохраняют высокую температуру. По этой причине давление выравнивают постепенно, подавая в автоклав холодную воду под давлением, равным установившемуся в нем к концу стерилизации. В результате быстрого охлаждения консервов внутреннее давление падает, что позволяет осторожно понижать давление в самом автоклаве. Конечная температура охлаждения для жестяных банок перед их выгрузкой из автоклава установлена в пределах 40—45 °С.

Период времени, необходимый для снижения давления в аппарате (величина C), регламентируется технологическими

инструкциями, зависит от вида, типа, размеров банки и температуры стерилизации и составляет в среднем 20—40 мин. Необоснованное сокращение периода снижения температуры и давления в автоклаве приводит к образованию дефектов банок («птичек», «хлопуш» и т. д.).

Вопрос сокращения длительности цикла стерилизации частично может быть решен за счет использования стерилизаторов непрерывного действия, например гидростатических, в которых отпадает необходимость предварительного прогрева аппарата, две величины $(A+B)$ образуют одну (B'), и формула стерилизации приобретает вид $(B'+C)/T$. Применительно к аппаратам периодического действия значение T зависит от вида консервируемого продукта. Величины A и C являются постоянными для данного автоклава и типа консерва. Таким образом, основная задача при расчете формулы стерилизации заключается в определении величины B как функции переменной температуры в центре банки в период отмирания микрофлоры.

Принципы расчета режимов стерилизации консервов. Символика формулы стерилизации не дает представления о эффективности уничтожения микрофлоры в продукте. Кроме того, используемые для разных видов консервов режимы стерилизации даже при адекватных значениях A и C отличаются продолжительностью B и температурой T, что затрудняет сопоставление их стерилизующего действия.

Знание микробиологических, биохимических и теплофизических основ тепловой стерилизации позволяет оценить влияние отдельных факторов и условий среды на степень выживаемости микроорганизмов, но не дает возможности точно установить значение B и эффективность того или иного режима стерилизации. В практической же деятельности такая необходимость возникает при установлении формул стерилизации для консервов новых видов и при корректировке (оптимизации) традиционно установленных режимов обработки.

Существует несколько методов установления режимов стерилизации по степени инактивации микрофлоры и изменения пищевой ценности продукта.

При использовании каждого из них значения A и C принимают как величины постоянные (для данного типа автоклава и вида консервов), а величину B устанавливают произвольно, подвергая ее в последующем обоснованному уточнению.

С целью гарантирования микробиологической стабильности консервов при хранении при установлении формулы стерилизации ориентируются на создание условий отмирания для микрофлоры в наиболее труднопрогреваемой части консерва — в центральной зоне банки.

Определение формулы стерилизации по величине стерилизующего эффекта. Используя в ка-

честве критерия эффективности стерилизации степень инактивации микроорганизмов, формулу стерилизации определяют практическим, аналитическим и графическим методами.

В соответствии с практическим методом (методом заражения) в консервируемое сырье вводят определенное количество наиболее распространенного, термоустойчивого вида бактерий и при постоянных значениях A, C и T, изменяя продолжительность B в широком диапазоне, определяют опытным путем (по степени инактивации микрофлоры) необходимый режим стерилизации. Данный метод трудоемок, дает большую ошибку.

При использовании аналитического и графического методов перед расчетом задаются следующими теоретическими предпосылками:

споры микроорганизмов начинают отмирать в консерве при достижении температуры (в центре банки) в 100 °С, причем их инактивация происходит в течение всего периода воздействия повышенных температур;

скорость отмирания спор зависит от температуры нагрева;

общий эффект отмирания представляет собой сумму отдельных, достигаемых в каждой точке термограммы (при температурах выше 100 °С) стерилизующих эффектов;

Сущность аналитического метода заключается в установлении зависимости между температурами в автоклаве и в центре банки, на основе чего коррелируют режимы работы автоклава и условия отмирания микроорганизмов в консерве. Использование аналитического метода возможно лишь при условии прогрева консервов путем теплопередачи, когда зависимость между логарифмом разности температур в автоклаве и временем нагрева выражается прямой линией. Практическое применение аналитического метода требует определения значений некоторых величин, входящих в расчетную формулу, экспериментальным путем.

Наиболее распространен и точен графический метод расчета формулы стерилизации, основанный на построении термограммы стерилизации консерва (по центральной зоне), определении полученного общего эффекта инактивации спор ($F_{эффект}$) и сопоставлении последнего с нормативным расчетным эффектом (F_0). Понятие стерилизующего эффекта было введено в консервное производство для приведения разных режимов к единому сравнимому показателю, представляющему интегральный эффект от действия температуры и продолжительности стерилизации. Стерилизующий эффект ($F_{эффект}$) — это показатель надежности режима стерилизации консервов, выраженный в минутах, при определенной (условной) температуре. В качестве условной принята температура 121,1 °С (250 °F).

Таким образом, под $F_{эффект}$ данного режима понимают продолжительность абстрактного равноценного режима стерилизации, проводимого при условии, что содержимое банки мгновенно прогревается от исходной температуры до 121,1 °С и выдерживается при этой температуре в течение данного времени, после чего температура немедленно снижается.

В соответствии с изложенными принципами расчет производят следующим образом.

На первом этапе задаются постоянными значениями A, C и T экспериментальной (предполагаемой) формулы стерилизации, вместимостью и формой банки, видом продукта, типом преобладающей в сырье микрофлоры, ее начальной и конечной (допустимой для готового консерва) концентрацией. Величину B устанавливают произвольно. В центральную зону продукта вводят термопару и, осуществляя работу автоклава по исследуемой формуле стерилизации, через определенные интервалы времени (обычно 5 мин) регистрируют изменение температуры в консерве и строят термограмму. При этом каждому участку термограммы (лежащей выше 100 °С), характеризуемому значениями температуры и продолжительности, будет соответствовать определенный стерилизующий эффект.

Общий эффект стерилизации спор ($F_{эффект}$) для экспериментальной формулы стерилизации представляет собой сумму элементарных стерилизующих эффектов, достигаемых в каждой точке кривой нагрева и охлаждения консервов (см. рис. 7, участок $abcd$). Графически величина $F_{эффект}$ на термограмме выражена площадью, ограниченной кривой $abcd$ в зонах температур выше 100 °С и состоящей из элементарных площадей-трапеций. Рассчитав площадь каждой трапеции и определив их сумму, можно найти величину $F_{эффект}$. Допуская некоторую погрешность и используя формулу приближенного интегрирования по методу прямоугольников, находят значение эффекта стерилизации

$$F_{эффект} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} K_F d\tau = y_1 K_{F_1} + y K_{F_2} + \ldots + y_n K_{F_n} \simeq$$

$$\simeq y(K_{F_1} + K_{F_2} + \ldots + K_{F_n}),$$

где K_F — высота прямоугольников; $d\tau$ — основание прямоугольника, равное интервалу времени замера температуры ($y = 5$ мин); y — продолжительность действия на микроорганизмы данной температуры, мин.

Определение величины площади $F_{эффект}$ еще не дает возможности оценить степень стерилизующего действия каждого участка термограммы (различающихся по значениям температуры) и режима в целом, а нуждается в аналитическом перерасчете реальных времени и температуры к времени действия эталонной температуры. В качестве эталонной температу-

ры микробиологи всех стран мира принимают температуру 121,1 °С, что соответствует 250 °F. Следовательно, перерасчет заключается в установлении F-отрезка 121,1°-ного времени, эквивалентному по действию на микроорганизмы отрезку времени при любой данной температуре. Перерасчет осуществляют с помощью коэффициента приведения K_F. Значение коэффициента приведения фактического времени отмирания спор в каждой точке термограммы (при температурах обычной стерилизации в интервале от 100 до 120—125 °С) к времени стерилизации при эталонной температуре (121,1 °С) определяют по формуле

$$K_F = 1/10^{(121{,}1-t)/z},$$

где t — температура в момент измерения, °С; z — параметр, характеризующий устойчивость выбранной тест-культуры к нагреву, °С.

Ранее при рассмотрении кинетики снижения микробиологической обсемененности пищевых продуктов под воздействием температур различного уровня было показано, что величину z находят по углу наклона кривых отмирания в «полулогарифмических ординатах» температура — время отмирания. Экспериментально установлено, что величина z составляет для Cl. botulinum 10 °С, Cl. sporogenes — 9,5 °С, термофильных бактерий — 10 °С.

Принимая во внимание, что в формуле расчета значений переводных коэффициентов K_F для данного вида микроорганизмов величина z остается постоянной, при определениях K_F можно пользоваться справочными таблицами. Перечень значений K_F для параметра $z = 10$ °С в диапазоне температур от 95 до 125 °С представлен в табл. 54.

По приведенным коэффициентам K_F рассчитывают стерилизующий эффект на термограмме

$$F_{\text{эффект}} = yK_F.$$

Обычно y соответствует величине интервала регистрации температуры в центре банки (5 мин).

В процессе нагрева значение температуры на каждом отдельном (пятиминутном) участке термограммы постоянно из-

Таблица 54

t, °С	K_F	t, °С	K_F	t, °С	K_F	t, °С	K_F	t °С,	K_F
95,0	0,0025	101 0	0,0098	107,0	0,0390	113.0	0,155	119,0	0,618
96,0	0,0031	102,0	0,0123	108,0	0,0490	114,0	0,195	120,0	0,775
97,0	0,0039	103,0	0,0155	109,0	0,0618	115,0	0,246	121,0	0,978
98,0	0,0049	104,0	0,0195	110,0	0,0775	116,0	0,309	122,0	1,23
99,0	0,0062	105,0	0,0246	111,0	0,0980	117,0	0,390	123,0	1,55
100,0	0,0078	106,0	0,0309	112,0	0,123	118,0	0,490	124,0	1,95
								125,0	2,46

Таблица 55

Продолжительность нагрева, мин $y=5$	Температура в центре банки, °С	Усредненная температура в центре банки за период y, °С	K_F
20	93		
25	103	98	0,0049
30	107	105	0,0246
	113	110	0,0775
		И т. д.	

меняется, поэтому для удобства проведения расчета условно принимают температуру каждого участка постоянной и равной величине, среднеарифметической граничным точкам отрезка.

По данным опыта для термограммы экспериментальной формулы стерилизации можно составить таблицу (табл. 55).

Определив величины переводных коэффициентов K_F для каждого участка термограммы *abcd*, суммируют их значения и, умножив сумму на равновеликий отрезок времени, получают значение стерилизующего эффекта данного режима (в условных минутах)

$$F_{\text{эффект}} = y\Sigma K_{Fn}.$$

Рассчитанная величина $F_{\text{эффект}}$ показывает продолжительность некоторого абстрактного стационарного режима тепловой обработки, при котором содержимое банки с самого начала процесса нагревается до температуры 121,1 °С и выдерживается при этой температуре в течение расчетного времени, после чего немедленно охлаждается. Для определения степени избыточности или недостаточности стерилизующего эффекта экспериментального режима (формулы стерилизации) необходимо сопоставить значение полученного $F_{\text{эффект}}$ с теоретически необходимым при этой же эталонной температуре.

В связи с этим на втором этапе расчета, пользуясь данными опыта, определяют величину требуемого нормативного стерилизующего эффекта F_0. В основе расчета лежат следующие теоретические положения.

При постоянной температуре стерилизации скорость отмирания спор какой-либо определенной культуры является функцией их концентраций и может быть описана выражением $-(dB/d\tau) = KB$, которое после интегрирования принимает вид

$$\lg (B/b) = K\tau,$$

где B — начальная концентрация спор в 1 г сырья; K — коэффициент скорости отмирания спор, зависящий от характеристики среды, степени неустойчивости данной культуры к температурному фактору, выбранной температуры собственно стерилизации, мин$^{-1}$; b — конечная концентрация спор в 1 г продукта; τ — продолжительность воздействия температуры, мин.

Обозначив фактор скорости $1/K$ через коэффициент D, можно записать уравнение как

$$\lg (B/b) = \tau/D.$$

Установлено, что в полулогарифмических ординатах коэффициент D соответствует $1/\operatorname{tg}\alpha$ (где α — угол наклона прямой выживаемости спор при данных температуре и условиях среды) и является величиной постоянной для каждого вида микроорганизмов. Коэффициент соответствует интервалу времени, необходимого для снижения концентрации спор в продукте на один порядок (т. е. в 10 раз) под воздействием какой-либо определенной температуры.

Экспериментально найдено, что величина D при эталонной температуре 121,1 °С (250 °F) составляет для

Cl. botulinum	0,24 мин
Cl. sporogenes	1,0—1,7 мин (в говядине)
Cl. sporogenes	1,83 мин (в свинине)
Термофилов	2,0—4,0 мин

При этом чем выше pH среды и температура стерилизации, тем большее абсолютное значение D.

Зная уровни начальной и конечной (требуемой) микробиологической обсемененности продукта, а также значение D для выбранной тест-культуры при данной температуре, можно установить продолжительность термообработки, необходимую для снижения числа спор до желательного уровня, т. е. нормативный (расчетный) стерилизующий эффект, по формуле

$$F_0 = D_{121,1} \lg (B/b).$$

Величина F_0 показывает необходимую продолжительность процесса стерилизации продукта при постоянном воздействии температуры 121,1 °С. При этом остаточная концентрация микроорганизмов в консерве будет составлять заданный уровень b. Принимая во внимание возможность ошибки при определении исходной обсемененности b, а также колебания в значениях pH, содержании жира и других технологических факторах, и с целью обеспечения минимального уровня конечной микрофлоры, в расчетной формуле предусматривается вероятность отклонения в начальной концентрации спор на два порядка (в 100 раз)

$$F_0 = D_{121,1}[\lg (B/b) + 2].$$

Как было установлено, для мясных консервов наиболее надежными режимами стерилизации считаются те, которые могут обеспечить стерилизующий эффект $F_{эффект}$ в пределах 12—15 условных минут (тропические консервы).

На третьем этапе расчета сопоставляют величины эффективного (фактического) и нормативного (расчетного) стерилизующих эффектов, приведенных к единой температуре 121,1 °С, и корректируют экспериментальный режим стерилизации.

В случае $F_{эффект} > F_0$ продолжительность стерилизации в изучаемой формуле чрезмерна и избыточный стерилизующий эффект составляет

$$\nabla F'_x = F_{эффект} - F_0.$$

При условии $F_{эффект} < F_0$ время нагрева недостаточно для обеспечения необходимого уровня стерильности на величину

$$\nabla F''_x = F_0 - F_{эффект}.$$

Избыточное (или недостаточное) время собственно стерилизации находят по формуле

$$y_x = \nabla F_x 10^{(121,1-T)/z},$$

где ∇F_x — избыточный (или недостаточный) по сравнению с нормативным стерилизующий эффект, мин; T — температура собственно стерилизации исследуемого режима нагрева, °С; z — параметр, характеризующий устойчивость тест-культуры к нагреву, °С.

На заключительном этапе уточняют продолжительность периода собственно стерилизации в выбранной формуле. При этом в случае $F_{эффект} > F_0$ формула стерилизации будет иметь вид

$$[A + (B - y_x) + C]/T,$$

а при $F_0 > F_{эффект}$ уточненная формула стерилизации превратится в

$$[A + (B + y_x) + C]/T.$$

Таким образом, научно обоснованной формулой стерилизации является такая, фактическая летальность которой равна или несколько выше требуемой.

Пользуясь понятием $F_{эффект}$ и соответствующими методами расчета, можно количественно судить об эффективности различных режимов стерилизации консервов и оценить целесообразность использования ряда традиционно установленных формул стерилизации, что создает предпосылки к повышению качества консервированных мясопродуктов и снижению энергоемкости производства. Знание величины $F_{эффект}$ позволяет прогнозировать степень стабильности готовой продукции при хранении.

Существует математическая зависимость между фактической летальностью режимов стерилизации и процентом биологического брака консервов. Величину ожидаемого биологического брака (в %) определяют по формуле

$$P = B \cdot 10^{2-(F_{эффект}/D_{121,1})},$$

где B — начальная концентрация спор в банке; $F_{эффект}$ — фактическая летальность режима стерилизации, усл. мин; $D_{121,1}$ — константа термоустойчивости выбранной культуры, усл. мин.

Оптимальное значение P составляет 0,01%.

Способы расчета изменения пищевой ценности продукта при стерилизации. В основе научного обоснования режимов стерилизации лежит принцип максимального сохранения пищевой ценности содержимого при одновременном обеспечении возможности длительного хранения консервов. В связи с этим эффективность выбранной формулы стерилизации необходимо оценивать параллельным расчетом стерилизующего эффекта и уровнем потерь пищевых веществ с последующим установлением оптимальных температурно-временных параметров, удовлетворяющих обоим критериям.

Экспериментально установлено, что степень интенсивности термообработки, вызывающей снижение пищевой ценности консервируемого продукта, количественно можно охарактеризовать данными химического анализа с использованием так называемых химических индексов. Химические индексы дают представление о потерях наиболее ценных в биологическом отношении пищевых веществ: уровне гидролиза мышечного белка и снижении количества общего азота, изменении концентрации тиамина, степени потерь гистидина и других чувствительных к нагреву веществ-индикаторов.

Находят уровни сохранения (и потерь) веществ-индикаторов (по сравнению с первоначальным содержанием) при стерилизации расчетным и экспериментальным путем при различных режимах процесса и устанавливают формулу стерилизации, обеспечивающую по показателю химического индекса наименьшие изменения пищевой ценности. В частности, располагая графиком зависимости степени распада белка от условий нагрева (рис. 117), можно методом графического интегрирования подсчитать изменения общего азота (или степень распада белков) при различных режимах стерилизации:

$$N = 2{,}3 \lg (1/C) = K' \tau_0 (t_1 + t_2 + \ldots + mt_m + \ldots + t_n),$$

где C — начальная концентрация общего азота, %; K' — константа скорости, равная тангенсу угла наклона прямой (для белков мяса $K' = (35 \ldots 42) \cdot \times 10^{-6}$, 1 (мин·°С); τ_0 — интервал времени замера температуры по термограмме, мин ($\tau_0 = 2$—3 мин); t — температура в момент τ, °С ($t = T$ 95 °С, при T — абсолютное значение температуры); m — число интервалов времени τ_0 на отрезке периода стерилизации.

Подсчитав степень снижения количества общего азота для различных формул стерилизации, выбирают ту формулу, для которой абсолютное значение показателя оказалось меньшим.

При использовании в качестве вещества-индикатора гистидина величину химического индекса находят как сумму по-

тель его в ходе процесса стерилизации (для каждого момента нагрева) во всех точках термограммы сопоставляемых режимов

$$Г = \lg (C_н/C_к) = K_0 \tau \Sigma 10^{B(t-100)},$$

где $C_н$ — начальная концентрация гистидина, мг; $C_к$ — конечная концентрация гистидина, мг; τ — интервал времени замера температуры на термограмме, мин; K_0 и B — характеристические показатели, определяемые опытным путем при температуре 100 °С ($K_0 = 4{,}7 \cdot 10^{-1}$; $B = 2{,}8 \cdot 10^{-2}$); t — температура в центре банки в отдельно взятый момент времени τ, °С.

Имеется метод определения степени влияния нагрева на биологически активные вещества при помощи коэффициента *Со*. Он показывает (в условных единицах), на сколько снижается суммарная пищевая ценность продукта при определенной температуре в течение 1 мин теплового воздействия. Имеются таблицы, устанавливающие в температурном диапазоне от 67 до 166 °С величины долей *Со* (от 0,1 до 100 единиц). При этом температуре 100 °С соответствует величина $Со = 1{,}0$. В соответствии с формулой стерилизации для каждой точки термограммы с интервалом в 1 мин находят соответствующие значения долей коэффициентов *Со*, начиная с 67 °С (момента денатурации основной части мышечных белков) до максимального значения и вновь до 67 °С. Сумма значений *Со* дает представление о степени потери пищевой ценности стерилизуемого продукта, т. е. о «вредности нагрева». Сопоставление величин *Со*, характеризующих консервы, приготовленные по разным формулам стерилизации, но имеющие одинаковые значения стерилизующего эффекта, дает возможность получить хорошее качество консервируемого продукта при его высокой стерильности. В соответствии с методом согласования коэффициентов F_0 (нормативный стерилизующий эффект) и *Со* (вредность нагрева) составляют таблицу изменений величин этих двух показателей в зависимости от температурно-временных условий.

В частности, изменяя температуру и продолжительность нагрева, можно получить варьируемые значения *Со* при постоянной величине F_0 (табл. 56).

При сопоставлении полученных данных легко заметить, что использование более высоких температур позволяет достичь необходимого значения F_0 в течение более короткого времени. При этом величина *Со* уменьшается одновременно с сокращением периода нагрева. Представленный пример показыва-

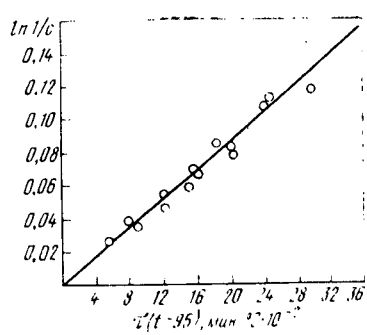


Рис. 117. График зависимости степени распада белков от жесткости нагрева

Таблица 56

T, °С	т, мин	F_0	Co	T, °С	т, мин	F_0	Co
100	100	0,774	100,00	120	1	0,774	4,05
110	10	0,774	20,10	130	0,1	0,774	0,81

ет, что применение высокотемпературной кратковременной обработки способствует существенному улучшению качества продукта при сохранении требуемой стерильности.

Метод высокотемпературной ступенчатой стерилизации заключается в том, что в первые минуты прогрева повышается температура стерилизации (до 125—130 °С) с целью увеличения температурного напора, после чего ее снижают до традиционной температуры стерилизации (112—120 °С), выдерживают продукт при этой температуре, после чего охлаждают. Такие условия термообработки оказывают меньшее отрицательное влияние на качество продукта, чем продолжительный нагрев при более низких температурах при одном и том же уровне стерилизующего эффекта. Одним из условий экспресс-стерилизации является быстрое охлаждение консервов по окончании термообработки, что осуществимо на установках ротационного типа, дающих возможность работать при температурах стерилизации до 126—138 °С при значительном сокращении продолжительности нагрева.

Кратковременную высокотемпературную стерилизацию рекомендуют для консервов с относительно большим содержанием жидкой части и невысоким содержанием белковых веществ.

Использование рассмотренных выше методов выбора оптимальных режимов стерилизации позволяет вскрыть существенные резервы улучшения качества консервируемой продукции при гарантированном получении стерильности. Формулы стерилизации для каждого вида консервов утверждаются ГОСТом.

Техника стерилизации. Противодавление искусственно создают внутри аппаратов во избежание нарушения целостности консервов в процессе стерилизации вследствие образования в банках избыточного давления. Величина избыточного давления зависит от вида консерва, содержания в нем воды, воздуха, газов, объемного расширения продукта в процессе нагрева.

При стерилизации консервов в паровой среде по сравнению со стерилизацией в воде обеспечивается более равномерное по объему распределение температуры внутри банки при одинаковых формулах стерилизации.

Стерилизация в электромагнитном поле токами высокой частоты (ТВЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ). При нагревании продукта в поле ТВЧ

(10^3—10^{10} Гц) и СВЧ (433, 915, 2450 МГц) воздействие тепла на микроорганизмы происходит в результате образования тепла в самом содержимом клеток под действием переменного электромагнитного поля. Поэтому при нагревании продукта в поле ТВЧ и СВЧ микроорганизмы отмирают быстрее. В частности, стерильное мясо можно получить при нагревании до температуры 145 °С в течение 3 мин, тогда как обычная стерилизация производится в течение 40 мин при температуре 115—118 °С. Одновременно ТВЧ- и СВЧ-нагревы обеспечивают сохранность пищевой ценности продукта.

Следует отметить, что ТВЧ- и СВЧ-обработка приемлема для продуктов, упакованных в стеклянную или полимерную тару.

Стерилизация ионизирующими облучениями. К ионизирующим излучениям относят катодные лучи — поток быстрых электронов, рентгеновские лучи (частота $10^{18} \div 10^{19}$ Гц) и гамма-лучи (10^{20} Гц). Ионизирующие излучения обладают высоким бактерицидным действием и способны, не вызывая нагрева продукта, обеспечить полную стерилизацию.

Из радиоактивных излучений практическое значение имеют гамма-лучи, имеющие большую проникающую способность. Продолжительность стерилизации ионизирующими облучениями — несколько десятков секунд. Герметическая упаковка консерва может быть любого вида. Однако высокая интенсивность облучения приводит к изменению составных частей мяса. Кроме того, учитывая то обстоятельство, что после ионизационной обработки продукт внутри банки остается сырым, необходимо вслед за стерилизацией довести его до состояния кулинарной готовности одним из обычных способов нагрева.

Стерилизация горячим воздухом. Способ приемлем для использования в горизонтальных конвейерных или коаксиальных стерилизаторах, в которых банки передвигаются цепным транспортером при одновременном вращении вокруг своей оси либо катятся по направляющим через все зоны аппарата (прогрев — стерилизация — охлаждение). Горячий воздух температурой 120 °С циркулирует в стерилизаторе со скоростью 8—10 м/с. Данный способ дает возможность повысить теплопередачу от греющей среды консерву, снизить вероятность перегрева поверхностных слоев продукта. При этом перепад между температурами стенки и центра банки составляет 1—3 °С.

Стерилизация в аппаратах периодического действия. Наиболее распространенным типом аппаратов периодического действия для стерилизации консервов являются автоклавы СР, АВ и Б6-ИСА. Автоклавы подразделяются на вертикальные — для стерилизации консервов, выпускаемых в жестяной и стеклянной таре, паром или в воде и горизонтальные — для стерилизации консервов в жестяной таре паром. Температуру и давление в автоклавах регулируют ручным методом

или с помощью пневматических и электрических программных устройств — терморегуляторов.

В стерилизационном отделении автоклавы устанавливают группами и для создания поточности в работе, организации загрузки и выгрузки корзин над автоклавами монтируют тельферный путь, соединяющий цех фасовки, отделения автоклавное и сортировки.

В автоклавные корзины банки укладывают вручную, посредством загрузки транспортером «навалом» (в водяной ванне или без нее), гидравлическими и гидромагнитными укладчиками. Разгрузку производят, опрокидывая автоклавные корзины. При укладке банок в автоклавные корзины следует учитывать, что консервы, содержащие желе, необходимо помещать крышками вниз и в таком виде стерилизовать, охлаждать и хранить. Жир, выплавленный из продукта при стерилизации, в таком случае собирается на донышках банок, что способствует улучшению органолептики готовой продукции.

Несмотря на постоянное совершенствование конструкций периодически действующих автоклавов, механизацию и автоматизацию некоторых операций, основными их недостатками являются большая неравномерность температурного поля, трудоемкость операции по его обслуживанию, низкий уровень эффективности использования воды и пара, периодичность работы.

Однако в автоклавах в силу их высокой маневренности можно вырабатывать одновременно широкий ассортимент изделий и быстро переходить с одного вида продукции на другой.

Один из путей совершенствования конструкции вертикального стерилизатора и организации процесса термообработки и охлаждения предложен фирмой «Оденберг» (Ирландия). Особенностями конструктивного исполнения этих автоклавов является наличие съемного нижнего дна, через которое выгружают банки по окончании стерилизации, и оснащение их системами подвода воды, пара и воздуха (рис. 118).

На первом этапе банки с консервами направляются по транспортеру к загрузочной горловине автоклава, предварительно заполненного водой, создающей «водяную подушку» и предотвращающей деформацию банок. По мере заполнения автоклава излишек воды сливается. По окончании загрузки автоклав герметизируют, после чего для вытеснения оставшейся воды подают пар (второй этап). При последующей продувке (третий этап) удаляется воздух; пар и конденсат выпускают через патрубок, расположенный в дне автоклава. Закрыв дренажный патрубок, давление и температуру в автоклаве поднимают до необходимого уровня и ведут собственно процесс стерилизации (четвертый этап). Закончив термообработку, перекрывают подачу пара (пятый этап) и вводят в автоклав под давлением воздух, который создает противодавление во время охлаждения. Холодную воду нагнетают через дно автоклава.

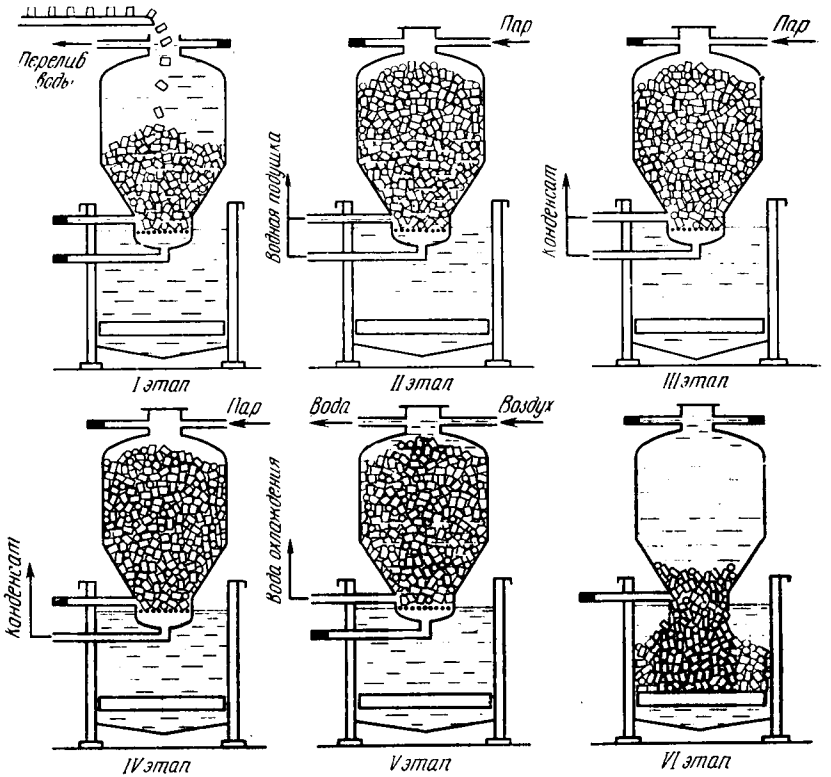


Рис. 118. Схема работы системы «Оденберг»

По окончании охлаждения в автоклаве устанавливают нормальное давление (шестой этап), открывают нижнюю крышку и выгружают банки. Кроме донной крышки, все остальные клапаны и люки остаются закрытыми, поэтому в аппарате возникает вакуумный эффект, при котором вода остается внутри автоклава.

После выгрузки нижнюю дверь закрывают, открывают верхний загрузочный люк и рабочий цикл повторяется. Стерилизованные консервы транспортируют на конвейере в зоны дополнительного охлаждения, установки в вертикальное положение, этикетировки и упаковки.

Линия «Оденберг» может включать в себя несколько автоклавов в модульном исполнении, что обеспечивает производительность от 50 до 1200 банок в минуту. Система оснащена автоматическими считывающими устройствами, ЭВМ, управление производит оператор.

В настоящее время наиболее рациональным считается стерилизация методом высокотемпературного кратковременного

нагрева с применением вращения банок (в одну сторону, попеременно в разные стороны, осевое вращение, вращение с донышка на крышку), что обеспечивает сокращение длительности процесса тепловой обработки и дает возможность сохранить качество исходного продукта.

В стерилизаторах-полуавтоматах «Ротомат» и «Атмос» консервы стерилизуют в специальных корзинах, вращающихся или качающихся вокруг горизонтальной оси.

В полуавтомате-стерилизаторе «Атмос» ротационного типа (рис. 119) над стерилизационной камерой размещается теплоизолированный бойлер для предварительного нагрева воды перед стерилизацией. В стерилизационной камере находится перфорированный цилиндр с рельсами для перемещения сеток с консервами и прижимной плитой для удерживания консервов в сетках.

При стерилизации консервов подают пар и воду в бойлер, устанавливая необходимые значения температуры и давления, и одновременно задают на пульте управления длительность этапов стерилизации и охлаждения, режим вращения перфорированного барабана ($n = 45 - 50$ мин$^{-1}$). Сетки с консервами

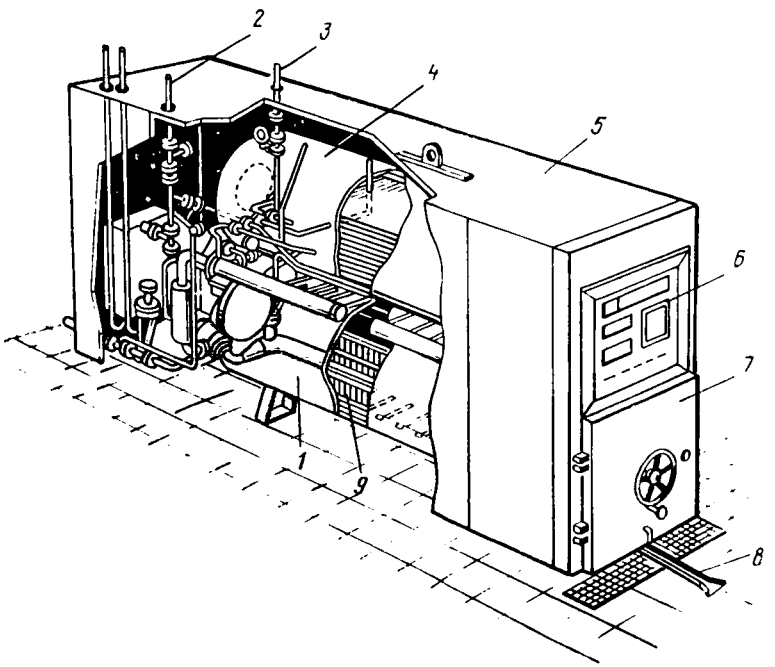


Рис. 119. Стерилизатор-полуавтомат «Атмос»:

1 — стерилизационная камера; *2* — линия подачи воды; *3* — линия подачи пара; *4* — бойлер; *5* — корпус стерилизатора; *6* — пульт управления; *7* — дверь загрузки; *8* — рельсовый путь; *9* — сетки с консервами

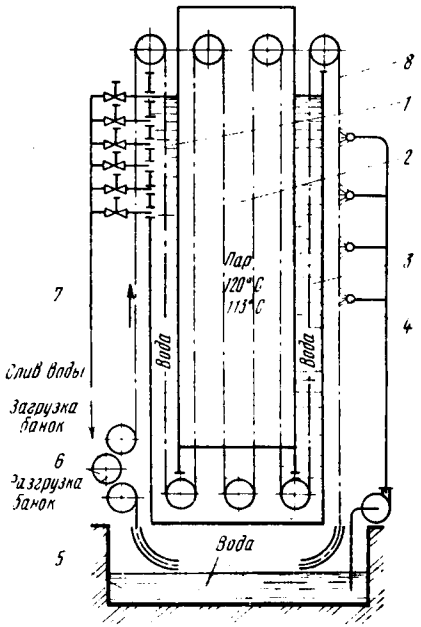


Рис. 120. Гидростатический стерилизатор А9-ФСА:

1 — камера подогрева; *2* — камера стерилизации; *3* — камера первичного охлаждения; *4* — камера дополнительного охлаждения; *5* — бассейн охлаждения; *6* — механизм загрузки и выгрузки; *7* — линия слива воды в канализацию; *8* — цепной конвейер

загружают вручную, фиксируют банки прижимной плитой и герметизируют камеру. Стерилизация начинается после открытия клапана, соединяющего бойлер со стерилизационной камерой, когда в нее начинает поступать горячая вода. По окончании этапа собственно стерилизации (при одновременном вращении банок) клапан, соединяющий бойлер с камерой стерилизации, вновь открывается и горячая вода протекает в бойлер под давлением холодной воды, подаваемой в камеру для охлаждения банок. Консервы охлаждаются также при вращении банок по заданному режиму. Одновременно с охлаждением консервов в бойлере нагревается вода для стерилизации следующей партии.

Стерилизация в аппаратах непрерывного действия. Стерилизаторы непрерывного действия подразделяют на роторные, горизонтальные конвейерные, гидростатические. Первые два типа редко используют.

В гидростатических стерилизаторах непрерывного действия применен принцип уравновешивания давления в камере стерилизации с помощью гидравлических шлюзов. Эти аппараты — башенного типа, имеющие значительную высоту, но занимающие относительно небольшую площадь производственного помещения.

Используют несколько типов гидростатических стерилизаторов: «Сторк» с противодавлением, пневмогидростатический «Хунистер» (Венгрия), А9-ФСА (рис. 120) и др.

В гидростатических стерилизаторах длина участков конвейера в зонах подогрева и охлаждения одинакова, поэтому формула стерилизации имеет симметричный вид $A—B—A$. Скорость движения конвейера изменяется в зависимости от времени собственно стерилизации. Температура стерилизации поддерживается в результате регулирования положения уровня воды в камере стерилизации.

Гидростатический стерилизатор работает следующим образом. Банки загружают в банконосители бесконечного цепного конвейера, который подает их в шахту гидростатического (водяного) затвора-шлюза. После прогрева банки поступают в камеру парового стерилизатора, нагреваются до 120 °С и попадают в зону водяного охлаждения, где температура консервов падает до 75—80 °С. Выйдя из гидростатического затвора, банки поступают в камеру дополнительного водяного охлаждения (40—50 °С), после чего консервы выгружают из стерилизатора.

Гидростатические стерилизаторы оснащены автоматикой. В них предусмотрена схема очистки и охлаждения рециркуляционной воды. Гидростатические стерилизаторы имеют высокую производительность (до 254 банок в минуту), занимают относительно малую площадь (25—40 м^2) при высоте 25 м.

Особенностью пневмогидростатического стерилизатора «Хунистер» является наличие ванны предварительного охлаждения, обе секции которой заполнены водой. В нижней части этой ванны давление воды достигает $2{,}5 \cdot 10^5$ Па, плавно уменьшаясь на выходе до $2{,}2 \cdot 10^5$ Па. Температура и давление в ваннах стерилизатора регулируются индивидуально.

При использовании стерилизаторов непрерывного действия отпадает необходимость предварительного прогрева аппарата, поэтому две величины формулы стерилизации A и B образуют одну B' и она приобретает вид $(B'+C)/T$.

Пастеризация. Пастеризация является одной из разновидностей термообработки изолированного от внешней среды продукта, при которой уничтожаются преимущественно вегетативные формы микроорганизмов. В связи с этим при выработке качественных пастеризованных консервов к сырью предъявляют ряд дополнительных жестких санитарно-гигиенических и технологических требований. Для таких консервов обычно используют свинину в шкуре; контролируют величину pH сырья (для свинины pH должна быть 5,7—6,2, для говядины — 6,3—6,5). В процессе посола и созревания рекомендуется применение шприцевания рассолов, массирования и тумблирования. Сырье фасуют в эллиптические или прямоугольные металлические банки вместимостью 470, 500 и 700 г с одновременным закладыванием желатина (1%). После подпрессовки банки укупоривают на вакуум-закаточных машинах.

Пастеризацию производят в вертикальных либо ротационных автоклавах. Режим пастеризации включает время прогрева банок при 100 °С (15 мин), период снижения температуры в автоклаве до 80 °С (15 мин), время собственно пастеризации при 80 °С (80—110 мин) и охлаждения до 20 °С (65—80 мин). В зависимости от вида и массы консерва общая продолжительность процесса пастеризации составляет 165—210 мин; период прогрева центральной части продукта при 80 °С — 20—25 мин.

При пастеризации в продукте могут сохраняться термоустойчивые виды микроорганизмов, способные развиваться при температурах до 60 °С, а также термофильные виды с оптимумом развития при 53—55 °С. Для предотвращения повышения обсемененности микроорганизмами при изготовлении пастеризованных консервов необходимо как можно быстрее прогревать и охлаждать банки с тем, чтобы «пройти» температурный оптимум развития микроорганизмов. Самой опасной считают температуру 48,9—68,3 °С, при которой происходит быстрый рост некоторых видов термофильных бактерий. Если это время будет увеличено, то обсемененность микроорганизмами повышается и возможен бактериологический брак.

Использование режимов пастеризации, состоящих из кратковременной термообработки продукта при температурах около 100 °С (для интенсификации процесса прогрева консервов) и последующей выдержки при умеренных температурах (для доведения продукта до состояния кулинарной готовности и уничтожения микрофлоры), способствует не только сокращению общей продолжительности термообработки, но и обеспечивает бо́льшую сохранность питательных веществ. Быстрое повышение температуры наружных слоев в период прогревания приводит к уплотнению поверхностного слоя продукта в результате денатурации белков, что, в свою очередь, препятствует выделению бульона, т. е. продукт получается более сочным и нежным.

Количество желе в пастеризованных изделиях увеличивается (от 8,2 до 23,8%) с повышением температуры термообработки (от 66 до 94 °С). Однако длительный нагрев ухудшает качество не только самого продукта, но и свойства желе (крепость, способность к застудневанию). Использование температур свыше 100 °С при термообработке пастеризованных консервов (в период прогрева) сопровождается ухудшением сочности продукта, рыхлостью, ухудшением консистенции.

Тиндализация представляет собой процесс многократной пастеризации. При этом консервы подвергают термообработке 2—3 раза с интервалами между нагревом в 20—28 ч. Отличие тиндализации от обычной стерилизации заключается в том, что каждого из этапов теплового воздействия недостаточно для достижения необходимой степени стерильности, однако суммарный эффект режима гарантирует определенную стабильность консервов при хранении. Сущность тиндализации — чередование нагрева консервируемого продукта до температуры ниже 100 °С с последующей выдержкой консерва при температуре 18—25 °С.

При данном способе термообработки микробиологическая стабильность обеспечивается тем, что в процессе первого этапа нагрева, который недостаточен по уровню стерилизующего эффекта, погибает большинство вегетативных клеток бактерий. Часть из них вследствие изменившихся условий внешней среды

успевает модифицироваться в споровую, более устойчивую форму. В течение промежуточной выдержки (термостатировании) споры прорастают, а последующий нагрев вызывает гибель образовавшихся вегетативных клеток.

Так как степень воздействия режимов пастеризации и тиндализации на составные части мясопродуктов менее выражена, чем при стерилизации, пастеризованные изделия имеют лучшие органолептические и физико-химические показатели. В отличие от стерилизованного пастеризованный продукт получается с малоизмененными первоначальными свойствами.

Пастеризованные (тиндализованные) консервы не являются «настоящими» консервами в полном понимании этого термина, так как содержат некоторые споры и термофильные бактерии. В связи с этим пастеризованные изделия относят к полуконсервам и ограничивают срок их хранения при температуре 0—5 °С и относительной влажности воздуха не выше 75% периодом 6 мес. Тиндализованные консервы («Говядина в желе», «Антрекот», «Солонина деликатесная», «Телятина»), срок хранения которых при температуре не выше 15 °С ограничен одним годом со дня выработки, относят к «$^3/_4$ консервам». Условная запись режима пастеризации имеет вид, аналогичный с формулой стерилизации. В нее входит несколько формул тепловых режимов с указанием периодов выдержки консервов между нагревами. Пастеризованные консервы являются деликатесным видом изделий и включают консервы из свинины («Ветчина любительская», «Ветчина особая», «Ветчина рубленая», «Шейка ветчинная») и из говядины («Говядина пастеризованная»).

Сортировка, охлаждение и упаковывание

По окончании термообработки консервы поступают на сортировку, охлаждение и упаковывание. На некоторых предприятиях для удаления возможных загрязнений с поверхности банок (особенно в результате подтеков негерметичных банок) их моют на специальных линиях, после чего осуществляют первую («горячую») сортировку. Цель ее — обнаружить негерметичные и бракованные банки и не допустить их на последующее хранение и реализацию.

Отбраковке подлежат банки с активным подтеком, помятостями, разрывами, трещинами, с «птичками» и грязные (пассивный подтек банки). Если таких дефектов нет, то банки после термообработки должны иметь вспученные крышку и донышки. У негерметичных банок вспучивание может и не произойти.

Одним из распространенных дефектов консервных банок является помятость (сильная и незначительная), которая образуется из-за разгрузки автоклавных корзин навалом на приемный стол. Консервы с незначительной помятостью корпуса,

не потерявшие герметичности, относятся к стандартным и допускаются к реализации.

Активный подтек обусловлен появлением на банке следов содержимого (бульон, жир, соус) консервов, вытекшего при стерилизации через негерметичные фальцы или шов. Причинами появления активного подтека являются недостаточная отрегулированность работы корпусообразующей или закаточной машины, неравномерность заливки уплотнительной пасты в завитке фланца концов (донышко, крышка), слишком быстрое снижение давления в автоклаве после стерилизации консервов паром без противодавления, образование вакуума в автоклаве после стерилизации консервов с противодавлением вследствие низкого давления сжатого воздуха и холодной воды. Как правило, банки с активным подтеком — легковесные. Банки с активным подтеком, обнаруженные сразу после стерилизации, вскрывают, содержимое используют в колбасном производстве (промпереработка). Банки с активным подтеком, выявленные после хранения, подлежат технической утилизации.

Пассивный подтек характеризуется загрязнением поверхности банок содержимым других банок, имеющих активный подтек. Консервы с пассивным подтеком герметичны, грязные банки моют в горячей воде, протирают и направляют на хранение.

«Птички» — наиболее распространенный в консервном производстве дефект, заключающийся в деформации донышек и крышек в виде уголков у бортиков банки. Такие банки на хранение не принимают и использование их разрешается органами санитарного надзора.

После сортировки банки охлаждают водой до 40 °С и подают на хранение. Банки охлаждают в специальных помещениях, одновременно предназначенных для хранения консервов. Быстрое охлаждение консервов после стерилизации исключает развитие в продукте термофильных бактерий, снижает степень перегрева поверхностных слоев консерва и способствует улучшению вкусовых достоинств продукта. При охлаждении донышко и крышка банок постепенно принимают свое первоначальное положение (невспученное). Однако иногда вспучивание банки остается после охлаждения. Оно может возникнуть, если банки заполняли перед закаткой холодным продуктом, если из банок перед стерилизацией не удаляли воздух, или в случае переполнения банки продуктом. Такое одностороннее или двустороннее вздутие банок со стороны донышка или крышки носит название «хлопающие крышки» (ложный физический бомбаж).

Дефект «хлопающие крышки» обнаруживают также и после хранения консервов при чрезмерно низких температурах. Появление дефекта в последнем случае обусловлено тем, что при замораживании содержимого банки вода переходит в твердое

состояние (лед) и увеличивается в объеме. Причиной образования дефекта «хлопающие крышки» могут быть деформация корпуса, особенно при внешнем ударе, деформации крышки вследствие закатки корпуса банки концами большего размера или изготовленными из тонкой жести, длительное воздействие высоких температур и образование в банке избыточного давления. Вопрос использования консервов с дефектом «хлопающие крышки» решают органы санитарного надзора, так как его трудно отличить от химического и микробиологического бомбажа.

Для выявления причин образования дефекта «хлопающих концов» банки следует поставить в прохладное место. Если концы приобретают нормальное положение, содержимое имеет нормальную органолептику, внутренняя поверхность банки без признаков коррозии, а микробиологическая характеристика нормальная, то консервы с «хлопающими концами» должны быть реализованы для текущего потребления под наблюдением санитарного надзора. Хранению такие банки не подлежат.

На некоторых предприятиях сортировку консервов производят после 12 ч охлаждения. При этом осматривают банки, затем донышки банок вминают вращающимися рифлеными валиками машин осаждения концов.

В процессе охлаждения, особенно у банок больших размеров (массой более 3 кг), встречается дефект в виде помятостей корпуса несколькими острыми гранями, который называется вакуумной деформацией. Ее вызывает вакуумирование банок при укупорке или образование вакуума при охлаждении банок с горячим розливом продукта. Кроме того, в процессе стерилизации негерметичных банок в результате нагревания повышается давление и через отверстия, имеющиеся в банке, выходит воздух, пар и бульон. При охлаждении отверстия могут закупориваться, тогда в банке образуется вакуум, который приводит к деформации.

Деформация из-за негерметичности банок приводит к образованию микробиологического бомбажа вследствие попадания микрофлоры в банки после стерилизации при охлаждении банок. Важно установить природу деформации, так как целые банки с вакуумной деформацией допускаются на хранение.

Нарушение герметичности консервов после стерилизации может произойти и из-за некачественной работы оборудования жестянобаночного производства. В частности, изношенность ролика первой операции закаточной машины дает помятость фланца корпуса — «язычки» и морщинистость фланца. «Язычки» появляются также от наплыва припоя на углошве и перекоса фланца при отбортовке. Морщинистость фланцев образуется одновременно при наличии помятостей на поле концов, большом радиусе подвивки и в случае использования крышки меньшей толщины, чем у корпуса. Консервы с «язычками»

и морщинистыми фальцами, оставшиеся герметичными после стерилизации, реализуют на общих основаниях.

Высокоподнятый ролик второй операции закаточной машины может приводить к образованию наката на фальцах и подреза низов фальцев. Наличие этих дефектов на герметичность не влияет, и консервы реализуют в установленном порядке.

Перед закладкой на длительное хранение во избежание коррозии нелакированные жестяные банки покрывают смазкой (техническим вазелином), на стеклянные банки наклеивают этикетки. При отправке консервов на реализацию сразу после охлаждения на банки всех типов, за исключением литографированных, наклеивают этикетки. Банки, направляемые непосредственно в реализацию, смазкой не покрывают.

Этикетная надпись содержит наименование и товарный знак предприятия-изготовителя, наименование продукции, сорт, массу нетто, номер стандарта или технических условий, состав консервов, рекомендации по применению («Перед употреблением банку разогреть», «Рекомендуется перед вскрытием банку охладить» и т. п.), розничную цену, надпись «Одобрено Министерством здравоохранения СССР» (для консервов детского и диетического питания). На этикетках некоторых видов консервов («Субпродукты рубленые», мясо-растительные и др.) в стеклянной таре указывают «На свету не хранить».

Готовые консервы перед хранением или отгрузкой упаковывают в транспортную тару — дощатые неразборные ящики или коробки из гофрированного картона.

Каждый ряд банок перекладывают картонными или плотными бумажными прокладками, между рядами консервов, сверху и на дно тары помещают антикоррозионную бумагу, обработанную нитритом натрия и уротропином. В транспортную тару банки укладывают на банкоукладочных автоматах. Масса консервов в одном ящике 15—20—25 кг. После закладки банок картонные коробки оклеивают гуммированной лентой, дощатые ящики обтягивают проволокой, металлической контрольной лентой либо забивают гвоздями. В каждый ящик или коробку с консервами укладывают контрольный талон.

На торцевой стороне упакованного ящика через трафарет наносят следующие сведения: наименование предприятия и ведомства, дату изготовления, наименование и сорт консервов, количество банок, их номер и массу нетто. На одной из боковых сторон ящика с помощью трафарета или наклеивания этикетки наносят надписи: «Осторожно, не бросать!», «Хранить в сухом прохладном месте». Для консервов, требующих особых условий хранения, указывают температуру и влажность. В частности, на таре с пастеризованными консервами, кроме установленных ГОСТом надписей, дополнительно указывают: «Транспортировать и хранить при температуре от 0 до 8°С не более 6 меся-

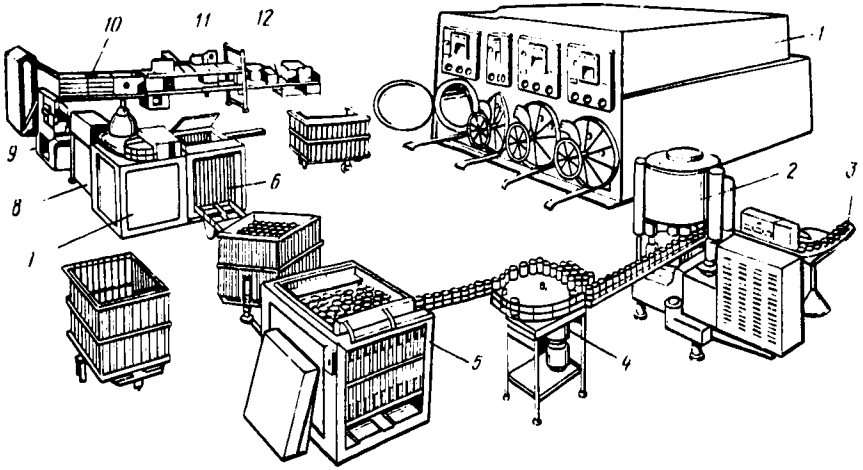


Рис. 121. Стерилизационное отделение Черкасского консервного комбината:

1 — стерилизаторы «Ротомат»; *2* — вакуум-закаточная машина; *3* — течка приема банок; *4* — стол-накопитель; *5* — устройство загрузки автоклавных сеток; *6* — устройство разгрузки сеток; *7* — установка для мойки банок; *8* — установка для подсушки банок; *9* — этикетировочная машина; *10* — машина для укладки банок в короба; *11* — аппарат оклейки коробок; *12* — транспортер

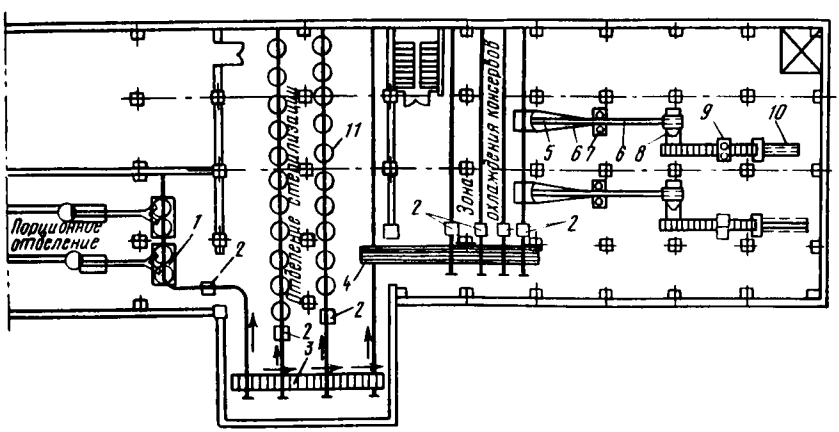


Рис. 122. Схема термостатно-упаковочного отделения консервного завода Улан-Удэнского мясоконсервного комбината:

1 — емкость для корзин; *2* — тельферы; *3* — рольганг-накопитель; *4* — наклонный спуск для корзин; *5* — конвейер для сортировки; *6* — наклонные течки; *7* — машины для осадки донышек банки; *8* — упаковочная машина; *9* — машина для обвязки ящиков; *10* — наклонный спуск для транспортирования ящиков на склад; *11* — автоклавы

готовления. На верхней части ящиков с консерв-ной таре указывают: «Верх», «Осторожно—

кцию, упакованную в ящики, принимает предводственно-ветеринарного или технического тия.

вышения производительности труда, создания по-, улучшения санитарно-гигиенических условий и повышения культуры производства в консервном производстве широко применяют технологические линии (рис. 121, 122).

В состав линий производства консервов в полужесткой таре (ламистер) входят: пресс глубокой вытяжки для изготовления тары, пресс для изготовления крышек, транспортер с магазином банок, наполнители для фасовки продукции, стол для ручной фасовки продукции, термоукупорочный автомат, моечная машина, устройство для загрузки и разгрузки автоклавных корзин, горизонтальный автоклав, транспортер для укладки банок с продукцией, этикетировочный автомат.

Хранение и отгрузка

Условия хранения консервов должны обеспечивать полную сохранность качества продукта, герметичность и нормальное состояние тары в течение регламентируемого стандартом периода времени.

Консервы хранят в отапливаемых и неотапливаемых складах при отрицательных и положительных температурах. При отрицательных температурах срок хранения увеличивается, существенно не влияя на органолептические показатели и пищевую ценность консервов. Однако может ржаветь тара. Это обусловлено тем, что при повышении температуры окружающего воздуха на поверхности банок при температуре ниже точки росы может конденсироваться влага.

Мясные консервы, поступившие на хранение в замороженном или охлажденном виде (при 0 °С), размещают в складских помещениях при температуре воздуха не менее 2 °С с последующим постепенным отеплением без резких перепадов температуры и относительной влажности воздуха. В отапливаемых складах в зимнее время температура должна поддерживаться на уровне 2—4 °С, а относительная влажность воздуха не выше 75%.

Вследствие нарушения санитарно-гигиенического режима производства, параметров стерилизации, условий хранения или герметичности тары может произойти порча консервов и появляются следующие виды брака и дефектов, характеризуемых наличием бомбажа.

Явление микробиологического бомбажа обусловлено наличием в консервах газообразных веществ (серово

дород, аммиак, углекислый газ и др.) — продуктов тельности микроорганизмов. Причиной возникновени биологического бомбажа является перемещение ба транспортировании и хранении, взбалтывание их содерж хранение при изменяющихся условиях, что приводит к нар нию временной герметичности банок, освобождению микроф ры из жировых и других частей продукта и прорастанию спо термоустойчивых бактерий типа Bac. stearothermofilus, Bac. aerothermofilus, Bac. coagulans, вызывающих закисание продукта, а также мезофильных анаэробов Cl. sporogenes и Cl. butiricum.

Единичный характер микробиологического бомбажа указывает на негерметичность банки. Массовый бомбаж может быть результатом недостаточно эффективного режима стерилизации при неудовлетворительном санитарном состоянии оборудования, сырья, тары, нарушении режима стерилизации, попадания микроорганизмов в банки после стерилизации, что свидетельствует о разгерметизации банок. Консервы с микробиологическим бомбажем не пригодны в пищу и подлежат технической утилизации или уничтожению. Микробиологическая порча консервов не всегда сопровождается бомбажем: в случае нарушения герметичности банки газы могут выйти из консерва, не вызывая вспучивания концов. Кроме того, в процессе жизнедеятельности некоторых видов микрофлоры газообразования не происходит. Отсутствие бомбажа характерно для Cl. botulinum.

Химический бомбаж характерен для консервов с высокой кислотностью и возникает вследствие накопления водорода при химическом взаимодействии органических кислот продукта с металлом тары. Ход реакции газообразования катализирует кислород воздуха, в связи с чем при укупорке консервов необходимо тщательно проводить вакуумирование.

В результате взаимодействия содержимого и тары в продукте могут накапливаться соли тяжелых металлов (железа, олова, свинца). При глубоком развитии химического бомбажа у продукта появляется металлический привкус и изменяется цвет, особенно у овощей. Повышение температуры хранения с 2—5 до 20 °С увеличивает скорость перехода олова в продукт в 2 раза, при 37 °С скорость накопления олова возрастает в 4 раза. Консервы можно употреблять в пищу, если в составе продукта не более 200 мг олова на 1 кг продукта и нет следов свинца, т. е. вопрос об использовании консервов с химическим бомбажем решает санитарный надзор.

В процессе хранения консервов на внутренней поверхности жестяных банок и крышек, на стеклянных банках могут появиться темные пятна или полосы так называемой сульфидной коррозии («мраморность»). Образование «мраморности» или «побежалости» объясняется тем, что в жести имеются микроскопические поры незащищенного покрытием железа, ко-

торое под воздействием среды переходит в состояние ионов и вступает в реакцию с сероводородом и содержимым банки. В результате образуются сульфиды и хлориды железа, сульфиды олова, присутствие которых на стенках банок обнаруживается в виде голубых, синих, фиолетовых или коричневых пятен.

Степень проявления «мраморности» и «побежалости» зависит в основном от количества сероводорода, образующегося в банке в результате гидротермического распада серосодержащих аминокислот (цистеина, метионина). При этом чем выше температура стерилизации и более щелочные значения pH (выше 6,0) имеют консервы, тем больше накапливается продуктов распада.

Процесс «мраморности» интенсифицируют повышенные температуры хранения консервов, а также увеличение содержания белковых веществ в продукте. Понижение температуры хранения готовых консервов способствует уменьшению степени появления этого дефекта. Явление «мраморности» не считают браком, так как оно не влияет на качество консервированного продукта. Поэтому консервы с сульфидной коррозией реализуют и используют на пищевые цели без ограничений.

Появление физического бомбажа может быть обусловлено рядом причин: переполнение тары продуктом, концы банок изготовлены из тонкой жести и легко деформируются, консервы были заморожены и после оттаивания концы сохранили вздутое состояние. Наличие физического бомбажа не отражается на пищевой ценности консервов. Однако их реализуют лишь с согласия санитарного надзора.

Вследствие повышения относительной влажности воздуха в помещениях хранения консервов, конденсации влаги на банках и взаимодействия кислорода воздуха, воды и остатков частиц жира и белка с незалуженными местами на поверхности банок происходит коррозия. В результате на внешней поверхности банок появляются красно-бурые пятна ржавчины. При повышенной пористости жести, наличии трещин, царапин, нарушении лакового покрытия, пузырчатости ржавчина может развиться очень интенсивно. Банки с пятнами ржавчины и неполной полудой не подлежат хранению. Банки с легким налетом ржавчины, удаляемой при протирке сухой ветошью без оставления следов на полуде, подрабатывают (дополнительно смазывают) и хранят. Банки, на поверхности которых темные пятна и раковины не удаляются, используют по разрешению органов санитарного надзора.

Эффективным способом предотвращения коррозии тары при хранении является добавление в воду автоклава небольших количеств оксалата.

Продолжительность хранения консервов определяют сроком, в течение которого изменения биологического и химического состояния, санитарно-гигиенических показателей, органолепти-

Таблица 57

Консервы	Сроки хранения консервов, лет		
	в жестяных лакированных банках всех размеров		в стеклянных банках
	сборных	цельноштампованных	
Мясные, мясные с крупами, макаронными изделиями, овощами	3	2	3
Консервы, содержащие молочный жир (сливочное масло, сметану)	До 1	До 1	До 1
Мясные и мясные с овощами, с томатной заливкой, квашеной капустой	1,5	1	2
Консервы, содержащие копченые продукты	До 1	До 1	До 1

ческих свойств и пищевой ценности находятся в допустимых пределах. Нарушение температурно-влажностных условий хранения, а также превышение рекомендуемых сроков хранения приводят к снижению пищевой ценности содержимого консервов.

Сроки хранения консервов, стерилизованных при температурах выше 100 °С и хранимых при температуре 0—2 °С и влажности 75%, приведены в табл. 57.

Консервы в стеклянных банках хранят в темноте, чтобы исключить активизацию процессов гидролиза и окисления от воздействия света. Срок хранения ламистеров до 2 лет.

На каждую выпускаемую партию консервов государственным инспектором по качеству или заведующим лабораторией ОПЭВК выдается качественное удостоверение — сертификат на основе органолептической оценки, химического и бактериологического анализов продукции.

По бактериологическим показателям консервы должны соответствовать требованиям «Инструкции о порядке санитарно-технического контроля консервов», утвержденной Министерством здравоохранения СССР.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО И ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Продукты детского и диетического питания представляют собой специальные пищевые продукты, при разработке которых учтены особенности физиологии, биохимии и гигиены питания растущего детского организма (от первого года жизни и до 16—17 лет), а также больных, требующих нетрадиционного питания.

Консервы для детского питания, в том числе мясные, должны вырабатываться на специализированных заводах, цехах и

отделениях, которые должны быть размещены в помещениях, обособленных от других производств или в отдельно стоящем здании на территории мясокомбината. Технологические помещения должны отвечать повышенным санитарным требованиям.

Ассортимент. При разработке рецептур необходимо учитывать возрастные особенности обменных процессов детского организма и то, что у детей первого года жизни измельчения пищи в ротовой полости почти не происходит. В связи с этим по степени измельчения сырья для детей первого года жизни предусмотрен выпуск различных консервов: гомогенизированных («Малыш», «Малютка», «Чебурашка», «Крепыш» и др. с размерами частиц не более 800 мкм) для питания детей 6—7-месячного возраста и больных; пюреобразных («Язычок», «Мясное пюре», «Винни-Пух» и др. с размерами частиц 0,8—1,5 мм) для детей 8—9-месячного возраста; крупноизмельченных («Суп-пюре куриный», «Конек-Горбунок» и др. с размерами частиц 2—3 мм) для детей 10—18-месячного возраста. Ассортимент консервов, предназначенный для питания детей от 1 года до 3 лет, в значительной степени расширен и приближен к пище взрослого организма, но учитывает физиологические особенности и характер метаболических процессов в этом возрасте.

Требования к сырью. Для выработки продуктов детского питания используют говядину, субпродукты, свинину, конину, мясо птиц (цыплят). Основным видом мясного сырья для выработки консервов для питания детей первого года жизни является мясо бычков в возрасте 12—20 мес, откормленных в промышленных комплексах. Из субпродуктов для питания детей раннего возраста используется печень, языки, мозги.

В целях повышения биологической ценности мясных консервов детского питания и адаптации их состава к физиологическим особенностям пищеварения и обмена веществ детей раннего возраста целесообразно комбинировать мясное сырье с другими видами белкового сырья (обезжиренное молоко, пахта, молочная сыворотка, гидролизованный овощной белок, соевый и яичный белки и др.).

Мясо птицы, особенно молодой, является хорошим источником полноценного белка, отличается низким содержанием соединительной ткани, что способствует более легкому перевариванию и усвоению белков детским организмом. Мясо цыплят механической обвалки имеет высокую биологическую ценность. Для выработки консервов для детского питания оно должно быть использовано в течение не более 2 ч. Температура воздуха в помещении не более 12 °С.

Мясное сырье, используемое для производства консервов для детей раннего возраста, периодически (не реже 4 раз в год) проверяется на содержание хлорорганических пестицидов

(остатки ГХПГ и ДДТ), антибиотиков и не реже 2 раз в год на содержание солей тяжелых металлов (ртуть, свинец).

Технология. Общая технологическая схема производства мясных консервов детского питания представлена на с. 445.

Содержание жировой ткани в жилованной говядине для консервов «Малыш» не должно превышать 5%, для «Мясное пюре детское» должно составлять 6—9%. Содержание жировой ткани в жилованной свинине 10—15%.

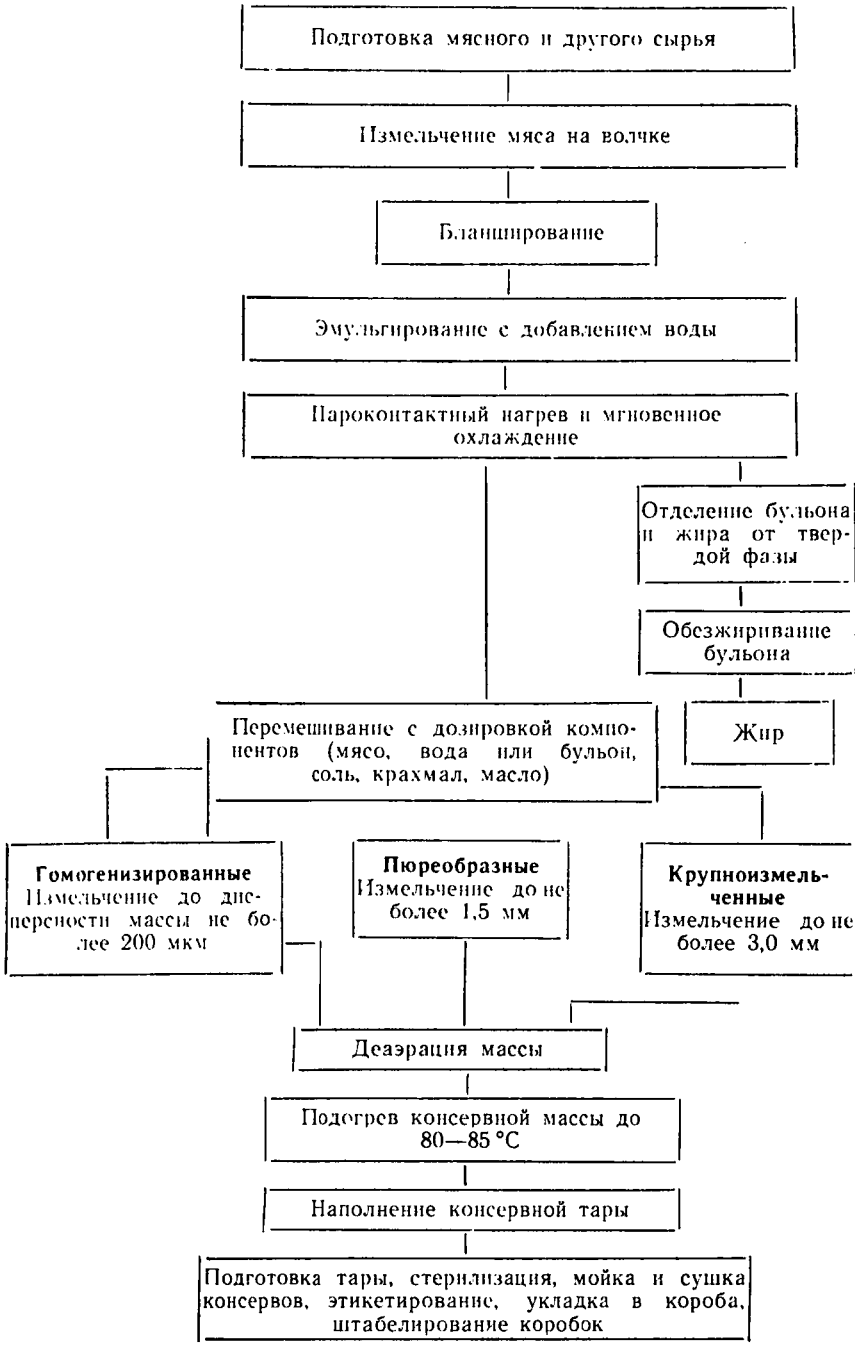
При направлении тушек птицы на механическую обвалку их предварительно охлаждают до температуры 0—4 °С или подмораживают до температуры —2÷—3 °С. При использовании обвалочной машины типа «Бихайв» при обвалке каждой партии птицы необходимо следить за тем, чтобы выход механически обваленного мяса не превышал 60% к массе обваливаемого сырья.

Гомогенизированные консервы. Одним из специфических технологических процессов производства мясных консервов для детского питания является предварительная термическая обработка мясного сырья, производимая с целью получения однородной, мягкой, немонолитной массы, легко проходящей через пищевод ребенка. Термическую обработку мясного сырья производят путем бланширования в воде с последующим отделением бульона декантацией. С целью интенсификации процесса предварительной термической обработки мясного сырья и повышения биологической ценности готового продукта традиционный процесс бланширования заменен более прогрессивным методом тепловой обработки — пароконтактным нагревом в установках непрерывного действия.

Тонкое измельчение, гомогенизация термически обработанного мясного сырья обеспечивают получение в готовом продукте вязкопластической консистенции. Необходимая устойчивость структуры консервов достигается не только механической обработкой, но и включением в рецептуру водосвязывающих веществ, например крахмала.

В установку, разработанную в МТИММПе (рис. 123), входят термокамера цилиндрического типа и центробежный распределитель сырья. Мясное сырье подают в термокамеру на распределительный диск. Вращающийся диск за счет центробежной силы распределяет сырье по внутренней поверхности камеры. Одновременно с сырьем в камеру поступает острый пар. Сырье, стекая под действием гравитационной силы по стенкам камеры в виде тонкого слоя, контактирует с острым паром и нагревается до заданной температуры. Тонкий слой сырья и высокие параметры теплоносителя значительно интенсифицируют процесс теплообмена. За счет конденсации пара продукт обводняется. При пароконтактном нагреве мясного сырья потерь массы не происходит.

Технологическая схема производства детских мясных консервов



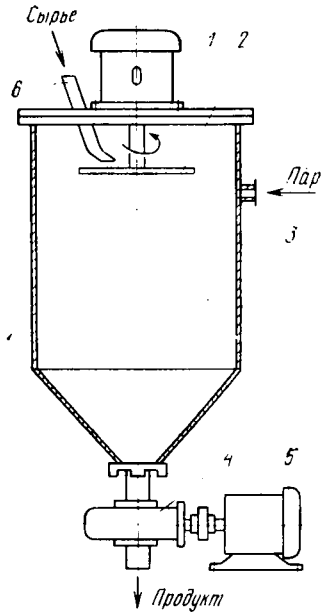


Рис. 123. Аппарат непрерывного действия для пароконтактного нагрева сырья:

1 — привод распределителя, *2* — распределитель сырья; *3* — термокамера; *4* — разгрузочный шнек; *5* — привод шнека

При изготовлении консервов «Крепыш» сырое мясо цыплят механической обвалки обрабатывают в эмульситаторе, где мясо должно быть нагрето до 70—75 °С, или бланшируют в варочном котле с мешалкой (соотношение воды и мяса 1 : 1÷1,3), продолжительность нагрева 2—5 мин до 70—75 °С. Мясную массу из накопительной емкости подают в мешалку, куда в соответствии с рецептурой добавляют компоненты или приготовленную эмульсию из масла, крахмала, соли и воды. Смесь тщательно перемешивают в течение 5—10 мин до равномерной консистенции.

Массу деаэрируют в аппаратах непрерывного действия при давлении 0,07 МПа, а затем подогревают до 80 °С в трубчатом теплообменнике с самоочищающейся поверхностью, в котором продукт подогревается в тонком слое в течение 30—40 °С. Такой кратковременный подогрев продукта позволяет сократить продолжительность его последующей стерилизации в банке.

Подготовленную массу немедленно фасуют автоматическими наполнителями в банки массой нетто 100 г. Используют сборные банки № 10 из белой жести с защитным лаковым покрытием и штампованные № 1 из лакированных жести или алюминия.

Банки с продуктом укупоривают на вакуум-закаточной машине при давлении до 0,04 МПа. При использовании паровакуумной закаточной машины в банку под крышку перед ее укупориванием впрыскивают пар, который вытесняет воздух из свободного пространства. После его конденсации в банке образуется вакуум (до 80 кПа).

Продолжительность процесса производства консервов с момента окончания бланширования сырья до подачи банок на стерилизацию не должна превышать 1,5 ч, в том числе от процесса фасовки до начала процесса стерилизации — не более 30 мин. Режим стерилизации приведен в табл. 58.

Транспортную маркировку производят в соответствии с действующим ГОСТом и с дополнительным грифом «Детское питание». Консервы хранят при температуре от 0 до 20 °С. Срок хранения консервов не более 1 года со дня выработки.

Крупноизмельченные и пюреобразные кон-

Таблица 58

Номер банки	Стерилизация	Продолжительность, мин	Температура, °С	Противодавление, МПа
	Консервы из говядины и субпродуктов			
1	В автоклавах	20—30—20	120	0,15—0,18
10	В гидростатических стерилизаторах	20—30—20	125	0,15—0,18
	Консервы из мяса птицы			
1	В автоклавах	15—25—15	120	0,15—0,18
10	То же	15—20—15	125	0,15—0,18

серв ы. С целью получения однородной, мягкой, немонолитной массы, легко проходящей через пищевод ребенка, обрабатывают мясное сырье без удаления экстрактивных веществ, предварительно прошедшее тепловую обработку на специализированных линиях непрерывного действия (рис. 124).

Жилованное охлажденное мясо или мясо мороженых блоков, измельченное на дробилках, или смесь этого сырья направляют для измельчения на волчок (диаметр отверстий решетки 5—6 мм), затем в эмульситатор. В эмульситатор одновременно с мясом подаются вода и пар (до 35—45% к массе сырья). Полученную эмульсию (размер частиц 3—3,5 мм) температурой 65°С насосом подают в аппарат для пароконтактного нагрева до 110—120 °С. Из него продукт через редукционный клапан насосом с регулируемой скоростью поступает в емкость для мгновенного охлаждения, температура продукта снижается до 98—100 °С. Термообработанная мясная масса перекачивается в накопительную емкость, откуда дозируется в мешалку. Температура в накопительной емкости должна быть 80—85 °С, выход массы после термообработки 135—145%.

При использовании в технологической схеме декантора процесс осуществляется следующим образом: термообработанная мясная масса перекачивается в декантор. Частично обезжиренное и обезвоженное мясо непрерывно удаляют из декантора шнековым устройством в промежуточную емкость, куда добавляют воду температурой 90—95 °С. Мясную массу перекачивают в накопительную емкость. Обработка жидкой фракции и последующая обработка продукта аналогична принятой в производстве гомогенизированных консервов.

Продолжительность процесса производства консервов с момента окончания пароконтактного нагрева сырья до начала стерилизации не должна превышать 50—60 мин, в том числе продолжительность от процесса фасования до начала стерилизации не более 30 мин. Режим стерилизации и дальнейшая обработка продукта и тары аналогичны принятым в производстве гомогенизированных консервов.

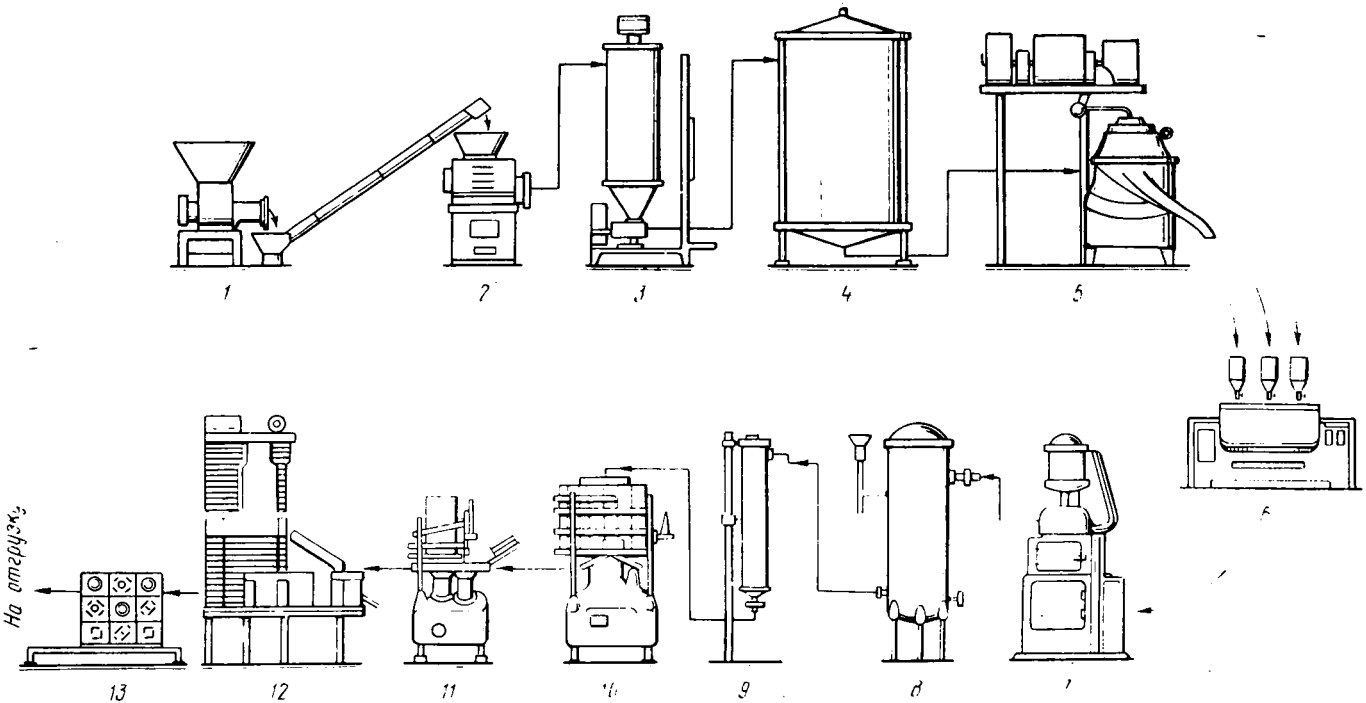


Рис. 124. Технологическая схема производства мясных консервов «Пюре мясное детское»:

1 — измельчение на волчке (5–6 мм) с добавлением воды; *2* — измельчение на эмульсиаторе (3–3,5 мм); *3* — пароконтактный нагрев при 100 °С; *4* — охлаждение до 95–98 °С; *5* — сепарирование; *6* — дозирование и смешивание компонентов; *7* — измельчение; *8* — деаэрация; *9* — подогрев; *10* — фасование в банки; *11* — закатка банок; *12* — стерилизация; *13* — упаковывание и маркировка

Контроль качества готовой продукции. Консервы для детского питания исследуют по показателям: сухие вещества, жир, поваренная соль (каждую партию), белок — не реже 1 раза в 10 дней; соли ртути и хлорорганические пестициды — не реже 1 раза в квартал; соли свинца — для сборной жестяной банки не реже 1 раза в 10 дней при условии строго входного контроля банки и не реже 1 раза в квартал для всех других видов тары; соли олова — через 6 мес хранения консервов в случае использования жестяных банок.

Микробиологическому контролю подвергают каждую изготовленную партию. Определяемые показатели: мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные бактерии (не более 50 микробных тел в 1 г продукта или на 1 $см^2$ поверхности), мезофильные (не допускаются), термофильные (аналогично консервам общего назначения); для полуфабрикатов (фрикадельки и пельмени) и готовых к употреблению — общая бактериальная обсемененность не более 10^6, наличие бактерий группы кишечной палочки и патогенных микроорганизмов не допускается.

СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШКА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Сублимационной сушкой называется процесс удаления основной массы воды из замороженного продукта в условиях вакуума путем непосредственного перехода льда в парообразное состояние, минуя жидкую фазу. С процессом возгонки льда сталкиваются при замораживании и хранении продуктов в обычных условиях. Однако удаление влаги при атмосферном давлении происходит медленно. В сушильных установках значительное повышение интенсивности сублимации льда достигается понижением давления в окружающей среде и подводом тепла к продукту в количествах, эквивалентных расходу энергии при испарении влаги.

Обезвоживание материала при отрицательных температурах в условиях вакуума обеспечивает сохранение его первоначальной структуры, предотвращает значительные изменения термолабильных веществ, практически исключает возможность развития микробиальных, ферментативных и окислительных процессов при обезвоживании. Продукты сублимационной сушки сохраняют почти полностью первоначальный объем, имеют весьма пористую структуру и быстро оводняются, приобретая свойства, близкие к исходным.

В мясной промышленности сублимационную сушку применяют для обезвоживания гормональных и ферментных препаратов, лечебных препаратов, можно использовать для сохранения действующих начал эндокринно-ферментного сырья. В настоящее время метод сублимационной сушки все шире начинает использоваться для консервирования мяса, мясопродуктов и

кулинарных изделий (первые и вторые блюда), содержащих мясо.

Обезвоженное мясо представляет собой белковый концентрат, содержание азотистых веществ в котором достигает 85—88%. В составе мяса почти полностью сохраняются незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, витамины, вкусовые и ароматические вещества. Такое мясо быстро и полно переваривается. Степень усвоения мяса сублимационной сушки близка к усвоению замороженного мяса. Преимущества консервирования мясопродуктов методом сублимации определяются также существенным сокращением массы продукта (примерно в 4 раза) и исключением необходимости холодильного хранения. Эти обстоятельства значительно облегчают транспортирование и реализацию продуктов.

Увеличение масштабов промышленного применения этого метода консервирования мяса и мясопродуктов требует дальнейших исследований, направленных на совершенствование и удешевление процесса сушки и улучшение качества продуктов.

Основы метода

Процесс фазового превращения льда в пар может иметь место при давлении пара, равном или меньшим 611 Па, и температуре ниже 0,0098 °С. Температура замерзания и равновесное давление водяного пара вследствие растворения в жидкой фазе различных веществ ниже, чем для чистой воды. Интенсивность процесса сублимации значительно возрастает при понижении давления во внешней среде.

Сохранения структуры высушенного материала, предотвращения миграции влаги и нарушения равномерности концентрации веществ по объему продукта в процессе сушки можно достигнуть при вымораживании около 80—90% воды от ее общего содержания. Хорошее качество продукта можно получить, замораживая его при —20 °С с последующей сублимацией льда при этой температуре. В этих условиях около 10—20% наиболее прочно связанной воды находится в жидком состоянии и удаляется из продукта при положительной температуре. Процесс сублимации льда и испарения оставшейся влаги происходит в условиях вакуума при остаточном давлении 13,3—200 Па. Величина вакуума определяет режим движения пара и газов как в порах продукта, так и в объеме сушильной камеры.

Сублимация льда в условиях вакуума сопровождается значительным увеличением объема влаги (при давлении 13,3—133 Па объем увеличивается в 10^5—10^6 раза), вследствие чего существенно увеличивается длина свободного пробега молекулы.

Режим движения пара определяется соотношением длины свободного пробега молекулы и размером канала, при котором молекулы перемещаются на всем пути без соударения в виде молекулярного пучка со скоростью, приобретенной молекулами

в момент отрыва от кристаллов льда. Этот режим движения называется молекулярным, или эффузионным. При указанных выше величинах остаточного давления движение пара в порах продукта имеет в основном характер молекулярной диффузии, а режим движения парогазовой смеси в объеме сублиматора — диффузионный (или вязкостной).

Характер начального этапа процесса обезвоживания поступающего на сушку материала определяется его термическим состоянием. Если на сушку поступает материал, имеющий положительную температуру, то процессу сублимации льда предшествует фаза самозамораживания продукта.

В процессе вакуумирования системы происходит испарение влаги с поверхности продукта (около 15%), в результате чего его температура понижается до отрицательных значений. Вследствие выделения теплоты кристаллизации изменение температуры продукта в процессе самозамораживания имеет неравномерный характер. Вслед за фазой самозамораживания начинается собственно сублимация.

В случае загрузки сушильной камеры предварительно замороженным материалом влагу из него удаляют сублимацией льда. При этом влага может испаряться уже в период вакуумирования системы, если температура загружаемого продукта достаточно высока и соответствующая ей упругость пара больше давления в сублиматоре. После создания вакуума, отвечающего заданной отрицательной температуре продукта, к нему начинают подводить тепло в количестве, обеспечивающем предусматриваемые температурные границы материала в зоне сублимации и на его поверхности.

Движущей силой переноса частиц пара с поверхности сублимации является разность парциальных давлений, соответствующая температуре поверхностей материала и конденсатора.

По мере испарения влаги зона сублимации постепенно углубляется. При этом слой материала, возгонка льда в котором закончена, приобретает положительную температуру. С начала углубления зоны испарения начинается внутренний тепло- и массоперенос. Пар из зоны сублимации к открытой поверхности перемещается под действием разности влажности и температуры. Сопротивление внутреннему переносу пара по каналам и капиллярам высохшего слоя зависит от их числа, размеров, формы и возрастает по мере обезвоживания продуктов, в результате чего скорость испарения влаги понижается. Процесс сублимационной сушки заканчивается, когда температура всего продукта становится положительной. Последний период сушки — удаление наиболее прочно связанной влаги — требует большого расхода энергии и происходит при резком снижении скорости сушки. Температура продукта при этом непрерывно повышается.

Продолжительность процесса сушки зависит от структурных

и физико-химических свойств продукта, толщины образца и соотношения поверхности к объему, от общего давления в системе и парциального давления воздуха, способа и интенсивности теплоподвода к материалу, величины гидравлического сопротивления на пути движения пара от поверхности сублимации к поверхности конденсации. Интенсивность сушки можно увеличить, повышая температуры материала или понижая температуры конденсации.

В большинстве случаев придерживаются «оптимально-рентабельного» режима, температура сублимации —10÷—20 °С, температура конденсации —30÷—40 °С. При выбранных режимах сушки интенсивность испарения жидкой влаги из материала на заключительном этапе для каждого вида продукта зависит от интенсивности подвода тепла в зону испарения и перемещения образующегося пара сквозь высохший слой к поверхности материала. Поэтому продолжительность процесса в этот период в значительной мере определяется толщиной продукта.

В процессе сушки в зону парообразования необходимо подводить тепло в количествах, эквивалентных теплоте, отнимаемой от продукта при испарении влаги. От соблюдения этого условия зависит скорость сушки и качественные показатели продукта. При недостатке подводимого тепла снижается скорость сушки, при избытке возможно размораживание продукта и пригорание поверхностных слоев.

На основании кинетики сублимационной сушки разработаны методы управления энергоподводом по экстремальным температурам материалов.

Высушенный сублимацией материал имеет весьма низкую теплопроводность, поэтому при подводе тепла в зону сублимации теплопроводностью интенсивность передачи тепла недостаточна. Более эффективным методом теплоподвода является сообщение объекту сушки энергии электромагнитных колебаний. В настоящее время в действующих промышленных установках применяют кондуктивный, радиационный и кондуктивно-радиационный энергоподвод.

При кондуктивном нагреве продукт помещают на противни, установленные на полых металлических полках, внутри которых циркулирует теплоноситель. Энергоподвод осуществляется через замороженную зону материала к его свободной поверхности. В процессе сушки происходит постепенное углубление фронта сублимации в толщу продукта. Тепло в зону испарения переносится с небольшой скоростью, так как в теплообмене участвует только та часть продукта, которая контактирует с греющей поверхностью, а теплопроводность высохшего слоя весьма незначительна. В этих условиях из-за возможности перегрева продукта температура теплоносителей в плитах невелика (40—50 °С). Продолжительность сушки кусочков мяса толщиной 12—15 мм составляет 15—20 ч.

Теплоподвод кондуктивным путем можно интенсифицировать за счет увеличения контакта продукта с греющей поверхностью. При контактном методе нагрева продукт помещается между двумя объемными сетками, которые располагаются между нагревательными плитами. Плотность контактов обеспечивается прижатием плит к продукту. В этих условиях тепло передается продукту с двух сторон через материал сеток. Температура теплоносителя в подобных установках может быть значительно более высокой (в начале процесса до 140 °С). Длительность сушки продукта сокращается примерно в 2 раза.

Широкое распространение в практике получил радиационный теплоподвод, при котором значительная часть энергии передается материалу излучением. Эффективность такого нагрева связана с тем, что энергия воспринимается всей облучаемой поверхностью материала и излучение проникает на некоторую глубину. Инфракрасные излучения интенсифицируют тепло- и массообмен материала с окружающей средой. При этом необходимость соприкосновения источника тепла с материалом отпадает.

В связи с тем что проницаемость большинства материалов увеличивается с уменьшением длины волн, использование высокотемпературных лучистых нагревателей позволяет сократить продолжительность сушки.

Выбор генератора излучения зависит от оптического и массообменных характеристик объекта сушки на разных стадиях его обезвоживания. Для сублимационной сушки пищевых продуктов применяют генератор с диапазоном излучения 0,1—3,0 мкм. В промышленной установке СУ-3,0 используются электрические нагревательные панели, обеспечивающие лучистый энергоподвод к материалу с двух сторон. При таком теплоподводе длительность сушки кусков мяса толщиной 10—12 см составляет 6—8 ч.

В настоящее время в сублимационных установках применяют также радиационно-кондуктивный теплоподвод. При комбинированном способе поток лучистой энергии подводится сверху к открытой поверхности объекта сушки. Одновременно от дна противня, на котором расположен продукт, осуществляется подвод тепла кондукцией.

Расчет параметров процесса сублимационной сушки в зависимости от условий энергоподводов и объектов сушки приведен в книге Б. П. Камовникова, Л. С. Малкова, Д. А. Воскобойникова «Вакуум-сублимационная сушка пищевых продуктов».

Технические средства

Сублимационная сушильная установка представляет собой герметизируемую систему, состоящую из сушильной камеры, устройства для удаления паров воды и неконденсирующих га-

зов, а также средств контроля и регулирования процессов сушки.

Камера, в которую помещается объект сушки, имеет цилиндрическую или прямоугольную форму и снабжена в большинстве случаев нагревателями в виде плит. В большинстве отечественных установок нагревание осуществляется электрической энергией или циркулирующим теплоносителем (этиленгликоль, масло или вода).

Сублиматор установки СУ-3,0 представляет собой цилиндрический горизонтальный корпус. Внутри сублимационной камеры размещаются тележки для продуктов, выдвижные нагревательные устройства. Нагревательные устройства выполнены в виде этажерок, на которых закреплены плоские нагревательные панели. Тележки с размещенными на них противнями с продуктами перемещаются с помощью штанговых толкателей.

Наряду с сублимационными камерами периодического действия выпускаются камеры поточно-циклического действия, которые отличаются большой длиной и наличием герметизируемых шлюзов. Продукт ввозят в камеру на тележках.

Выделяемые в процессе сушки пары воды непрерывно удаляются из рабочего объема установки путем конденсации (вымораживания на охлаждаемой поверхности) или откачки с помощью пароэжекторных насосов. В промышленности наиболее распространен первый способ. Для охлаждения поверхности конденсаторов до температуры —30÷—40 °С применяют в основном двухступенчатые аммиачные и фреоновые холодильные машины. В установках, снабженных конденсаторами, неконденсируемые газы удаляют с помощью механических вакуумнасосов.

На продолжительность процесса сушки влияет взаиморасположение сублиматора и конденсатора. Проводимость вакуумкоммуникации значительно уменьшается с увеличением длины и уменьшением диаметра трубопровода. Поэтому в современных установках длины соединительных трубопроводов минимальные. В установке СУ-3,0 десублиматор размещается внутри сублимационной камеры.

Технология

Технологический процесс производства мяса и мясопродуктов сублимационной сушки состоит из следующих основных операций: отбор и предварительная обработка сырья; замораживание; сублимационная сушка; упаковка высушенных продуктов.

В зависимости от сырья и его предварительной (до сушки) обработки продукты сублимационной сушки могут быть использованы в пищу непосредственно после восстановления или после кулинарной обработки восстановленного продукта. Качество

мясопродуктов сублимационной сушки зависит от исходного сырья, условий и режимов его технологической обработки, условий хранения и восстановления.

Отбор и предварительная обработка сырья. Физико-химические, биохимические и структурно-механические свойства исходного сырья обусловливают качество и пищевую ценность высушенного продукта, а также особенности технологии его консервирования. При оценке мяса и мясопродуктов как объектов консервирования методом сублимационной сушки наиболее важное значение имеют количественное содержание влаги и характер ее связи с материалом, тканевый состав мяса, глубина развития автолитических превращений.

Содержание влаги в продукте и прочность ее связи с материалом обусловливают продолжительность сушки и энергетические затраты на процесс обезвоживания материала. Количественное соотношение свободной и связанной влаги может меняться при изменении коллоидных свойств и структуры продукта. Измельчение, добавление солей, изменение pH, тепловая обработка — все это может привести к изменению форм связи влаги с материалом.

Соотношение мышечной, соединительной и жировой тканей мяса предопределяет свойства и биологическую ценность высушенного продукта, влияет на ход сушки и регидратации. Повышенное содержание соединительной ткани в мясе снижает его пищевую ценность и отражается на скорости и равномерности его обезвоживания в процессе сублимационной сушки. Наличие плотной соединительной ткани и хрящей затрудняет выделение влаги при сушке кусочков мяса и замедляет процесс их регидратации.

Высокое содержание жировой ткани в мясе, поступающем на сублимационную сушку, может привести к пониженной скорости сушки и уменьшению количества влаги, воспринимаемой высушенным мясом при его регидратации, так как в период испарения остаточной влаги не исключена возможность расплавления жира и уменьшения в связи с этим свободного сечения пор.

Окислительные превращения жиров на стадии хранения высушенного мяса могут значительно ухудшить его органолептические показатели и снизить питательную ценность. Нежелательные изменения в результате накопления продуктов окислительного превращения жиров могут быть особенно значительны в свином мясе и мясе птицы, в жирах которых содержится большое количество непредельных жирных кислот.

При подготовке мяса к сушке естественное соотношение тканей можно изменить жиловкой, в ходе которой выделяют крупные включения жировой и соединительной тканей. Для сублимационной сушки наиболее подходящим сырьем является

мясо молодняка, содержание жира в котором невелико, а соединительная ткань обладает меньшей механической прочностью.

Свойства высушенного мяса зависят также от уровня развития автолитических процессов в сырье. Для получения мяса с достаточно высокой водосвязывающей способностью и удовлетворительной консистенцией на сублимационную сушку следует направлять сырье, продолжительность автолиза которого при температуре 0—2 °С должна составлять не менее 4 сут.

При сушке парного мяса для предотвращения гликолиза в процессе регидратации высушенного продукта в него необходимо вводить хлорид натрия.

Предварительная обработка мяса включает следующие основные операции: расчленение туши на части, отделение костей, выделение крупных соединительнотканных образований и жира, сортировка жилованного мяса. В зависимости от вида готового продукта мясо можно затем подвергать измельчению, посолу, тепловой обработке.

Мясо и мясопродукты перед сублимационной сушкой нарезают на ломтики, дольки, кубики и т. п. В зависимости от вида продукта нарезка и измельчение проводятся до или после тепловой обработки или после замораживания (сырое мясо). Предварительное измельчение сырья обеспечивает увеличение поверхности испарения, облегчает возможность создания одинаковой высоты слоя продукта. Кроме того, измельчение и последующее перемешивание позволяет достичь однородности многокомпонентных материалов и облегчит введение в продукт добавок. При нарезке мяса на куски необходимо учитывать расположение морфологических элементов. Для повышения скорости миграции влаги в процессе сушки и регидратации линия разреза должна по возможности проходить под прямым углом к направлению мышечных волокон. Целесообразна нарезка мяса в форме кубиков, так как отпадает необходимость подбора сырья с учетом направления мышечных волокон, сокращается продолжительность процесса сушки и обеспечивается достаточно равномерное обезвоживание материала.

Для наиболее полного использования мякотных частей туши целесообразно сочетать производство мяса сублимационной сушки в кусках и в виде фарша. При этом отрубы спинной и задней частей туши, содержащие много мякоти, следует направлять на изготовление мяса в виде кусков, а остальные, за исключением пашины, грудинки, зареза, передней и задней голяшек, использовать для приготовления фарша, к которому добавляют как составную часть мясную крошку, полученную при распиловке на куски мясных блоков.

Введение различных веществ в сырье на стадии его предварительной обработки может быть связано с обогащением продукта питательными веществами, улучшением органолептических показателей продукта (вкуса, запаха, цвета, консистен-

ции), повышением стабильности свойств белков и липидов высушенного продукта при хранении.

Проведенные в МТИММПе исследования свидетельствуют о перспективности сублимационной сушки комбинированных мясных рубленых полуфабрикатов. Введение в мясное сырье растительного и молочного белка позволяет направленно регулировать состав и свойства мясопродуктов сублимационной сушки, увеличивает продолжительность их хранения, способствует интенсификации процесса сушки.

Задачи тепловой обработки могут быть связаны с достижением полной или частичной кулинарной готовности продукта, повышением содержания в нем сухих веществ, инактивацией тканевых ферментов, уничтожением вегетативных форм микроорганизмов. Предварительная тепловая обработка сырья существенно влияет на условия проведения последующих процессов — замораживания и сублимационной сушки.

Изменение состояния клеточных мембран и соединительнотканных прослоек при тепловой обработке мяса влияет на интенсивность и характер миграции влаги при замораживании, сушке и регидратации продукта. Так, влияние скорости замораживания на продолжительность сушки, темп и полноту регидратации высушенного продукта выражено в отношении вареного мяса в значительно меньшей степени, чем сырого. Процесс обезвоживания вареного мяса можно вести при более высоких температурах продукта на стадии удаления остаточной влаги, так как в этом случае опасения, связанные с возможностью денатурации мышечных белков, отпадают.

Исследования показали перспективность использования в качестве предварительной тепловой обработки мяса СВЧ-нагрева.

Применение микроволновой энергии обеспечивает практически одновременный нагрев продукта по всему объему. При этом продолжительность тепловой обработки по сравнению с традиционным способом варки сокращается примерно в 8—10 раз. Вследствие отсутствия контакта продукта в процессе тепловой обработки с промежуточным теплоносителем уровень содержания экстрактивных веществ в мясе при СВЧ-нагреве практически не меняется. Менее выраженные постденатурационные изменения мышечных белков и сокращения потерь летучих компонентов, в процессе обезвоживания обеспечивают более высокое качество высушенных мясопродуктов, подвергнутых предварительной термообработке микроволновой энергией.

Замораживание. Условия замораживания влияют как на качество высушенных продуктов, так и на длительность процесса сушки. Наименьшие изменения свойств мяса наблюдаются при быстром замораживании. Однако быстрозамороженное сырое мясо обезвоживается медленнее, что является результатом об-

разования кристаллов льда внутри мышечных волокон, вследствие чего водяной пар должен преодолеть сопротивление сарколеммы. Увеличение продолжительности сушки приводит к более глубоким изменениям мяса, которые неизбежны при этом процессе. Скорость понижения температуры для замораживания сырого мяса 1—2 °С/ч.

Для увеличения скорости сушки и равномерности обезвоживания различных кусков нарезать замороженное мясо лучше поперек мышечных волокон. Это должно учитываться при формировании блоков перед замораживанием: мясо следует укладывать в форму так, чтобы мышечные волокна располагались примерно в одном направлении. Замороженные блоки нарезают на куски в помещении с минусовой температурой ленточными пилами, дисковыми ножами или другими приспособлениями. При замораживании измельченного мяса его укладывают плотно в форму или шприцуют в оболочки. После замораживания формованное измельченное мясо режут на куски установленной величины. Во время укладки мяса на противни, загрузки сублиматора и вакуумирования системы температура поверхности продукта должна быть минусовой.

Сублимационная сушка. Оптимальный режим сушки должен обеспечивать высокое качество продукта при максимальной интенсивности процессов. Во время сублимационной сушки могут происходить денатурационные изменения белковых веществ, сопровождающиеся понижением их растворимости и уменьшением ферментативной активности. В результате денатурационных изменений понижается водосвязывающая способность мяса. При жестких режимах сушки вследствие изменения содержания свободных функциональных групп может наблюдаться смещение pH в кислую сторону, изменение цвета мяса в результате развития реакций меланоидинообразования. Характер и глубина изменений свойств мяса зависят от температуры материала при обезвоживании и продолжительности процесса. Для получения обезвоженного мяса достаточно высокого качества около 80—90% влаги должно быть удалено при отрицательной температуре в центральной зоне материала, поэтому температура в глубине образца в период сублимации влаги должна быть в пределах —10÷—20 °С.

Для качества продукта решающее значение имеют условия проведения сушки на стадии удаления остаточной влаги: максимальная температура и продолжительность пребывания продукта при повышенной температуре. Продолжительность заключительного периода сушки зависит от свойств продукта, режима обезвоживания и заданного уровня остаточной влаги. Для предотвращения развития реакции меланоидинообразования при хранении высушенного продукта содержание в нем влаги должно составлять 2—5%.

В зависимости от характера предварительной обработки и

продолжительности сушки допустимая температура мяса и мясопродуктов в период удаления остаточной влаги 40—90 °С.

Упаковывание и хранение. При неблагоприятных условиях хранения качество обезвоженных продуктов снижается вследствие развития в них различных химических процессов. Изменения азотистых веществ и липидов могут привести к уменьшению водосвязывающей способности мяса, ухудшению консистенции, изменению цвета, вкуса и запаха. Вероятность нежелательных изменений учитывается при отборе сырья и его предварительной обработке, установлении степени обезвоживания, при выборе упаковки и условий хранения.

Основными причинами нежелательных изменений свойств обезвоженных продуктов являются окислительные превращения и развитие реакций меланоидинообразования. Вследствие высокой пористости площадь контакта веществ, входящих в состав сухого остатка, с внешней средой велика, что усиливает развитие окислительных процессов. Эти процессы сопровождаются изменениями коллоидных свойств белков, в результате чего продукт становится более жестким и менее сочным. Окисление гемовых пигментов приводит к изменению цвета мяса. Накопление продуктов окисления липидов неблагоприятно отражается на вкусе и запахе продукта и снижает его биологическую ценность. Окисляются также и некоторые витамины. Характер и интенсивность развития окислительных процессов в обезвоженных продуктах зависят от их свойств, продолжительности контакта с кислородом и от температуры хранения.

Изоляция продуктов от кислорода воздуха не исключает развития в них процессов, которые связаны с меланоидиновыми реакциями. Продукт теряет естественную окраску, приобретает бурый оттенок, снижает способность продукта к гидратации, ухудшает его консистенцию, появляются посторонние запахи и привкус. Эти изменения зависят от природы продукта и содержания в нем редуцирующих сахаров. Интенсивность реакций возрастает при увеличении влагосодержания продуктов, закладываемых на хранение, а также при повышении температуры хранения. Присутствие кислорода воздуха, стимулирующего образование карбонильных соединений, также ускоряет развитие реакций меланоидинообразования.

Повышение содержания влаги до 8% в сыром обезвоженном мясе приводит к значительному изменению состояния белков и уменьшению водосвязывающей способности мяса уже в первые месяцы хранения продукта. При повышении температуры хранения до 40 °С указанные изменения обнаруживаются уже в первый месяц хранения. Так как эти изменения в значительной мере связаны с воздействием кислорода воздуха, необходимо предохранить продукт от контакта с воздухом при выгрузке и упаковке. Поэтому перед выгрузкой рекомендуется

впускать в сублиматор инертный газ, а продукт упаковывать в непроницаемую тару.

Тара должна обеспечить изоляцию продукта от кислорода воздуха, предохранить от сорбции влаги, потери аромата и проникновения посторонних запахов. При выборе упаковки должна быть предусмотрена защита продуктов от действия света и механического повреждения. В настоящее время в качестве тары используют жестяные банки и полимерные пленки. Достаточно хорошая герметичность достигнута при использовании комбинированных материалов из алюминиевой фольги и полимерных пленок. После заполнения тары продуктом производят вакуумирование, затем в нее вводят азот и герметизируют. Целесообразно упаковывать продукт в герметической камере, заполненной азотом. В нее продукт попадает из сублиматора без соприкосновения с атмосферным воздухом. При отсутствии таких камер азот следует вводить после сушки непосредственно в сублиматор.

Восстановление. Перед использованием высушенных продуктов в пищу их подвергают регидратации (обводнению). Количество влаги, воспринимаемой мясом при восстановлении, зависит от исходных свойств продукта, условий замораживания, сушки и хранения и составляет примерно 90—95% содержания воды в исходном продукте. Скорость и степень регидратации увеличиваются в присутствии электролитов и веществ, смещающих pH среды. Хорошие результаты получены при обводнении мяса в водном растворе 1—2%-ного хлорида натрия, содержащего 0,1—0,15% пирофосфата натрия или 0,3% бикарбоната натрия. Для устранения присущей обезвоженному мясу повышенной жесткости восстановление целесообразно проводить в растворах протеолитических ферментов. Вследствие пористой структуры мяса растворы этих ферментов быстро и равномерно распределяются по всему объему.

Для восстановления продукты погружают в воду или растворы веществ, улучшающих органолептические показатели и пищевую ценность. Продолжительность восстановления в зависимости от свойств продукта колеблется от 5—10 до 20—30 мин. При восстановлении сырого мяса температура жидкости, в которой происходит восстановление, не должна превышать 40 °С. Мясо и мясопродукты, прошедшие перед сушкой тепловую обработку, можно восстанавливать в горячей воде. При восстановлении измельченного мяса к нему добавляют воду из расчета доведения влажности до исходного уровня.

Глава 10
ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВЫХ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

АССОРТИМЕНТ

Предприятия мясной промышленности в зависимости от вида и качества жирового сырья вырабатывают говяжий, бараний, свиной, костный, сборный и в небольших количествах птичий (куриный, гусиный, утиный) жиры. Пищевые животные жиры применяют преимущественно для кулинарных целей, приготовления жировых смесей (маргарина, сборного жира), а также при выработке консервов, колбасных и кондитерских изделий. В значительных количествах животные жиры используют в качестве исходного сырья при производстве высокосортного туалетного мыла, кремов, жирных кислот, добавок к комбикормам, смазочных масел.

В зависимости от качественных показателей все животные жиры, кроме сборного, подразделяются на высший и I сорта, а птичьи — на I и II сорта. Сортность пищевых жиров устанавливают в соответствии с требованиями стандарта с учетом органолептических показателей (цвет, запах, вкус, консистенция, прозрачность), величины кислотного числа и содержания влаги. Цвет, запах и вкус являются товарной характеристикой жира и позволяют судить о его доброкачественности.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРОСЫРЬЯ

Основным сырьем для выработки пищевых жиров является жировая (мягкое сырье) и костная (твердое сырье) ткань убойных животных, получаемая в цехах убоя и разделки туш, субпродуктовом, кишечном, колбасном и консервном и допущенная ветеринарно-санитарным надзором для переработки на пищевые цели.

Жировая ткань. В зависимости от вида перерабатываемого скота жир-сырец подразделяют на говяжий, свиной, бараний, а каждый вид в зависимости от анатомического происхождения на две группы. Первая группа — сальник, выстилающий брюшную полость, околопочечный, брыжеечный, щуповой, околосердечный; жировая обрезь от зачистки туш; средостенный (с ливера); жир с голов крупного рогатого скота и жирное вымя молодняка; образь свежего шпика; курдюк свежий и подкожный жир овец.

Вторая группа — жир с желудков; жировая обрезь, получаемая от зачистки туш, при обрядке и мездрении шкур в цехе убоя скота и разделки туш; кишечный жир от обезжиривания кишок, жировая обрезь из колбасного и консервного цехов.

Для выработки пищевых жиров используют также внутренний жир птицы (сальник, кишечный, с желудков).

Количество жиросырья находится в прямой зависимости от упитанности, возраста, пола и породы животного.

Жиросырье различных видов животных и различного анатомического происхождения отличается по своим органолептическим свойствам.

Говяжья жировая ткань в свежем и парном состоянии имеет приятный запах, за исключением сырья, снимаемого с кишок и желудков, которое приобретает слабый запах, свойственный содержимому желудочно-кишечного тракта. Говяжий жир-сырец имеет плотную консистенцию и светло-желтый цвет, обусловленный содержанием в нем пигментов каротина и ксантофилла.

Интенсивность окраски сырья зависит от характера кормов, возраста, пола, упитанности, от его места расположения.

Бараний жир-сырец матового цвета со специфическим запахом. Курдючный жир имеет нежную консистенцию, желтоватый оттенок и обладает слабовыраженным запахом.

Свиной жир-сырец имеет плотную консистенцию, молочно-белый цвет, приятный вкус и запах. Свиной сальник и околопочечный жир почти лишены запаха и вкуса.

Для выработки пищевых топленых жиров используют только доброкачественное жиросырье, полученное от животных, мясо которых признано ветеринарно-санитарной экспертизой для пищевых целей. Условно годное жиросырье можно использовать для выработки пищевого жира только с разрешения ветеринарно-санитарной экспертизы и при соблюдении установленных режимов переработки. Мездровый жир-сырец со свиных шкур при машинном мездрении используют на вытопку жиров при соблюдении санитарных условий переработки свиней.

Присутствие в жире-сырце фермента липазы и воды может вызвать при несоблюдении условий его накопления или хранения гидролитический распад триглицеридов, скорость которого зависит от температуры. Необходимо также учитывать и действие на жир кислорода воздуха. При задержке переработки жиросырья у топленого жира может значительно увеличиться перекисное число. В целях предупреждения нежелательных изменений жир-сырец после извлечения из туши необходимо немедленно направлять на переработку и лишь в крайних случаях консервировать.

Жиросырье, поступающее на вытопку жира, не должно иметь поверхностных загрязнений кровью, остатков содержимого кишок и желудка, а также прирезей посторонних тканей: мышеч-

ной, внутренних органов, кишок, лимфатических узлов, хрящей, так как при их наличии ухудшается качество топленого жира. Гемоглобин крови и миоглобин мышечной ткани при нагревании во время выплавки разрушаются с выделением окрашенных веществ (парагематинов), которые придают жиру коричнево-серый оттенок. Кроме того, железо, содержащееся в гемоглобине и миоглобине, ускоряет окислительную порчу жира. Прирези желудочно-кишечного тракта сообщают жиру неприятный специфический запах и привкус.

Для выработки жира высших сортов не допускается мороженое сырье, хранившееся длительное время, для жиров высшего и I сортов непригодно кишечно-желудочное сырье с резким специфическим запахом.

Кратковременно (в течение 2—3 сут) жир-сырец можно хранить в холодильных камерах при температуре 4 °С и относительной влажности 85%. При необходимости более длительного хранения (в течение 3—4 мес) его замораживают при температуре не выше —18 °С в морозильных камерах на вешалах или укладывают в формы-тазики. Температура замороженного жира-сырца должна составлять —8 °С. Замороженный жир-сырец хранят при температуре воздуха не выше —12 °С и относительной влажности 85—90%. Продолжительность хранения околопочечного жира-сырца и сальника при —12 °С до 3 мес. Хранение прочего жира-сырца не более 1 мес.

Жировое сырье можно хранить непродолжительное время (до 36 ч) в чанах с холодной водой температурой 3—4 °С.

Костная ткань. Костные пищевые жиры вырабатывают из костей всех видов животных, получаемых после обвалки мясных туш в колбасном и консервном цехах, а также голов и ног, если их не используют для производства полуфабрикатов и некоторых видов колбасных изделий.

Для производства костного жира используют также костный остаток, полученный от механической дообвалки говяжьей, свиной и бараньей кости.

Трубчатые кости (бедренные, берцовые, плечевые, предплечевые и плюсневые) после извлечения из них жира используют для поделочных целей. Из плоских костей (тазовая, плечевая, лопатка, ребра без позвонков, головные), содержащих наибольшее количество плотной массы, получают жир, желатин и клей. Кости сложного профиля (позвонки, кулаки, путовый сустав) после обезжиривания отправляют для производства клея и кормовой муки.

Жир, содержащийся в кости, быстро гидролизуется. Поэтому для получения хорошего качества пищевого жира кость необходимо передавать на вытопку свежей, чистой, освобожденной от мясных остатков не позднее чем через 6 ч, костный остаток — не позднее 1 ч после обвалки. При необходимости ее хранят при 3—4 °С не более 24 ч.

Процесс производства пищевых жиров из мягкого жира-сырца независимо от группы сырья, применяемых методов вытопки (сухой или мокрый) и используемого оборудования (периодического или непрерывного действия) включает следующие операции: подготовка жира-сырца к вытопке, вытопка жира по установленному режиму, отделение жировой суспензии от шквары, очистка жира от нежелательных примесей, охлаждение, упаковка и хранение жира.

Подготовка жиросырья

Основными операциями по подготовке жира-сырца к вытопке являются сортировка и освобождение его от нежелательных примесей (оборка), предварительное измельчение, промывка, охлаждение, стекание и тонкое измельчение.

Сортировка и оборка. Мягкое жиросырье передают в жировой цех на переработку рассортированным по видам скота и анатомическому признаку. Необходимость такой сортировки диктуется целесообразностью переработки жиросырья более или менее однородного по химическому и морфологическому составу для определения оптимального режима вытопки и обеспечения большего выхода жира высшего сорта. При накоплении жиросырья в цехах-поставщиках в течение 2—3 ч его развешивают на вешалах или помещают в холодную воду.

Для учета количества перерабатываемого сырья и определения выхода топленого жира поступающее жиросырье взвешивают.

При оборке жиросырья удаляют посторонние нежировые прирези, которые вызывают быстрое разложение сырья и ухудшают качество вытопленного жира. При сухом методе вытопки жира нежировые вещества могут пригорать, придавая жиру поджаристый запах и желтоватый цвет.

Поступающая на переработку кость должна быть рассортирована по виду животных, в зависимости от особенностей ее строения и содержания в ней жира.

Предварительное измельчение и промывка. Крупные куски жиросырья (говяжий сальник, околопочечный и брыжеечный жир, бараний сальник), перерабатываемые в аппаратах периодического действия, с целью улучшения условий их промывки и охлаждения режут шпигорезкой на полосы шириной 35—40 мм.

Для удаления сгустков крови, остатков содержимого кишок и желудков и случайных загрязнений все жиросырье, за исключением свиного (околопочечного и сальника) и бараньего (курдючного), промывают водой температурой 10—12 °С. Более высокая температура может вызвать заметный рост кислотного

числа жира. Продолжительность промывки в чанах с проточной водой 20—30 мин, в чанах с периодически сменяемой водой около 2,5—3 ч.

Машинную мездру и мелкую обрезь промывают в моечных перфорированных барабанах непрерывного действия.

Охлаждение. Охлаждение промытого жира-сырца проводят для предотвращения его порчи в период накопления перед вытопкой. Жиросырье охлаждают в чанах холодной водой или в охлаждаемых камерах воздухом. При охлаждении в воде достигается лучший технологический эффект, так как при этом обеспечивается быстрый теплоотвод. Кроме того, холодная вода адсорбирует содержащиеся в сырье вещества со специфическим запахом (особенно в кишечном и снятого с желудков), и топленый жир получается с лучшими органолептическими показателями. При охлаждении в воде жиросырье до некоторой степени защищено от действия кислорода воздуха.

Однако в процессе промывки и охлаждения в воде жиросырье поглощает и удерживает воду. Увеличение содержания воды в сырье приводит к повышению расхода пара при вытопке, уменьшению коэффициента использования перетопочной аппаратуры, возрастанию потерь жира в виде эмульсии, ускорению гидролиза жира.

Поэтому в воде охлаждают только такое сырье, которое по технологическим условиям промывалось. В чанах сырье охлаждается при 3—4 °С в течение 5—6 ч. При необходимости передержки жира-сырца допускается его хранение в чанах не более 36 ч при температуре охлаждающей воды 3—4 °С, при 8—10 °С — не более 24 ч. Свиной и околопочечный жир-сырец, бараний курдюк охлаждают воздухом в камерах при температуре воздуха 3—4 °С и относительной влажности 85% в течение 16—24 ч.

При переработке жира-сырца в установках непрерывного действия, обеспечивающих быструю его вытопку в любом состоянии (парном, остывшем и охлажденном) и последующую тщательную очистку жира в сепараторах с промывкой его горячей водой, сырье в воде не охлаждают, за исключением случаев создания необходимого резерва.

Для удаления свободной влаги из промытого и охлажденного жира-сырца, подлежащего вытопке сухим способом, его раскладывают на решетку стечного чана для стекания.

Окончательное измельчение. Для более быстрого и полного выделения жира из жировой ткани в процессе вытопки все виды жира-сырца, перерабатываемого как в периодически действующих аппаратах, так и на установках непрерывного действия, подвергают механическому измельчению. С этой целью используют волчки, дезинтеграторы, центробежную машину АВЖ, коллоидные мельницы. При механическом измельчении разру-

шается межклеточная структура жировой ткани, благодаря чему облегчается выделение жира при нагревании.

Опиловка и дробление кости. Для извлечения жира, содержащегося в трубчатых костях, главным образом в составе костного мозга, опиливают кулаки на дисковой пиле. При необходимости кость промывают водой температурой 15—20 °С в моечных барабанах или чанах. Все другие виды кости перед извлечением из них жира дробят на костедробильных машинах, силовых измельчителях и молотковых дробилках. Дробление необходимо для увеличения реагирующей поверхности, ускорения процесса обезжиривания и наиболее полного извлечения жира. Размер дробленой кости, предназначенной для выработки желатина и клея, должен быть не менее 50 мм; для выработки кормовой муки — 18—20 мм. При более мелком дроблении кость может слеживаться, что приводит к ухудшению процесса обезжиривания.

Извлечение жира

Для извлечения жира из мягкого и твердого жиросырья используют вытопку, экстракцию, гидромеханический (импульсный), электроимпульсный и вибрационный методы. Наиболее распространенным методом является вытопка.

Вытопка. Это процесс извлечения жира из измельченного сырья посредством нагрева. Нагрев приводит к разрушению структурных элементов тканей, содержащих жир, и извлечению жира из жировых клеток. Жир вытапливают мокрым и сухим способами.

При мокром способе жиросырье находится в непосредственном контакте с водой или острым паром. Добавление воды при вытопке жира из мягкого жиросырья, с одной стороны, способствует разрушению жировой ткани, а с другой — приводит к гидротермическому распаду коллагена, в результате чего образуются водный раствор глютина и продукты его дальнейшего распада (бульон). Наличие бульонов способствует образованию жировых эмульсий. Тем самым повышается возможность гидролиза жира и затрудняется процесс выделения фракций. По этой причине вытопку жира мокрым способом целесообразно проводить при кратковременном воздействии повышенных температур.

При сухом способе жир-сырец нагревают через контактную поверхность (паровую рубашку). Влага, содержащаяся в сырье, в процессе вытопки испаряется в окружающую среду или удаляется под вакуумом. В результате тепловой денатурации белковых веществ оболочки жировых клеток, содержащих жир, разрушаются и выделяется находящийся в них жир. В случае применения вакуума получается двухфазная система: сухая жировая шквара и жир. Для окончательного извлечения жира

полученную шквару вторично обезжиривают прессованием или центрифугированием.

Жиры, полученные методом сухой вытопки, отличаются повышенной стойкостью. Однако в условиях сухого нагрева возможен пирогенетический распад белков с образованием веществ, обладающих неприятным запахом, придающим жиру темную окраску.

Достоинством вытопки является ее простота и возможность получения продукта достаточно высокого качества. Организация непрерывно-поточного производства обеспечивает хорошие экономические характеристики.

Экстракция — выделение жира из жиросырья летучими растворителями. При использовании этого метода достигается практически полное извлечение жира из сырья. Однако его применение требует сложной аппаратуры, использования дорогостоящих и взрывоопасных растворителей. Кроме того, извлеченный жир и обезжиренное сырье нуждаются в тщательной очистке от остатков растворителя. В мясной промышленности этот метод применяют для обезжиривания кости на клеевых и желатиновых предприятиях.

Гидромеханический (импульсный) метод извлечения жира основан на использовании кавитационных импульсов и мощных гидравлических ударов, возникающих при движении рабочего органа машины и обрабатываемого сырья в воде или другой жидкой среде. Под действием высокоскоростных импульсов и давления воды разрушаются связи, удерживающие жировые клетки в составе тканей, и сами жировые клетки с выделением жира в водную среду. Применение импульсного метода наиболее целесообразно для извлечения жира из кости при дальнейшем ее использовании в производстве желатина и клея, так как белковые вещества в обезжиренной кости сохраняют свои первоначальные свойства.

Электроимпульсный метод обезжиривания кости заключается в воздействии на сырье гидравлических импульсов, образующихся при электрических разрядах конденсаторов. В установке для электроимпульсного обезжиривания кости ток низкого напряжения (127—220 В) преобразуется в ток высокого напряжения (50—90 кВ и более), который накапливается в конденсаторах и мгновенно отдается в виде разряда. При этом электрическая энергия переходит в энергию взрыва и в результате возникающих в жидкости импульсов из кости извлекается жир. Соотношение кости и воды 1 : (2÷4). Полученный костный жир отличается высокими качественными характеристиками.

Вибрационный метод извлечения жира из кости, разработанный ВНИКИМПом, заключается в одновременном воздействии на кость механического перемешивания и вибрации в присутствии горячей воды температурой 80—85 °С (соотношение кости и воды 1 : 1). Этот способ позволяет интенсифицировать

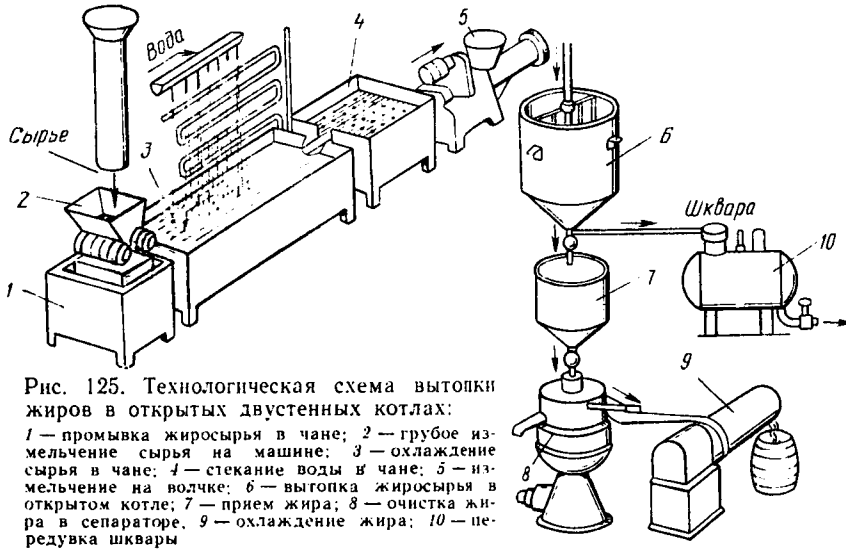


Рис. 125. Технологическая схема вытопки жиров в открытых двустенных котлах:

1 — промывка жиросырья в чане; *2* — грубое измельчение сырья на машине; *3* — охлаждение сырья в чане; *4* — стекание воды в чане; *5* — измельчение на волчке; *6* — вытопка жиросырья в открытом котле; *7* — прием жира; *8* — очистка жира в сепараторе, *9* — охлаждение жира; *10* — передувка шквары

процесс обезжиривания кости и получить высокое качество жира.

Вытопка жира в аппаратах периодического действия. Вытопку жира в аппаратах периодического действия сухим или мокрым способом можно осуществить в открытых котлах под атмосферным давлением, в автоклавах (вертикальных или горизонтальных) под избыточным давлением или под разрежением.

Вытопка жира в открытых котлах. Жир под атмосферным давлением вытапливают в двустенных открытых котлах, обогреваемых глухим паром, или в одностенных с непосредственной подачей острого пара в жиросырье. Для вытопки жира из мягкого жира-сырца наиболее распространенным является сухой способ.

В открытых двустенных котлах вытапливают все виды пищевых жиров из предварительно измельченного жира-сырца (рис. 125). Мягкий жир-сырец вытапливают в открытых котлах сухим способом в две стадии. На первой стадии измельченный жир-сырец загружают небольшими порциями в 3—4 приема в предварительно подогретый до 50 °С котел, нагревают при непрерывном перемешивании мешалкой до 65—70 °С. При этой температуре происходит сваривание коллагена, в результате которого происходит уменьшение прочности коллагеновых волокон, и изменение других белковых веществ, что приводит к деформации и частичному разрушению жировых клеток. Наряду с этим подавляется активность фермента липазы. Таким образом, в результате деформационных изменений внутриклеточных и межклеточных белков, вызванных нагревом, разрушается

структура жировой ткани и из нее выделяется расплавленный жир.

На второй стадии жировую массу кратковременно (20 мин) нагревают до 80—90 °С. Происходит гидротермический распад коллагена и денатурация глобулярных белков, в результате чего они осаждаются в виде коагулированных частиц шквары. Жир становится более прозрачным. Продолжительность вытопки в зависимости от вместимости котла составляет 70—80 мин. Отсолка жира и предварительное отстаивание его в котле происходят при прекращении подачи пара в рубашку котла и выключенной мешалке. Расход соли составляет 2% к массе сырья при добавлении ее в 3—4 приема. Продолжительность отстаивания 20—25 мин. Вытопленный жир сливают по шарнирной трубе в отстойник, а затем подают на очистку в сепаратор. Очищенный жир охлаждают и сливают в тару. Шкварку выгружают и дополнительно обезжиривают, после чего используют для производства сухих кормов. Общая продолжительность процесса в зависимости от вместимости котла от 2 ч 30 мин до 3 ч 25 мин.

При вытопке жира в открытых котлах не достигается полного извлечения жира из жиросырья. В составе шквары, остающейся после вытопки, содержится до 20% жира, который приходится извлекать дополнительно различными способами, а это связано с определенными материальными затратами и требует специального оборудования. Кроме того, при вторичном обезжиривании шквары снижается сортность жира. Вследствие контакта жира с кислородом воздуха в ходе выплавки снижается продолжительность его хранения.

В открытых котлах при атмосферном давлении *мокрым способом* обезжиривают кость поделочную и для производства желатина и клея. Для этого наиболее удобными являются котлы с выемными перфорированными корзинами, позволяющими механизировать загрузку и выгрузку кости. Обогрев котла лучше проводить через паровую рубашку, так как непосредственный контакт кости с острым паром способствует образованию стойкой эмульсии и увеличению потерь жира с бульоном. Процесс выделения жира из кости протекает в водной среде при температуре не выше 90—100 °С. Вода необходима для более быстрого и равномерного прогрева кости и разрушения жировых клеток. Продолжительность извлечения жира из поделочной кости составляет 5—6 ч. При этом удается извлечь до 90% жира, содержащегося в сырой кости. Выварка измельченной кости (куски около 5 см) для производства желатина или клея происходит в течение 4—5 часов, выход жира от общего его содержания в кости составляет 40%.

После вытопки поделочную кость промывают во вращающемся барабане горячей водой (65—85 °С). Промытую кость подсушивают в сушилках при 30—40 °С и отправляют на склад. Кость для производства желатина и клея промывают в бараба-

нах или непосредственно в котле теплой водой (не ниже 30 °С). Промывные воды спускают через жироуловитель, откуда жир направляют на очистку, а мясигу и мелкодробленую кость — на выработку кормовой муки. Очищенный бульон используют на пищевые цели или выработку клея.

Вытопка жира под избыточным давлением. Вытопку жира под избыточным давлением применяют в случае переработки неизмельченного мездрового, межсоскового сырья с невысоким содержанием жира, шквары, а также костн.

Для вытопки жира под избыточным давлением используют автоклавы различной конструкции и универсальные горизонтальные вакуумные котлы с мешалками. В автоклавах вытапливают жир в присутствии достаточного количества воды, добавляемой к сырью перед выплавкой, либо она образуется в результате конденсации пара при обогреве сырья острым паром. Вода необходима для поддержания избыточного давления, повышения интенсивности теплообмена, вытеснения жира из сырья и устранения возможности гидротермического распада белков, продукты которого ухудшают цвет и запах жира. Количество добавляемой воды составляет 20% к массе сырья.

Для извлечения жира из мягкого жира-сырца и шквары наиболее пригоден вертикальный автоклав с паровой рубашкой. Неизмельченную жировую ткань вытапливают при 115—125°С и давлении пара в рубашке аппарата 0,25—0,3 МПа, внутри автоклава — 0,2—0,225 МПа. Общая продолжительность процесса составляет 5 ч. Несмотря на определенные преимущества этого способа, ухудшается качество жира в результате его частичного гидролиза.

Жир из кости извлекают под давлением в двустенных и одностенных автоклавах с выемными корзинами, с периодическим сливом жира или с непрерывным отводом жира и бульона и в горизонтальных вакуумных котлах.

В автоклавах под давлением обычно обезжиривают кость, которую используют в дальнейшем для производства кормовой муки, а бульон — для выработки клея. При этом способе извлекается до 75% жира, содержащегося в кости. Наибольший выход и лучшее качество жира получают при выварке кости под давлением 0,4—0,5 МПа при температуре 120—125 °С в течение 1,5—2 ч или при 0,15—0,2 МПа в течение 4 ч.

Извлечение жира *из кости в автоклавах с непрерывным отводом жира и бульона* (рис. 126) является наиболее эффективным способом. Кость обезжиривают острым паром без добавления воды под избыточным давлением 0,4—0,5 МПа. Продолжительность процесса (включая загрузку и выгрузку кости в выемных корзинах) составляет 1,5—2 ч. Концентрированный бульон и жир из автоклава по мере образования непрерывно отводят в жироотделитель. После их разделения жир направляют в отстойник, а бульон — в приемник. Жир после подогрева

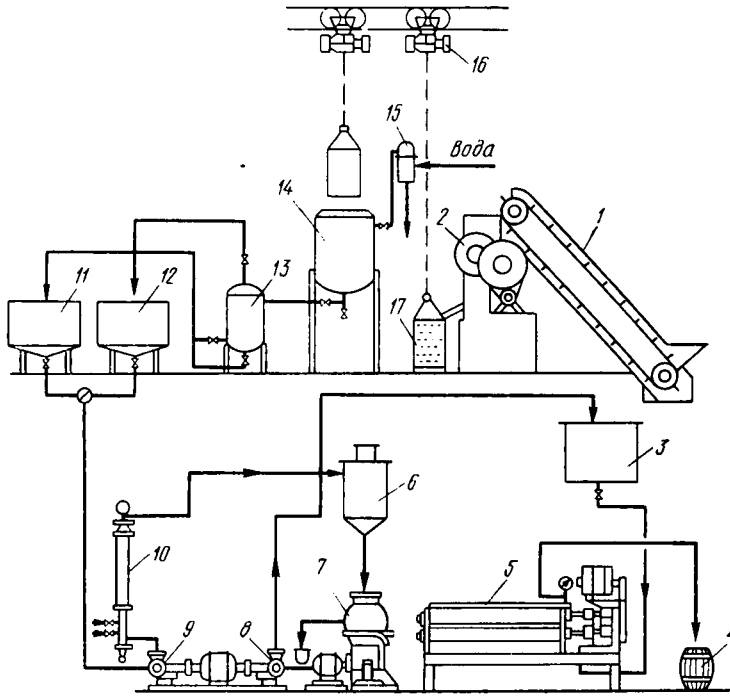


Рис. 126. Технологическая схема извлечения жира из кости в автоклаве с непрерывным отводом жира и бульона:

1 — подача кости транспортером; *2* — дробление кости на костедробилке; *3* — прием жира в напорную емкость; *4* — розлив жира в тару; *5* — охлаждение жира в охладителе; *6* — прием жира в напорный бачок; *7* — очистка жира в сепараторе; *8, 9* — подача жира насосом; *10* — подогрев жира в подогревателе; *11* — прием бульона в отстойник; *12* — прием жира в отстойник; *13* — отделение жира от бульона в жироотделителе; *14* — извлечение жира из кости в автоклаве; *15* — охлаждение паров в конденсаторе; *16* — подъем и транспортирование корзины электротельфером; *17* — загрузка кости в корзину

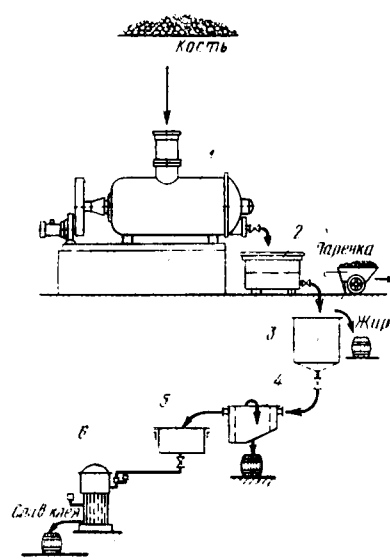


Рис. 127. Технологическая схема извлечения жира из кости в горизонтальных вакуумных котлах:

1 — извлечение жира из кости в горизонтальном вакуумном котле; *2* — отделение кости от жира и бульона в отцеживателе; *3* — прием и отстаивание жира в отстойнике; *4* — отделение жира из бульона в жироуловителе; *5* — прием бульона; *6* — упаривание бульона в вакуум-аппарате

очищают в сепараторе. Из бульонов после их упаривания получают высококачественный клей. Обезжиренную кость (остаточное содержание жира 6% и влажность 16%) направляют на выработку сухих кормов. Выход жира (высшего сорта)— 85% к его содержанию в кости.

При обезжиривании в горизонтальных вакуумных котлах (рис. 127) измельченную кость загружают в котел и заливают водой (100% к массе кости). Обезжиривание кости проводят под избыточным давлением 0,15—0,2 МПа в течение 4—4,5 ч при температуре массы 120 °С. Вываренную кость высушивают при разрежении в котле 0,06—0,08 МПа, температуре 80—85 °С в течение 1 ч. Полученные при разварке кости жир и бульон сливают через отцеживатель в отстойник. Отстоявшийся жир после очистки и охлаждения упаковывают в бочки, а бульон, пройдя через жироуловитель, поступает на выпарку в вакуум-аппарат. Упаренный бульон выпускают в виде жидкого клея — галлерты. Вываренную и высушенную кость направляют на производство костной муки.

При вытопке жира *сухим способом в горизонтальных вакуумных котлах* (рис. 128) мягкое жиросырье можно перерабатывать в измельченном и неизмельченном виде. В зависимости от вида, сорта сырья и условий производства жир-сырье можно перерабатывать в горизонтальных вакуумных котлах в одну (под вакуумом), две (давление, вакуум) и в три фазы (вакуум, давление, вакуум).

При вытопке жира из измельченного сырья под вакуумом устраняется влияние кислорода воздуха на жир; в жирах сохраняются витамины, каротиноиды, лецитин, повышающие его пищевую ценность и стойкость при хранении; цикл тепловой обработки — вытопка жира и обезвоживание шквары — осуществляется в одном аппарате, что позволяет избежать затрат на дальнейшую обработку шквары; исключается возможность потери жира в эмульсиях и с бульоном; шквару получают высокого качества, пригодную для пищевых целей, так как белки при вытопке жира под вакуумом не подвергаются глубокому гидролизу и деструкции. Вытопку жира в одну фазу производят под вакуумом 0,06—0,08 МПа при температуре в котле 70 °С и давлении пара в рубашке котла 0,18—0,2 МПа. Общая продолжительность процесса, включая загрузку котла и выгрузку шквары в отцеживатель, 3 ч 15 мин — 4 ч 15 мин.

Неизмельченный жир-сырец в зависимости от вида, содержания жира вытапливают под давлением в две или три фазы.

Первая фаза — частичное обезвоживание сырья под вакуумом — применяется для сырья с содержанием влаги более 30%. Избыточная влага в сырье способствует во второй фазе гидролизу соединительнотканных белков с образованием клеевого бульона, который, в свою очередь, затрудняет процесс сушки шквары в третьей фазе. Разрежение в котле 0,4 МПа,

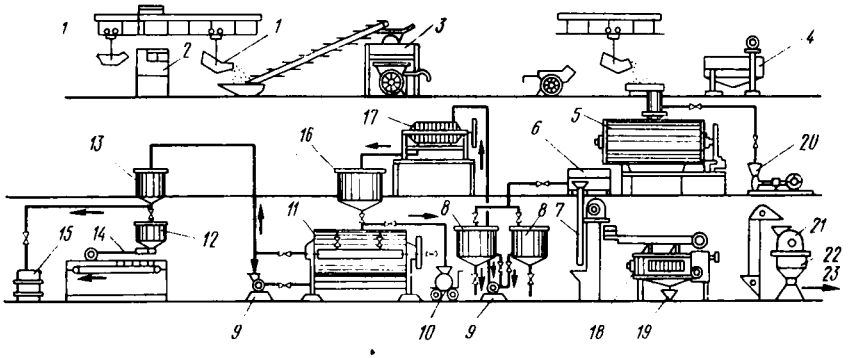


Рис. 128. Технологическая схема извлечения жира из мягкого жирового сырья в горизонтальных вакуумных котлах:

1 — подача сырья в ковшах; *2* — взвешивание сырья; *3* — измельчение кости на дробилке; *4* — промывка сырья в барабане; *5* — вытопка жира в горизонтальном вакуумном котле; *6* — отделение жира от шквары в отцеживателе; *7* — спуск шквары; *8* — прием жира в отстойник; *9* — перекачивание жира насосом; *10* — слив жира в тару; *11* — охлаждение жира в охлаждающем барабане; *12* — прием жира в напорный бачок для фасования; *13* — прием охлажденного жира в котел с мешалкой; *14* — фасование жира в мелкую тару на фасовочном аппарате; *15* — слив жира в бочки; *16* — прием жира в сборник; *17* — фильтрование жира на фильтре-прессе; *18* — отжатие жира на прессе; *19* — прием шквары из пресса; *20* — создание разрежения вакуум-насосом; *21* — измельчение шквары на дробилке. *22* — прием шквары в бункер; *23* — просеивание и упаковка шквары

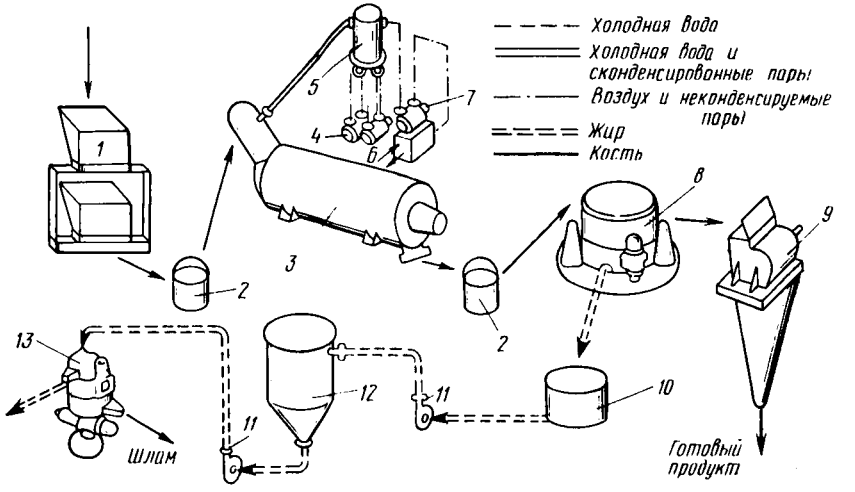


Рис. 129. Технологическая схема извлечения жира из кости сухим методом в горизонтальных вакуумных котлах:

1 — дробление кости на костедробильной машине; *2* — прием кости в корзину; *3* — сушка кости и извлечение из нее жира в горизонтальном вакуумном котле; *4* — подача холодной воды в конденсатор насосом; *5* — отвод сокового пара из котла в конденсатор; *6* — подача горячей воды насосом; *7* — создание разрежения вакуум-насосом; *8* — окончательное обезжиривание кости в фильтрующей центрифуге; *9* — измельчение обезжиренной кости на дробилке; *10* — прием жира в сборник; *11* — подача жира в отстойник насосом; *12* — прием жира в отстойник; *13* — очистка жира в сепараторе

температура 85 °С, давление пара в рубашке 0,3—0,4 МПа. Продолжительность 45 мин.

Вторая фаза — разварка жиросырья под избыточным давлением, создаваемым за счет испаряющейся влаги из сырья. Давление пара в рубашке котла 0,3—0,4 МПа, внутри котла — 0,17 МПа, температура массы 115 °С. Продолжительность 1 ч 30 мин — 2 ч 30 мин.

Третья фаза — обезвоживание жира и шквары под вакуумом до содержания влаги соответственно 0,3—0,5 и 8—10%. Разрежение в котле 0,06—0,08 МПа, температура 65—85 °С, давление пара в рубашке котла 0,25—0,3 МПа. Продолжительность 1 ч 30 мин. Общая продолжительность процесса 3 ч 15 мин — 4 ч 30 мин.

По окончании третьей фазы обратным ходом мешалки из котла выгружают шквару в отцеживатель (с паровой рубашкой), где происходит отцеживание в течение 2—4 ч при 75—80 °С. После отцеживания в шкваре содержится 35—50% жира и до 8% влаги. Окончательно шквару обезжиривают прессованием. Для обеспечения необходимой структуры шквары, способствующей отделению жира при отцеживании и прессовании, к неизмельченному мягкому сырью, вытапливаемому в горизонтальных вакуумных котлах, добавляют 10% дробленой кости.

С целью получения высококачественного жира и кормовой костной муки в горизонтальных вакуумных котлах сухим способом можно обезжиривать также свежую измельченную кость от всех видов животных (рис. 129). Измельченную кость (размер частиц 40—50 мм) обезжиривают при температуре 70 °С, разрежении 33,8 кПа и непрерывно работающей мешалке в течение 3 ч. После обезжиривания и сушки кость выгружают в отцеживатель для стекания жира. Сухая кость после отцеживания поступает в фильтрующую центрифугу для дополнительного извлечения жира. Обезжиренную кость измельчают на дробилке для получения костной муки или направляют для производства клея и желатина. Жир после подогревания до 95 °С направляют на очистку в сепаратор.

Обезжиривание кости на линии Я8-ФОБ. Извлечение жира из кости на линии Я8-ФОБ (рис. 130) проводят горячей водой с подачей острого пара с одновременным перемешиванием и вибрацией. Применение вибрации позволяет интенсифицировать тепломассообмен между твердой частью кости и средой — горячей водой.

Измельченная кость (размер частиц не более 30 мм) скребковым элеватором непрерывно загружается в виброэкстрактор. Экстрактор заполняют горячей водой температурой 75—85° С (в соотношении 1 : 1) и подают острый пар давлением 0,1—0,3 МПа для обеспечения необходимого теплового режима обработки кости. При включении вибропривода создаются винтовые колебания корпуса (частота колебаний 25 Гц), обеспечи-

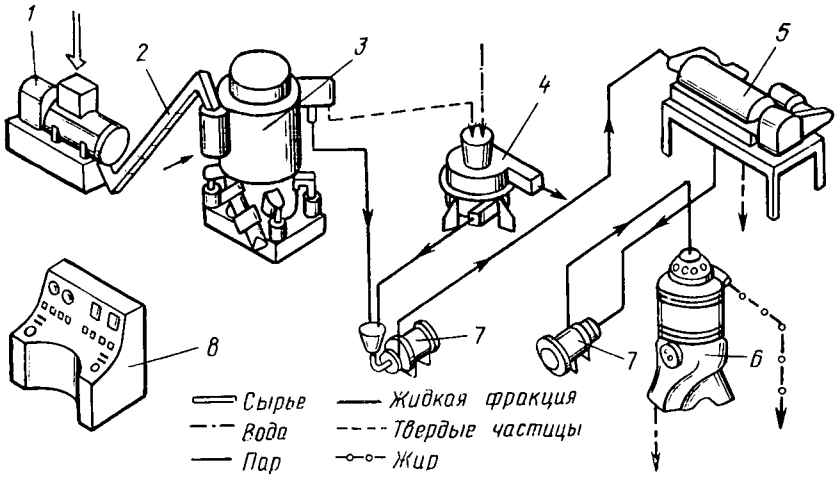


Рис. 130. Технологическая схема обезжиривания кости на линии Я8-ФОВ:
1 — измельчение кости в измельчителе; *2* — подача кости элеватором; *3* — обезжиривание кости в вибрационном экстракторе; *4* — промывка кости в промывателе-разделителе; *5* — отделение твердых частиц от водно-жировой эмульсии в шнековой центрифуге; *6* — очистка жира в сепараторе; *7* — перекачивание водно-жировой фракции насосом; *8* — пульт управления

вающие вертикальное перемещение частиц кости снизу вверх вместе с потоком горячей воды. Двигаясь вверх, частицы кости попадают в патрубок разгрузки, где отделяются от водно-жировой эмульсии и выгружаются из аппарата. Водно-жировая эмульсия самотеком сливается из экстрактора и после отделения от твердых частиц в центрифуге поступает на сепарирование. Обработанная в виброэкстракторе кость промывается горячей водой температурой 90—95 °С (в соотношении 1 : 5) в центробежном промывателе, представляющем собой фильтрующую центрифугу со шнековой выгрузкой кости. Жидкая фаза из центробежного промывателя-разделителя направляется в шнековую отстойную центрифугу для удаления мелких частиц кости, а затем в сепаратор для окончательной очистки жира. Обезжиренную кость направляют на производство кормовой муки.

Производительность линии по сырью 500 кг/ч. Продолжительность цикла 8 мин. В зависимости от вида сырья выход жира высшего и I сортов составляет от 8,2 до 18,0% массы кости.

Вытопка жира в установках непрерывного действия. Непрерывнодействующие установки позволяют вытапливать жир из всех видов жира-сырца в парном и охлажденном состоянии с высокой степенью его извлечения; перерабатывать жир-сырец в закрытой аппаратуре, которая обеспечивает высокую стойкость продукта и сохранение в нем биологически ценных ве-

ществ, сопутствующих жиру и увеличивающих продолжительность его хранения (полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, фосфатиды), получать высококачественную пищевую и кормовую шквару, содержащую относительно большой процент незаменимых аминокислот и минимальное количество жира.

В установках непрерывного действия достигается высокая степень разрушения тканей с помощью специальных устройств с одновременным воздействием острого пара, что обеспечивает кратковременность процесса выделения жировой фракции.

Для извлечения жира из мягкого жира-сырца применяют центробежную установку Р3-ФВТ-1 (АВЖ), «Де-Лаваль-Центрифлоу» и «Центрифлоу-Майонор» фирмы «Де-Лаваль», «Шарплес», а для переработки кости — гидромеханическую установку непрерывного действия (ГМУ), работающую по принципу импульсного (холодного) извлечения жира из кости в водной среде, и поточно-механизированную установку КПК-250 для комплексной переработки кости сухим способом.

На центробежной установке Р3-ФВТ-1 (АВЖ) перерабатывают все виды жира-сырца (за исключением свиной мездры) в парном и охлажденном состоянии с получением только высшего сорта жира (рис. 131). Установку можно использовать и для переработки мездрового сырья, предварительно измельченного на волчке.

Основным аппаратом установки является центробежная машина АВЖ-245, в которой совмещаются процессы измельчения сырья и вытопки жира. Рабочая часть машины состоит из вращающегося перфорированного барабана (диаметр отверстий 6 мм), в центре дна которого укреплен подвижный нож, предназначенный для первичного измельчения сырья. На кожухе, в который заключен перфорированный барабан, установлены два неподвижных ножа, служащие для подрезания вдавленных в отверстия барабана частичек жира-сырца. Барабан приводится во вращение от электродвигателя. Частота вращения барабана 47,1 $с^{-1}$.

Жиросырье из бункера центробежной машины поступает во вращающийся перфорированный барабан, где грубо измельчается, под действием центробежной силы отбрасывается к стенке барабана и вдавливается в отверстия. Подрезанные неподвижными ножами частицы сырья попадают в кольцевое пространство между стенкой корпуса и внешней стенкой перфорированного барабана, куда подается острый пар под давлением 0,15—0,2 МПа. Расплавленную массу температурой 85—95°С под давлением 0,03 МПа подают в непрерывнодействующую отстойную центрифугу НОГШ-325 для отделения шквары от жировой эмульсии. Из центрифуги водно-жировая эмульсия поступает в центробежную машину (АВЖ-130), где кусочки шквары дополнительно измельчаются, а жидкая фракция подогревается до

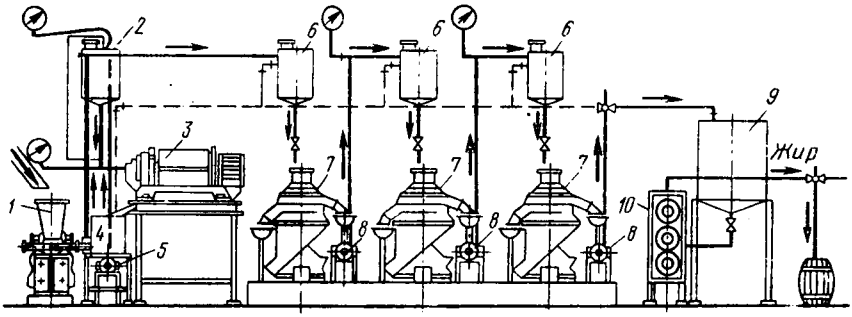


Рис. 131. Технологическая схема переработки жирового сырья на непрерывно-поточной установке АВЖ производительностью 1000 кг/ч:

1 — извлечение и вытопка жира на центробежной машине АВЖ-245; *2* — подача жиромассы в напорный бак; *3* — разделение жиромассы на горизонтальной центрифуге НОГШ-325; *4* — прием водно-жировой эмульсии; *5, 8* — дополнительное измельчение кусочков шквары водно-жировой эмульсии на центробежной машине АВЖ-130 и подача ее на очистку; *6* — дозирование жира в напорном бачке с поплавковым указателем уровня; *7* — очистка жира на сепараторах; *9* — прием жира в накопителе; *10* — охлаждение жира в охладителе

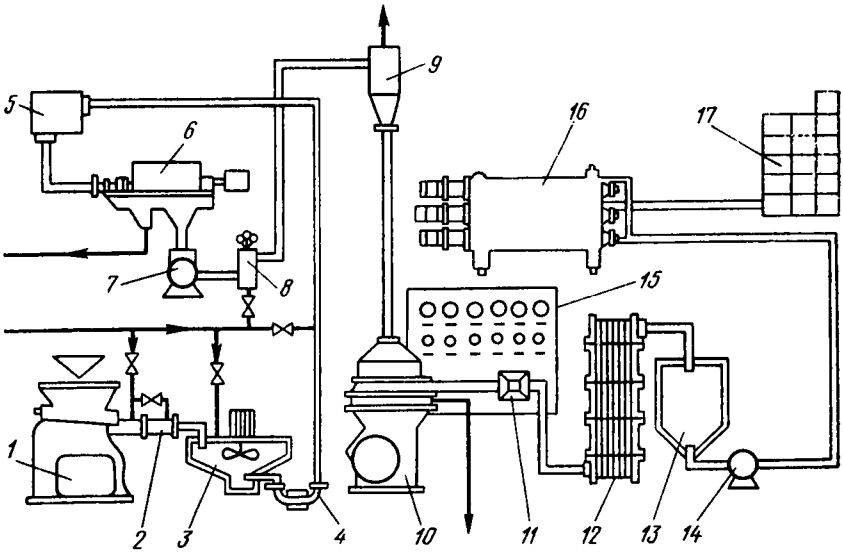


Рис. 132. Технологическая схема переработки жирового сырья на установке «Де-Лаваль-Центрифлоу»:

1 — измельчение сырья на волчке· *2* — предварительный подогрев сырья в трубчатом подогревателе; *3* — плавление жирового сырья в плавителе; *4* — подача жиромассы насосом; *5* — тонкое измельчение жировой массы в дезинтеграторе; *6* — разделение жиромассы на центрифуге; *7* — подача водно-жировой эмульсии насосом; *8* — подогрев водно-жировой эмульсии в подогревателе; *9* — удаление пахучих веществ в деаэраторе; *10* — очистка жира в сепараторе; *11, 14* — подача очищенного жира насосами; *12* — охлаждение жира в пластинчатом охладителе; *13* — прием охлажденного жира в сборник; *15* — щит управления; *16* — переохлаждение жира в трехсекционном переохладителе; *17* — упаковка жира на машине

95 °С и подается насосом на первый сепаратор для грубой очистки. Для окончательной очистки жир поступает на второй и третий сепараторы.

Очищенный жир после охлаждения разливают в тару и передают на хранение.

Обезжиренную и частично обезвоженную на центрифуге шквару направляют в цех кормовых и технических продуктов.

Продолжительность цикла переработки жира-сырца 6—7 мин, выход жира 98—98,7% содержания его в сырье.

На установке «Де-Лаваль-Центрифлоу» перерабатывают все виды жира-сырца в парном, остывшем, охлажденном или замороженном состоянии (рис. 132). Поступающее жиросырье измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 8—14 мм с одновременным подогревом глухим и острым паром в цилиндре волчка до 60 °С. Затем сырье самотеком поступает в плавитель, где оно нагревается до 75—80 °С. Расплавленную жиромассу перекачивают в щеточный дезинтегратор, в котором происходит окончательное разрушение жировых клеток и дополнительное выделение из них жира с помощью острого пара при температуре 80—90 °С. Из дезинтегратора жировая смесь самотеком направляется в горизонтальную отстойную центрифугу непрерывного действия для разделения на водно-жировую эмульсию и шквару. Эмульсия после подогрева до 90—100 °С поступает в дезодоратор для удаления пахучих веществ, а затем на двукратную очистку в сепараторы. После окончательной очистки от белковых частиц жир охлаждают до заданной температуры (30—35 °С) и направляют на упаковывание.

Продолжительность производственного цикла около 10 мин. Выход жира от содержания его в сырье 96—98%.

Установка «Центрифлоу-Майонор» фирмы «Де-Лаваль» предназначена для выработки топленого жира из жира-сырца всех видов (рис. 133). В отличие от установки «Центрифлоу» в этой установке жировая масса из плавильного чана не подвергается тонкому измельчению на дезинтеграторе. Жировое сырье с мест сбора передается сжатым воздухом из передувочных баков в бункер волчка с диаметром отверстий 8 и 3 мм, где измельчается. В камеру измельчения волчка через сопло подают пар для нагревания сырья до 50 °С. Измельченное сырье поступает в трубчатый плавитель, где плавится острым паром. Из плавителя жировую массу температурой 55—60 °С направляют в промежуточный котел с мешалкой для окончательного плавления при 65 °С. Расплавленную жиромассу подают в горизонтальную отстойную центрифугу для отделения жира от шквары. Последняя направляется на сушку, а водно-жировую эмульсию через подогреватель и деаэратор насосом перекачивают в сепаратор. Очищенный жир охлаждают, подают на упаковывание или розлив в бочки. Свиной жир, направляемый на фасование, охлаждают до 15 °С.

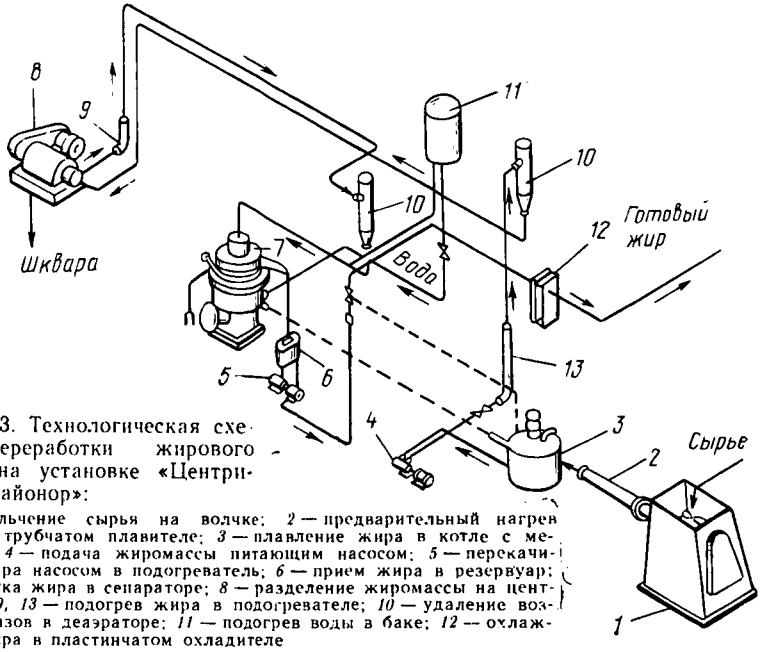


Рис. 133. Технологическая схема переработки жирового сырья на установке «Центрифлоу-Майонор»:

1 — измельчение сырья на волчке; *2* — предварительный нагрев сырья в трубчатом плавителе; *3* — плавление жира в котле с мешалкой; *4* — подача жиромассы питающим насосом; *5* — перекачивание жира насосом в подогреватель; *6* — прием жира в резервуар; *7* — очистка жира в сепараторе; *8* — разделение жиромассы на центрифуге; *9, 13* — подогрев жира в подогревателе; *10* — удаление воздуха и газов в деаэраторе; *11* — подогрев воды в баке; *12* — охлаждение жира в пластинчатом охладителе

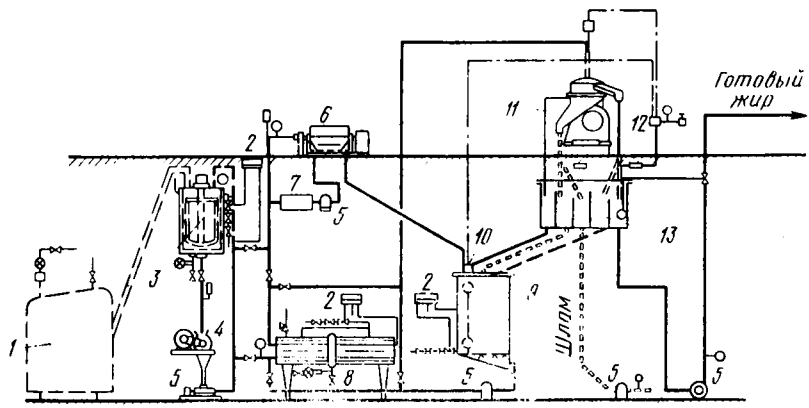


Рис. 134. Технологическая схема вытопки жира из мягкого жиросырья на установке «Шарплес»:

1 — измельчение сырья на волчке; *2* — регулирование температуры терморегулятором; *3* — нагрев жиромассы в котле; *4* — тонкое измельчение жиромассы в дезинтеграторе; *5* — подача жиромассы насосом; *6* — разделение жиромассы в отстойной центрифуге; *7* — охлаждение шквары в охладителе; *8* — нагрев жиромассы в теплообменнике; *9* — нагрев водно-жировой эмульсии в теплообменнике; *10* — регулирование уровня жира поплавковым регулятором; *11* — очистка жира на сепараторе; *12* — уравнивание давления клапаном; *13* — прием очищенного жира и шлама из сепаратора

Продолжительность цикла 7—8 мин. Выход жира 99,5% содержания его в сырье.

Установка «Шарплес» (рис. 134) является универсальной, так как обеспечивает переработку сухим способом всех видов жира-сырца, в том числе и свиной мездры, по двум режимам: при температуре 42—45 °С получают шквару с высокой степенью сохранения исходных свойств белков, используемую при выработке колбасных изделий, а при температуре 50—55 °С получают шквару, направляемую на производство кормовой муки. Кишечный жир-сырец и мездровый жир перерабатывают при высокотемпературном режиме.

Жир-сырец, измельченный на волчке, поступает в котел-плавитель с паровой рубашкой для подогрева жиромассы паром давлением 0,125 МПа до 40—45 °С. Полученную массу вторично измельчают в дезинтеграторе, а затем насосом подают в отстойную центрифугу (в случае получения белковой массы в некоагулированном состоянии) или перекачивают в теплообменник, где она подогревается до 65—70 °С и поступает в центрифугу для удаления из жира основной массы шквары (до 90%). Выделенную шквару сырую или вареную подают в охладитель и используют в зависимости от температуры вытопки на пищевые цели или на выработку животных кормов.

Водо-жировую эмульсию подогревают в теплообменнике до 90 °С и насосом подают на очистку в сепаратор. Очищенный жир поступает в приемник, а оттуда в пластинчатый охладитель и далее на упаковывание.

Комплексная установка КПК-250 (рис. 135) позволяет из кости сухим способом получить высококачественный пищевой жир, обезжиренную сухую кость (шрот) и кормовую муку с высоким содержанием белка (до 40%).

Кость после грубого измельчения в силовом измельчителе до 40—50 мм подают в шнековый аппарат непрерывного действия, где она в течение 11 мин при 80—85 °С частично обезжиривается (первая стадия) и обезвоживается. Выделившийся жир непрерывно отводится из аппарата через решетку в приемник.

Частично обезжиренную кость повторно измельчают на волчке-дробилке на куски размером 12—30 мм. После этого кость поступает в бункер-накопитель, а из него — в перфорированную корзину (ротор) центрифуги с нижней выгрузкой продукта, где дополнительно обезжиривается в течение 4 мин при 85—90 °С (вторая стадия).

Жир из шнекового аппарата и фугат из центрифуги поступают в сборник-отстойник, а из него в сепаратор для окончательной очистки. Готовый жир после охлаждения сливают в бочки. Обезжиренную кость подают в трехсекционную сушилку непрерывного действия, где она в течение 35 мин высушивается глухим паром при 90—100 °С до влажности 10%. Высушенную

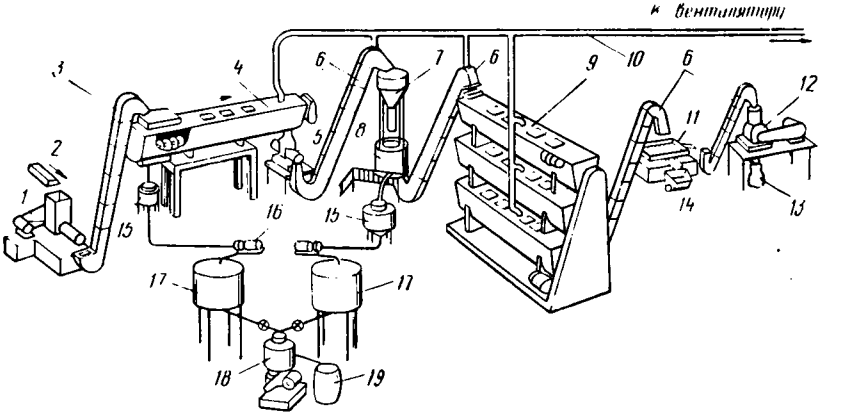


Рис. 135. Технологическая схема переработки кости на комплексной установке КПК-250:

1 — измельчение кости в силовом измельчителе; *2* — подача кости в спуск; *3* — транспортирование кости скребковым транспортером; *4* — обезжиривание кости в шнековом аппарате; *5* — измельчение кости на волчке-дробилке; *6* — подача кости скребковым элеватором; *7* — прием кости в бункер; *8* — обезжиривание кости в центрифуге; *9* — сушка кости в трехсекционной сушилке; *10* — отсасывание соковых паров вентилятором в атмосферу по воздуховоду; *11* — калибровка кости на вибросите; *12* — измельчение мелкой фракции кости на молотковой дробилке; *13* — упаковывание костной муки; *14* — упаковывание костного шрота; *15* — прием жира в сборник; *16* — перекачивание жира насосом; *17* — отстаивание жира в отстойниках; *18* — очистка жира на сепараторе; *19* — упаковывание костного жира в тару

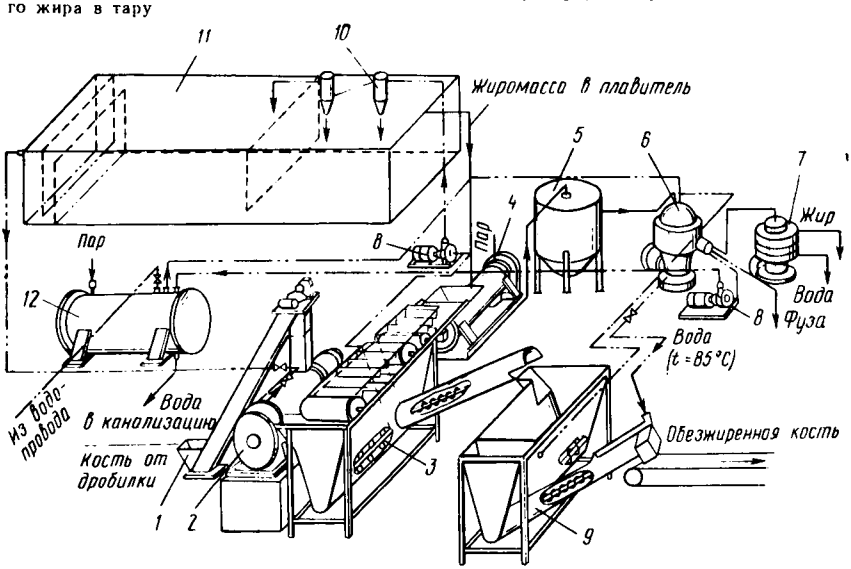


Рис. 136. Технологическая схема извлечения жира из кости холодным способом на гидромеханической установке:

1 — подача кости в шнековый питатель; *2* — извлечение жира из кости на гидромеханической машине; *3* — разделение жира и кости в разделителе; *4* — плавление жиромассы в плавителе; *5* — прием расплавленной жиромассы в отстойник; *6, 7* — очистка жира на сепараторах; *8* — подача воды с частицами жира насосом; *9* — промывка кости горячей водой в разделителе; *10* — отделение жира от воды в гидроциклоне; *11* — отделение жира от воды в гидроуловителе; *12* — приготовление горячей воды в бойлере

кость калибруют на вибросите с диаметром отверстий 12 мм, упаковывают в мешки и направляют на производство желатина. Мелкую фракцию кости измельчают на дробилке и полученную муку используют на кормовые цели.

Извлечение жира из кости импульсным методом. Извлечение жира из кости импульсным (холодным) методом осуществляют на гидромеханических установках (ГМУ) производительностью 1000 и 2000 кг/ч (рис. 136). Основным аппаратом установки является гидромеханическая машина, представляющая собой горизонтальный вращающийся вал с шарнирно закрепленными билами. Частота вращения вала и бил составляет 24,5 $с^{-1}$. Жир из кости извлекается под действием высокоскоростных импульсов, создаваемых билами вращающегося вала в воде. Предварительно измельченная на костедробилке кость (размер кусков 25—40 мм) и холодная вода поступают в гидромеханическую машину в соотношении 1 : 5÷1 : 6, где под действием гидравлических импульсов происходит разрушение жировых клеток и извлечение жира из полости кости. Полученную смесь жира, воды и обезжиренной кости подают в статический разделитель непрерывного действия. В нем она разделяется по плотности на отдельные компоненты. Кость оседает на дно, а жировая масса с мелкими частицами кости и соединительной ткани всплывает на поверхность и поступает в плавитель, где нагревается глухим паром до 80—90 °С и направляется в отстойник. Воду, содержащую частицы жира, из статического разделителя центробежным насосом подают в гидроциклон. В нем под действием центробежной силы жир отделяется от воды. Затем воду и жиромассу пропускают через жироловку. Собранную жиромассу направляют в плавитель, а воду частично возвращают в гидромеханическую машину для обработки свежей партии кости. Отделившиеся в отстойнике частицы кости и белковой ткани передувают на выработку кормовой муки, а жир с водой подогревают и подают на двукратную очистку в сепаратор. Очищенный жир охлаждают и упаковывают.

Кость из статического разделителя шнеком перемещают в приемник, где промывают горячей водой (80—90 °С) и направляют на производство клея или кормовой муки. Продолжительность процесса, начиная с момента загрузки кости в гидромеханическую машину и кончая сепарированием, составляет 10 мин. Выход жира из смешанной кости составляет 10,2% к массе сырой кости.

Обработка шквары

Ни один из существующих способов вытопки жира в аппаратах периодического и непрерывного действия не обеспечивает полного извлечения жира из жиросырья, и некоторая часть его остается в шкваре. Поэтому возникает необходимость в допол-

нительном извлечении жира из шквары различными способами. При этом получают жиры ниже сортом, чем выделенные из жира-сырца.

Влажную шквару, полученную в открытых котлах, обезжиривают в воде при атмосферном или избыточном давлении. Вываркy шквары в открытых котлах проводят при 100 °С в течение 2,5 ч, в автоклавах — 2 ч при давлении 0,2—0,25 МПа. По окончании процесса к содержимому котла добавляют поваренную соль и производят отстаивание. Вываренную шквару, содержащую до 5% жира, после высушивания под вакуумом при 0,08 МПа и температуре 75 °С в течение 3,5—4 ч до влажности 6—8% направляют на производство сухих кормов.

Сухую шквару, полученную в горизонтальных вакуумных котлах, после отцеживания жира при 75—80 °С в течение 4 ч обезжиривают прессованием на шнековых прессах непрерывного действия или гидравлических — периодического действия. Остаточное содержание жира в отпрессованной шкваре не должно превышать 12%. Прессованную шквару после охлаждения направляют на производство кормовой муки.

Достаточной степени обезжиривания шквары можно достигнуть, отжимая из нее жир в фильтрующих центрифугах ТВ и ТН-800. При обезжиривании шквары с содержанием влаги 15 - 40% в центрифуге содержание в ней жира можно довести до 10—44%. Обезжиренную шквару для выработки кормовой муки направляют на досушивание в горизонтальные вакуумные котлы. Применение центрифуги для обезжиривания шквары позволяет получать жир более высокого качества, чем после прессования.

Очистка жира от примесей и влаги

Жиры, полученные в результате извлечения из жиросырья и кости, от вываркн и прессования шквары, могут содержать значительное количество примесей — воды, частиц шквары и кости, минеральных солей и др., которые снижают качество жира. Жиры, вытопленные в открытых двустенных котлах, содержат 0,6—1,6% влаги, 0,15—0,5% примесей. Жиры, вытопленные в горизонтальных вакуумных котлах, соответственно 0,1—0,3 и 0,3—0,5%. Особенно загрязнен примесями жир, получаемый при прессовании шквары.

Вытопленные жиры очищают от влаги и примесей посредством отстаивания, фильтрования и сепарирования.

Отстаивание основано на разности плотностей жира и содержащихся в нем примесей, которые тяжелее жира. Вследствие небольшой разницы в плотности жира и взвешенных частиц скорость оседания примесей при отстаивании невелика. Кроме того, качество жира при отстаивании несколько ухудшается, так как жир длительное время контактирует с воздухом.

Для увеличения скорости осаждения взвешенных белковых частиц и разрушения водно-жировой эмульсии в процессе отстаивания жир отсаливают поваренной солью в количестве 2% к массе жира. Отстаивание жира проводят при температуре 60—65 °С в течение 5—6 ч.

Для отстаивания используют отстойники и приемники различной конструкции и вместимости.

Фильтрование — это разделение неоднородных систем (жидкость — твердые частицы) путем пропускания суспензий через фильтровальную ткань. При этом жидкость проходит через тонкие поры фильтрующего материала, а твердые частицы задерживаются на его поверхности. Фильтрование применяют для удаления сухих частиц шквары из жиров, вытопленных в горизонтальных вакуумных котлах, так как после вытопки они почти не содержат влаги.

Сепарирование жира основано на разности плотностей разделяемых веществ под действием центробежной силы и является наиболее эффективным методом очистки жиров. Для лучшего и более быстрого отделения примесей при сепарировании к жиру добавляют 10—15% воды температурой 80—90 °С. Жиры, поступающие на сепарирование, должны иметь температуру 96—100 °С. Для очистки жира применяют в основном тарельчатые сепараторы с ручной и центробежной пульсирующей очисткой барабана от осадка.

Охлаждение жира

Для придания жиру однородной структуры и плотной консистенции, а также торможения окислительных процессов вытопленные жиры перед упаковыванием охлаждают. Глубина охлаждения зависит от свойств жира и условий охлаждения. При упаковывании в крупную тару (бочки, ящики, контейнеры) говяжьи и бараньи жиры охлаждают до 30—40 °С, свиной и костный — до 30—35 °С. При упаковывании в мелкую тару (250, 500 г) жиры, предварительно охлажденные до 35 °С, дополнительно охлаждают до 18—21 °С. Рекомендуется охлаждение проводить быстро, так как при максимальной скорости теплоотвода они приобретают более однородную мелкозернистую структуру и более пластические свойства, что положительно сказывается на их вкусовых свойствах, улучшается цвет жира. При медленном охлаждении образуются крупные кристаллы. При этом твердая и жидкая фракции жира могут расслаиваться.

Для охлаждения жира применяют аппараты периодического и непрерывного действия. К аппаратам периодического действия относятся двустенные котлы с коническим дном, снабженные мешалкой и сливной трубой, установленной в центральной части конического дна. Мешалка обеспечивает интенсивное пере-

мешивание и удаление с внутренней поверхности котла слоя застывшего жира. В этих охладителях жиры охлаждаются с помощью холодной воды медленно. Охлаждаемый жир перемешивается в условиях контакта с воздухом, вследствие чего ускоряется его окислительная порча при хранении.

Значительно быстрее жиры охлаждаются в аппаратах непрерывного действия, в которых в процессе охлаждения жир не соприкасается с воздухом. Такие охладители снабжены устройством для принудительного движения жира (шнеки, мешалки). К охладителям непрерывного действия относятся тонкостенные аппараты трубчатого (ОЖ, Д5-ФОЖ, «Астра») и пластинчатого типа («Де-Лаваль», «Центрифлоу», «Майонор», «Центрибон», «Вестфалия-Супратон»), охлаждающие барабаны и др. Для охлаждения и пластификации жиров до 12—14 °С с целью упаковывания их в мелкую тару применяют охладители «Астра», «Вотатор», «Джонсон» с аммиачной системой охлаждения.

Упаковывание и хранение жира

Жир после охлаждения в зависимости от дальнейшего назначения сливают в чистую, сухую, не имеющую постороннего запаха тару различной вместимости. Основным видом тары являются деревянные бочки вместимостью 50, 100 и 150 л, изготовленные из сухой древесины (осина, липа, ель, пихта, бук, береза, сосна и др.), фанероштампованные бочки и картонно-навивные барабаны вместимостью 50 л. Перед заполнением жиром бочки моют горячей водой, пропаривают острым паром, вкладывают пакет, изготовленный из растительного пергамента, подпергамента или полиэтиленцеллофановой пленки.

Каждую единицу упаковки маркируют нелинющей несмываемой краской с помощью трафарета или этикетки с указанием товарного знака, наименования ведомства, предприятия, вида и сорта жира, массы брутто и нетто, даты выработки, номера партии и порядкового номера места, номера стандарта. На каждой единице мелкой упаковки должна быть этикетка с указанием вышеперечисленных данных и цены.

Для фасования и упаковывания жиров в мелкую тару порциями от 100 до 500 г применяют кошированную алюминиевую фольгу или пергамент.

Стойкость жиров при хранении зависит от их качества и вида, содержания в них природных антиокислителей (токоферол, лецитин), температуры и других условий хранения. Кратковременно (до 1 мес) хранят жиры в темных, сухих, охлаждаемых помещениях при температуре 5—6 °С и относительной влажности 80%. Длительно (до 6 мес) жиры хранят при температуре не выше —8 °С и относительной влажности не более 90%, 12 мес — при —12 °С.

При хранении жиров не допускается колебание температуры более 1 °С, иначе возможна конденсация водяных паров и появление плесени на поверхности тары. Не следует хранить совместно с жиром продукты с сильным запахом, который легко воспринимается жиром. Периодически (не реже одного раза в 6 мес при температуре хранения не выше —12 °С и через 3 мес при —5 ÷ —8 °С) необходимо контролировать качество жиров, так как в зависимости от их состояния могут быть изменены сроки хранения с учетом дальнейшего использования. Увеличение стойкости жиров может быть достигнуто деаэрацией их перед хранением и в ходе переработки упаковыванием в герметическую или непрозрачную тару, а также при хранении в условиях низких температур в атмосфере инертных газов (азота, углекислого газа). Значительный эффект дает введение в жир синтетических и естественных ингибиторов окисления. Антиокислители, задерживая окисление жиров, способствуют не только повышению их стойкости, но и сохранению в них витаминов и полиненасыщенных кислот.

Антиокислители вводят в жиры после отстаивания или сепарирования при 70—90 °С. На 1 т топленого жира добавляют не более 200 г антиокислителей (БОТ и БОА), предварительно растворимых в 2—3 кг жира, тщательно перемешивают в течение 5—10 мин, после чего жиры немедленно охлаждают и сливают в тару.

Глава 11

ПРОИЗВОДСТВО КОРМОВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Сырье для производства кормовых и технических продуктов может включать органы и ткани, являющиеся носителями инфекционных и инвазионных заболеваний. Поэтому при переработке сырья необходимо исключить распространение болезнетворного начала и вторичного бактериального загрязнения готового продукта, а тепловая обработка должна обеспечить уничтожение возбудителей болезни. В связи с этим сырьевое отделение изолируют от других участков и склада готовой продукции, оборудуют отдельные вход и бытовые помещения. Обязательным условием выпуска доброкачественной продукции является соблюдение ветеринарно-санитарного и технологического режимов производства. Оборудование и инвентарь сырьевого отделения, полы, стены, спуски дезинфицируют ежедневно по окончании работы. Отделение выработки кормовой и технической продукции должно иметь стерилизационную камеру для дезинфекции транспортных средств и инвентаря, а также камеру обработки тканевых мешков для упаковки кормовой муки.

АССОРТИМЕНТ И ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В отделении кормовых и технических продуктов вырабатывают кормовую муку мясокостную, костную, мясную, кровяную из гидролизованного пера, а также кормовой и технический жир. Кормовая мука, обладающая высокими кормовыми достоинствами, предназначена для кормления животных и птиц.

Кормовая мука. Разнообразие состава сырья животных кормов определяет различие химического состава готовой продукции. В связи с тем, что количество влаги и жира в сухих животных кормах ограничивается, различие их состава зависит от содержания белковых и минеральных веществ (табл. 59).

Содержание белковых веществ в животных кормах является основным показателем, определяющим их качество и питательную ценность. Биологическая ценность белков животных кормов выше, чем растительных. Сухие животные корма входят в состав комбикормов в количестве 5—12% массы сырья.

Жир, содержащийся в сухих животных кормах, повышает их питательную ценность. Однако при хранении муки вследствие контакта с кислородом воздуха он окисляется. Прогоркание

Таблица 59

Компонент	Содержание в муке, %						
	мясокостной			костной	мясной	кровяной	из гидролизованного пера
	I сорт	II сорт	III сорт				
Белковые вещества, не менее	50	42	30	20	64	81	75
Зола, не более	26	28	38	61	11	6	8
Жир, не более	13	18	20	10	14	3	4
Влага, не более	9	10	10	9	9	9	9
Клетчатка, не более	2	2	2	—	2	1	4
Минеральные примеси, нерастворимые в HCl, не более	1	1	1	0,5	1	0,5	2,0

жира ухудшает органолептические свойства животных кормов. Кроме того, оставлять большое количество жира в кормовой муке экономически невыгодно, так как стоимость его значительно превышает стоимость животных кормов. Содержание жира в кормовой муке ограничивается стандартом.

Повышенное содержание влаги в кормовой муке создает благоприятные условия для развития микрофлоры и может быть причиной быстрой порчи продукта. Вследствие этого содержание влаги в муке не должно превышать 9—10%.

Ценность сухих животных кормов наряду с жизненно необходимыми незаменимыми аминокислотами и жирными кислотами обусловлена наличием в них важнейших водорастворимых витаминов группы В, жирорастворимых витаминов А, Е и других, а также микроэлементов, фосфорных солей кальция и минеральных солей.

Минеральный состав сухих животных кормов зависит от количества кости в исходном сырье. В составе золы преобладают соли кальция и фосфора, составляющие для мясокостной и костной муки 55—90%.

Питательная ценность животных кормов зависит от их состава и выражается в кормовых единицах (за единицу принята кормовая ценность 1 кг зерен овса). В среднем питательная ценность 100 кг мясокостной муки составляет около 89, а мясной и кровяной — 106 корм. ед.

Перевариваемость сухих животных кормов пепсином составляет 80—96%. Сухие животные корма, содержащие значительное количество полноценных белков, имеют высокую усвояемость (до 96%), в то время как усвояемость растительных белков не превышает 50%.

Содержание посторонних примесей в муке (песок, стекло, крупные металлические частицы, неизмельченная кость и др.), которые могут принести вред животному, не допускается. Количество металлической примеси в виде частиц размером не более 2 мм ограничивается.

Мука должна быть сухой, без плотных комков, не иметь гнилостного или затхлого запаха. Содержание патогенных микроорганизмов и спор не допускается. Допустимое количество сапрофитной микрофлоры в кормовой муке 300 тыс. — 1 млн. колоний в 1 г (в зависимости от назначения и сорта продукта). При наличии более 1 млн. колоний в 1 г муки ее необходимо направлять на вторичную стерилизацию.

Кормовой и технический жир. Из жирового непищевого сырья вырабатывают кормовой жир I и II сортов, используемый в виде добавок в комбикорма, а также технический жир I, II и III сортов, применяемый в производстве смазочных материалов, мыла и пр. Получаемые жиры, в зависимости от способа их производства, содержат различное количество влаги.

В период накопления и хранения сырья, а также в процессе извлечения из него жира вследствие взаимодействия белковой (гелевой) и жировой фаз, контакта сырья с посторонними минеральными и органическими веществами в жир переходят некоторые примеси, снижающие его качество. Значительную часть примесей можно отделить от него сразу после вытопки (отстаиванием, сепарированием, фильтрованием). Некоторые примеси остаются в жире в виде достаточно устойчивого золя.

Температура застывания жира, полученного из свиного и костного сырья, ниже, а для говяжьего и бараньего жиросырья — более высокая. От температуры застывания жирных кислот зависит твердость получаемого мыла.

Кислотное число жира зависит от быстроты переработки сырья, условий его хранения до вытопки, а также от режима тепловой обработки.

Перекисное число зависит от свежести сырья, сроков и условий хранения вытопленного жира.

Органолептические и физико-химические показатели кормового и технического жиров приведены в табл. 60.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ

Сырьем для производства кормовых и технических продуктов являются органы, ткани, части туш скота и птицы, которые нельзя использовать при производстве пищевой и лечебной продукции. К такому сырью относятся:

ветеринарные конфискаты — органы, ткани, части туш и целые туши скота и птицы, признанные ветеринарно-санитарным надзором непригодными для пищевых и лечебных целей и допущенные к переработке на кормовые и технические продукты;

непищевые отходы — органы и ткани, имеющие невысокую пищевую ценность (трахея, калтык и др.) или не употребляемые в пищу (эмбрионы, матки и др.);

отходы, получаемые при переработке скота, птицы и выработке пищевой, лечебной и технической продукции.

Таблица 60

Показатель	Технический жир			Кормовой жир	
	I сорт	II сорт	III сорт	I сорт	II сорт
Цвет при температуре 15—20 °С	От матово-белого до желтого с различными оттенками светло-коричневого		Темно-коричневый	От желтоватого до светло-коричневого	От светло-коричневого до коричневого
Запах	Специфический		Специфический, не допускается запах бензина	Специфический, но не гнилостный	
Содержание, %					
влаги, не более	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5
несмыляемых веществ, не более	0,75	1,0	1,25	1,0	1,5
веществ, не растворимых в эфире, не более	0,5	1,0	1,25	0,5	1,0
Температура, °С, не более					
застывания жирных кислот	38	35	32	—	—
плавления жира	—	—	—	42	—
Кислотное число, мг КОН	10	25	Не нормируется	10	20
Перекисное число, % йода, не более	—	—	—	0,03	0,1

Для сырья, поступающего из колбасного, консервного, жирового отделений, холодильника и скотобазы, необходимо заключение отдела производственно-ветеринарного контроля о непригодности его на пищевые цели.

Запрещается использовать в качестве сырья для производства кормовых и технических продуктов ветеринарные конфискаты и трупы животных, полученные при убое и падеже скота и птицы, неблагополучных по заразным заболеваниям.

Трупы животных, павших от сибирской язвы, сапа, чумы крупного рогатого скота и других заразных болезней, можно перерабатывать в горизонтальных автоклавах, в которые помещают целую тушу со шкурой без расчленения. При отсутствии подобного оборудования такое сырье сжигают или уничтожают в биотермических ямах.

Сырье, направляемое на выработку кормовой и технической продукции, в зависимости от морфологического состава и назначения подразделяют на условные группы.

1. Мякотное и мясокостное сырье:

жировое сырье (с большим содержанием жира): жир-сырец, непригодный для пищевых целей; непищевая жировая обрезь от зачистки мяса, субпродуктов, шкур; свиные кудрявки, бараньи круга, говяжьи проходники, птичьи кишки;

жирсодержащее сырье (с относительно небольшим содержанием жира): забракованное мясо и внутренние органы животных; продукты убоя скота с невысокой пищевой ценностью; эмбрионы и половые органы, кишки (кроме перечисленных выше); отходы кишечных фабрикатов, шлям; шквара от переработки пищевого и технического жира-сырца; отходы от переработки птицы и кроликов; выйная связка, отходы от производства пепсина, инсулина и др.

2. Кровь цельная, фибрин, форменные элементы крови.

3. Костное сырье: кость от обвалки туш (сырья и вываренная) и голов (сырая), бараньи головы и ноги, костный полуфабрикат, костный остаток от механической дообвалки кости убойных животных, в том числе тощей баранины и козлятины на прессах; от обвалки птицы и ее частей.

4. Кератинсодержащее сырье: малоценное перо-подкрылок, отходы перопухового сырья.

При выработке некоторых видов кормовых продуктов в качестве сырья используют содержимое преджелудков крупного рогатого скота и овец, яичную скорлупу, отходы переработки пера и подкрылков, шкуры хряков, отходы контурирования шкур, жировую массу, извлекаемую из сточных вод. Количество жира и белковых веществ, извлекаемых из сточных вод мясоперерабатывающих предприятий, зависит от применяемых методов обработки. В составе жировой массы, собираемой из центральных жироловок, содержится 40—47% жира и до 10% белковых веществ и примесей. Белок, извлекаемый из сточных

вод, содержит весь комплекс незаменимых аминокислот и его можно использовать для кормовых целей.

Экспериментально в качестве белковой добавки в корм сельскохозяйственным животным применяют птичий помет после проведения термической обработки для уничтожения болезнетворных микроорганизмов и улучшения физико-химических свойств готового продукта. Питательная ценность сухого птичьего помета составляет 0,6—0,8 корм. ед.; его перевариваемость у овец 73%. В составе отдельных рационов, применяемых при откорме жвачных животных, количество сухого птичьего помета достигает 30—50%.

Сырье по мере его сбора или не реже двух раз в смену направляют на переработку в цех кормовых и технических продуктов. Сырье должно быть по возможности чистым, не содержать металлических предметов и других посторонних примесей; кишки и желудки должны быть предварительно освобождены от содержимого.

ТЕХНОЛОГИЯ

Технология сухих животных кормов, кормового и технического топленых жиров включает следующие основные операции: подготовку сырья, тепловую обработку, отделение и очистку жира (для жирсодержащего сырья), дробление и просеивание сухих кормов. Тепловую обработку сырья можно производить в одном аппарате (сухой способ) или стерилизацию в одном, а сушку — в другом.

Подготовка сырья

Основными операциями по подготовке сырья к тепловой обработке являются приемка, взвешивание, накопление, сортировка сырья (если она не сделана при сборе), измельчение и промывка, предварительное обезвоживание сырья, содержащего большое количество влаги (кровь, фибрин, шлям), путем нагрева, составление смесей сырья. Цель подготовительных операций — освободить сырье от примесей, ухудшающих качество готовой продукции, наиболее рационально использовать сырье с учетом его состава и свойств для получения максимального выхода продукции высокого качества, ускорить процесс тепловой обработки при минимальных затратах энергии.

Сбор, транспортирование и подготовку сырья необходимо производить как можно быстрее, чтобы уменьшить гнилостный распад белковых веществ и гидролиз жира, снижающие качество кормовой муки и жира.

Сбор и транспортирование. Сырье собирают в разных точках разделки туш цехов убоя скота и разделки туш, субпро-

дуктового, кишечного, жирового, колбасного, шкуроконсервировочного.

Доставка сырья в цех кормовых и технических продуктов связана с некоторыми трудностями, обусловленными разным размером частей (от отдельных органов до целых туш), неодинаковыми механическими свойствами (твердые, мягкие, жидкие). Сбор и доставка сырья должны проводиться таким образом, чтобы исключить возможность распространения инфекции. Для этих целей чаще всего используют напольные тележки и опрокидывающиеся подвесные ковши, спуски. При транспортировании мякотного сырья и крови на значительные расстояния по горизонтали (до 500 м) и вертикали по закрытым трубопроводам применяют автоматические передувочные баки РЗ-ФПГ. Неизмельченное и измельченное мякотное и мясокостное сырье, измельченную кость с помощью винтовых шнеков и скребковых транспортеров перемещают в горизонтальном и наклонном направлениях. Шестеренчатые и лопастные насосы используют для перекачивания крови, топленого кормового и технического жиров.

Для транспортирования конфискатов необходимо использовать отдельные спуски и закрытую тару. Подвижные транспортные средства перед возвращением к месту сбора сырья промывают горячей водой и стерилизуют острым паром в камерах, а при необходимости дезинфицируют. Тару и транспортные средства после доставки ветеринарных конфискатов и трупов животных обязательно дезинфицируют.

Прием. Мякотное сырье, доставленное в цех кормовых и технических продуктов передувкой, и кровь, перекаченную насосами, принимают в накопительные бункера. Такое сырье учитывают по объему, делая скидку в зависимости от вида сырья на свободно отделяющуюся влагу, добавляемую при передувке, в размере 30—45%. При доставке сырья в напольных тележках или подвесных ковшах массу определяют на весах.

Напольные бункера и бункера-дозаторы представляют собой емкости прямоугольной формы с трапециевидным дном, в котором размещаются два горизонтальных шнека, подающих сырье к разгрузочной горловине. Вертикальный шнек подпрессовывает сырье, поданное горизонтальными шнеками, и ускоряет выгрузку его из бункера. Передвижной бункер-дозатор перемещается по подвесному пути на ходовых каретках, приводимых в движение от индивидуального привода. Сырье дозируется в горизонтально-вакуумный котел с помощью весового устройства с циферблатом.

Разделка туш и обработка шерстного сырья. С забракованных ветеринарно-санитарной экспертизой туш животных, павших от заболеваний, которые не представляют опасности для рабочих, сначала снимают шкуру. При необходимости шкуру дезинфицируют в чане подкисленным раствором кремнефторида

натрия, затем нейтрализуют и направляют на консервирование. После отделения головы и удаления внутренних органов туши крупного рогатого скота и свиней распиливают на полутуши, разрубают на куски размером 350—700 мм и направляют на переработку или на силовые измельчители для более мелкого измельчения. Туши мелкого рогатого скота и выпоротков после съемки шкуры перерабатывают целиком.

Шерстное сырье (лапы, лобаши крупного и мелкого рогатого скота, куски свиных шкур, шкуры хряков, измельченные до размера 100×100 мм) шпарят в воде температурой 65—68 °С в течение 5—10 мин, а затем удаляют волос на центрифуге и направляют на переработку.

Сортировка. Непищевое сырье поступает на переработку обычно в рассортированном виде. При поступлении смешанного сырья его сортируют на жировое и жирсодержащее. При этом учитывают его морфологический состав, что позволяет применять дифференцированный для разных видов сырья режим тепловой обработки, обеспечивающий получение готовой продукции хорошего качества.

Сортировка смешанного сырья требует больших затрат физического труда и крайне неприятна при выполнении, поэтому целесообразнее сортировать сырье в местах его сбора и в таком виде транспортировать в цех кормовых и технических продуктов.

При переработке сырья в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием влажной шквары на центрифугах и на поточно-механизированных линиях «Сторк-Дьюк» и В2-ФЖЛ его не сортируют на жировое и жирсодержащее.

Измельчение и промывка сырья. Для удаления содержимого кишки, кишок их предварительно измельчают на резательных машинах (волчки и др.) с последующей промывкой водой в моечных барабанах. Для удаления свободной влаги из обводненного при промывке сырья его пропускают через перфорированный вращающийся барабан, в который не подается вода. Таким образом, можно уменьшить количество вводимой с сырьем воды и сократить продолжительность тепловой обработки (сушки). Измельчение мягкого и твердого сырья перед тепловой обработкой позволяет интенсифицировать тепломассообменные процессы, уменьшить расход пара и электроэнергии.

Для измельчения кости и мясокостных конфискатов применяют силовые измельчители Ж9-ФИС, К7-ФИ-2С, мякотного и мясокостного сырья — силовой измельчитель К7-ФКЕ-1 и волчок-дробилку В2-ФДБ. Мягкое и твердое сырье из загрузочного бункера поступает на вращающиеся ножи и при прохождении их в зазорах, образованных неподвижными ножами, измельчается. Зазор между режущими кромками подвижных и неподвижных ножей составляет 3—5 мм. Частота вращения ноже-

вого вала 0,7—0,8 $с^{-1}$, размер кусков после измельчения до 40—50 мм.

Тепловая обработка сырья. Для уничтожения патогенных микроорганизмов, разрушения первоначальной структуры сырья и обезвоживания с целью получения сухого кормового продукта и технического или кормового жиров конфискованное сырье и непищевые отходы нагревают сухим или мокрым способом.

Исходное сырье, особенно конфискованные внутренние органы животных, обсеменено сальмонеллами, условно-патогенными бактериями, термоустойчивыми микробами и спорообразующими бактериями. Общая микробная обсемененность сырья достигает $8{,}6 \cdot 10^{11}$ микробных клеток в 1 г. Микроорганизмы и споры отмирают при нагревании до различных температур в течение определенного времени. Споры сибирской язвы термоустойчивы и разрушаются при 110 °С в течение 10 мин, а при сухом нагреве — лишь при 140 °С через 3—4 ч.

Термоустойчивость микроорганизмов зависит от pH среды, содержания жира в сырье и других факторов. Жир способен образовывать на поверхности спор жировые пленки, изолирующие их от влаги окружающей среды. В этом случае действие тепла на споры приближается к условиям сухого нагрева, при котором выживаемость спор значительно возрастает. Так, при добавлении к сырью 20% жира выживаемость спор в процессе нагрева при температуре 120 °С в течение 30 мин увеличивается почти в 10 раз. Поэтому для радикального уничтожения патогенной микрофлоры и спор при переработке технического сырья применяют нагрев в течение 15—30 мин при температуре от 110 до 132 °С. Вместе с тем некоторые виды сырья, направляемые на производство кормовых и технических продуктов (кость сырая, кость-паренка, перопуховое сырье и др.), обладают достаточно высокими прочностными свойствами. Для разрушения первоначальной структуры соединительной ткани такого сырья, кроме предварительного механического разрушения (дробление кости), необходим достаточно жесткий и продолжительный нагрев. Обработанное таким образом сырье разрушается на дробилках и после просеивания представляет кормовую муку.

Конфискаты и непищевые отходы подразделяют на отдельные группы.

1. Сырье (кровь, фибрин, форменные элементы), благополучное в санитарном отношении. Для обеззараживания такого сырья нет необходимости в жестком и продолжительном нагреве. Тепловая обработка при температурах до 100 °С приводит в зависимости от продолжительности нагрева к отмиранию части микроорганизмов. В результате коагуляции белков отделяется значительное количество влаги. Такое сырье можно перерабатывать в кормовые продукты при температуре ниже 100 °С. В связи с тем что при переработке крови добавляется кость (5%), температура обработки повышается до 118—122 °С.

2. Сырье, имеющее достаточно прочную структуру. К нему относится сырая или частично обезжиренная кость, мясокостные отруба, перопуховое сырье. Тепловая обработка проводится с целью разрушения структуры такого сырья путем использования высокотемпературного (120—127 °С и даже 143 °С) продолжительного нагрева, при котором происходит и его обезвреживание.

3. Сырье, относительно легко развариваемое, но подозрительное по содержанию болезнетворных спор. К такому сырью относятся внутренние органы (печень, селезенка и др.), выпоротки, ветеринарные конфискаты. Это сырье обезвреживают при температурах 118—122 °С. Сырье, пораженное спорогенными микробами остроинфекционных заболеваний, необходимо перерабатывать только в установках, позволяющих загружать целые туши без разделки, при температуре 145—150 °С.

Применяемые режимы тепловой обработки должны обеспечить надлежащее обезвреживание, разварку и обезвоживание сырья при наименьших затратах энергии. По мере повышения температуры и продолжительности нагрева возрастает эффективность воздействия тепла на микрофлору и сырье. При высокой температуре (особенно выше 100 °С) и значительной продолжительности тепловой обработки увеличиваются скорость и глубина химических изменений составных частей сырья. Чрезмерно высокие температуры и большая продолжительность их воздействия вызывают термический (пирогенный) распад белковых веществ. Образующиеся при этом продукты придают жиру и муке более темную окраску и неприятный пригорелый запах, снижают качество готовых продуктов.

Эти изменения увеличиваются по мере удаления влаги из шквары, когда белковые вещества, находясь в соприкосновении с жиром, подвергаются сухому нагреву. Такие процессы особенно характерны при обработке сырья в тепловом аппарате линий «Сторк-Дьюк» и В2-ФЖЛ, в котором сырье нагревается и обезвоживается в среде расплавленного жира при температуре 130—150 °С.

Чтобы уменьшить нежелательные изменения жира и муки, тепловая обработка сырья должна проводиться при возможно более мягком режиме, который обеспечивает прогрев и выдержку при температуре, гарантирующей обезвреживание и разварку. Предварительное обезвоживание сырья и сушка разваренной массы обычно проводятся при разрежении и температуре ниже 100 °С.

Коагуляция крови, фибрина и шляма. Кровь и фибрин содержат до 80% воды. Удаление воды выпариванием или сушкой требует затраты значительного количества тепла. Экономически выгоднее провести частичное удаление влаги путем предварительной тепловой обработки. При нагреве крови и ее фракций до температуры 80 °С происходит коагуляция белков, в резуль-

тате которой они теряют часть влаги и выпадают в осадок. Температуру при коагуляции в чанах доводят до 90—95 °С. При этом погибает значительная часть микроорганизмов. Жидкость, отстоявшуюся после коагуляции, сливают через спускную трубу, а коагулят передувают по трубопроводу и используют для производства кровяной или кормовой муки других видов.

В коагулятор непрерывного действия шнекового типа цельная кровь со сгустками подается самотеком, нагревается при встрече током острого пара до температуры 90—95 °С в течение 15 с. При вращении шнека внутри закрытого желоба коагулят подпрессовывается, вследствие чего отжимается часть жидкости. Производительность коагулятора по цельной крови составляет около 120 кг/ч. Коагулятор инжекторного типа фирмы «Альфа-Лаваль» имеет смеситель, внутри которого установлены паровая форсунка и жалюзная камера. Кровь, поступающая в смеситель, разбивается паром на тонкие струйки, быстро нагревается и коагулирует. С помощью дросселя, установленного в коагуляторе, можно регулировать степень смешивания крови с паром и пропускную способность установки. Содержание влаги в коагуляте при использовании острого пара составляет 86—87,5%, выход — около 80%.

При использовании для обезвоживания коагулята отстойных центрифуг получены лучшие результаты. Непрерывнодействующая отстойная шнековая центрифуга ОГШ-321-К5 имеет производительность до 2000 кг/ч коагулята.

Шлям нагревают острым паром до 85—90 °С в открытых емкостях. Отделившуюся при коагуляции воду сливают, а коагулят выгружают в тележки и направляют на производство кормовой муки в горизонтальных вакуумных котлах совместно с другими видами сырья.

Производство кормовых и технических продуктов в горизонтальных вакуумных котлах

Сырье из приемных бункеров, трубопроводов, напольных или подвесных транспортных средств направляют на предварительную обработку, дозирование и загрузку в горизонтальные вакуумные котлы (рис. 137).

Загрузку производят в соответствии с рецептурами для разных видов кормовой муки и нормами загрузки котла. В каждой рецептуре предусматривается добавление к мягкому сырью определенного количества измельченной кости, которая предотвращает образование на стенках котла корки, ухудшающей теплопередачу. Наличие кости улучшает структуру разваренной массы, облегчая стекание жира в отцеживателе и выделение жира при прессовании. Глютин, образующийся при варке коллагенсодержащего сырья, способствует эмульгированию жира, а при сушке увеличивает вязкость и склеивает частицы, поэтому в со-

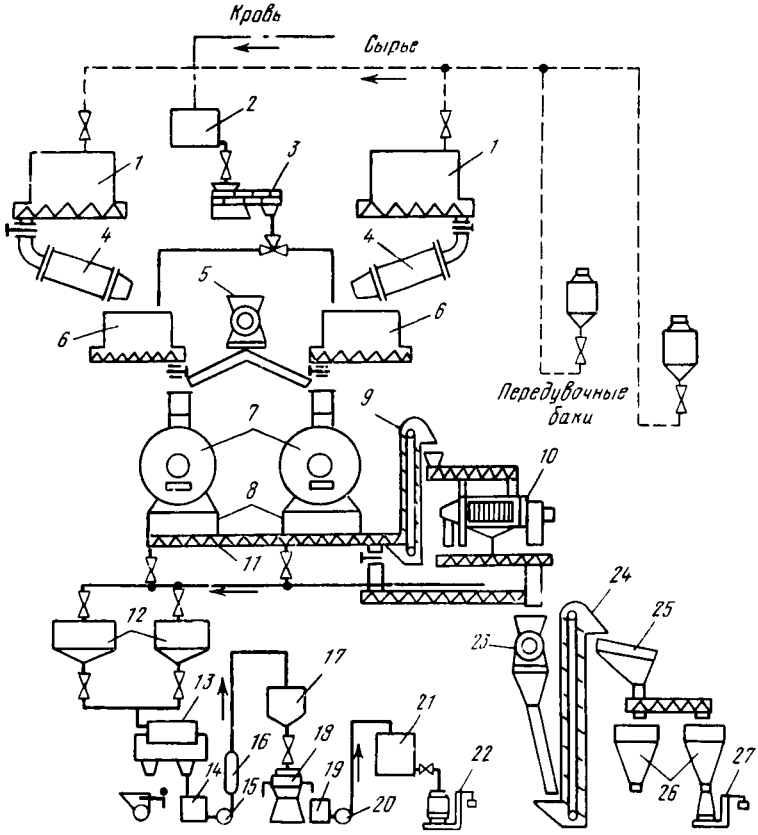


Рис. 137. Схема переработки непищевого сырья в горизонтальных вакуумных котлах:

1 — прием мягкого сырья в сборник; *2* — прием крови в бак; *3* — коагуляция крови в коагуляторе; *4* — промывка сырья в моечном барабане; *5* — измельчение кости на костедробилке, *6* — дозирование сырья в бункере; *7* — тепловая обработка сырья в горизонтальных вакуумных котлах; *8* — отделение жира от шквары в отцеживателях; *9* — подача шквары норией; *10* — прессование шквары на прессе; *11* — транспортирование шквары шнеком; *12* — прием жира в отстойники; *13* — отделение жира от белковых веществ на центрифуге; *14* — прием жира в емкость; *15, 20* — перекачка жира насосами; *16* — нагрев жира в подогревателе; *17* — прием жира в напорный бак; *18* — очистка жира на сепараторе; *19* — прием жира в промежуточный бачок; *21* — накопление жира в сборник; *22* — слив жира в бочки и взвешивание; *23* — измельчение шквары на дробилке; *24* — транспортирование муки норией; *25* — просеивание муки на сите; *26* — сбор муки в бункере; *27* — упаковывание и взвешивание муки

ставе загружаемого сырья не должно быть более 10% клейдающего сырья.

Тепловую обработку сырья сухим способом (без контакта с водой или острым паром) проводят в одну, две или три фазы, в зависимости от особенностей сырья:

в одну фазу под разрежением — при температуре ниже 100° (коагулированная кровь);

в две фазы — последовательно под давлением, а затем под

разрежением при необходимости стерилизации или разварки сырья, содержащего немного влаги;

в три фазы — последовательно под разрежением, давлением и снова под разрежением для сырья, содержащего много влаги, жира, требующего стерилизации и разварки.

Режимы обработки различных видов сырья приведены в табл. 61.

При значительном содержании в сырье жира и влаги предварительное обезвоживание его в первой фазе уменьшает возможность образования клеевого бульона, который затрудняет сушку шквары и способствует эмульгированию жира.

Разварка сырья во второй фазе происходит при избыточном давлении в котле, создаваемом парами воды, испаряющейся из сырья при нагреве. Избыточное давление в котле обеспечивает возможность проведения тепловой обработки при температурах выше 100 °С, что ускоряет разварку и обезвреживание сырья от патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Установлено, что для обезвреживания непищевого сырья в горизонтальных вакуумных котлах достаточен нагрев при температуре 120 °С в течение 30 мин. В третьей фазе шквару сушат до содержания влаги 8—10%. Создаваемое внутри котла разрежение обеспечивает интенсивное удаление влаги и сокращает продолжительность сушки. Поддержание сравнительно невысокой температуры (80 °С) процесса благоприятно влияет на сохранение качества жира и шквары. Окончание сушки шквары в горизонтальных вакуумных котлах определяют по показаниям термометра, так как температура продукта может характеризовать его влажность при постоянном давлении.

Распространенным методом определения содержания влаги шквары является измерение электрического сопротивления, которое зависит от содержания влаги. На этом принципе основана работа прибора КСШ-3, предназначенного для автоматического определения конца сушки шквары.

Непищевое сырье содержит значительное количество воды, большая часть которой (до 60%) удаляется при сушке в горизонтальных вакуумных котлах. Образующиеся при этом соковые пары уносят в конденсаторы некоторое количество тепла. Разработана схема установки, в которой соковые пары через циклон направляются через два последовательно установленных теплообменника. Вода, нагреваемая в них за счет тепла соковых паров, поступает в бак и используется на предприятии. Газы, несконденсировавшиеся в теплообменнике, направляются с помощью вентилятора на сжигание.

Вытопленный при переработке мягкого сырья жир сливают через 30—40 мин после начала сушки разваренной массы, а при переработке кости — после окончания разварки и стерилизации.

Таблица 61

Операция	Параметр	Мякотное сырье с костью или костным остатком	Кровь коагулированная с костью	Кость сырая	Перопуховое сырье		Кость-паренка, костный полуфабрикат влажный	Яичная скорлупа
					подкрылок	отходы		
Предварительная подготовка								
Подогрев котла и загрузка сырья	Продолжительность, ч-мин	0—15	0—30	0—30	0—30...1—00	0—20...0—35	0—15	0—30
Вторая фаза								
Разварка и стерилизация сырья (гидролиз перо-пухового сырья)	Давление пара в котле, МПа	0,09—0,12	0,09—0,12	0,1—0,15	0,25—0,3	0,25—0,28	0,1—0,15	0,1—0,15
	Температура в котле, °С	118—122	118—122	120—127	138—143	138—141	120—127	120—127
	Продолжительность стерилизации, ч-мин	0,45	0—30	2÷2—30	3÷3—30	2÷2—30	0—30	0—30
Третья фаза								
Сушка шквары, слив жира, введение антиокислителей	Разряжение в котле, кПа	53—66	53—66	53—66	53—66	53—66	33—39	33—39
	Температура в котле, °С	72—80	72—80	72—80	72—80	72—80	85—90	85—90

Продолжительность сушки (в ч-мин) при частоте вращения мешалки, мин$^{-1}$							
25	4÷4—30	4÷4—20	2÷2—30	3—30÷4	3—30÷4	0—50÷1—10	1÷1—30
45	3÷3—30	2—40÷3	1÷1—30	3÷3—30	3÷3—30	0—40÷1	0—40÷1—10
Общая продолжительность процесса (в ч-мин) при частоте вращения мешалки, мин$^{-1}$							
25	5—20÷5—50	5—20÷5—40	4—50÷5—50	7—30÷9	6—20÷7—35	1—55÷2—15	2—20÷2—50
42	4—20÷4—50	4—00÷4—20	3—50÷4—50	7—00÷8—30	5—50÷7—05	1—45÷2—05	2—00÷2—30

Примечание. Первую фазу термической обработки производят по режиму: разрежение в котле 18—26 кПа, температура 92—94 °С, продолжительность 1 ч 30 мин.

Высушенную шквару и оставшийся жир выгружают через открытую дверцу котла при обратном вращении мешалки в отцеживатели различной конструкции. В обогреваемых глухим паром отцеживателях при температуре 70—80 °С со шквары стекает жир в течение 2—3 ч. Шквара после стекания жира содержит 25—45% жира и до 8% влаги.

Обезжиривание шквары прессованием. В высушенной шкваре жир удерживается в порах шквары силами адсорбции, капиллярности и механически. Наиболее прочно связан со шкварой адсорбированный жир и жир, находящийся в микрокапиллярах шквары. Давление, создаваемое в шнековых прессах (до $392 \cdot 10^5$ Па), обеспечивает выделение жира из пор и микрокапилляров, но недостаточно для преодоления сил адсорбции и капиллярных сил. Таким образом, прессование не обеспечивает полного обезжиривания шквары.

Количество удаляемого из шквары жира можно увеличить, уменьшая долю наиболее прочносвязанного жира. Это достигается при использовании свойства шквары и избирательной адсорбции, в силу которой вода вытесняет значительное количество прочносвязанного жира.

Повышение начального содержания влаги шквары до некоторого оптимального значения приводит к увеличению количества отделяемого при прессовании жира. При дальнейшем росте содержания влаги изменение пластических свойств шквары приводит к закупорке каналов, вследствие чего не происходит максимального обезжиривания.

При выделении жира прессованием оптимальное содержание влаги в говяжьей шкваре составляет 9—10%, в свиной — 6—7%. При более высокой влажности (более 10%) пластичность шквары возрастает настолько, что шквара выдавливается через щели зеерного цилиндра в виде мазеобразной массы. При низкой влажности (менее 4%) шквара рассыпается и выходит через щели зеерного цилиндра вместе с жиром в виде фузы.

На степень обезжиривания влияет и температура шквары. Повышение температуры уменьшает вязкость жира, повышает скорость его истечения из шквары. Повышение температуры выше определенного уровня приводит к увеличению доли прочносвязанного жира. С учетом повышения температуры шквары в результате трения о стенки зеера в шнековых прессах нагревать ее перед прессованием следует до 70—80 °С.

Давление, создаваемое напором плоскостей вращающегося шнека и противодействием шквары, достигает $392 \cdot 10^5$ Па. Размер отверстия диафрагмы пресса регулируется в зависимости от состава, влажности и температуры шквары в пределах 8—12 мм.

Содержание жира в отпрессованной шкваре составляет 8—11% при содержании влаги 10%.

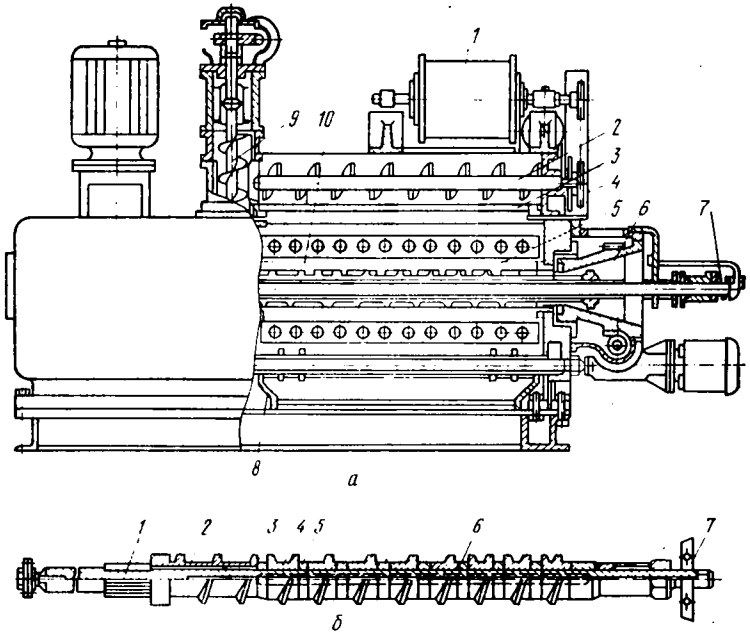


Рис. 138. Пресс Е8-ФОБ:

а — продольный разрез: *1* — магнитный сепаратор; *2* — питатель; *3* — паровая рубашка; *4* — шнек-питатель; *5* — планка-нож; *6* — механизм с подвижным конусом; *7* — трубопровод; *8* — поддон; *9* — подпрессовыватель; *10* — зеерный цилиндр; *б* — шнековый вал: *1* — вал; *2* — подающий шнек; *3* — переходные кольца; *4* — прессующие шнеки; *5* — кольца; *6* — разгрузочные шнеки; *7* — нож для дробления

Для обезжиривания мясокостной шквары на предприятиях мясной промышленности применяют шнековые прессы Б6-ФОА производительностью 800 кг/ч прессованной шквары и Е8-ФОБ производительностью 300 кг/ч (рис. 138).

Обезжиривание влажной шквары на центрифуге. При производстве мясокостной муки в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием влажной шквары на центрифуге перед загрузкой в котел сырье не сортируют на жирсодержащее и жировое.

Схема процесса производства представлена на рис. 139. После разварки и стерилизации сырья проводят частичное обезвоживание массы под разрежением 53—66 кПа в котле до содержания влаги 35—40%. Подсушенную необезжиренную шквару выгружают из котлов и с помощью шнеков подают в накопитель, расположенный над центрифугами ФПН-1001У-3. Работающие попеременно центрифуги обеспечивают обезжиривание шквары, которая затем подается скребковым транспортером и распределительным шнеком в накопительные бункера.

Недостатком этого способа переработки сырья является дополнительный расход тепла на нагревание шквары.

Параметры тепловой обработки сырья в горизонтальном вакуумном котле, обезжиривания влажной шквары на центрифуге и окончательной сушки приведены ниже.

Разварка и стерилизация

Давление пара в котле, МПа	0,09—0,12
Температура в котле, °С	118—122
Продолжительность, ч-мин	0—45

Предварительная частичная сушка шквары

Разрежение в котле, кПа	53—66
Температура в котле, °С	72—80
Продолжительность (в ч — мин) при частоте вращения мешалки, $с^{-1}$	
0,42	2—30
0,7	2

Обезжиривание влажной шквары на центрифуге ФПН-1001У-3

Температура загружаемой шквары, °С, не ниже	70
Масса единовременной загрузки, кг	До 320
Продолжительность, ч — мин	0,07—0,10

Окончательная сушка шквары в горизонтальном вакуумном котле

Разрежение в котле, кПа	53—66
Продолжительность (в ч — мин) при частоте вращения мешалки, $с^{-1}$	
0,42	1—30÷1—45
0,7	1÷1—15
Общая продолжительность обработки (в ч — мин) при частоте вращения мешалки, $с^{-1}$	
0,42	—47÷6—05
0,7	—41÷5—05

Степень обезжиривания шквары на центрифугах отстойного типа зависит от содержания влаги, состава шквары (исходное содержание жира, кости и мягких клейдающих веществ) и температуры.

При влажности шквары менее 15% остаточное содержание жира после центрифугирования составляет 17—25%. Наиболее полное обезжиривание шквары происходит при влажности 35—40%.

Степень обезжиривания шквары зависит от ее температуры. При температуре 60 °С и влажности шквары 35—40% получается мясокостная мука I сорта, удовлетворяющая требованиям стандарта (содержание жира не менее 11%). При более высокой температуре (до 90 °С) такую муку можно получить при начальной влажности шквары 28—45%.

Схема отстойной центрифуги для обезжиривания шквары представлена на рис. 140. Разваренная и частично обезвоженная в горизонтальном вакуумном котле масса по лотку загру-

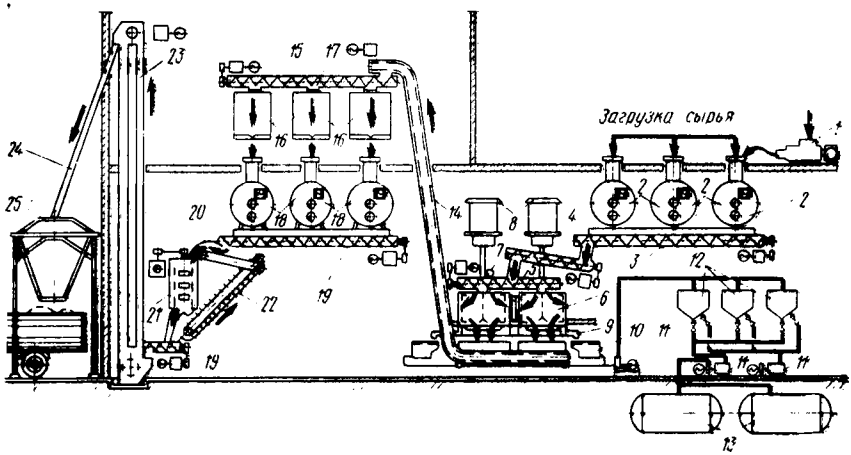


Рис. 139. Схема производства мясокостной муки в горизонтальном вакуумном котле с обезжириванием шквары на центрифуге:

1 — силовой измельчитель; *2, 18* — горизонтальные вакуумные котлы; *3* — шнековый приемник; *4* — наклонные шнеки; *5* — накопитель; *6* — центрифуга; *7* — ограничитель уровня; *8* — электродвигатель; *9* — лотки; *10* — приемник; *11* — насосы; *12* — отстойники; *13* — цистерны; *14, 22* — скребковые транспортеры; *15* — распределительный шнек; *16* — накопительные бункера; *17* — шиберы; *19* — шнековые транспортеры; *20* — ленточный транспортер; *21* — дробильно-просеивающий агрегат; *23* — нория; *24* — спуск; *25* — бункер для муки

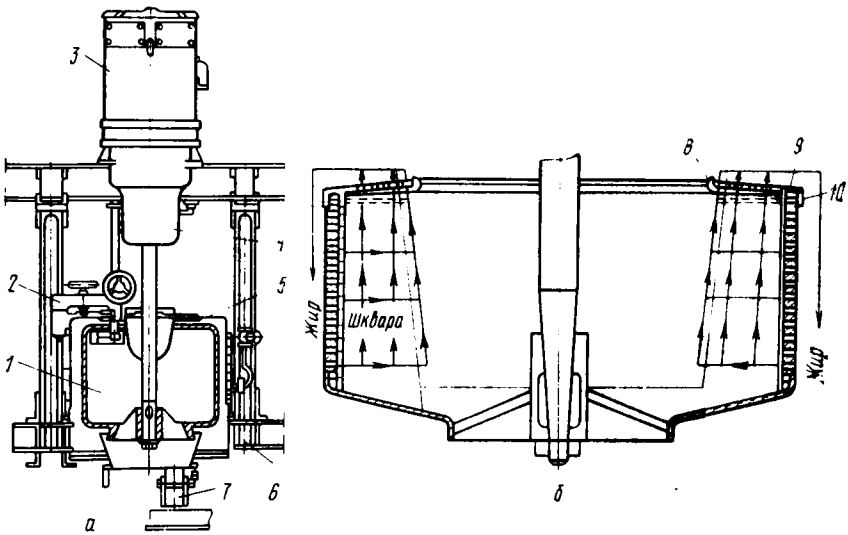


Рис. 140. Центрифуга для обезжиривания шквары ФПН-1001У-3:

а — продольный разрез: *1* — ротор; *2* — механизм среза осадка; *3* — электродвигатель; *4* — тормоз; *5* — кожух; *6* — опорная стойка; *7* — сегрегатор; *б* — схема выделения жира из шквары при центрифугировании: *8* — крючки; *9* — фильтрующая сетка; *10* — кольцевой выступ

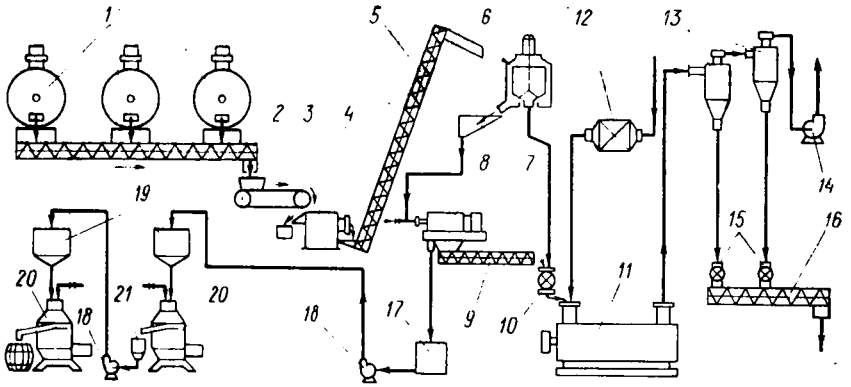
жается во вращающийся ротор с частотой вращения 4,16 $с^{-1}$. Частоту вращения ротора после загрузки доводят до рабочей (24,16 $с^{-1}$) и обезжиривают шквару в течение 7—10 мин. Обезжиренная шквара, срезанная ножом, осыпается на транспортирующее устройство под центрифугой и направляется на сушку в горизонтальные вакуумные котлы. Максимальная загрузка ротора 320 кг, длительность цикла обработки 10—12 мин.

При вращении ротора шквара прижимается к стенке центробежной силой. При этом жир вытесняется к центру и частично вверх, проходит через фильтрующую ткань, стекает в лоток и собирается в приемник. Получаемый кормовой и технический жир имеют высокое качество.

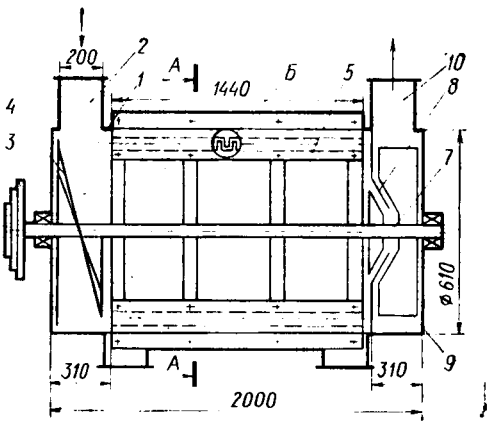
Для интенсификации процесса сушки обезжиренной на центрифуге шквары предложен способ обработки ее в дробильно-сушильном аппарате при высокой температуре теплоносителя. Шквару обрабатывают на непрерывнодействующих установках РЗ-ФДУ и Я5-ФДБ. Используют также установку АВМ-0,65, применяемую при производстве травяной муки. При одновременном измельчении и обезвоживании предварительно подсушенной обезжиренной шквары значительно увеличиваются линейные размеры и поверхность пор. С уменьшением размера частиц при измельчении увеличивается их общая поверхность. Все это способствует массообмену между материалом и сушильным агентом.

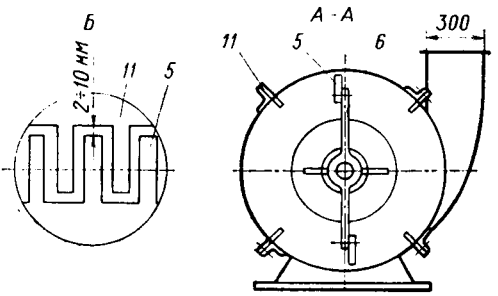
При переработке непищевого сырья с использованием установок РЗ-ФДУ и Я5-ФДБ разварка и предварительное обезвоживание сырья до содержания влаги 35—45% производятся в горизонтальных вакуумных котлах. Подготовленная масса поступает для обезжиривания в центрифуги, затем направляется в бункер-накопитель, куда подается кость-паренка, коагулят крови и другое сырье. Смесь сырья из бункера-накопителя проходит через электромагнитный сепаратор для удаления металлопримесей и с помощью питателя поступает в дробильно-сушильный аппарат установки. Шквара измельчается быстровращающимися ножами ротора рабочей камеры. Из теплогенератора в камеру подается горячий воздух, который захватывает высушенные частицы и за счет разрежения, создаваемого вентилятором, выносит их в сепаратор. Мелкие частицы увлекаются потоком теплоносителя и попадают в циклон. Более крупные частицы (размером свыше 3 мм) осаждаются в нижней части сепаратора и через бункер-питатель возвращаются в дробильно-сушильный аппарат. Температура теплоносителя на входе в сушильную камеру 300—400 °С, на выходе — 80—120 °С. Продолжительность сушки 10—20 с. Влажность кормовой муки на выходе из установки составляет 7—9%.

Переработка технического сырья с двухстадийной сушкой при использовании дробильно-сушильного аппарата осуществляется по схеме, представленной на рис. 141, *а*. Разварка и



а





б

Рис. 141. Схема переработки непищевого сырья с использованием дробильно-сушильного аппарата:

а — общий вид: *1* — вакуумные котлы; *2, 5, 9, 16* — шнековый транспортер; *3* — ленточный транспортер с металлоулавливателем; *4* — дробилка В2-ФДБ; *6* — центрифуга ФПН-1001У-3; *7* — приемный лоток; *8* — центрифуга ОГШ-321-К5; *10* — питатель-дозатор; *11* — дробильно-сушильный аппарат; *12* — калорифер; *13* — циклон; *14* — вентилятор; *15* — шлюзовой затвор; *17, 21* — приемная емкость; *18* — насос; *19* — напорный бак; *20* — сепаратор РТОМ-4,6; *б* — схема дробильно-сушильного аппарата: *1* — корпус; *2* — загрузочный патрубок; *3* — ступенчатый шкив; *4* — шнек для подачи продукта в зону измельчения; *5* — измельчающие лопатки ротора; *6* — радиальные держатели лопаток; *7* — рефлектор-отражатель для возврата крупных частиц в зону измельчения; *8* — отверстие для выгрузки шквары; *9* — лопастной разгружатель; *10* — вертикальный разгрузочный патрубок; *11* — неподвижные измельчительные ножи

стерилизация сырья для мясокостной муки проводятся по режимам, установленным при переработке сырья в горизонтальных вакуумных котлах с промежуточным обезжириванием шквары на центрифугах. Разваренная масса измельчается на дробилке В2-ФДБ и шнеком подается для обезжиривания на центрифугу ФПН-1001У-3. Выделенный жир поступает для очистки на центрифугу ОГШ-321-К5 и далее из приемной емкости насосом подается для окончательной очистки на сепараторы РТОМ-4,6.

Обезжиренная масса из центрифуг подается через питатель-дозатор в дробильно-сушильный аппарат (рис. 141, *б*), где масса дробится быстровращающимися лопатками-билами ротора. Величина зазора между подвижными билами и неподвижными ножами, укрепленными на корпусе измельчителя, регулируется, что позволяет изменять степень измельчения и скорость обезвоживания частиц. Сушильный агент с температурой около 300 °С нагнетается в аппарат, нагревает и обезвоживает раздробленные частицы, уносит их в циклон для разделения. Производительность линии 360 кг/ч кормовой муки.

Для ускорения процесса обезвоживания разваренного в горизонтальных вакуумных котлах мясокостного сырья применяют также агрегат АВМ-0,65. Предварительная обработка сырья аналогична производству кормовой муки на установках Р3-ФДУ и Я5-ФДБ. Смесь обезжиренной шквары и других компонентов сырья направляется для сушки в непрерывнодействующий агрегат АВМ-0,65. Теплоноситель температурой 200—420 °С, нагретый при сжигании в камере распыленного форсунками жидкого топлива, нагнетается в сушильный барабан, в котором в течение 30—40 мин сырье высушивается. Сырье, перемещающееся в барабане по трем концентрическим цилиндрическим поверхностям, нагревается поступающим теплоносителем и после обезвоживания транспортируется в циклон. Высушенная масса, осевшая в циклоне, через шлюзовой затвор-дозатор подается в дробилку и после измельчения уносится потоком воздуха в циклон. Из циклона кормовая мука поступает в мешки или направляется в накопительные емкости.

Производство кормовых и технических продуктов на непрерывнодействующих линиях

Продолжительность обработки сырья в горизонтальных вакуумных котлах составляет 4—6 ч, а весь технологический цикл почти вдвое длительнее. При накоплении сырья происходят нежелательные изменения его составных частей (прежде всего белков и жиров), которые ухудшают качество получаемых готовых продуктов. Выделяющиеся дурнопахнущие газы загрязняют окружающую среду, ухудшают условия труда.

Разработаны конструкции установок непрерывного действия, снабженные системой автоматического управления и регулиро-

вания режимами процессов. Сокращение времени теплового воздействия на сырье в непрерывнодействующих установках положительно влияет на качество, увеличивает выход готовых продуктов, снижает трудовые и энергетические затраты.

На мясоперерабатывающих предприятиях при переработке непищевого сырья применяют непрерывнодействующие линии К7-ФКЕ, фирмы «Сторк-Дьюк», В2-ФЖЛ и др. Эти установки различаются как способом тепловой обработки сырья, так и применяемым температурным режимом.

Технологический процесс производства сухих животных кормов на линии К7-ФКЕ (рис. 142) заключается в следующем. Смесь мягкого (70%) и костного (30%) сырья дробится на силовом измельчителе на куски размером до 50 мм и подается скребковым транспортером в шнековый обезвоживатель на варку. Нагревание сырья в тонком слое (50 мм) осуществляется паром, поступающим в рубашку и шнековый вал аппарата. При перемещении сырья шнеком оно прогревается в течение 20 мин до 90 °С, вследствие чего из него выделяется вода в виде бульона (до 20%) и сокового пара (до 25%), а также до 3% жира. Вода и жир непрерывно отводятся в жироловку, сковый пар отсасывается вентилятором в конденсатор. Сваренное сырье после измельчения на молотковой дробилке до размера частиц не более 25 мм с помощью обогреваемого элеватора подается в трехсекционную сушилку. При нагреве глухим паром, как и в шнековом обезвоживателе, из сырья выделяется сковый пар и оно обезвоживается. Продолжительность сушки составляет 40—45 мин. Влажность продукта на выходе из третьей секции снижается до 9—10%, температура достигает 100—105 °С. При этом продукт обеззараживается. Высушенный продукт подается элеватором в шнековый охладитель, где охлаждается холодной водой, циркулирующей в рубашке, поступает на молотковую дробилку и просеивается через сито с отверстиями диаметром 3 мм. Из него удаляют металлические примеси на магнитном сепараторе, упаковывают в мешки или направляют в бункера на бестарное хранение.

Линия фирмы «Сторк-Дьюк» непрерывного действия предназначена для переработки непищевых отходов от скота и птицы, содержащих от 20 до 50% сырой кости (рис. 143). Установка работает следующим образом. Перерабатываемое сырье поступает в приемный бункер, оборудованный тремя транспортными шнеками, расположенными в основании, которые перемещают сырье к подающему шнеку. Одновременно с этим смешиваются различные партии сырья для получения более однородного по составу готового продукта. Наклонный подающий шнек направляет сырье в дробилку, оборудованную системой подвижных, укрепленных на вращающемся роторе, и неподвижных ножей, которые измельчают сырье до кашицеобразной массы. Перед поступлением сырья в дробилку установлен электромаг-

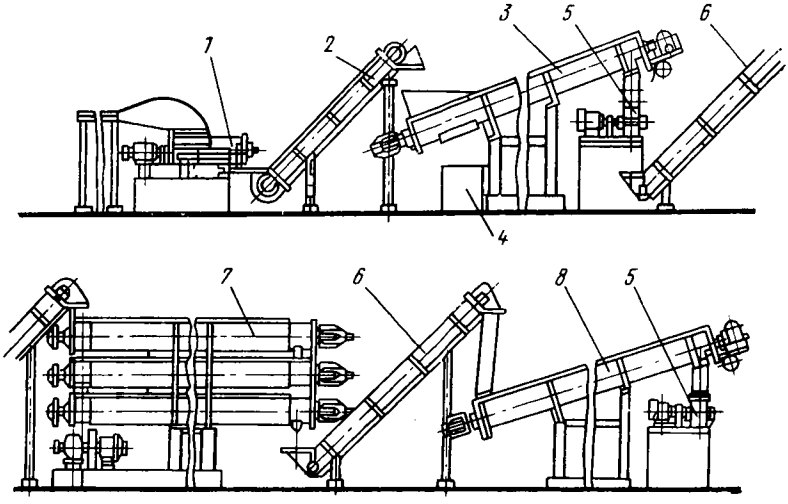


Рис. 142. Линия К7-ФКЕ:

1 — измельчитель; *2* — элеватор; *3* — обезвоживатель; *4* — жироловка; *5* — дробилки; *6* — обогреваемые элеваторы; *7* — сушильный агрегат; *8* — охладитель

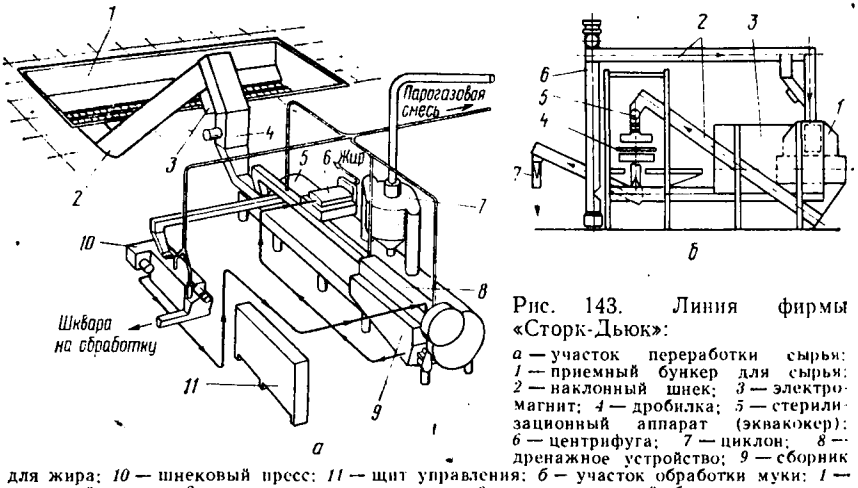


Рис. 143. Линия фирмы «Сторк-Дьюк»:

а — участок переработки сырья: *1* — приемный бункер для сырья; *2* — наклонный шнек; *3* — электромагнит; *4* — дробилка; *5* — стерилизационный аппарат (эквакокер); *6* — центрифуга; *7* — циклон; *8* — дренажное устройство; *9* — сборник для жира; *10* — шнековый пресс; *11* — щит управления; *б* — участок обработки муки: *1* — шнековый пресс; *2* — шнековые транспортеры; *3* — промежуточный бункер-охладитель; *4* — вибросито; *5* — дробилка; *6* — цепной ковшовый элеватор; *7* — разгрузочный бункер

нит для удаления металлических предметов. Измельченное сырье через промежуточный накопительный бункер подается обогреваемым шнеком в стерилизационный аппарат (эквакокер). Это горизонтальный цилиндрический котел с паровой рубашкой. Внутри него установлена горизонтальная мешалка с вертикальными лопатками и трубами, укрепленными на двух полых перегородках. Перед началом работы котел заполняется

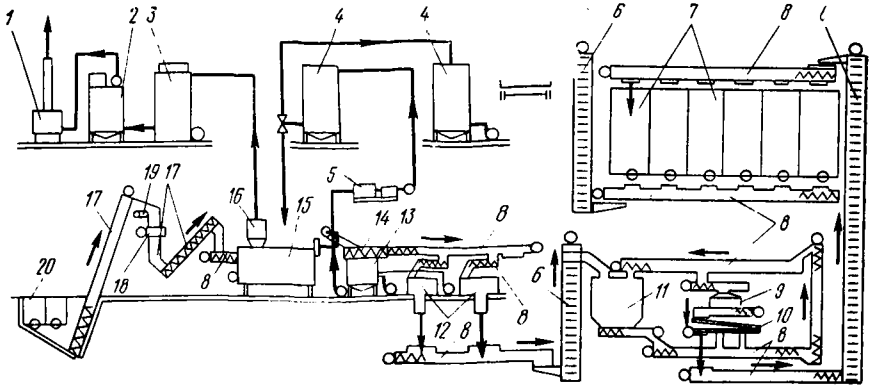


Рис. 144. Линия производства сухих животных кормов В-2-ФЖЛ:

1 — термокаталитический реактор для газов; *2* — скруббер для очистки газов; *3* — конденсатор; *4* — баки для хранения жира; *5* — центрифуга ОГШ-502-К-4; *6* — нории для подачи шквары и муки; *7* — бункера бестарного хранения муки; *8* — горизонтальные шнеки для перемещения сырья, шквары, муки; *9* — дробилка для шквары; *10* — вибросито; *11* — бункер для шквары; *12* — пресс для обезжиривания шквары; *13* — отстойник; *14* — дренажное устройство; *15* — стерилизационный аппарат; *16* — циклон для отделения частиц, уносимых паром; *17* — наклонные шнеки для подачи сырья; *18* — силовой измельчитель; *19* — электромагнит; *20* — бункер для сырья

расплавленным жиром, который выполняет роль жидкой теплопередающей среды, обеспечивающей равномерный и быстрый нагрев и обезвоживание сырья. Продолжительность начального нагрева сырья 21—33 мин. Перемешивание сырья мешалкой, вал которой обогревается паром, интенсифицирует тепломассообменные процессы в аппарате, способствует перемещению сырья через отверстия перегородок из одной зоны в другую. Образовавшиеся при нагреве сырья пары и увлекаемые ими твердые и жировые частицы проходят через циклон, расположенный над эквакокером. Отделенные частицы попадают обратно в аппарат, а пары направляются в охлаждающе-промывную башню.

В торцевой стенке эквакокера имеется смотровое стекло, позволяющее наблюдать за уровнем наполнения аппарата. Установленный в концевой части эквакокера лопастный регулятор, напоминающий колесо-черпалку, удаляет смесь жира и частиц разваренного сырья в дренажное устройство. Оно представляет собой шнековый транспортер, вращающийся в корыте с перфорированным днищем, через которое отделившийся жир стекает в расположенный под дренажным устройством бак с пропеллерной мешалкой. Температура жира в эквакокере 130—150 °С. Из бака смесь жира, воды и частичек шквары подается насосом в отстойную центрифугу. Очищенный жир перекачивается в емкость для хранения.

Частично обезжиренная в дренажном устройстве масса подается через магнитный сепаратор в загрузочный шнек пресса. Жир из массы выделяется под давлением, создаваемым прес-

сующим шнеком, расположенным в зеерном цилиндре. Отпрессованный жир через отверстия в зеерном цилиндре стекает в емкость, из которой насосом перекачивается в бак с неочищенным жиром. Отжатая шквара после пресса загружается шнековым транспортером в промежуточный бункер-охладитель, снабженный в нижней части разгрузочным шнеком. Охлажденная шквара подается элеватором на дробилку, проходит через сетку с диаметром отверстий 5—7 мм и поступает на вибросито. Просеянная мука шнековым транспортером и ковшовым элеватором направляется в разгрузочный бункер и из него в тару или в бункер для бестарного хранения.

Соковые пары из эквакокера конденсируются в охлаждающе-промывной башне и стекают на дно. Воздух из помещений засасывается вентилятором в окна охлаждающе-промывной башни, очищается от дурнопахнущих газов и пыли водой, разбрызгиваемой с помощью форсунок. Затем воздух вместе с неконденсирующимися газами нагнетается вентилятором в установку для сжигания. Таким образом предотвращается загрязнение окружающей среды. Производительность линий по мясокостной муке 400—700 и 1638 кг/ч. Общая продолжительность термической обработки (варки, стерилизации, сушки) в установившемся режиме 55—99 мин.

По содержанию протеина и жира мясокостную муку можно отнести к I и II сортам, а жир из-за темно-коричневого цвета относят к III сорту. Средний выход мясокостной муки при влажности 2,5—3,9% составляет 26—27,5%, технического жира — 18,7% к массе сырья, содержащего 38,6% кости. Общая обсемененность микрофлорой составила 100 тыс. микробных клеток в 1 г муки.

Линия фирмы «Сторк-Дьюк» имеет большую производительность, высокий выход готовой продукции, небольшую продолжительность обработки сырья в сравнении с обработкой в горизонтальных вакуумных котлах. Поэтому целесообразно использовать эту линию на мясоперерабатывающих предприятиях.

Линия В2-ФЖЛ (рис. 144) аналогична линии фирмы «Сторк-Дьюк», дополнительно в ней предусмотрен участок бестарного хранения муки.

Глава 12
ПРОИЗВОДСТВО ЯЙЦЕПРОДУКТОВ

ХАРАКТЕРИСТИКА ЯИЦ

Яйцо — крупная половая клетка (рис. 145).

Соотношение составных частей яйца зависит от вида, породы и возраста птицы, условий кормления птицы, размеров яйца и сезона яйцекладки (табл. 62).

Яйцо имеет овальную форму с одним сужающимся острым концом или с одинаковой округлостью обоих концов. Отношение продольного диаметра к поперечному в зависимости от породы, индивидуальных особенностей птицы и других факторов колеблется от 1,16 до 1,67. Отклонения от нормальной формы яиц обусловлены нарушением нормальной деятельности яйцевода.

Размеры яйца и его окраска зависят от вида, породы, возраста птицы, условий содержания и кормления. Масса яиц (в г) колеблется в следующих пределах: кур — 45—75; индеек — 70—100; уток — 70—100; гусей — 120—200.

У подавляющего большинства европейских пород птиц яйца белого цвета. Некоторые породы кур и индеек несут яйца светло-желтой или различных оттенков коричневой окраски.

Физические показатели куриного яйца представлены в табл. 63.

Химический состав яйца зависит от вида, породы, возраста птицы, корма, упитанности, времени снесения яйца и других факторов. Средний химический состав куриного яйца представлен в табл. 64.

Содержание липидов и жирных кислот куриного яйца приведено ниже.

Липиды и жирные кислоты	Содержание липидов на 100 г съедобной части, г
Липиды (сумма)	11,5
Триглицериды	7,45
Фосфолипиды	3,3
Холестерин	0,5
Жирные кислоты (сумма)	9,26
Насыщенные	3,04
Мононенасыщенные	4,97
Полиненасыщенные	1,26

Куриное яйцо — продукт с высоким уровнем сбалансированных биологически активных компонентов. Яйцо является источ-

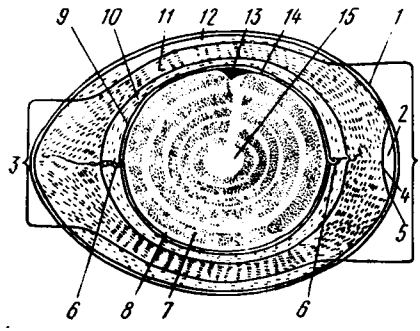


Рис. 145. Схема строения яйца

1 — скорлупа; *2* — воздушная (пуга); *3* — связка белка; *4* — вы няя (яичная) оболочка; *5* — нар подскорлупная оболочка; *6* — гра (халадзи); *7* — темные слои жел *8* светлые слои желтка; *9* — гради ный слой белка; *10* — внутренний ж кий слой белка; *11* — плотный сло белка; *12* — наружный жидкий сло белка; *13* — зародышевый диск (бласто диск); *14* — желточная оболочка; *15* — ядро светлого желтка (латебра)

ником полноценных и легкоусвояемых белков. В нем наблюдается благоприятное соотношение всех эссенциальных аминокислот, и особенно гистидина, триптофана и треонина, обеспечивающих оптимальные условия для синтеза тканевых белков и процесса роста молодого организма (табл. 65). Пищевая ценность яйца обусловлена также высоким содержанием биологически активных жирных кислот и фосфолипидов (около $^1/_3$ липидов яйца). Куриное яйцо обеспечивает сбалансированность белка и жира в соотношении 1 : 1.

Куриное яйцо является источником витаминов (см. табл. 64). Особенно важное значение имеет высокое содержание холина.

Таблица 62

Составные части яйца	Соотношение (в %) основных частей яиц			
	кур	индеек	уток	гусей
Белок	55,8	55,9	52,6	52,5
Желток	31,9	32,3	35,4	35,1
Скорлупа	12,3	11,8	12,0	12,4

Таблица 63

Показатель	Целое яйцо	Белок	Желток
Плотность при 273 К, кг/м^3	1055—1095	1039—1052	1028—1040
Вязкость при 273 К, Н·с/м^2	—	2,5	20
Температура замерзания, °С	—1,5÷—2	—0,43÷—0,46	—0,54÷—0,59
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	3318	3785	2982
Теплопроводность, Вт/(м·К)	—	0,555	0,338
Температуропроводность при 273 К, 10^8 м^2/с	—	12,5—12,7	10,9—11,0
Сопротивление раздавливанию, Н	44,20	—	—

Таблица 64

Составные части яйца	Содержание на 100 г съедобной части												
						минеральных веществ, мг							
	воды, %	белка, %	жира, %	углеводов, %	золы, %	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	S	Cl
Целое	73,5	12,7	11,5	0,7	1,1	134	140	55	12	215	2,5	176	156
Белок	87,3	10,8	0,03	0,9	0,7	189	152	10,3	9,2	27	0,15	187	172
Желток	50,0	16,2	32,6	1,0	1,7	51	129	136	15	542	6,7	170	147

Продолжение

Составные части яйца	Содержание на 100 г съедобной части							Энергетическая ценность, кДж	Усвояемость, %
	витаминов, мг								
	A	E	B_1	B_2	B_6	PP	холина		
Целое	0,35	2,0	0,07	0,44	0,14	0,19	251,7	657	98
Белок	—	—	0,12	0,20	0,01	0,08	—	197	98
Желток	1,26	—	5,50	0,50	0,37	0,44	800	1571	96

По его содержанию яйца уступают только подсолнечному и соевому концентратам.

Яйца являются источником содержания фосфора, серы, железа и других минеральных элементов (см. табл. 64).

Высокая пищевая ценность куриного яйца, его вкусовые достоинства и способность образовывать стойкие коллоидные системы делают его ценным продуктом, употребляемым непосредственно в пищу или в качестве сырья для производства яичных мороженых и сухих продуктов.

Непригодные в пищу яйца используют в живописи, красильном и полиграфическом производствах, для выработки искусственного волокна, клея и т. д.

Таблица 65

Составные части яйца	Содержание аминокислот на 100 г съедобной части куриного яйца, мг									
	незаменимых									общее количество
	всего	валина	изолейцина	лейцина	лизина	метионина	треонина	триптофана	фенилаланина	
Целое	5243	772	597	1081	903	424	610	204	652	12 591
Белок	4701	735	628	917	683	413	483	169	673	11 003
Желток	6558	937	907	1381	1156	415	830	236	696	15 889

Белок яйца представляет собой коллоидное слабоокрашенное вещество. Белок свежеснесенного яйца имеет сложную структуру и состоит из четырех слоев (см. рис. 145). В плотном слое яйца располагаются спиральные образования — градинки или халадзи. Градинки одним концом прикреплены к поверхности желтка, другим переплетаются с волокнами плотного белка. С помощью их желток сохраняет центральное положение.

Плотность яичного белка возрастает в направлении от внешнего слоя к внутреннему в соответствии с уменьшением содержания влаги. Величина pH колеблется в пределах 7,2—7,6.

Яичный белок хорошо растворим в воде, образуя вязкие растворы. Белок и его водные растворы обладают свойствами лиофильных коллоидов и при взбивании образуют с воздухом устойчивую пену. Это свойство имеет большое практическое значение в хлебопекарном и кондитерском производствах. Объем образующейся пены возрастает с добавлением воды (но не более 40%). Нагрев белка до 50° не влияет на прочность пены. Однако в присутствии желтка способность белка к пенообразованию уменьшается.

Химический состав яичного белка у различных видов птиц показан в табл. 66.

Белковый состав (в %) яичного белка представлен следующими фракциями: овальбумин — 69,7; кональбулин — 9,5; овомукоид — 12,7; оволобулин — 6,7; овомуцин — 1,9; лизоцим — 3,0; авидин — 0,05.

В состав яичного белка входит незначительное количество ферментов (протеазы, полипептидазы, аминопептидазы, диастазы, каталазы, оксидазы и др.), витаминов (см. табл. 64). Минеральный состав белка представлен в табл. 64.

В сыром виде белок сравнительно медленно переваривается пепсином (82%). Усвояемость денатурированного белка 98%. Оптимальная усвояемость достигается нагревом белка до 70°С.

Желток яйца представляет собой густую, непрозрачную массу, заключенную в тонкую оболочку (желточную). Желток имеет сферическую форму (поперечный диаметр около 32 мм, продольный — 34 мм). По своей структуре желток неоднороден:

Таблица 66

Вид птицы	Содержание, %					
	воды	сухих веществ				
		всего	белков	липидов	углеводов	минеральных веществ
Куры	87,9	12,1	10,6	0,03	0,9	0,6
Индейки	86,5	13,5	11,5	0,03	1,3	0,7
Утки	86,8	13,2	11,3	0,08	1,0	0,8
Гуси	86,7	13,3	11,3	0,04	1,2	0,8

он образован несколькими концентрически расположенными чередующимися светлыми (тонкими) и темными (толстыми) слоями. На поверхности желтка расположен зародышевый диск — бластодиск — диаметром около 3 мм. В центре находится сферическое ядро — латебра — диаметром около 6 мм. Тонкая желточная оболочка белкового происхождения отделяет желток от белка, придает желтку устойчивую форму, сохраняет ее при выливании яйца из скорпулы и чем свежее яйцо, тем больше. Желточная оболочка обладает не только механическими свойствами, но и являясь полупроницаемой перепонкой, способствует поддержанию осмотического равновесия между белком и желтком.

Цвет желтка меняется от бледно-желтого до темно-оранжевого. Окраска обусловлена наличием в желтке каротиноидов, главным образом ксантофилла и каротина (первого содержится в 3 раза больше, чем второго). Интенсивность окраски зависит от содержания каротиноидов в корме и индивидуальных особенностей несушки. Зимой желток окрашен в слабый желтый цвет, летом — в более яркий. При поедании несушкой некоторых сорных трав окраска желтка приобретает зеленоватый оттенок.

Физические свойства желтка приведены в табл. 65. Светопропускная способность желтка невелика, поэтому при просвечивании яйца он дает тень. Желток так же, как и белок, способен к флюоресценции в ультрафиолетовом свете, что обусловлено наличием в нем овофлавина. Величина pH составляет 5,0—5,8.

Химический состав желтка яиц у различных видов птиц приведен в % (табл. 67).

Белковые вещества в основном представлены фосфопротеидами (%): вителлин — свыше 78; ливетин — около 24; фосвитин — около 9; кональбумин и овальбумин — следы. Белки желтка не являются однородными и каждый из них может быть разделен на несколько фракций.

Липиды желтка содержатся (в % к общему количеству липидов) в следующих количествах: жиры — 68; фосфолипиды (лецитин, кефалин, сфингомиелин) — 33; цереброзиды, стериды, стерины (холестерин) — 5,2. Основную часть фосфолипидов со-

Таблица 67

Вид птицы	Содержание, %					
	воды	сухих веществ				
		всего	белков	липидов	углеводов	минеральных веществ
Куры	48,7	51,3	16,6	32,6	1,0	1,1
Индейки	48,3	51,7	16,3	33,2	0,9	1,3
Утки	44,8	55,2	17,7	35,2	1,1	1,2
Гуси	43,3	56,7	18,0	36,0	1,1	1,6

ставляет лецитин (69% общего количества), в который входит до 75% холина. Около 50% лецитина в желтке связано с вителлином. Количество холестерина в яйце достигает 570 мг на 100 г съедобной части продукта. В желтке он находится в свободном состоянии (в несвязанной форме). Содержание лецитина превосходит содержание холестерина в 6 раз, что благоприятно сказывается на усвояемости желтка.

В состав жиров яичного желтка входят около $^1/_3$ радикалов насыщенных кислот и $^2/_3$ радикалов ненасыщенных (олеиновой — 45%, линолевой — 15, линоленовой и арахидоновой — 2%). Температура плавления жира 34—39 °С, температура застывания 22—25 °С, кислотное число жира яичного желтка в пределах 0,3—0,5.

Углеводы желтка представлены в виде маннозы (глюкозамин, связанный с вителлином и ливетином), галактозы, связанной с лецитином цереброзидами. В желтке свежеснесенного яйца обнаружен гликоген.

Желток богат ферментами. Кроме протеолитических ферментов, в желтке содержатся диастаза, лецитиназа, фосфатаза и др. Желток яйца богат витаминами (см. табл. 64). Минеральный состав желтка значительно отличается от минерального состава белка (см. табл. 64).

Скорлупа и оболочки яйца. Яичная скорлупа — это твердая известковая пористая оболочка, ее толщина для куриного яйца 0,28—0,41 мм. Скорлупа обычно соответствует размерам яйца, но зависит от возраста птицы, сезона года, условий содержания, обеспеченности рациона минеральными веществами и витаминами (особенно витамином D). По толщине скорлупы можно судить об уровне кальциевого обмена в организме птицы. При недостатке в рационе минеральных веществ птица может нести яйца с очень тонкой скорлупой или без нее.

На поверхности скорлупы имеются поры — овальные или круглые отверстия различной величины (примерно 0,038—0,054 мм). Среднее количество пор в скорлупе куриного яйца превышает 7000. Наиболее плотно поры расположены на тупом конце яйца, на остром — наименьшая плотность. Вследствие пористости яичная скорлупа проницаема для газов, паров и воды.

Физико-химические показатели скорлупы куриного яйца приведены ниже.

Плотность скорлупы, кг/м³	2140—2470
Содержание, %	
воды	1,6
азотистых веществ	3,3
липидов	Следы
неорганических веществ	95,1
карбоната кальция	92,8
карбоната магния	1,5
фосфорнокислых солей кальция и магния	0,8

Азотистые вещества скорлупы в основном представлены белком типа коллагена. Пигментация скорлупы зависит от присутствия в ее составе овопорфирина, по химическому строению напоминающего гематопорфирин.

Скорлупа свежеснесенного яйца снаружи покрыта тонкой надскорлупной пленкой толщиной около 0,005—0,01 мм. Пленка имеет пористую структуру и поэтому проницаема для газов и паров. Надскорлупная пленка предохраняет яйцо от проникновения микроорганизмов, поэтому при аккуратном сборе и благоприятных условиях хранения 90% яиц сохраняют стерильность до 6 мес. При механическом воздействии пленка легко стирается. Надскорлупная пленка содержит белок, сходный с муцином.

Непосредственно к внутренней поверхности скорлупы примыкает наружная (подскорлупная) оболочка, волокна которой глубоко проникают в глубь скорлупы. Внутренняя поверхность подскорлупной оболочки, исключая участок, где расположена воздушная камера, прилегает к наружной поверхности внутренней (яичной) оболочки. Последняя связана с наружным жидким слоем белка. Общая толщина оболочек составляет примерно 0,057—0,069 мм. Обе оболочки обладают большой прочностью. Они содержат небольшое количество воды (меньше 1%) и незначительное количество минеральных веществ. Белковые вещества наружной и внутренней оболочек сходны с кератином и муцином.

Между наружной (подскорлупной) и внутренней (яичной) оболочками обычно на тупом конце яйца расположена воздушная камера (пуга). Она образуется вскоре после снесения яйца. Время образования воздушной камеры куриных яиц колеблется от 6 до 60 мин. Вследствие обезвоживания яйца она постепенно увеличивается в объеме. По состоянию и размеру воздушной камеры судят о качестве куриного яйца.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЯИЦ

Для реализации и производства яичных продуктов используют только куриные яйца. В зависимости от массы, продолжительности и способа хранения их подразделяют на диетические и столовые.

К диетическим относят яйца, поступившие к потребителю не позднее 7 сут после дня снесения, массой не менее 44 г. На скорлупу каждого диетического яйца наносят штамп, где обозначены наименование хозяйства или предприятия, месяц, число снесения, вид и категория (ДІ, ДІІ).

К столовым относят яйца со сроком хранения более 7 сут и массой не менее 43 г. В зависимости от срока и способа хранения их подразделяют на свежие и холодильниковые.

Свежие столовые — это яйца, хранившиеся при температуре —1÷—2 °С не более 30 сут.

Холодильниковые столовые — это яйца, хранившиеся при температуре —1÷—2 °С более 30 сут после дня снесения.

В зависимости от массы диетического яйца, а столовые от качества и массы яйца делят на I и II категории. Куриные яйца должны удовлетворять по массе и качеству требованиям, предъявляемым стандартом.

Не допускаются к реализации и переработке на яичные продукты яйца с загрязненной скорлупой, яйца, отнесенные к пищевым неполноценным (кроме яиц-боя) и техническим.

Яйца водоплавающих птиц (утиные, гусиные) разрешается использовать в хлебопекарной и кондитерской промышленности. На предприятиях общественного питания такие яйца можно применять только после предварительной проварки (утиные — 13 мин, гусиные — 14 мин с момента кипения воды).

ХРАНЕНИЕ ЯИЦ

Яйца хранят в холодильнике, в растворах жидкого стекла, а также применяя различные защитные покрытия.

Хранение в холодильнике. На холодильное хранение направляют доброкачественные яйца, упакованные в деревянные ящики со стружкой (еловой или пихтовой) или картонную тару с тиснеными или гофрированными прокладками. Тара для яиц должна быть прочной, чистой, сухой, без постороннего запаха. Яйца, поступившие в холодильник, должны быть предварительно охлаждены до 2—3 °С. Ящики и коробки укладывают в штабеля (картонная тара в верхних ярусах), оставляя проходы шириной 30—40 см. Расстояние от штабеля до потолка должно быть не менее 40—50 см.

Температура хранения рекомендуется близкой к температуре переохлаждения яйца —1÷—2 °С, относительная влажность воздуха 85—88%. При длительном хранении ящики следует периодически (через 30—60 сут) переворачивать. Яйца можно хранить при более низких температурах (—3÷—3,7 °С). При этом без снижения пищевой ценности яйца увеличивается его стойкость.

За рубежом (Япония) свежие яйца предварительно выдерживают в камере температурой 18 °С в атмосфере диоксида углерода (концентрация в воздухе 30—60%) в течение 24—28 ч или в атмосфере озона (10—12 мг на 1 м^3 воздуха) 6 ч, после чего их хранят в обычных условиях. Добавление диоксида углерода (1—3%) к атмосфере увеличивает срок хранения яиц в холодильнике.

Хранение в растворе жидкого стекла. При отсутствии холодильных емкостей для хранения яиц можно использовать жидкое стекло. Силикат натрия, содержащийся в растворе жидкого

стекла, обладает антисептическим действием. Жидкое стекло не вызывает изменений запаха и вкуса яиц, однако с течением времени естественный аромат яйца ослабевает.

Хранение с применением различных защитных покрытий. Защитные покрытия, используемые для яиц, не должны снижать товарный вид. Они образуют влаго- и газонепроницаемые пленки на поверхности яйца. Защитные покрытия закрывают поры скорлупы и тем самым изолируют содержимое яйца от воздействия внешней среды.

Для сохранения качества хорошие результаты дает предварительная обработка поверхности яиц растительными и минеральными маслами (вазелиновое и др.), парафиноканифольным препаратом (15% белого парафина, 15% светлой канифоли, 70% растворителя), 6%-ным раствором натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы.

Минеральным маслом яйца покрывают в специальном аппарате при температуре масла 100 °С. Продолжительность операции 8—10 с. Остатки масла удаляются механически. Расход масла на обработку одного яйца составляет 0,2—0,3 г.

Парафиноканифольным препаратом яйца обрабатывают в ванне (по 150—200 шт.) при температуре 35—40 °С в течение 5—7 с. 10—15 мин препарат стекает, затем яйца просушивают на воздухе. Расход препарата на одно яйцо 0,2—0,3 г.

После такой обработки микробиальная загрязненность поверхности яиц снижается примерно на 99%, усушка уменьшается более чем на 70%.

Изменения при хранении. При хранении на качество яиц влияет влаго- и газообмен с внешней средой. Вызываемая влагообменом усушка зависит от размеров яйца, величины и числа пор в скорлупе, от условий хранения. Обезвоживание яйца сопровождается увеличением размеров воздушной камеры (пуги) и уменьшением плотности яичной массы яйца. Так, высота пуги через 6 мес хранения при температуре —1 °С и относительной влажности 85% возрастает более чем в 2 раза. Через 8 мес начальная плотность снижается с 1,088 до 1,034.

В большинстве случаев (до 98%) содержимое свежеснесенного яйца стерильно так же, как и его поверхность. Однако в результате разрушения надскорлупной оболочки скорлупа быстро заражается микроорганизмами, особенно при увлажнении скорлупы, загрязненной пометом. Проникновение внутрь яйца бактерий приводит к гнилостному разложению яйца. Порча яйца характеризуется прежде всего изменением органолептических показателей: появляется гнилостный запах и специфический привкус. Белковые вещества яйца в ходе гнилостного разложения расщепляются до аминокислот, которые затем разрушаются с образованием летучих кислот и оснований, аммиака, диоксида углерода, сероводорода и других конечных продуктов.

Наличие в яйце самых различных ферментных систем обус-

ловливает развитие автолитических процессов. В той или иной форме и степени вовлекаются все основные фракции яйца: белковая, липидная, углеводная. В результате развития автолитических процессов в яйце при хранении накапливаются конечные продукты распада органических веществ: аммиак, диоксид углерода, сероводород и др. Количество аммиака в яйце при температуре около 0 °С через 10 мес возрастает в 2 раза. В желтке аммиак накапливается более интенсивно, чем в белке.

Жиры, содержащиеся в яйце, непрерывно гидролизуются (к 12 мес кислотное число увеличивается более чем на 70% по сравнению с первоначальным).

При хранении яиц наблюдается разрушение витаминов, особенно нестоек витамин А (разрушается до 75%).

ПРОИЗВОДСТВО ЯИЧНЫХ МОРОЖЕНЫХ И СУХИХ ПРОДУКТОВ

Промышленные предприятия вырабатывают следующие виды яичных мороженых продуктов: меланж яичный мороженый (замороженная смесь яичного белка и желтка), белок яичный мороженый (замороженная белóчная масса); желток яичный мороженый (замороженная желточная масса) и сухих яичных продуктов: яичный порошок, белок яичный сухой и желток яичный сухой.

Перечисленные яйцепродукты широко применяются в пищевой, кожевенной, полиграфической, лакокрасочной отраслях промышленности, при производстве синтетических тканей. В отличие от натуральных яиц эти продукты более транспортабельны и упакованные в герметическую тару могут храниться длительное время.

Техническими условиями на яичный меланж регламентируются цвет, запах, вкус и консистенция, содержание влаги (не более 75%), жира (не менее 10%) и белковых веществ (не менее 10%), а также величина pH среды (не менее 7,0), кислотность (не выше 15 °Т), температура внутри продукта (—6÷÷—10 °С). В меланже не допускаются следы свинца, который может переходить в него при длительном хранении в жестяной таре, а также патогенные и гнилостные бактерии.

В технических условиях на яичные сухие продукты приведены требования к цвету, структуре, вкусу и запаху, растворимости (не менее 85% на сухое вещество), составу (содержание воды, белка, жира и золы), кислотности (не выше 10 °Т) и титру бактерий группы кишечной палочки (не ниже 0,1).

Для изготовления меланжа и сухих яичных продуктов пригодны куриные свежие или холодильниковые яйца, соответствующие требованиям действующих технических условий.

При выработке мороженых яичных продуктов допускается использовать сахар в количестве от 5 до 50% и хлорид натрия — до 1,5%.

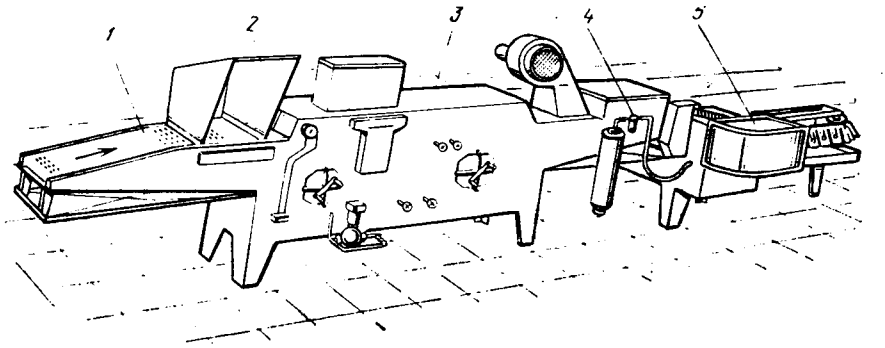


Рис. 146. Аппарат для санитарной обработки и разбивания яиц производительностью 7200 шт. в час:

1 — транспортер загрузки; *2* — зона сортировки; *3* — зона мойки; *4* — узел дезинфекции; *5* — машина для разбивания

Технологический процесс производства яичных мороженых и сухих продуктов включает следующие операции: приемку, сортировку, санитарную обработку, разбивание яиц, фильтрацию и перемешивание, пастеризацию, фасование и замораживание (в случае мороженых продуктов), сушку яичной массы (в случае производства сухих продуктов), упаковывание, маркирование, транспортирование и хранение продукта.

Приемка и сортирование. Яйца от поставщика принимают по качеству и категории яиц.

Сортирование яиц предусматривает отбор яиц с загрязненной скорлупой, которые обрабатывают в ваннах 0,2%-ным раствором гидроокиси натрия при температуре 25—30 °С в течение 10 мин.

Санитарная обработка. Санитарная обработка включает качественное сортирование, мойку, обсушку, дезинфекцию яиц. Все эти операции осуществляются в агрегате на роликовом конвейере, транспортирующем яйца из одной камеры в другую (рис. 146).

Прежде всего яйца просвечиваются, затем поверхность их обрабатывается 0,2%-ным раствором гидроокиси натрия температурой 30—40 °С с помощью механических щеток, обмывается водой и обсушивается воздухом. При последующем движении по конвейеру яйца в течение 30 с подвергаются воздействию ультрафиолетовых лучей.

В случае санитарной обработки яиц вручную их сортируют на овоскопе, дезинфицируют в ванне, заполненной раствором хлорной извести с содержанием 1—1,2% активного хлора в течение 10 мин.

Разбивание яиц. Эту операцию осуществляют на яйцеразбивальной машине, на которой, кроме разбивания яиц, можно раз-

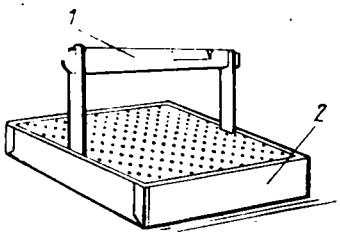


Рис. 147. Устройство для разбивания яиц:
1 — нож; *2* — емкость с сеткой

делять их содержимое на белок и желток. Скорлупа транспортером передается на выработку минеральной муки.

На предприятиях небольшой мощности яйца разбивают вручную за столом на специальном приспособлении (рис. 147).

Фильтрация и перемешивание. Эти операции производят одновременно на цилиндрическом фильтре. При этом яичная масса освобождается от частиц скорлупы, пленок, градинок. В результате получается однородная масса.

Пастеризация яичной массы. В процессе разбивания яиц и их переработки яичная масса обсеменяется различной микрофлорой, наличие которой снижает качество продукта и сокращает срок хранения. Для обезвреживания продукта яичную массу пастеризуют на автоматизированной пластинчатой пастеризационно-охладительной установке. Температура пастеризации 60±2 °С, продолжительность процесса 40 с с последующей выдержкой при той же температуре 20 мин. Контроль и регулирование пастеризации яичной массы осуществляются автоматически.

По данным НПО «Комплекс», пастеризацию возможно осуществлять при более высоких температурах (64—66 °С) и в более короткий интервал времени (3—5 мин).

После пастеризации яичная масса охлаждается, затем поступает на фасование или направляется на сушку (при выработке яичного порошка).

Фасование. Яичную массу фасуют в банки из белой жести массой 2,8; 4,5; 8 и 10 кг или в коробки из гофрированного картона с вкладышами из полиэтиленовой пленки толщиной 80 мкм массой продукта 8,5 и 10 кг, в пакеты из полиэтиленовой пленки толщиной 80—100 мкм с металлическими зажимами массой 6 кг.

Замораживание. Яичную массу замораживают в морозильных камерах с температурой воздушной среды —23±2 °С до достижения в центре продукта температуры —6÷—10 °С. Продолжительность замораживания около 48 ч.

Для интенсификации замораживания яичного меланжа НПО «Комплекс» предложил в качестве охлаждающей среды использовать 26%-ный раствор хлорида кальция температурой —20 °С. Скорость циркуляции раствора 0,2—0,3 м/с. Скорость замораживания яичной массы возрастает в 5 раз по сравнению со скоростью процесса в воздушной среде при максимальном сохранении исходных свойств продукта.

Заслуживает внимания замораживание яичной массы, рас-

фасованной в пакеты из полиэтиленовой пленки, в роторном морозильном агрегате при температуре —25 °С. При этом процесс замораживания ускоряется в 20 раз без существенных изменений физико-химических свойств меланжа.

Для совершенствования технологии и улучшения качества яичных мороженых продуктов НПО «Комплекс» рекомендует замораживать яичную массу в тонком слое кондуктивным методом с помощью генератора чешуйчатого продукта. Меланж получается в виде легкосыпучей массы (гранул-чешуек), которую можно упаковать в любую тару, при необходимости она быстро размораживается.

Упаковывание, маркирование и хранение мороженых яичных продуктов. Банки или пакеты с яичными мороженными продуктами укладывают в ящики дощатые или из гофрированного картона. Каждую единицу упаковки маркируют. Эти продукты хранят при температуре —18 °С до 15 мес.

Сушка яичной массы. При использовании яичных мороженых продуктов для сушки их предварительно размораживают при температуре не выше 23—24 °С. Перед сушкой яичную массу рекомендуется концентрировать до содержания сухих веществ 42—45,5%. Это позволит сократить энергозатраты на сушку в 1,5 раза, в 2 раза повысить производительность сушилок, улучшить качество яичных сухих продуктов. Процесс концентрации осуществляют методом ультрафильтрации (давление 700 кПа, мембраны из металлокерамики, пропитанные раствором жидкого стекла) или в тонкопленочных роторных вакуум-выпарных установках тарельчатого типа. В результате ультрафильтрации яичный белок не только обезвоживается, но и из него удаляется до 50% углеводов, что стабилизирует нативные свойства белка при хранении.

Яичную массу сушат в сушилках с дисковым или форсуночным распылением и сушилках с виброкипящим слоем инертного материала — фторопласта 4. Последний метод обеспечивает высокую интенсивность процессов тепло- и массообмена, что позволяет значительно уменьшить габариты сушильной камеры, снизить температуру процесса до 70 °С, которая благодаря контакту яичной пленки с горячей поверхностью фторопластовых гранул за 15—20 с обеспечивает пастеризующий эффект.

На птицеперерабатывающих предприятиях внедрен способ получения яичного сухого гранулированного продукта в псевдоожиженном слое, разработанный НПО «Комплекс» совместно с Киевским политехническим институтом. Такой продукт обладает высокой сыпучестью, легко дозируется, не слеживается при хранении, удобен в транспортировке, позволяет экономить упаковочные материалы. Для его производства не требуется дорогостоящего громоздкого оборудования.

Режимные параметры сушки представлены в табл. 68.

Таблица 68

Показатель	Распылительные сушилки			Сушилки с виброкипящим слоем инертного материала
	дисковые	форсуночные	в псевдоожиженном слое	
Температура, °С				
воздуха				
на входе	150—158	130—135	110—115	115—130
на выходе	50—70	65—70	65—70	65—85
гранул	—	—	—	65—70
псевдоожиженного слоя	—	—	40—45	—
Частота вращения диска, $с^{-1}$, не более	117—126	—	—	—
Давление, Па	—	$60—120 \cdot 10^4$		

Консервирование яичной массы методом высушивания позволяет получить продукт высокого качества. Однако чрезмерно высокие температуры сушки (190 °С и выше) могут повлиять на изменение вкуса и запаха сухого продукта, а также на его структуру. Высокая температура сушки вызывает разрушение карбонатов яичной массы с выделением диоксида углерода, что в конечном итоге приводит к повышению величины pH (до 7,6—8,6). После обезвоживания растворимость белка снижается на 2—2,5%. Это сказывается на понижении пеновзбиваемости белкового раствора. Вязкость растворов высушенного белка понижается. Большинство витаминов яичной массы в процессе сушки разрушаются незначительно.

Упаковывание, маркирование и хранение сухих яичных продуктов. Упаковывание яичных продуктов производят насыпью в фанерно-штампованные бочки или в фанерные барабаны по 25 кг, в герметические банки из белой консервной жести — 10 кг, в картонные коробки массой 250 г. Все виды тары выстилаются внутри пергаментом или полиэтиленом. Брикеты яичного порошка массой 100—200 г получают под давлением и упаковывают в пергамент или целлофан. За рубежом используют алюминиевую фольгу — полиэтилен. Каждую упаковку маркируют.

Яичные сухие продукты хранят в помещениях с температурой не выше 20 °С, относительной влажностью воздуха не более 75%, срок хранения до 6 мес. С понижением температуры до 2 °С и ниже, относительной влажности 60—70% срок хранения сухих продуктов может быть продлен до двух лет.

Изменения при хранении более значительны, чем при сушке яичной массы. Это объясняется главным образом окислением составных частей яичных сухих продуктов кислородом воздуха, адсорбированным тонкодисперсными частицами. В первую очередь окисление затрагивает липидную фракцию. В результате

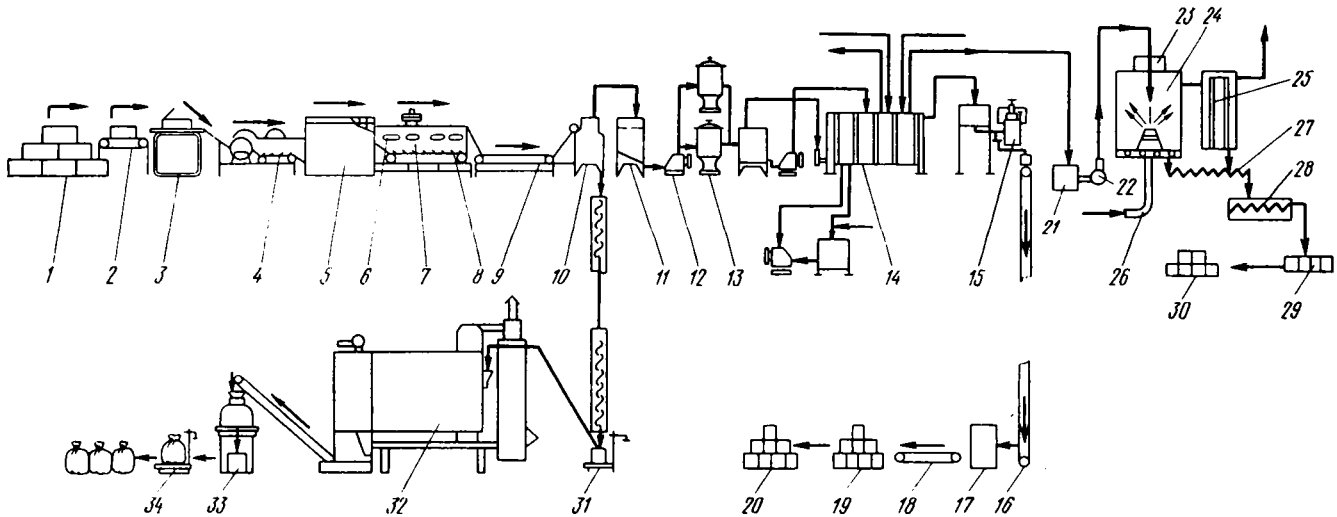


Рис. 148. Схема автоматизированной линии производства мороженых и сухих яичных продуктов и обработки скорлупы:

1 — склад яиц; *2* — транспортирование ящиков с яйцом; *3* — распаковывание ящиков; *4* — сортировка яиц; *5* — замачивание яиц; *6* — зона мойки яиц; *7* — обсушка яиц; *8* — дезинфекция яиц; *9* — транспортирование яиц; *10* — разбивание яиц; *11* — предварительная фильтрация яичной массы; *12* — насос для перекачивания яичной массы; *13* — фильтрация и перемешивание яичной массы; *14* — пастеризация и охлаждение; *15* — дозирование яичной массы; *16* — транспортирование банок; *17* — закатка банок; *18* — транспортер; *19* — замораживание яичной массы; *20* — хранение яичного меланжа; *21* — приемный бак для яичной массы; *22* — центробежный насос; *23* — напорный бак; *24* — сушильная камера; *25* — фильтр; *26* — воздуховод для подачи воздуха; *27* — шнек для транспортирования яичного порошка; *28* — охладитель сухого продукта; *29* — дозирование и упаковывание сухого яичного продукта; *30* — хранение яичного порошка; *31* — транспортирование и взвешивание яичной скорлупы; *32* — сушильная камера; *33* — дробление скорлупы; *34* — упаковывание и взвешивание минеральной муки

при хранении ухудшаются вкус и запах продукта (появляется рыбный привкус), уменьшается содержание каротиноидов, окисляются витамины — количество витамина А при температуре 0 °С снижается на 60% через 9 мес, при 20—30 °С через 9 мес теряется 50—100% витамина B_1. Окисление резко замедляется при хранении яичных сухих продуктов под вакуумом, в атмосфере инертного газа (азота) или диоксида углерода.

Глюкоза, оставшаяся в яичной массе после сушки, в значительной мере является причиной возникновения реакции меланоидинообразования. Сухие яйцепродукты постепенно при хранении приобретают коричневый оттенок, ухудшается вкус продукта, растворимость снижается более быстрыми темпами. Для предотвращения этих явлений яичную массу перед сушкой ферментируют. В этом процессе глюкоза окисляется до глюконовой кислоты. Яичную массу обрабатывают ферментными (глюкозооксидазой, каталазой с добавлением пероксида водорода) либо микробиальными (дрожжами) препаратами.

Организация технологического потока производства мороженых и сухих продуктов. Мороженые и сухие яичные продукты вырабатывают в комплексно-механизированных цехах мощностью 3—8 т меланжа и 2—3 т яичного порошка в смену. Общая схема производства яичных мороженых и сухих продуктов, а также переработки скорлупы представлена на рис. 148. Жесткие санитарные требования, предъявляемые как к сырью, поступающему на переработку, так и к оборудованию, значительно усложняют механизацию производства.

Глава 13

ПРОИЗВОДСТВО КЛЕЯ И ЖЕЛАТИНА

АССОРТИМЕНТ И ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Промышленность вырабатывает клей костяной, получаемый из кости, и клей мездровый, получаемый из мягких тканей, содержащих коллаген (преимущественно из подкожной клетчатки — мездры). Мездровый клей обладает несколько большей клеящей способностью, чем костяной.

Соответственно назначению и в зависимости от качественных показателей различают пищевой, технический и фотожелатин. Пищевой желатин применяют в качестве желирующего и вяжущего материала.

Главным свойством желатина является способность к образованию легкозастудневающих растворов. От размеров и асимметрии частиц зависят и другие свойства желатиновых растворов и студня: вязкость раствора, температура плавления и крепость студня, которые используют для суждения о качестве желатина. Вязкость раствора желатина принимается как один из важнейших качественных показателей продукта. Вязкость стандартного раствора желатина при 40° должна быть не менее 6°Э (стандартный раствор желатина содержит 17,75% товарносухого или 14,82% безводного и беззольного желатина).

Технический желатин применяют в полиграфической промышленности для изготовления типографской вальцовой массы и как составную часть красок. Вязкость стандартного раствора при 40 °С должна быть не ниже 3 °Э, температура плавления студня не ниже 23 °С, pH растворов в пределах 5,0—6,5. Содержание золы допускается до 3%. Технический желатин выпускают I и II сортов в виде листов или в дробленом состоянии.

Фотожелатин выпускают двух видов: эмульсионный и неэмульсионный (баритажный). Эмульсионный желатин служит для изготовления светочувствительных эмульсий, фотопластинок, фотобумаги, кинопленок, аэрофотопленок, рентгенопленок и т. д. К фотожелатину предъявляются те же требования, что и к пищевому. Вязкость стандартного раствора фотожелатина не ниже 6 °Э, температура плавления студня не ниже 20 °С, pH 5,5—7,0. Баритажный желатин в смеси с сульфатом бария применяют для образования на фотобумаге белого подслоя, на который наносят светочувствительную эмульсию. К баритажному желатину предъявляют менее жесткие требования, чем к фотожелатину.

Для производства клея и желатина используют ткани, органы и части туш, богатые коллагеном, кости и продукты убоя с большим содержанием соединительной ткани.

Кости. Содержание в кости клееобразующих веществ зависит от многих причин, в том числе от вида скота, его пола, возраста, от анатомического происхождения кости. Плотное вещество кости более богато коллагеном, чем ее губчатая часть. Ниже приведено примерное содержание клееобразующих веществ в различных костях крупного рогатого скота (в % к сухому остатку кости): задняя голень — 37, берцовая кость — 30, тазовая кость — 30, кулаки — 28.

Кость, богатую плотной тканью, обычно используют только для производства желатина. Примерные выходы желатина, получаемого из этого сырья, даны ниже.

Название кости	Выход желатина, % к воздушно-сухой кости
Роговой стержень	14
Решетка (отход трубчатой кости после ее использования на поделочные цели)	15
Перешиб или брак трубчатой кости после обезжиривания (без кулаков)	12
Нижняя челюсть крупного рогатого скота (щековина)	10
Лобная кость (лобовина)	10
Лопатка	10
Тазовая кость	10
Ребра крупного рогатого скота (без позвонков и хрящей)	8

Кроме того, кости, по тем или иным причинам непригодные для производства высококачественного желатина, перерабатывают на технический желатин и клей.

Таблица 69

Сырье	Назначение	Выход продукта, % к массе сырья
Сухожилия (включая ахиллово)	Производство желатина	15—20
Жилки, получаемые при жиловке мяса	То же	15
Шкура с головы (челки, головки, лобаши)	»	11
Шкура с хвоста крупного рогатого скота, обрезки шкуры	»	8
Уши крупного рогатого скота	»	8
Ручная мездра со шкур крупного рогатого скота	»	10
Машинная мездра со шкур крупного рогатого скота	Производство клея	6
Обрезки сыромятной кожи	То же	50

Мягкое сырье. Мягкое сырье может поступать на выработку клея и желатина с мясоперерабатывающих предприятий, с пунктов заготовки шкур для кожевенной промышленности и кожевенных заводов. В табл. 69 дан перечень видов мягкого сырья, перерабатываемого на желатин и клей, и примерные выходы продукции.

ТЕХНОЛОГИЯ

Несмотря на существенные различия в деталях, в целом производства желатина и клея имеют много общего и могут быть расчленены на четыре основных этапа:

подготовка сырья к извлечению из него желатинизирующих и клееобразующих веществ:

извлечение из сырья желатинизирующих и клееобразующих веществ в виде водных растворов (бульонов);

очистка, концентрирование и подготовка бульонов к сушке;

сушка желатина и клея.

Сортировка сырья

Сырье сортируют для подбора однородных по составу и состоянию партий. Это дает возможность вести производственный процесс при наименьших затратах и с наибольшим выходом продукции высокого качества. Одновременно с сортировкой кость освобождают от балластных и вредных примесей: железа, тряпья, щепы, рогов, копыт, шерсти, камней и т. д.

Кость сортируют и очищают на сортировочной ленте (скорость 7—8 м/мин), оснащенной магнитным железоотделителем (сепаратором).

Мягкое сырье, предназначаемое для выработки желатина и клея, сортируют по его анатомическому происхождению, так как от него зависит содержание в сырье коллагена и прочность коллагеновых волокон. При сортировке учитывают также свежесть и степень загрязненности сырья и размеры кусков. Консервированное сырье выделяют и разделяют в зависимости от способа консервирования. Мездру, поступающую с кожевенных заводов, сортируют по степени ее прозоленности. Мездру молодняка и кожевенные отходы выделяют в отдельные партии.

Измельчение сырья

Многие подготовительные операции (обезжиривание, мацерация, золка), а также основная операция — извлечение желатина или клея из сырья — в большей или меньшей степени сопряжены с диффузионным обменом между обрабатываемым материалом и технологическим агентом (горячей водой, раство-

рителем или химическим реагентом), поэтому продолжительность диффузионных процессов, возникающих при технологической обработке сырья, определяется прежде всего толщиной слоя обрабатываемого материала. В технологической практике сырье измельчают до кусочков, имеющих оптимальные размеры, которые позволяют в наибольшей степени сократить продолжительность операций, избежав при этом указанных выше осложнений.

Для дробления кости используют дробилки различного типа: молотковые, вальцовые, гребенчатые. Наибольшее применение нашла двухвальная костедробильная машина КД-2. В ней спарены две дробилки, расположенные одна над другой. Верхняя ломает кость, нижняя дробит ее до размеров 25—60 мм.

Мягкое сырье перед измельчением иногда требует некоторой подготовки: мороженое нужно разморозить, консервированное отмочить и промыть, сухое размочить.

Отмоченное или оттаявшее сырье измельчают на куски размером 50—60 мм. Измельчать можно на волчке или дисковой резательной машине. При измельчении на волчке пользуются выходной решеткой с диаметром отверстий не менее 50 мм.

Обезжиривание кости

Жир, содержащийся в кости, является ценным техническим продуктом. Кроме того, жир, оставаясь в сырье, затрудняет проведение ряда технологических операций и снижает качество готовой продукции, поэтому чем меньше жира останется в кости, тем лучше. Обезжиривание на клеежелатиновых заводах проводят тремя основными методами: горячей водой, экстракцией летучими растворителями и гидромеханическим.

Обезжиривание кости горячей водой в результате вытеснения ею расплавленного жира из костной ткани не обеспечивает желательного эффекта. В обезжиренной таким способом кости остается не менее 3%, а иногда (колбасная кость) и до 8% жира. Получающиеся при обезжиривании бульоны содержат до 2—3% желатина (после тщательного обезжиривания их можно использовать для производства технического желатина). Этот метод не требует сложной аппаратуры, поэтому он пока еще применяется на предприятиях, не располагающих более совершенными и более сложными установками.

Экстракция. Метод обезжиривания кости экстракцией довольно прост: кость обрабатывают летучим растворителем, извлекающим из нее жир, а затем из раствора (мисцеллы) отгоняют растворитель и остаток растворителя удаляют из кости (рис. 149).

Процесс экстракции в своей основе диффузионно-осмотический и практически продолжается до выравнивания концент-

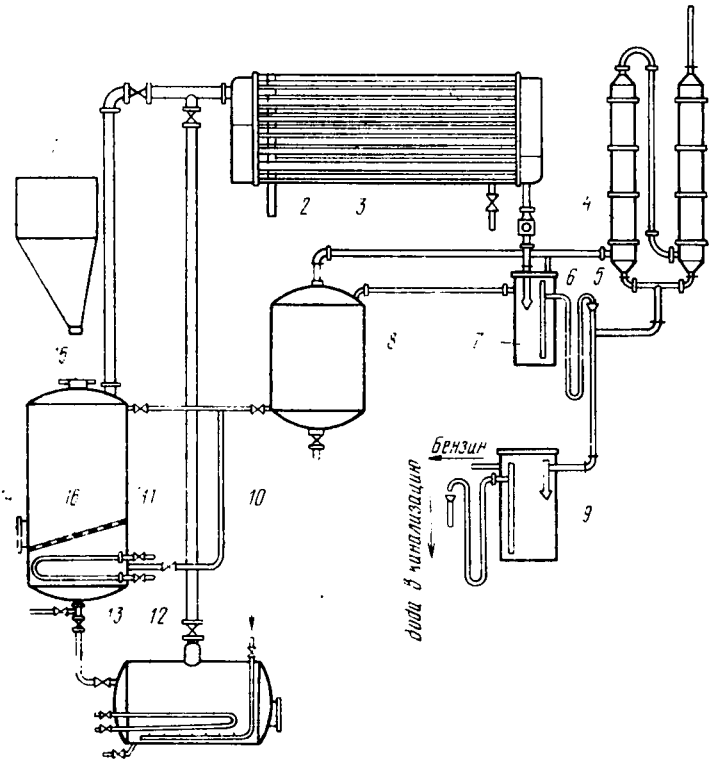


Рис. 149. Технологическая схема экстракции кости бензином:
1 — бункер; *2* — сливная труба; *3* — конденсатор; *4* — дефлегматор; *5* — приемная воронка; *6* — сифон; *7* — водоотделитель; *8* — резервуар; *9* — контрольный водоотделитель; *10* — бензопровод; *11* — экстрактор; *12* — дистиллятор; *13* — мисцеллопровод; *14* — разгрузочный люк; *15* — загрузочный люк; *16* — решетка

рации жира в мисцелле, остающейся в кости, и в мисцелле, находящейся вне ее.

Различают три способа экстракции: газовый, наливной и смешанный.

Газовый способ — это экстракция растворителем, проникающим в кость в виде паров и конденсирующимся в ее толще. Пользуясь газовым способом, можно получить мисцеллу любой концентрации. Это является преимуществом газового способа. Обычно мисцеллу сливают, когда ее концентрация достигает 20—40%.

Доля паров воды в отходящей паровой смеси сравнительно невелика. Это является недостатком газового способа. Вторым недостатком является то, что кость на протяжении всей экстракции подвергается действию высокой температуры, близкой к температуре кипения растворителя. Это ведет к химическим изменениям коллагена, вследствие которых желатин получает-

ся пониженного качества (более темного цвета и с меньшей вязкостью).

Наливной способ, или способ настаивания, заключается в том, что загруженную в экстрактор кость заливают растворителем на $^1/_2$—$^3/_4$ высоты экстрактора и ведут экстракцию при повышенной температуре, иногда близкой к температуре кипения растворителя. Мисцеллу сливают, когда ее окраска (в мерном стекле экстрактора) станет желтой.

Число заливок зависит от жирности кости. Практически количество заливок колеблется от 2 до 5: для колбасной кости — не менее трех, для полевой — не менее двух. Обычно концентрация первой мисцеллы составляет 3—4%. Перед сливом ее упаривают в экстракторе до 7% и более, а затем сливают. Концентрация второй мисцеллы 2—2,2%. Ее упаривают до 4%. Концентрация третьей мисцеллы около 0,8%, четвертой — не более 0,2—0,3%. Их используют для повторного извлечения жира из свежей кости.

Недостатком наливного способа является слабая концентрация мисцелл, вследствие чего увеличивается продолжительность дистилляции и расход пара на дистилляцию мисцеллы. Этот недостаток можно устранить, если работа батареи экстракторов будет организована по принципу последовательного обезжиривания с использованием противотока. Чистый растворитель подают в головной экстрактор с почти обезжиренной костью, откуда по окончании экстракции полученную слабую мисцеллу перекачивают в экстрактор с более жирной костью и т. д., так что почти насыщенная мисцелла попадает в последний экстрактор с свежезагруженной костью.

Смешанный способ экстракции представляет собой последовательное сочетание газового и наливного способов. ВНИКИМП разработал следующий вариант, рекомендуемый для влажной кости (колбасной). Экстрактор после загрузки его костью заливают растворителем на $^1/_4$ высоты аппарата и нагревают. Через 15—20 мин внизу экстрактора скапливается значительное количество воды, смешанной с мисцеллой. Воду сливают в дистиллятор. Уровень растворителя в экстракторе поддерживают постоянным в течение 2—2,5 ч, после чего, закрыв линию растворителя, мисцеллу упаривают в экстракторе, а затем сливают в дистиллятор. В зависимости от жирности и влажности кости этот процесс повторяют 2—3 раза. После этого экстрактор заполняют растворителем на $^3/_4$ и продолжают экстракцию наливным способом. Остаточный растворитель из кости отгоняют так же, как при экстракции, газовым способом.

Технические показатели, характеризующие процесс экстракции и свойства обезжиренной кости (шрота), приведены в табл. 70.

Таблица 70

Показатель	Кость			
	свежая колбасная	свежая столовая	свалочная	полевая
Продолжительность экстракции (с загрузкой и выгрузкой)	18—22	16—22	12—16	7—10
Расход растворителя (бензина), кг на 1 т сырья	8—12	7—12	6—8	4—6
Влажность обезжиренной кости (шрота), %	12—18	10—18	7—9	5—7
Остаток жира, %	0,5—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5	0,3—0,4
Выход, % от массы сырой кости				
шрота	51—59	58—74	78—83	88—93
жира	12—14	5—6	3—5	1—2
Усушка	37—27	37—20	19—12	11—5

Гидромеханический метод. Обезжиривание кости гидромеханическим методом в клеежелатиновом производстве имеет ряд преимуществ по сравнению с обезжириванием экстракцией, более экономичен и допускает непрерывно-поточную организацию процесса обезжиривания. Обезжиривание производится без нагрева, поэтому жир получается более высокого качества, а коллаген, содержащийся в кости, практически не изменяется.

Однако небольшие размеры кусочков кости, обусловленные самим способом обезжиривания, создают затруднения при извлечении из нее клея или желатина, так как кость может слеживаться. В кости остается сравнительно большое количество жира (2,5—3% к сухой кости). Тем не менее гидромеханический метод обезжиривания кости весьма перспективен.

Полировка кости

На поверхности сухой обезжиренной кости (шрота) остаются посторонние ткани и всякого рода загрязнения (остатки хрящей, мягких тканей, волос, пыль и т. д.). Кость очищают в медленно вращающихся полировочных барабанах. Очистка происходит за счет трения осколков костей друг о друга и о стенки барабана. В процессе полировки примеси, загрязнения, мелкая кость и кусочки кости, отламывающиеся во время полировки, проходят сквозь решетку стенки барабана, образуя так называемый азотистый отход. Обработанная кость называется полированным шротом. Она должна быть белого цвета с чистой и гладкой поверхностью.

Калибровка и повторное дробление кости

Размеры кости, направляемой на выварку клея и желатина, не должны превышать определенных оптимальных пределов. Промышленная практика показала, что переработка кости, размеры которой не превышают 25 мм, позволяет получать более концентрированные бульоны при лучшем извлечении глютина из кости и дает экономию пара при обесклеивании кости и упаривании бульонов до 30—35%. Поэтому полированный шрот целесообразно калибровать, т. е. разделять на партии по размерам, а кость, размеры которой превышают 25 мм, повторно дробить.

Мацерация кости

Мацерацией кости называют обработку ее подкисленной водой. Это позволяет в последующем производить выделение желатинирующих и клейдающих веществ при более мягком режиме.

Мацерация кости для желатина. Кость, предназначенную для производства желатина, мацерируют слабым раствором соляной кислоты. Под действием соляной кислоты происходит полная деминерализация кости, так как соляная кислота растворяет углекислые и фосфорнокислые соли кальция, составляющие минеральную основу кости. Одновременно происходит кислотное набухание коллагена. Существенного разрушения органических тканей во время мацерации не происходит.

Разрушение фосфорнокислых солей протекает по следующей (суммированной) схеме:

$$Ca_3(PO_4)_2+4HCl \longrightarrow 2CaCl_2+Ca(H_2PO_4)_2;$$

$$Ca_3(PO_4)_2+6HCl \longrightarrow 3CaCl_2+2H_3PO_4;$$

$$Ca_3(PO_4)_2+4H_3PO_4 \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$$

Образующиеся хлорид кальция и монокальцийфосфат, растворимые в воде, выводятся с нею из реакции.

Одновременно протекает и побочная реакция

$$Ca(H_2PO_4)_2+Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow 4CaHPO_4$$

Получающийся при этом дикальцийфосфат плохо растворим и остается в кости. Чтобы этого не происходило, необходимо мацерационную жидкость (мацерационный щелок), содержащую монокальцийфосфат, систематически удалять из аппарата.

Повышение температуры и увеличение концентрации кислоты ускоряет мацерацию. Оптимальными условиями являются: концентрация кислоты около 5% и температура около 15 °С. Слишком низкая концентрация кислоты, замедляя процесс

мацерации, приводит к уменьшению выхода желатина. Концентрация кислоты должна быть тем больше, чем ниже температура и тверже кость.

Продолжительность мацерации зависит от сорта и калибра кости, температуры и концентрации кислоты. Она колеблется от 5 до 15 сут. Кость молодых животных и пористая кость мацерируется быстрее. Особенно большое значение имеет степень дробления кости: кость размером 1 мм мацерируется в 5 раз быстрее кости размером 8 мм. Значительного сокращения продолжительности мацерации можно достигнуть барботированием кости сжатым воздухом или пульсационным перемешиванием. Мацерацию считают законченной, если кость просвечивает, легко режется ножом, упруга при сгибании.

Выход мацерированной кости, или, как принято называть в практике, оссеина, в среднем составляет около 70% к массе загружаемой кости. Жидкость, образующаяся после мацерации (мацерационный щелок), содержит до 4% фосфорного ангидрида и используется для производства удобрения — преципитата.

Мацерация кости для клея. Мацерацию кости, предназначаемой для производства клея, ведут водой в присутствии сернистой кислоты. Сернистая кислота играет роль антисептика, производит частичную деминерализацию кости, отбеливает кость и способствует набуханию коллагена (влажность мацерованного шрота возрастает с 6—7 до 30—40%).

Мацерацию следует вести при температуре не выше 15°С. Мацерацию кости сернистой кислотой ведут в чанах вместимостью 3—5 т. Концентрация сернистого газа в воде около 0,25%. Общая продолжительность процесса 24, а иногда 48 ч. Мацерация кости при выработке из нее клея улучшает его качества. Если ее не производят, сухую кость перед вываркой клея замачивают в чанах или диффузорах холодной водой (14—24 ч). С целью разрыхления коллагена в диффузоре кость обрабатывают паром под давлением до $3 \cdot 10^5$ Па (143°С). При этом волокна коллагена укорачиваются и утолщаются, вследствие чего разрушается структура кости и вода получает доступ внутрь ее. Такой прием позволяет сократить производственный цикл и избежать части погрузочно-разгрузочных операций. Однако в этом случае клей получается хуже (мацерация на 20—40% повышает вязкость клея).

Золка оссеина и мягкого сырья

С целью разрушения морфологических структурных элементов тканей, разложения вредных и балластных примесей и расшатывания связей между полипептидными цепями при производстве желатина и высококачественного (мездрового) клея сырье перед вываркой длительно обрабатывают щелочью.

Этот процесс носит название золки. Правильно проведенная золка с последующим удалением остатка щелочи делает возможным извлечь высококачественный продукт при температуре 60 °С.

В промышленной практике употребляют двухосновные щелочи, обычно гидроксид кальция, имеющий ряд преимуществ. Употребляя для золки суспензию извести в воде, можно поддерживать постоянную небольшую концентрацию щелочи в результате растворения взвешенного в растворе ее избытка.

Действие извести на ткани. В течение первой недели золки (при температуре не выше 20 °С) преобладающее значение имеет разрушение эпидермиса, растворение промежуточного вещества и разрушение белков, связанных с коллагеном. Растворение белковых веществ увеличивает проницаемость тканей и способствует миграции щелочи внутрь сырья. С течением времени все большее значение приобретает разрыхление коллагеновых волокон. При обработке сырья, покрытого волосом, известь разрыхляет волосяные сумки, способствуя удалению волоса.

В результате разрушения альбуминов, глобулинов, муцинов, мукоидов, содержащихся в сырье, в раствор переходят продукты их распада (полипептиды, аминокислоты, амины, мочевина, аммиак и т. д.), обладающие стабилизирующим действием на суспензию извести. Но некоторые из них, например аммиак, способствуют гидролизу коллагена. В зольной жидкости могут быть большие количества аммиака вследствие развития гнилостных процессов при длительном пользовании ею.

Под действием извести жиры, содержащиеся в сырье, частью омыляются, образуя нерастворимые кальциевые мыла. Эти мыла частью уносятся зольной жидкостью, частью удаляются при последующей промывке.

Известь уменьшает прочность оболочек коллагеновых пучков и волокон и частично разрушает их. Диаметр коллагеновых пучков немного увеличивается, а межпучковые щелевидные пространства исчезают.

Действие извести на коллаген. Величина pH зольной жидкости доходит до 12,0—12,5. В этих условиях коллаген сильно набухает. При этом сырье поглощает значительное количество воды и очень разрыхляется. Такое состояние сырья называется «нажором». В случае длительного щелочного нажора вследствие необратимых изменений коллагена приобретенная сырьем степень набухания сохраняется и после его последующей нейтрализации и промывки.

Под действием извести и в результате набухания коллагена расшатываются и частично разрываются связи между полипептидными цепями в его структуре. Это ведет к снижению температуры сваривания коллагена, облегчает образование глютина и увеличивает переваримость коллагена. Все это на-

Таблица 71

Продолжительность золки, сут	Температура сваривания коллагена, °С	Набухание коллагена (г воды на г белка)	Выход желатина, % к массе белка
0	71	133	6,9
30	55	157	8,8
90	52	232	19,8

ходит отражение в росте показателя выплавляемости коллагена.

Влияние продолжительности золки на свойства коллагена дермы и выход желатина показано в табл. 71.

Наряду с этим коллаген претерпевает и более глубокие химические изменения: происходит гидролиз полипептидных цепей, отщепление аммиака от амидов (глютамина и аспарагина), почти полностью исчезает тирозин и уменьшается количество серина (обе аминокислоты содержат гидроксильную группу). Вследствие гидролиза коллагена и отщепления аммиака от амидов изоэлектрическая точка коллагена после золки сдвигается до pH 5,0—5,5. В результате всех этих изменений часть коллагена при золке теряется. Примерное представление о потерях коллагена при золке в насыщенном растворе извести дают следующие цифры:

Продолжительность золки, сут	2	4	6	8	10
Потери коллагена, %	0,40	0,60	0,72	0,88	1,0

Химическое разложение коллагена находит свое выражение в росте показателя — распада коллагена.

Таким образом, в результате золки возрастает не только величина выплавляемости, растет величина распада коллагена.

Режим и техника золки. Скорость процесса золки зависит от температуры. Но повышение температуры одновременно и в большей степени ускоряет распад коллагена. В табл. 72 показано изменение показателей выплавляемости и распада коллагена в зависимости от температуры золки сырья известью в течение 7 сут.

Таким образом, повышение температуры золки приводит к излишним потерям коллагена, уменьшению выхода и снижению качества продукта, а понижение температуры замедляет процесс золки. Обычно золку проводят при температуре 12—20 °С. Оптимальной следует считать температуру около 15 °С.

ВНИКИМПом разработан способ определения оптимальной прозоленности сырья по величине показателя выплавляемости, который рекомендуется в зависимости от сырья доводить до 8—12%.

Процесс смены известкового молока называют перезолкой. При перезолке зольную жидкость сливают, сырье промывают,

Таблица 72

Температура золки, °С	Выплавляемость, %	Распад, %
20	2,88	2,68
30	3,80	3,46
40	18,30	42,2

перемешивая его сжатым воздухом, а затем снова заливают свежим известковым молоком.

Существуют различные приемы ускорения процесса золки. По способу ВНИКИМПа вначале золку ведут известью (до 14 сут), а затем 2%-ным раствором гидроксида натрия (3—5 сут) при 20 °С. Общая продолжительность процесса при этом снижается до 17—19 сут. Более быстро и равномерно протекает золка во вращающихся барабанах. При этом отпадает необходимость в перегрузочных операциях. Недостатком этого способа являются небольшой коэффициент загрузки и громоздкость аппаратуры, а также увеличенные потери коллагена.

Обеззоливание оссеина и мягкого сырья

После золки в сырье остается до 4—6% оксида кальция, около 0,6% прочно связано с сырьем, остальное количество извести удерживается за счет капиллярности и механически в порах и на поверхности.

Процесс обеззоливания складывается из трех операций: промывки сырья с целью удаления части извести и загрязнений, нейтрализации оставшейся извести соляной кислотой, промывки сырья с целью удаления из него избытка кислоты.

Сырье промывают водой в аппаратах различного типа: контроллерах и мездромойках. В мездромойках промывка происходит в условиях интенсивного перемешивания сырья при быстрой циркуляции, но они пригодны только для мелкого, легкого сырья.

Продолжительность промывки проточной водой колеблется от 24 до 34 ч. Промывка считается законченной, если pH жидкости, отжимаемой от сырья, не превышает 8,5 (при пробе фенолфталеином не должно быть покраснения). Продолжительность промывки может быть сокращена, если зольную жидкость из сырья перед промывкой отжимать, например, на вальцах.

Остаток извести в сырье нейтрализуют соляной кислотой в тех же промывных аппаратах. Преимущества соляной кислоты перед другими кислотами не только в том, что она дает с кальцием хорошо растворимые соли, но и в том, что при нейтрализации этой кислотой потери коллагена наименьшие. Количество соляной кислоты берется из расчета 3—5% кислоты (удельная масса 1,14) к массе сырья. Концентрация добавляемой кислоты имеет существенное значение для состояния нажора сырья. Изоэлектрическая точка коллагена после золки около 5,0. Поэтому pH раствора в процессе нейтрализации дол-

жен быть больше 5,0, иначе произойдет резкая дегидратация коллагена. Чтобы этого избежать, к сырью по окончании промывки добавляют свежую воду, а затем небольшими порциями кислоту в виде 0,5%-ного раствора с таким расчетом, чтобы концентрация свободной кислоты в растворе не превышала 0,25%. Продолжительность нейтрализации при непрерывной работе мешалки около 4—6 ч.

По окончании нейтрализации начинают промывку сырья проточной водой. Вода, применяемая для промывки, должна быть с общим низким содержанием солей, особенно щелочных. Продолжительность промывки 6—8 ч. Промывку считают законченной, если концентрация ионов хлора в отжиме не превышает 75 мг/л (проба с нитратом серебра), а pH при пробной разварке остается в пределах 5,8—6,5.

Извлечение желатина и клея

Желатинирующие и клейдающие вещества из мягкого сырья и мацерированной кости извлекают путем обработки его горячей водой. Решающее значение для выхода, свойств и качества извлекаемого горячей водой продукта имеет температура, при которой производят вываркy. Чем выше температура, тем глубже гидролиз коллагена и тем хуже качество продукта.

Во избежание ухудшения качества продукта и с целью наиболее полного извлечения желатина и клея в технологической практике процесс выварки организуют с таким расчетом, чтобы воздействию высоких температур подвергалось минимальное количество коллагена. Существуют три варианта организации процесса выварки: фракционный, батарейный (непрерывный) и смешанный.

Фракционный способ. Выварку желатина и клея фракционным способом производят в открытых котлах различной конструкции. Наиболее удобны открытые котлы с паровой рубашкой и решеткой, на которую укладывают сырье. Котел снабжен крышкой с вытяжкой в атмосферу.

Величина pH бульона во время выварки не должна выходить за пределы 5,8—6,2, иначе возрастает скорость гидролиза глютина. При необходимости бульон подкисляют сернистой кислотой.

Температура выварки первой фракции должна быть минимальной: для хорошо прозоленного сырья — не выше 60 °С, для плохо прозоленного — не выше 65 °С. Число фракций 4—6. Температура выварки каждой следующей фракции повышается на 5 °С в сравнении с предшествующей. Последнюю фракцию вываривают при температуре, близкой к 100 °С, а в конце выварку ведут при кипении.

Продолжительность варки должна быть также минимальной, но достаточной для того, чтобы бульон первых трех-четы-

рех фракций был способен застудневать без последующего упаривания. Для этого его концентрация должна быть не менее 6%. Если нужная концентрация не будет достигнута через 6 ч, выварку прекращают, бульон сливают и после осветления упаривают.

Общая продолжительность выварки не должна превышать для желатина (6 фракций) 36 ч, для клея (4 фракции) — 24 ч.

Желатиновые бульоны первых четырех фракций используют для выработки пищевого или фотожелатина. После фильтрации их или разделяют на два-три сорта согласно стандарту, или смешивают, если разница в свойствах (концентрации бульона и крепости студня) незначительна. Все последующие фракции направляют на выработку технического желатина. При этом их смешивают или делят на два сорта. В среднем путем фракционной выварки удается получить до 70% пищевого или фотожелатина и до 30% технического.

Клеевые бульоны первых двух фракций смешивают и направляют на дальнейшую обработку. Бульоны остальных фракций используют для заливки в варочный котел.

В процессе выварки на поверхность бульона всплывает жир, который необходимо систематически и тщательно удалять.

Батарейный способ (способ последовательного насыщения). Выварку клея и желатина способом последовательного насыщения производят в автоклавах (диффузорах), соединяемых в батареи по три — шесть штук. Этот способ используют преимущественно в производстве клея, поэтому процесс этот обычно называют обесклеиванием кости.

В процессе обесклеивания кость многократно подвергается последовательному воздействию пара для диспергирования коллагена и растворителя (горячей воды, ненасыщенного бульона) с целью извлечения продуктов превращения коллагена (клея, желатина). Свежую кость в головном диффузоре обрабатывают паром низкого давления (до $1 \cdot 10^5$ Па). Давление пара в каждом следующем диффузоре постепенно повышают по мере обесклеивания кости и в последнем диффузоре его доводят до $3 \cdot 10^5$ Па. Горячая свежая вода должна иметь температуру не ниже 95 °С. Число заливок кости свежей водой не менее двух в каждом диффузоре.

Общее количество распарок от 6 до 18. Продолжительность каждого периода (распарка и обработка растворителем) от 10 мин до 1 ч 30 мин. Общая продолжительность цикла 18—24 ч. Чем больше свежих вод, тем больше выход клея и лучше обесклеивание кости, но тем больше объем получаемых бульонов при меньшей их концентрации (табл. 73).

Большой объем получаемых бульонов требует мощной выпарной установки и большого расхода пара и электроэнергии. При любой схеме организации процесса диффузии остаток азота в обесклеенной кости не должен превышать 0,9%.

Таблица 73

Количество		Средняя масса бульонов, кг	
распарок	свежих вод	на 1 т шрота	на 1 т готового клея
8	1	750—1000	3000—4000
13	2	1400—2000	5600—8000
12	3	2000—2900	8000—11 600
15	5	3000—4700	13 200—18 800

Смешанный способ (фракционно-батарейный). Этот способ заключается в том, что первые два-три бульона из свежей кости в каждом диффузоре получают в виде фракций, а остающуюся кость обесклеивают по способу последовательного насыщения. Таким путем удается сочетать преимущества двух первых способов, отобрать фракции высококачественного бульона, годные для выработки технического желатина, и хорошо обесклеить кость, получив при этом достаточно концентрированный клеевой бульон.

Обработка бульонов

Обработка бульонов заключается в очистке их от примесей, осветлении, концентрировании путем упаривания или осаждения из них клеевых веществ, консервировании и желатинизации.

Чтобы избежать снижения вязкости, промежуток времени между вываркой бульона и его желатинизацией должен быть не более 4 ч. Температуру бульона следует поддерживать на уровне 60 °С. Перед упариванием технические бульоны можно консервировать сульфатом цинка.

Очистка и осветление. Вываренные бульоны содержат значительное количество примесей различного происхождения и различной степени дисперсности, вплоть до размеров коллоидов. К их числу относятся остатки кости и мягких тканей, кальциевые соли и кальциевые мыла, белковые частицы, жир и пр. Эти примеси делают желатин и клей мутными. Кроме того, жир увеличивает депрессию фотожелатина. Часть этих примесей можно удалить отстаиванием перед сливом бульона из варочного котла, а часть отделить фильтрованием через ткань.

Хорошей очистки и осветления бульона можно достигнуть обработкой активированным углем. Таким путем можно удалить из бульона не только взвеси, но и вещества, придающие желатину нежелательный привкус и запах, если сырье было недостаточно хорошо подготовлено к вываркe. Активированный уголь с активностью не менее 85% добавляют к бульону в количестве 0,3% по массе при тщательном перемешивании.

Упаривание. Обезвоживание выпариванием экономичнее обезвоживания сушкой. Поэтому, когда это допустимо по технологическим соображениям, клеевые и желатиновые бульоны упаривают. Но желатин очень чувствителен к нагреву, вследствие чего желатиновые бульоны первых фракций, если они способны желатинизироваться, как правило, не упаривают. Лишь в жаркое время, когда температура в помещении выше 25 °С, их упаривают до концентрации около 10% по клеемеру. Желатиновые бульоны последующих сливов упаривают до концентрации 20—25%, при которой они достаточно хорошо желатинизируются и студень не плавится во время сушки. Клеевые бульоны упаривают до концентрации не ниже 35—45%, а предназначенные для выпуска в виде галерты — не ниже 49% (из утильного сырья 35—40%). Упаривание до больших концентраций сопряжено с опасностью засорения аппарата слишком вязкой жидкостью. Так как высокие температуры в период упаривания бульонов обусловливают снижение качества продукции, упаривание следует вести под вакуумом.

Бульоны после упаривания темнеют, поэтому необходимо их осветлять.

Наибольшее распространение в качестве консервирующего средства получил сернистый газ, который обладает и некоторым отбеливающим действием. Преимуществами этого консерванта является то, что в небольших дозах он не ядовит и не влияет на фотографические свойства желатина. Однако сернистый газ не уничтожает микробов полностью, а лишь резко снижает их количество в бульоне и подавляет их дальнейшее развитие. В связи с этим бульоны, предназначенные для выработки высококачественного желатина, рекомендуется предварительно пастеризовать при 70 °С в течение 1 ч.

Желатиновые бульоны консервируют 4—6%-ным раствором сернистого газа (сернистой кислоты). Это позволяет строго регулировать количество вводимого в бульон оксида серы. Предельно допустимая норма оксида серы в сухом пищевом желатине 0,075%. В процессе сушки теряется около половины оксида серы. Следовательно, его максимально допустимое количество в бульоне пищевого желатина не должно превышать 0,15% к сухому веществу.

Консервирующее средство	Расход, % к товарно-сухому клею
1. Сернистая кислота	1,0—1,2
Цинковая пыль	0,10—0,15
2. Бисульфит натрия	2,3
Цинковая пыль	0,2—0,3
Оксид серы	0,4—0,6
3. Гидросульфит натрия	0,3—0,4
Цинковая пыль	0,1—0,2
4. Сульфат цинка	1,0

Для консервирования и отбеливания клеевых бульонов, которые имеют темную окраску, пользуются различными веществами, обладающими как консервирующим, так и сильным отбеливающим действием. Наиболее часто используемые консервирующие средства приведены на с. 344.

При выпуске клея в виде галерты после его розлива в бочки добавляют один из консервантов (в расчете на 1 т галерты): сульфат цинка — 5 кг, бисульфит натрия — 3,5 кг, карболовую кислоту — 1 л.

Желатинизация бульонов и резка студня

Желатинизация желатиновых и клеевых бульонов — это переход бульона из состояния золя в состояние геля. Необходимость в желатинизации диктуется тем, что в настоящее время в большинстве случаев желатин и клей обезвоживают поверхностной сушкой в студнеобразном состоянии. В случае обезвоживания распылительной сушкой желатинизация не нужна.

При застудневании частицы желатина или клея, растворенные в бульоне, образуют тончайшую трехмерную сетку (каркас), в которой они соединены локальными (преимущественно водородными) связями по типу узлов. При этом вода вместе с растворенными в ней низкомолекулярными компонентами геля оказывается заключенной (иммобилизованной) в ячейках образующейся сетки. Размеры частиц некоторых из этих компонентов не позволяют выйти им за пределы ячеек в окружающий растворитель. Некоторые из них адсорбированы поверхностью ячеек. И в том и в другом случае они локализуются в ячейках и обусловливают повышенное в сравнении с окружающим растворителем осмотическое давление. Благодаря этому гель удерживает значительное количество осмотически связанной воды. Гель желатина и клея изотропен. Это указывает на отсутствие в нем преимущественной ориентации частиц.

Чем больше длина частиц, образующих сетку студня, тем меньшее число локальных связей оказывается достаточным для прекращения перемещения этих частиц, т. е. для исчезновения текучести. Поэтому при большей длине частиц образование студня происходит при их большей подвижности, т. е. при более высокой температуре. Отсюда желатиновые растворы застудневают быстрее и при более высокой температуре, чем клеевые, и образуют более прочные студни.

Температура и скорость застудневания бульонов зависят от их концентрации. Чем ближе величина pH бульона к изоэлектрической точке желатина или клея, тем быстрее идет застудневание. Его скорость зависит также от наличия в бульоне посторонних веществ. Например, сульфаты (в частности, сульфат аммония) ускоряют застудневание, хлориды и йодиды замед-

ляют его, а в присутствии роданидов 5%-ный желатиновый бульон вовсе не застудневает.

В зависимости от размеров, формы получаемого студня и техники охлаждения бульона используют различные способы желатинизации. В технологической практике встречаются следующие способы: желатинизация в блоках (в формах), желатинизация на непрерывно движущейся ленте и желатинизация в каплях. При желатинизации бульон охлаждают воздухом, водой, рассолом или органической жидкостью, не смешивающейся с бульоном.

Для желатинизации в блоках пользуются плоскими и глубокими формами. Формы изготавляют из луженого или оцинкованного железа, нержавеющей стали, алюминия (для пищевого и фотожелатина). Бульон в плоских формах охлаждают в шкафах водой или на стеллажах воздухом, бульон в глубоких формах — в баках-желатинизаторах, погружая их в циркулирующую воду или рассол. Вместимость форм 16—22 л. Существенными недостатками этого способа являются: периодический характер процесса при большой его длительности и необходимость в дальнейшем резать получающиеся блоки на бруски и пластины.

Желатинизация на движущейся ленте является разновидностью непрерывных способов. Принцип работы установки такого типа прост: бульон разливается тонким слоем на движущуюся стальную или резиновую ленту и охлаждается либо водой, подаваемой под ленту, либо воздухом, обдувающим ленту. Установка снабжена механизмом для резания ленты студня на пластины. Достоинствами описанного способа являются непрерывность процесса, его полная механизация и хорошие санитарные условия, поскольку исключается прикосновение рук к студню, а ленты на обратном пути промываются. Недостаток работы описанной установки состоит в том, что нарезанные пластины слипаются.

Желатинизация бульона в каплях в охлаждающей жидкости также относится к числу непрерывных механизированных процессов. Сущность этого способа заключается в следующем: желатинизируемый бульон каплями стекает в охлаждаемую не смешивающуюся с ним жидкость (керосин, бензин, легкое минеральное масло, бензол, дихлорэтан и т. д.), в которой капли диаметром 7—8 мм быстро застудневают. При этом в результате длительного соприкосновения с гидрофобной жидкостью поверхность капелек приобретает гидрофобные свойства, дубится. Это делает желатинизирующуюся каплю более устойчивой.

Желатинизацию в каплях производят в желатинизаторах, которые на $^3/_4$ заполняют охлаждающей жидкостью; температуру поддерживают с помощью теплообменника на уровне 0 °С. Скорость прохождения капель (гранул) в охлаждающей жидкости 0,6—0,7 см/с. К моменту попадания гранул в кони-

ческую часть они застудневают. Диаметр желатинизатора устанавливают по заданной производительности. Производительность желатинизатора составляет около 800 кг бульона в час на 1 м² поперечного (горизонтального) сечения цилиндра.

Желатинированные гранулы выгружаются через отверстие в вершине конического дна желатинизатора с помощью желатинизирующей жидкости, подаваемой в сопло гидроэлеватора, и транспортируются на трясучку или во вращающийся сетчатый барабан для отделения жидкости. После этого гранулы обдают слабонагретым сухим воздухом (влажность 23—25%) в течение 3 ч до образования прочной корки и сушат. Потери желатинизирующей жидкости (бензина) 2,4% от массы вырабатываемого клея и 3,5% от массы желатина.

Сушка желатина и клея

Обезвоживание желатина и клея необходимо для придания им устойчивости по отношению к микроорганизмам в период транспортирования и хранения. Кроме того, обезвоживание увеличивает содержание полезных веществ в единице массы готового продукта и, таким образом, делает его более транспортабельным. В настоящее время в промышленной практике желатин и клей обезвоживают исключительно путем сушки.

Желатиновый и клеевой студни относятся к типичным коллоидным материалам. Этим определяется характер связи влаги с желатином и клеем, а значит, весь ход и конечные результаты сушки. Как коллоидные тела желатин и клей удерживают воду в основном за счет адсорбции и осмотических явлений. Осмотически связанная влага поглощается желатином и клеем в процессе формирования геля путем ее иммобилизации в ячейках геля. Количество адсорбционной влаги, удерживаемой желатином, около 30% к массе сухого белка. Общее количество влаги, поглощаемое желатином, — до 2000% к сухому белку.

Сушка желатинового и клеевого студня. Желатин и клей в пластинах (плитках) сушат в канальных или туннельных сушилках.

Повышение температуры сушки увеличивает ее скорость в результате возрастания ее потенциала и увеличения скорости теплоперехода от воздуха к продукту, поэтому сушку следует вести при возможно более высокой температуре. Однако чрезмерно высокая температура может вызвать частичное или полное плавление студня. Это ведет к потерям продукта, прилипанию его к сеткам, деформации плиток. Следовательно, температура воздуха в сушилке должна быть на всем протяжении сушки несколько ниже температуры плавления студня. Таким образом, температура плавления студня в любой момент процесса является предельной температурой сушки.

Температура плавления студня зависит от относительного

Таблица 74

Показатель	Клей	Желатин	
		технический	фото- и пищевой
Концентрация галерты перед сушкой, % по клеемеру	40—45	15—30	6—10
для плохого клея	50	—	—
Температура воздуха, °С			
на входе	30—35	35	35—40
на выходе	20—25	20—25	20—25
Предельная относительная влажность воздуха на выходе, %	75	80	80
Скорость воздуха, м/с	1,5—3,0	1,5—3,0	1,5—3,0
Влажность готового продукта, %, не более	17	16	16
Продолжительность сушки	7—12 сут	2—4 сут	14—24 ч

содержания в нем продуктов гидролиза глютина. Температура плавления желатинового студня выше температуры плавления клеевого студня, а температура плавления высокосортного студня выше, чем студня более низкого сорта. Значит, сушку высокосортных студней можно вести при более высокой температуре. Однако температура плавления студня зависит также от концентрации в нем сухих веществ. Чем ниже сорт студня, направляемого на сушку, тем больше должна быть его концентрация. Например, пищевой желатин можно сушить при концентрации студня 6—10%, клеевой бульон приходится упаривать до концентрации, близкой к 50% (по клеемеру).

Предельная величина относительной влажности при сушке противотоком около 75—80%. В случае превышения этого предела необходимо уменьшать загрузку сушилки (табл. 74).

Дробление и упаковывание

Цельные пластины желатина упаковывают вручную или на упаковочной машине в пачки массой по 250 г, перевязывают и завертывают в пергаментную бумагу.

Ломаные, а если необходимо, и цельные пластины дробят на молотковой дробилке или в дезинтеграторе. Дробленый желатин калибруют на сите на три калибра: до 1 мм, от 1 до 10 мм и более 10 мм. Последний калибр направляют на повторное дробление. Необходимость в калибровке вызвана тем, что мелкие частицы при подготовке к растворению быстро набухают, налипают на крупные и затрудняют их набухание.

Клей выпускают в плитках или дробленый. В последнем случае его калибруют на две партии: крупнодробленый (проходящий через сито с 4 отверстиями на 1 см^2) и мелкодробленый (проходящий через сито с 20 отверстиями на 1 см^2).

Глава 14

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ

Одной из основных задач инженеров-технологов мясной промышленности является создание и реализация безотходных и малоотходных технологий переработки сырья в высококачественные продукты питания. Решение этой задачи связано с сокращением потерь на всех стадиях производства и увеличением выработки продукции из единицы сырья. Этого можно достигнуть путем оптимизации существующих технологических схем и процессов с рациональным использованием имеющегося запаса сырья, технологического оборудования, транспортных средств, энергетических и других ресурсов. Задача связана с нахождением решения-оптимума, т. е. наилучшего варианта достижения цели с наименьшими затратами времени, сил и средств. В производственных условиях это сводится к обеспечению максимальной выработки продукции, своевременному перераспределению начальных и промежуточных продуктов по тем или иным направлениям их переработки и реализации, перестройке технологических схем и выбору соответствующих технологических режимов, обеспечению загрузки и надежной работы аппаратов и транспортных средств в создавшейся ситуации и возникающих ограничениях.

Сложность решения отмеченных задач для предприятий мясной промышленности обусловлена широким ассортиментом выпускаемой продукции, неравномерностью поступления сырья в различные периоды года, изменением структуры спроса в зависимости от времени года, необходимостью резервирования отдельных видов продукции, являющихся, в свою очередь, сырьем для использования в последующие периоды времени.

Перечисленные факторы создают начальную неопределенность ситуации, в которой следует принять решение на текущий момент времени, что достигается в настоящее время в основном за счет опыта и интуиции технолога возможными вариациями ассортимента и рецептур по группам выпускаемой продукции (вареные колбасы, рубленые полуфабрикаты, комбинированные продукты и т. п.), технологии и направлений использования сырья, а также наличия резервов и директивных указаний.

ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Оптимальные решения при проектировании технологических процессов переработки мяса могут быть достигнуты с помощью их формализованных математических описаний — математиче-

ских моделей, отражающих в аналитическом виде множества функциональных связей между технологическими, конструктивными, экономическими и другими параметрами процессов и продуктов, целевой функцией (критерием) процесса и рядом ограничений, вытекающих из физического смысла задачи. Математические модели технологических операций и материальных потоков позволяют с помощью стандартных и прикладных программ воспроизвести (имитировать) на ЭВМ текущие производственные ситуации, неподдающиеся прямым экспериментальным или аналитическим исследованиям, и в диалоговом режиме оценить эффективность многочисленных вариантов технологической системы как совокупности продуктов, потоков, процессов, установок и режимов с выявлением возможностей рационального (безотходного и малотходного) использования сырья и распределения запасов, определения оптимальных технологических режимов и качества конечных продуктов.

Реализация моделей технологических процессов и аппаратов на ЭВМ дает возможность инженеру-технологу провести так называемый машинный эксперимент с целью быстрого и обоснованного определения рабочих режимов, организационных, конструктивных и проектных решений, позволяя при этом:

исследовать характер взаимосвязей параметров технологических процессов и аппаратов с анализом их влияния на термодинамические, массовые, стоимостные и другие показатели;

исследовать влияние внешних условий на соотношение параметров процессов и аппаратов, а также на термодинамические, технико-экономические и другие показатели;

численно оценить снижение КПД, изменения приведенных затрат и других показателей процессов и аппаратов в случае отклонения оптимальных значений параметров из-за каких-либо технических ограничений;

осуществить выбор оптимальных режимов технологического процесса и работы оборудования;

выполнить в диалоговом режиме принятие оптимальных решений при проектировании технологических систем и оборудования.

Таким образом, математическое и имитационное моделирование технологических процессов на основе ЭВМ становится для технолога одним из основных методологических средств обеспечения гибкого автоматизированного производства с оптимизацией его на каждом этапе по установленным критериям и ограничениям.

Множество технологических процессов (ТП) мясной промышленности по характеру материальных потоков и физической природе можно разделить на некоторые классы типовых процессов.

Вид и форма математической модели ТП определяются задачами исследования и природой исследуемого объекта. В свя-

зи с этим процессу моделирования предшествует детальный анализ ТП, направленный на:

определение материального и энергетического балансов процесса на основе законов сохранения массы и энергии;

аналитическое описание динамики процесса и расчет технологических параметров;

рассмотрение кинетики процесса, связанной с его динамикой и аппаратурным оформлением;

расчет основных размеров аппаратуры.

При составлении модели технологического процесса мясной промышленности необходимо учитывать и специфику перерабатываемого сырья и технологических сред, а также существенные изменения физико-химических свойств в ходе выполнения ТП.

Специфичность собственно ТП заключается в многомерности последних, существенной нестационарности их из-за большого числа возмущений внутреннего и внешнего порядка (колебания состава перерабатываемого сырья, образование «закала» при сушке и т. д.), а также значительной распределенности параметров ТП во времени и пространстве (например, колебания температуры в пароварочных камерах достигают 5—8 °С по объему). Технологические процессы обладают как детерминированностью, определяющей возможность использования для их исследования аналитических и экспериментальных методов, так и стохастичностью (вероятностным характером), что позволяет исследовать их по результатам длительных наблюдений с использованием методов пассивного и активного эксперимента.

Главными признаками, определяющими пищевую ценность мясных продуктов, являются свойства его составных частей и их оптимальное соотношение (сбалансированность) в составе продукта. Наряду с этим существенную роль играют внешний вид, вкус, аромат, цвет, консистенция продукта и другие показатели. В связи с этим большое внимание уделяется субъективным, органолептическим методам определения показателей качества и контроля их в продуктах. Вместе с тем составление моделей должно опираться на объективную оценку показателей качества, которая отражала бы действительное состояние мясных продуктов.

Математические модели технологических процессов в виде алгебраических и дифференциальных уравнений, уравнений регрессии, систем уравнений в частных производных и конечных разностях при достаточном объеме априорных данных могут быть получены аналитическими методами с использованием основных физических законов и классических принципов анализа систем, а также экспериментальными методами, учитывающими вероятностные характеристики реальных процессов с применением математической статистики, регрессионного анализа и планирования эксперимента. Сложность получения адекватных

моделей технологических и производственных процессов мясной промышленности обусловлена их достаточно большой начальной неопределенностью, связанной с трудноформализуемым разбросом нормативов и свойств биосырья, а также характеристик связей между физико-химическими показателями сырья и продукции биологического происхождения. При этом внешние воздействия и факторы, определяющие свойства сырья и продукта на различных технологических этапах, меняются от партии к партии и заранее не могут быть определены однозначно.

В этих условиях наряду с традиционными подходами моделирование технологических процессов должно быть связано с созданием адаптивных моделей в виде алгоритмов обучения и адаптации, основанных на методах математического программирования в задачах опознавания, идентификации и исследования операций.

Выбор тех или иных методов и технических средств моделирования во многом определяется целевым назначением модели, определяемым прикладными задачами ее использования в системах автоматизированного проектирования, оперативного управления, оптимизации производства и т. п.

Математические модели отдельных технологических процессов и операций, потоков и продуктов составляют начальный иерархический уровень моделирования, на основе которого строится имитационная модель всей технологической системы мясоперерабатывающего предприятия, объединяющая отдельные операции, процессы и этапы в общую разветвленную схему производства от поступления сырья до выпуска готовой продукции.

ГРАФОВЫЕ И МАТРИЧНЫЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Технологическая система предприятия мясной и молочной промышленности представляет собой совокупность технологических процессов и установок, связанных между собой сетью материальных потоков сырья и продуктов. Система должна обеспечить выработку продукции заданного ассортимента, количества и качества с оптимальным использованием сырьевых и производственных ресурсов.

Сложность принятия оптимальных решений обусловлена возможным несоответствием между требуемым выпуском продукции и его сырьевым обеспечением, неравномерностью поступления сырья и стохастичностью его параметров, отсутствием или недостаточностью нужных компонентов для выработки того или иного запланированного вида продукта, лимита энергии, производственных холодильных емкостей и складских помещений и временных ограничений по срокам накопления, хранения и реализации сырья и продукции. При этом продукция мясоперерабатывающего производства разбивается на две большие части — натуральные мясопродукты, получаемые в результате сравни-

тельно простой технологической обработки определенной части туш (окорок, шейка, карбонат, корейка, грудинка, язык, почки, свинокопчености, полуфабрикаты и пр.) и направляемые в реализацию в однозначно определенном варианте изготовления, и комбинированные мясопродукты — колбасные изделия, рубленые полуфабрикаты (котлеты, фарши, паштеты, пельмени и другие кулинарные изделия), которые можно получить из различных видов сырья и разными способами.

Промежуточные продукты могут быть использованы в различных направлениях, с вариацией технологических режимов, рецептур и процессов составления смесей и в конечном итоге изменением набора эффективных технологий с оптимальным сочетанием норм выработки продукции.

Технолог должен использовать эти возможности варьирования (многовариантность) для выбора оптимального по экономическим, производственным и временным критериям комплекса технологических процессов, схем и системы в целом, определив при этом возможности максимального соответствия планового выпуска продукции сырьевым и производственным ресурсам (в случае дефицита сырья) или обеспечивая максимальный выпуск продукции, безотходность, снижение себестоимости и т. п.

Сложность технологической системы с ее стохастичностью, многокомпонентностью, разветвленностью и цикличностью технологических потоков, процессов и схем не позволяет отыскать оптимального решения из огромного числа допустимых вариантов без комплексного математического и имитационного моделирования ее на ЭВМ с «проигрыванием» и оценкой бесконечного множества решений в оперативных условиях управления производством.

Технологическую систему можно представить в виде направленного технологического графа, узлы которого отражают технологические операции и процессы, а ветви — линии передачи сырья и продуктов. При этом выходной поток (продукт) одного узла является входным потоком (сырьем) для другого смежного узла. Промежуточные узлы графа могут иметь один вход и несколько выходов при разветвлении потоков, например, в процессах переработки скота и также несколько входов и один выход, например, в сфере производства комбинированных мясопродуктов (рис. 150) с многокомпонентными рецептурами.

Технологическая система мясоперерабатывающего предприятия (рис. 151) охватывает две главные производственные сферы:

сфера разделки туш на конечные и промежуточные натуральные мясопродукты, описываемая древовидным разветвляющимся графом;

сфера сбора комбинированных мясопродуктов, охватывающая колбасное, полуфабрикатное и консервное производство и представляемая ветвящимся графом с перекрестными связями

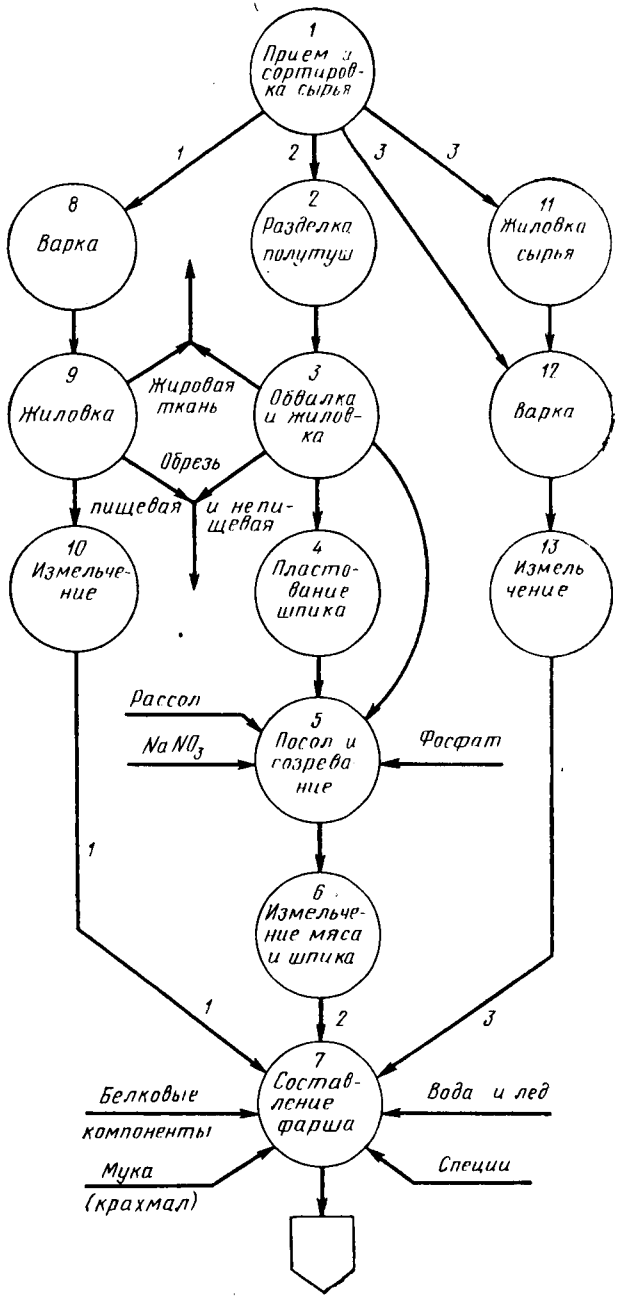
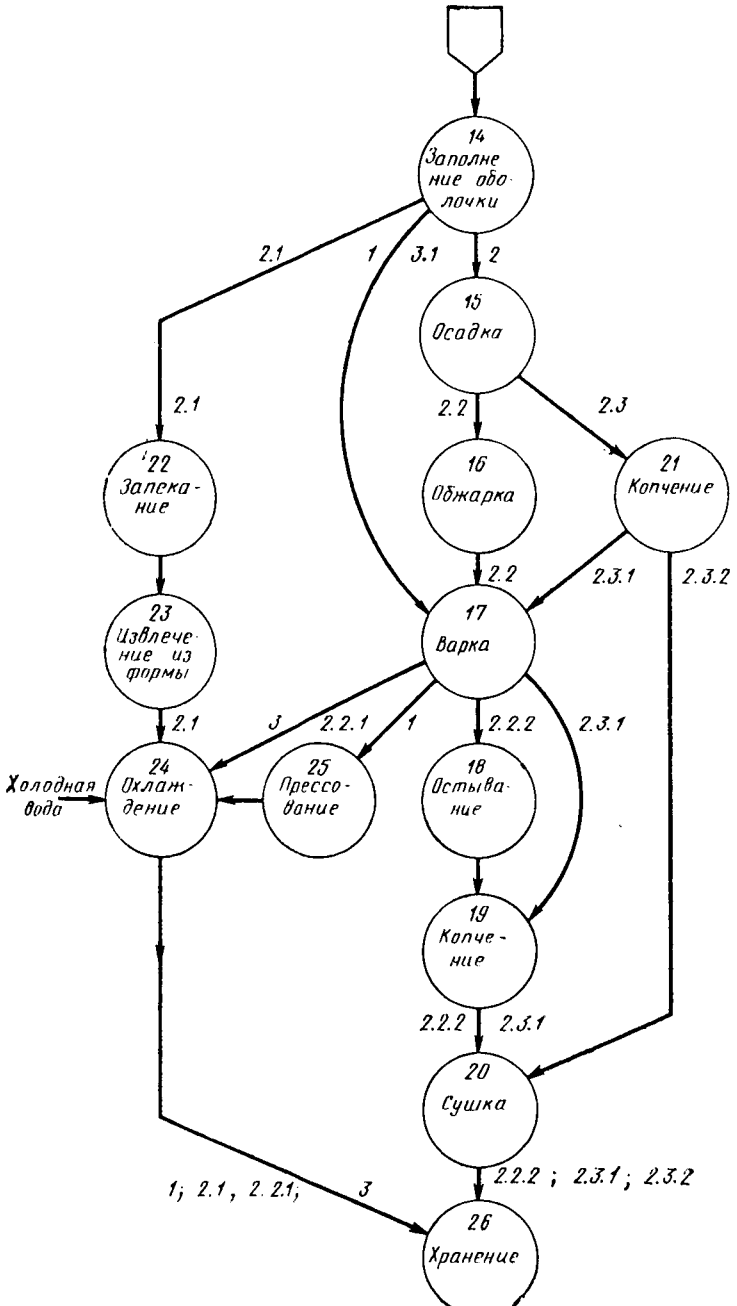


Рис. 150. Технологический граф колбасного производ-
1 — в производстве зельцев; *2* в производстве вареных и полу



ства. Материальные потоки:

копченых колбас; 3 – в производстве ливерных колбас

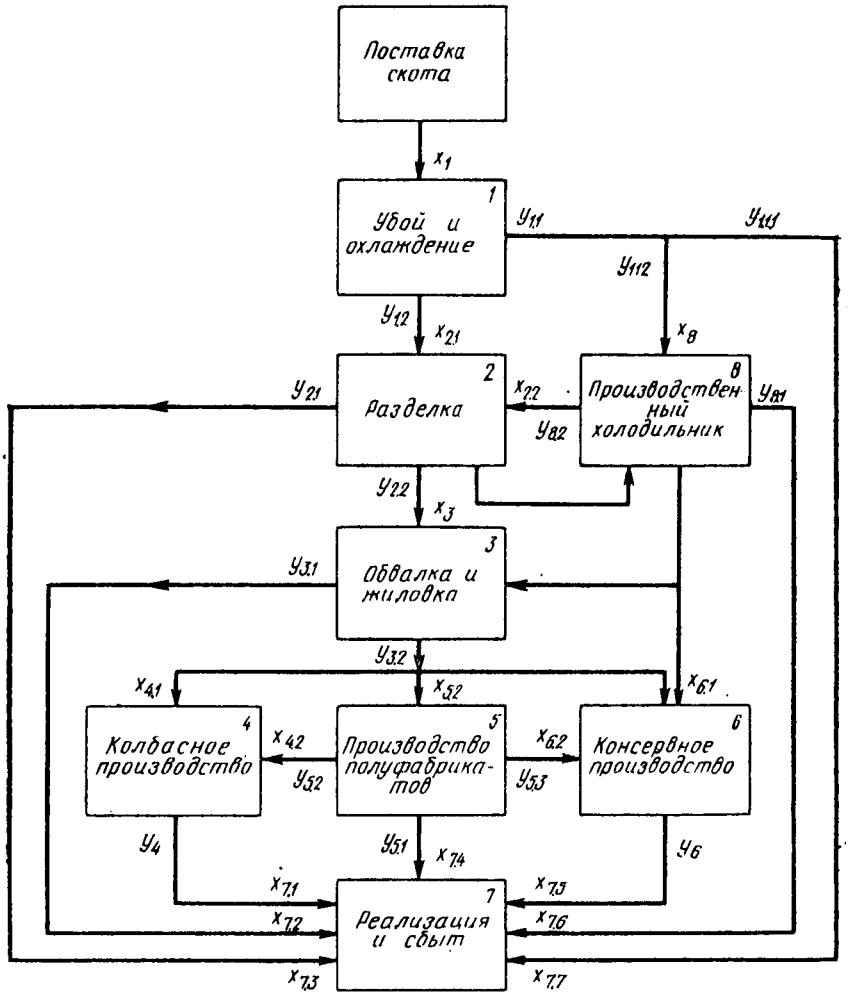


Рис. 151. Укрупненная схема технологической системы основного производства мясокомбината

и циклами и числом выходных потоков (ветвей), равным количеству выпускаемых продуктов.

Каждый поток описывается набором физико-химических показателей и параметров, отражающих вид и свойства исходных, промежуточных и конечных продуктов (состав, расход, структурно-механические характеристики, тепло- и электрофизические параметры и т. п.). Технологический процесс в том или ином узле описывается математической моделью в виде систем уравнений, связывающих характеристики входных и выходных

потоков данного узла. Наряду с этим описание узла дополняется указанием возможных типов аппаратов и технологического оборудования, его эксплуатационных и конструктивных параметров, условий окружающей среды, технологических вариантов исполнения операции, норм расходов прочих ресурсов, необходимых для выполнения данной технологии.

Представление технологической системы, определяющей способ производства в виде технологического графа, дает возможность:

в совокупности систематизировать различные технологические варианты распределения и переработки продукта после каждого производственного этапа;

упорядочить параметрическое описание входных и выходных продуктов, потоков и технологических процессов для каждого узла;

проанализировать общую структуру материальных потоков мясоперерабатывающего предприятия по уравнениям материального и энергетического балансов;

оценить распределение основных компонентов и параметров материальных потоков в соответствии с их исходным запасом или состоянием и переходом в различные виды продуктов или выходные стоки;

выбрать возможные структурные варианты технологической системы как способа производства в заданных условиях и ограничениях.

Наряду с этим технологический граф определяет информационную основу-базу данных для математического моделирования и оптимизации производственных процессов методами аналитического описания и системного анализа, планирования эксперимента и математической статистики, математического программирования и исследования операций.

На основе технологического графа и параметрических описаний (параметрических моделей) входных и выходных потоков, продуктов и процессов каждого узла можно составить матричную математическую модель технологической системы, описывающую множество параметров состояния и функциональных связей между ними в форме квадратной матрицы:

$$\| c_{ij} \|^n = \begin{Vmatrix} 1, & c_{12}, & \ldots, & c_{1n} \\ c_{21}, & 1, & \ldots, & c_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ c_{n1}, & c_{n2}, & \ldots, & 1 \end{Vmatrix},$$

элементы которой c_{ij} описывают однородные характеристики функциональной связи (ветви) между i-м и j-м параметрами ($i, j = \overline{1, n}$) или узлами графа.

Если элементы c_{ij} принимают лишь два значения

$$c_{ij}=\begin{cases}1 & \text{при наличии связи}\\ 0 & \text{при отсутствии,}\end{cases}$$

имеет место так называемая матрица смежности, описывающая в виде нулей и единиц структуру связей в системе. В общем случае коэффициент c_{ij} отражает интенсивность влияния j-го параметра (узла) на i-й, и каждая строка матрицы

$$c_i=\{c_{i1}, \ldots, c_{ij-1}, 1, c_{ij+1}, \ldots, c_{in}\}$$

описывает вектор причинных связей, влияющих на i-й показатель качества процесса в соответствующем узле системы, или вектор сходящихся потоков с характеристиками расхода. В свою очередь, каждый j-й столбец матрицы описывает вектор следственных связей j-го фактора с другими параметрами состояния или вектор расходящихся потоков.

Таким образом, в форме матрицы можно представить различные разветвленные структуры материальных потоков и параметрических причинно-следственных связей в технологической системе на любом уровне детализации от операций и процессов до цехов, подсистем и системы в целом.

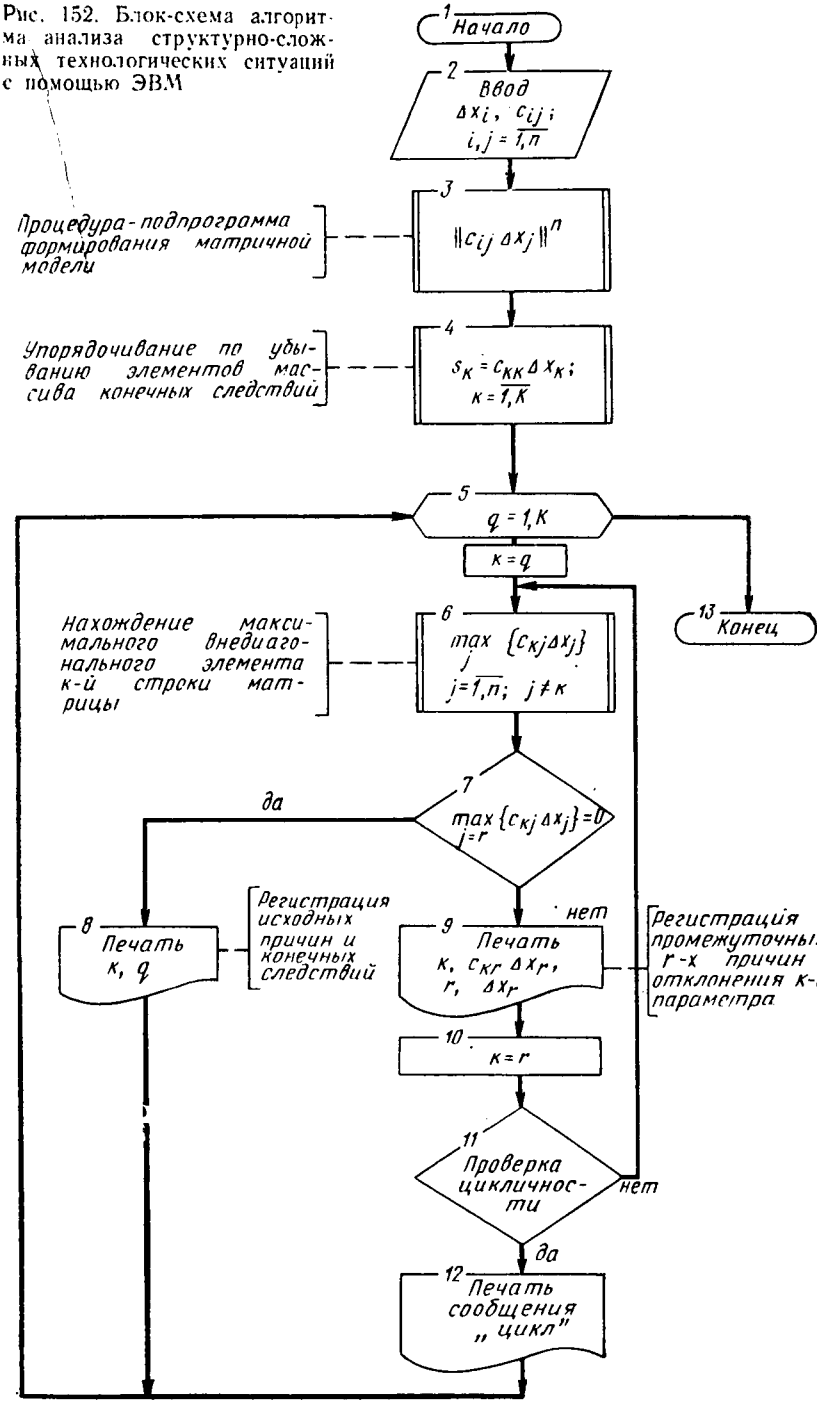
Для описания текущей ситуации в какой-либо функциональной группе параметров (ветвей и узлов) $\{x_1, \ldots, x_n\}$ матрица связей умножается на диагональную матрицу вектора изменения параметров состояния Δx_i $(i=\overline{1,n})$. Получаемая в результате умножения матрица

$$\begin{Vmatrix} \Delta x_1, c_{12}\Delta x_2, \ldots, c_{1n}\Delta x_n \\ c_{21}\Delta x_1, \Delta x_2, \ldots, c_{2n}\Delta x_n \\ c_{n1}\Delta x_1, c_{n2}\Delta x_2, \ldots, \Delta x_n \end{Vmatrix}$$

отражает распределение вкладов отклонений каждого показателя процесса на отклонение i-го показателя состояния или качества через каналы прямого влияния.

Формальная процедура анализа структурно-сложной ситуации отклонения показателей от нормального состояния с помощью описанной матричной модели сводится на первом этапе к выделению и ранжированию отклонений Δx_i $(i=\overline{1,n})$, в столбцах которых все внедиагональные элементы равны нулю, т. е. дальнейшие причинно-следственные функциональные связи отсутствуют. Далее следует выбор максимального диагонального элемента из массива конечных отклонений и анализ элементов его строки с выявлением совокупности причин, вызвавших данное отклонение. После выбора наибольшего элемента строки следует переход по столбцу к элементу главной диагонали, после чего вновь оценивается состояние соответствующей строки найденного элемента. Поиск продолжается до нахождения элемента, в строке которого все внедиагональные элементы будут

Рис. 152. Блок-схема алгоритма анализа структурно-сложных технологических ситуаций с помощью ЭВМ



равны нулю. Это означает, что отклонение является одной из основных причин возникновения диагностируемой ситуации.

Блок-схема алгоритма диагностирования с помощью ЭВМ (рис. 152) содержит блоки ввода априорных и текущих данных, формирования и ранжирования массива конечных следствий и поиска причин. Последний представляет собой цикл перебора элементов массива следствий, внутри которого происходит отыскание максимального элемента в строке, запоминание его порядкового номера $j=r$ и переход на r-ю строку с повторением поиска максимального элемента этой строки. Процедура продолжается до нахождения строки, все внедиагональные элементы которой равны нулю, т. е. $\max\limits_{j=r}\{c_{kj}\Delta x_j\}=0$.

Для обнаружения возможного зацикливания причинно-следственных связей формируется массив номеров диагональных элементов, входящих в траекторию взаимодействия. При совпадении хотя бы двух элементов этого массива печатается сообщение «цикл» и следует переход к анализу отклонения следующего фактора, упорядоченного в массиве следствий. После перебора всех элементов массива следствий алгоритм выходит на останов.

Таким образом, в форме матрицы можно компактно и систематизированно описать любой структурно-сложный процесс взаимодействия параметрических групп с определением формальной процедуры его анализа.

Изложенный подход можно применять для разработки программного обеспечения информационной диалоговой системы имитационного моделирования и анализа многофакторных и многосвязных технологических процессов мясной промышленности, описываемых большим объемом оперативных данных.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Решение задач оптимального управления производством мясопродуктов с учетом имеющихся технических средств и технологий, рационального использования сырья и максимального удовлетворения потребностей в продукции заданного качества связано с адаптацией технологической системы к случайным отклонениям параметров биосырья и текущих заказов от установленных норм. Нахождение оптимальных решений достигается структурной оптимизацией системы, заключающейся в адаптивном изменении структуры материальных потоков, ассортимента и технологических схем максимальной сбалансированности производства в зависимости от ресурса и компонентного состава биосырья. В связи с тем что ряд промежуточных продуктов, получаемых на отдельных этапах производства (полутуши после убоя, отрубы после разделки и т. п.), можно реализовать без последующей переработки, ставится задача о распределении

сырья по этапам его обработки таким образом, чтобы обеспечить максимум целевой функции, например прибыли, выпуска товарной продукции и т. п. Принятие решения в данном случае заключается в определении объема промежуточных продуктов, реализуемых после выполнения каждого этапа технологического процесса, и сырьевого обеспечения производства оставшейся части ассортимента.

Таким образом, основная производственная деятельность рассматривается как многошаговый процесс с выбором и уточнением его структуры (комплекса технологий) на каждом шаге и оценкой влияния принятого решения на последующих шагах. При этом главной задачей сферы разбора является накопление, сортирование и учет запаса мяса и сопутствующих продуктов с минимизацией потерь в процессах предубойного содержания, разделки и охлаждения, хранения в охлажденном и замороженном виде, посола и созревания и т. д., т. е. критерием эффективности сферы разбора является максимум выхода (запаса) промежуточного и конечного продукта для обеспечения производств сферы сбора и заказов торговли.

Для сферы сбора критериями эффективности (технологического совершенства) являются максимум выхода готовой продукции из единицы сырья с минимумом отклонений от заданной структуры ассортимента и обеспечения качества по основным физико-химическим показателям пищевой ценности.

Оптимальную структуру технологической системы мясоперерабатывающего производства можно выбрать решением задач ассортиментной, рецептурной и ассортиментно-рецептурной оптимизации, определяющих выбор оптимальной стратегии распределения и переработки материальных потоков в технологической системе с соблюдением материального баланса и соответствия структуры требуемого ассортимента имеющимся запасам (ресурсам) сырья и материалов. В этом заключается этап структурной оптимизации системы, определяющий структуру и количественные характеристики ветвей технологического графа.

В качестве целевой функции ассортиментной оптимизации используется критерий минимального отклонения от планового выпуска продукции или от заданной структуры ассортимента:

$$\sum_{i=1}^{N} \beta_i \left| Y^0{}_i - Y_i \right|;$$

$$P(\overline{Y}) = \sum_{i=1}^{N} \beta_i \left| \frac{Y^0{}_i}{\sum\limits_{i_1=1}^{N} Y^0{}_{i_1}} - \frac{Y_i}{\sum\limits_{i_1=1}^{N} Y_{i_1}} \right|,$$

где Y_i^0, Y_i — плановый и фактический выпуски i-го продукта; β_i — коэффициенты значимости ассортиментного сдвига i-го продукта, отражающие его себестоимость, материалоемкость и т. п.;

при ограничениях в пересчетном и натуральном групповом выражениях:

$$\sum_{i=1}^{N} \lambda_{ri} Y_i = G_r; \quad r = \overline{1, R};$$

$$\sum_{i \in I_l} Y_i = v_l; \quad l = \overline{1, L},$$

где λ_{ri} — удельный расход r-го вида ресурса G_r на изготовление i-го продукта; v_l — l-й групповой показатель выпуска в натуральном выражении;

при индивидуальных ограничениях на i-й продукт:

$$Y_i^{\min} \leqslant Y_i \leqslant Y_i^{\max}; \quad i = \overline{1, N}; \quad Y_i \geqslant 0,$$

где $Y_i^{\min}$, $Y_i^{\max}$ — допустимые отклонения объема выпуска i-го продукта в заданной структуре ассортимента.

С учетом многоэтапности переработки сырья животного происхождения, когда часть продукции после очередного этапа резервируется как сырье для последующей переработки, система ограничений имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{N_s} \lambda_{ij}^s (Y_{is} + Z_{is}) = Z_{j,s-1}; \quad j = \overline{1, m}; \quad s = \overline{1, n};$$

$$\sum_{s=1}^{n} \sum_{i=1}^{N_{sl}} Y_{is} = v_l;$$

$$Y_{is}^{\min} \leqslant Y_{is} \leqslant Y_{is}^{\max}; \quad s = \overline{1, n}; \quad i = \overline{1, N_s},$$

где Y_{is}, Z_{is} — объемы реализуемой и резервируемой части i-го продукта на s-м технологическом этапе; λ_{ij}^s — удельный расход j-го вида сырья на изготовление i-го продукта для s-го технологического этапа; N_{sl} — множество продуктов l-й группы, выпускаемых на s-м этапе.

Считая, что каждому продукту Y_{ij} однозначно соответствует определенная технология и сырьевое обеспечение, оптимальная структура ассортимента $\overline{Y}$ будет определять оптимальный набор технологий и соответствующее распределение сырья (материальных потоков) как по технологическим этапам (по вертикали), так и по отдельным технологиям внутри этапа (по горизонтали).

Стандарты на структурно-сложные комбинированные продукты устанавливают требования и ограничения по химическим параметрам, которые могут быть достигнуты различными рецептурами и технологическими путями. В связи с этим возникает задача нахождения оптимальных рецептур для выработки продукции заданного качества со сбалансированными показателями биологической ценности при рациональном использовании сырья.

Постановка задачи в этом случае связана с введением «гибких рецептур» и минимизацией рецептурного сдвига от заданных эталонных рецептур изделий

$$\sum_{j=1}^{m} \beta_j |x^0{}_j - x_j| \longrightarrow \min,$$

где β_j — коэффициент значимости рецептурного сдвига по j-й компоненте; x_j^0, x_j — нормативное и фактическое удельное содержание j-го компонента рецептуры;

при ограничениях:

по элементному составу продукта

$$Z_k^{\min} \leqslant \sum_{j=1}^{m} \rho_{jk} x_j \leqslant Z_k^{\max}; \quad k = \overline{1, K},$$

где $Z_k^{\min}$, $Z_k^{\max}$ — допустимые пределы изменения содержания k-го элемента в продукте; ρ_{jk} — содержание k-го элемента в j-й компоненте рецептуры;

по рецептурным компонентам

$$\sum_{j=1}^{m} x_j = 1; \quad x_j^{\min} \leqslant x_j \leqslant x_j^{\max}; \quad j = \overline{1, m}.$$

Для выбранной группы комбинированных продуктов с учетом производственных ограничений решается задача ассортиментно-рецептурной оптимизации, позволяющая найти оптимальную совокупность рецептур изделий со сбалансированными показателями качества при минимальном отклонении от заданной структуры ассортимента по критерию

$$\Phi = \alpha_1 \sum_{i=1}^{N} \beta_i |Y^0{}_i - Y_i| + \alpha_2 \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{m} \beta_{ij} |x^0{}_{ij} - x_{ij}|,$$

где Y_i^0, Y_i — плановый и фактический выпуск i-го продукта; x_{ij}^0, x_{ij} — нормативное и фактическое содержание j-й компоненты в рецептуре i-го продукта; β_i, β_{ij} — коэффициенты значимости ассортиментного и рецептурного сдвига; α_1, α_2 — коэффициенты значимости ассортиментной и рецептурной составляющей критерия оптимизации;

при ограничениях:

по структуре ассортимента и ресурсному обеспечению

$$\sum_{i=1}^{N} Y_i = v;$$

$$Y_i^{\min} \leqslant Y_i \leqslant Y_i^{\max}; \quad i = \overline{1, N};$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} Y_i \leqslant G_j; \quad j = \overline{1, m},$$

где v — общий объем выпускаемой продукции; x_{ij} — удельный расход j-го вида сырья на выработку i-го продукта; G_j — запас j-го вида сырья;

по рецептурным компонентам

$$\sum_{j=1}^{m_i} x_{ij} = 1; \quad i = \overline{1, N};$$

$$x_{ij}^{\min} \leqslant x_{ij} \leqslant x_{ij}^{\max}; \quad i = \overline{1, N} \quad j = \overline{1, m};$$

по элементному составу z_{ik}

$$Z_{ik}^{\min} \leqslant \sum_{j=1}^{m_i} \rho_{jk} x_{ij} \leqslant Z_{ik}^{\max}; \quad k = \overline{1, K}; \quad i = \overline{1, N}.$$

Для колбасного производства при заданных удельных нормах расхода x_{ij} j-го вида биосырья (мяса, специй, белковых продуктов и т. п.) на изготовление i-го изделия формируются ограничения по ресурсу основных и дополнительных его компонентов, объему выпуска продукции и индивидуальным лимитам, а также ограничения по рецептурным компонентам и химическому составу колбасных изделий:

$$\alpha_i \beta_p \sum_{j=1}^{m_i} p_j x_{ij} \geqslant P_i^{\min}; \quad i = \overline{1, N};$$

$$\alpha_i \beta_w \sum_{j=1}^{m_i} w_j x_{ij} \leqslant W_i^{\text{opt}}; \quad i = \overline{1, N};$$

$$\alpha_i \beta_\varphi \sum_{j=1}^{m_i} \varphi_j x_{ij} \leqslant \Phi_i^{\max}; \quad i = \overline{1, N},$$

где α_i — коэффициент выхода изделия i-го вида; p_j, w_j, φ_j содержание белка, влаги и жира в j-й компоненте рецептуры; β_p, β_w, β_φ — коэффициенты изменения белка, влаги и жира в процессе обработки; $P_i^{\min}$, W_i^{opt}, $\Phi_i^{\max}$ — предельные содержания белка, влаги и жира в продукте.

Наряду с этим математическая модель структурной оптимизации колбасного производства дополняется ограничениями на отдельные вспомогательные компоненты рецептуры, стабилизирующие выход, состав и качество продукта.

Получаемая в результате решения оптимальная совокупность рецептурных вариантов x_{ij} ($i = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, m}$) и объемов выработки продукции Y_i ($i = \overline{1, N}$) является структурной основой составления схем переработки и распределения материальных потоков в сферах разделки туш, подготовки сырья и собственно производства (сбора) комбинированных продуктов с определением рациональной структуры всей технологической системы мясоперерабатывающего комплекса.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Охарактеризуйте основные факторы, определяющие пищевую ценность мяса.
2. Назовите показатели, определяющие категории упитанности мяса.
3. Охарактеризуйте особенности состава и свойств мяса в зависимости от вида, возраста и пола животных.
4. Приведите основные характеристики мышечных белков.
5. Охарактеризуйте аминокислотный состав и специфику структуры макромолекул миофибриллярных белков.
6. Приведите данные, характеризующие аминокислотный состав миоглобина, особенности строения макромолекулы и роль этого белка в формировании окраски мяса и мясопродуктов.
7. Приведите основные характеристики белков соединительной ткани и укажите направление их использования.
8. Объясните с учетом специфики макромолекул коллагена особенности изменений его при тепловой обработке.
9. Опишите основные факторы, влияющие на консистенцию мяса.
10. Определите целесообразные направления использования костей с учетом специфики их состава и свойств.
11. Охарактеризуйте состав и свойства крови и обоснуйте направление ее использования.
12. Приведите основные характеристики белков крови, их аминокислотный состав, направление использования.
13. Объясните причины гемолиза эритроцитов.
14. Опишите механизм свертывания крови и принципы ее стабилизации.
15. Опишите последовательность развития автолитических процессов в мясе после убоя животных.
16. Объясните особенности состояния миофибрилл на разных стадиях автолиза мяса.
17. Охарактеризуйте роль ионов кальция в механизме мышечного сокращения.
18. Объясните причины изменения водосвязывающей способности мяса и его консистенции в процессе автолиза. Охарактеризуйте процессы, приводящие к улучшению консистенции мяса при применении электростимуляции.
19. Укажите реакции, ответственные за формирование вкусоароматических показателей мяса при его созревании.
20. Обоснуйте направления использования мяса с учетом глубины и характера автолиза.
21. Приведите реакции, ответственные за изменение качественных показателей мяса при микробиологической порче.
22. Укажите эффективные методы подавления развития микробиологических процессов.
23. Назовите показатели, характеризующие степень свежести мяса.
24. Объясните значение показателя активности воды для прогнозирования стабильности свойств мяса и мясопродуктов.
25. Объясните механизм окисления жиров.
26. Укажите факторы, определяющие величину индукционного перехода.

27. Обоснуйте выбор показателей, характеризующих уровень развития окислительных и гидролитических процессов в жире.
28. Объясните механизм действия катализаторов и ингибиторов окисления.
29. Как классифицируются субпродукты с учетом их ценности и характера технологической обработки?
30. Охарактеризуйте обработку мясокостных и мякотных субпродуктов.
31. Сравните технологии обработки рубца, книжки, сычуга крупного рогатого скота и свиных желудков.
32. Нарисуйте технологическую схему обработки шерстных субпродуктов на механизированных линиях.
33. Каковы особенности строения и топографии шкур различных видов скота и их влияние на специфику консервирования?
34. Охарактеризуйте особенности операций предварительной обработки шкур перед консервированием.
35. Каковы методы консервирования для кратковременного и длительного хранения шкур?
36. Назовите консерванты и антисептики, применяющиеся при консервировании шкур.
37. Укажите преимущества и недостатки методов консервирования шкур сухими посолочными веществами и тузлукованием; способы приготовления и регенерации консервирующих составов и тузлуков.
38. Назовите различия кислотно-солевого и хлорид-сульфатного метода консервирования овчин.
39. Перечислите поточно-механизированные линии для консервирования шкур и охарактеризуйте технологию обработки.
40. Назовите основные пороки шкур, причины их возникновения и меры их предотвращения.
41. Назовите анатомические и производственные наименования кишок, их основные характеристики и объясните их строение.
42. Охарактеризуйте основные операции обработки кишок и особенности обработки и консервирования говяжьих, свиных и бараньих черев.
43. Назовите основные дефекты кишок, причины их возникновения и меры по их предотвращению и устранению.
44. Укажите особенности химического состава, строения и свойств кератиносодержащего сырья.
45. Объясните технологию получения продуктов из кератиносодержащего сырья.
46. Назовите требования к организации технологического процесса переработки крови.
47. Охарактеризуйте способы стабилизации, консервирования и дефибринирования крови.
48. Объясните особенности технологии переработки крови и ее компонентов при использовании на пищевые цели.
49. Дайте сравнительную оценку способов сушки крови и обоснуйте выбор параметров сушки крови методом распыления.
50. Объясните причины понижения растворимости белков при сушке крови или плазмы (сыворотки).
51. Охарактеризуйте преимущества применения ультрафильтрации с целью концентрирования сыворотки крови.
52. Обоснуйте выбор национальных условий и режимов охлаждения мяса.
53. Охарактеризуйте особенности охлаждения мяса птицы.
54. Какие факторы определяют продолжительность охлаждения.
55. Охарактеризуйте основные процессы, протекающие в мясе при охлаждении и последующем хранении.
56. Объясните механизм возникновения эффекта «холодового сокращения» при быстром теплоотводе в процессе охлаждения мяса.
57. Опишите эффективные способы уменьшения усушки мяса и оцените перспективы использования пищевых полимеров в качестве покрытий при холодильной обработке мяса.

58. Назовите перспективы применения РГС и ионизирующей радиации для увеличения сроков хранения мяса.
59. Опишите принципиальные схемы камер и туннелей для охлаждения мясных полутуш.
60. Обоснуйте выбор рациональных условий и режимов замораживания и хранения мяса.
61. Какие преимущества имеет однофазный метод замораживания мяса?
62. Назовите перспективы замораживания мяса и мясопродуктов в жидких кипящих и некипящих жидкостях.
63. Чем обусловлены особенности кристаллообразования влаги в зависимости от интенсивности теплоотвода и концентрации ионов водорода в мышечной ткани?
64. Охарактеризуйте основные изменения качественных показателей мяса в процессе замораживания и последующего хранения.
65. Какие факторы определяют продолжительность хранения замороженного мяса.
66. Обоснуйте целесообразность замораживания мяса в виде блоков.
67. Обоснуйте выбор условий и рациональных режимов размораживания мяса.
68. Оцените перспективы размораживания мяса в вакууме и с помощью СВЧ-нагрева.
69. Охарактеризуйте факторы, определяющие качество размороженного мяса.
70. Обоснуйте выбор рациональных условий подмораживания мяса и хранения его в подмороженном состоянии.
71. Какие процессы протекают во время посола мяса?
72. К каким изменениям качества продукта приводит использование посолочных веществ?
73. В чем заключается сущность фильтрационно-диффузионного процесса накопления и распределения в мясе посолочных веществ?
74. Дайте оценку методам шприцевания рассола.
75. В чем состоит различие методов электромеханической обработки мяса при посоле?
76. Какова роль вакуумирования при посоле мяса?
77. Каковы особенности процесса посола при использовании сырья в парном, охлажденном и размноженном состояниях, влияние pH сырья?
78. Укажите влияние влагопроводности и влагосвязывающей способности сырья на выход продукции.
79. Как можно улучшить показатели вкуса и аромата, окраски и консистенции соленого продукта?
80. Как достигается стабилизация окраски соленого продукта?
81. Какова роль микробных и ферментных препаратов при посоле мяса?
82. В чем заключаются особенности технологии мокрого, сухого и смешанного посола окороков, кореек, грудинок с предварительным шприцеванием сырья рассолом?
83. Объясните технологию соленых мясопродуктов (ветчина в оболочке, в форме, консервированная ветчина) на механизированных установках и линиях по схеме шприцевание — электромеханическое воздействие.
84. Каковы особенности посола сырья при производстве вареных, полукопченых, варено-копченых, копченых и сыровяленых колбас?
85. Нарисуйте контуры говяжьей, свиной и бараньей туши, укажите границы раздела их на отруба и сорта при выработке фасованного мяса и крупнокусковых полуфабрикатов.
86. Дайте оценку горизонтального и вертикального методов обвалки.
87. Каковы особенности технологии мелкокусковых мякотных и мясокостных полуфабрикатов?
88. Перечислите ассортимент и назовите основные операции технологии рубленых полуфабрикатов, замороженных и быстроразмороженных готовых блюд.

89. Охарактеризуйте особенности требований к сырью и готовым продуктам детского и диетического питания и специфику их технологии.
90. Какие основные требования к качеству жиросырья при производстве пищевых жиров и животных кормов?
91. Дайте сравнительную оценку методам извлечения жира из мягкого и твердого сырья.
92. В чем заключается особенность двухстадийного обезжиривания кости?
93. Опишите принцип действия и работу линии Я8-ФОБ для обезжиривания кости?
94. Рассмотрите технологический процесс переработки жиросырья на установке АВЖ.
95. Дайте сравнительную оценку переработки жиросырья на установках «Де-Лаваль-Центрифлоу», «Центрифлоу-Майонор» и «Шарплес».
96. Составьте технологическую схему обезжиривания кости холодным способом и оцените его достоинства и недостатки.
97. Рассмотрите способы очистки жира от посторонних примесей и воды.
98. Рассмотрите факторы, влияющие на стойкость жира при хранении.
99. Какие принципы положены в основу установления режимов тепловой обработки технического сырья?
100. Охарактеризуйте способы обезжиривания шквары и оптимальные условия прессованием.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов/Пер. с венгерского; Под ред. А. Ф. Наместникова, пер. О. А. Воронова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 408 с.

Анатомия и гистология мясопромышленных животных/[Н. А. Лебедева, А. Я. Бобровский, В. Н. Писменская и др.]. — М.: Агропромиздат, 1985. — 368 с.

Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 528 с.

Гинзбург А. С., Савина И. М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 280 с.

Головкин Н. А. Холодильная технология пищевых продуктов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 240 с.

Гуйго Э. И., Журавская Н. К., Каухчешвили Э. И. Сублимационная сушка в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 433 с.

Журавская Н. К., Алехина Л. Т., Отряшенкова Л. М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 296.

Лонцин М., Мерсон Р. Основные процессы пищевых производств/ Под ред. И. А. Рогова и С. С. Панченко. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 384 с.

Никитин Б. И. Справочник технолога птицеперерабатывающей промышленности. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 320 с.

Оборудование и аппараты для переработки продуктов убоя скота/Под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 485 с.

Оборудование для убоя скота, птицы, производства колбасных изделий и птицепродуктов/Под. ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 590 с.

Орешкин Е. Ф., Кроха Ю. А., Устинова А. В. Консервированные мясопродукты. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 214 с.

Орешкин Е. Ф., Устинова А. В. Разработка и производство мясных продуктов для детского питания. — М.: Агропромиздат, 1986. — 128 с.

Павловский П. Е., Пальмин В. В. Биохимия мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 341 с.

Петровский К. С., Ванханен В. Д. Гигиена питания. — М.: Медицина, 1982. — 527 с.

Поляков А. А., Бочаров Д. А., Шептулин В. П. Ветеринарная санитария и гигиена предприятий мясной и молочной промышленности. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 232 с.

Постольский Я., Груда З. Замораживание пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 668 с.

Производственно-технический контроль и методы оценки качества мяса, мясо- и птицепродуктов/Под. ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 248 с.

Рогов И. А., Горбатов А. В. Физические методы обработки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 584 с.

Салаватулина Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. — М.: Агропромиздат, 1985. — 256 с.

Стабников В. Н., Лысянский В. М., Попов В. Д. Процессы и аппараты пищевых производств. — М.: Агропромиздат, 1985. — 503 с.

Структурно-механические характеристики пищевых продуктов [А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин и др.]; Под ред. А. В. Горбатова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 296 с.

Судаков Н. В. Переработка и использование крови убойных животных. — М.: Агропромиздат, 1986. — 80 с.

Технология мяса и мясопродуктов/[А. А. Соколов, Д. В. Павлов, А. С. Большаков и др.]; Под редакцией А. А. Соколова. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 740 с.

Технология мясных и технических продуктов/Под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 538 с.

Убой и первичная переработка скота и птицы/Под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 311 с.

Файвишевский М. Л. Переработка пищевой кости. — М.: Агропромиздат, 1986. — 175 с.

Файвишевский М. Л., Либерман С. Г. Производство животных кормов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 327 с.

Фан-Юнг А. Ф., Флауменбаум Б. Л., Изотов А. К. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 336 с.

Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов/Под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 495 с.

Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов/[Аверин Г. Д., Журавская Н. К., Каухчешвили Э. И. и др.]; Под ред. Э. И. Каухчешвили. — М.: Агропромиздат, 1985. — 255 с.

Флауменбаум Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 268 с.

Фрумкин М. Л., Ковальская Л. П., Гельфан С. Ю. Технологические основы радиационной обработки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 407 с.

Химический состав пищевых продуктов/Под ред. А. А. Покровского. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 227 с.

Химический состав пищевых продуктов/Под ред. М. Ф. Нестерина и И. М. Скурихина. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 247 с.

Химический состав пищевых продуктов. Кн. 1/Под ред. И. М. Скурихина и М. Н. Волгарева. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.

Чижов Г. Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 270 с.

Шиффнер Э., Хагедорн, Оппель К. Бактериальные культуры в мясной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 95 с.

Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов/[Н. А. Рогов, В. Я. Адаменко, С. В. Некрутман и др.]; Под ред. Н. А. Рогова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 288 с.

Ассортимент жиров пищевых 461
— клея 529
— колбасных изделий 243
— консервов 367, 442
Бланширование 389
Блюда быстрозамороженные 365
Бокс 101
Брикеты мясные 357
Варка 319, 391
Вещества коптильные 204
Вязка колбасных батонов 291
Дефекты кишечного сырья 236
— консервных банок 434
— шкур 106
Дефибринирование 200
Дробление желатина 548
— кости 466, 536
Желатинизация 545
Жиловка 249, 384
Забеловка 105, 122, 136, 151
Закатка 398, 401
Замораживание кишок 235
— мяса 170, 457
— пельменей 359
— субпродуктов 184
— ферментного сырья 155
— яичной массы 524
Запекание 325
Застудневание 545
Зачистка 117
Зельцы 342
Золка 537
Изделия колбасные комбинированные 343
— ливерные 341
Изготовление жестяных банок 378
— крышек 380
Изолятор 16
Измельчение 284
— жиросырья 465
— мяса 285, 386
— сырья 494, 531
— шпика 286
Использование крови 198
— микрофлоры 297
— мяса 88
— субпродуктов 139
— яиц 515
Калибровка кости 536
— кишок 234
Классификация консервной тары 378
— шкур 212
Кнели 357
Коагуляция крови 496
Консервирование желатиновых бульонов 544
— кишок 234
— крови 203
— шкур 218
— эндокринно-ферментного сырья 155
— яичной массы 526
Копчение 302, 391
Крупонирование 115
Куттерование 387
Кюфта 357
Маркировка 398
— кроликов 137.
— тушек птиц 13
— яичных продуктов 524, 526
Массирование 261
Мацерация кости 536
Мездрение 217
Мясо фасованное 351
Накладная товарно-транспортная 10
Номенклатура шкур 212
Номер-бирка 10
Нутровка 115, 136
Обвалка 249, 384
Обжаривание 390
Обжарка 299, 391
Обезвоживание бульонов 544
— кишок 233
— кости 532
— мяса 457
— сырья 495
— шквары 502, 504
Обезволашивание 151
Обеззоливание 540
Обесклеивание 542
Обескровливание 102, 125, 136
Обесцвечивание крови 204
Оболочка яйца 518
Обработка бульонов 543
— волоса 243
— голов 149, 151
— кишок 230, 235
— сырья 508
— — кератинсодержащего 239
— — пероПухового 133
— — шерстного 494
— субпродуктов 139, 152
— туш 115, 134

— шкур 134, 212
— щетины 243
— шквары 482
— яиц 523
Опаливание 113
Опиловка кости 466
Осадка 291
Осветление бульонов 543
Отбраковка консервных банок 434
Отстаивание жира 483
Охлаждение 158
— бульонов 546
— жира 484
— жиросырья 465
— колбасных изделий 327
— мяса птицы 168
— субпродуктов 173
— тушек птиц 130
Очистка бульонов 543
— жира 483
Пастеризация 432
яичной массы 524
Пельмени 358
Перемешивание 387
Переработка крови 211
Подготовка вспомогательных материалов 392
— субпродуктов 384
— сырья 464, 492, 531
тары 395
Подмораживание 175
Полирование 535
Полупотрошение 130
Пороки шкур 229
Порционирование 396
Порча консервов 439
— мяса 89
— охлажденного 159
Посол кишок 234
— мяса 254, 388
Потрошение 129
Приемка
— мяса 383
— скота 16
— яиц 523
Проверка герметическая 402
Продукты высушенные 459
комбинированные 347
Промывка шкур 216
Разварка шквары 504
Разделка 119, 248, 383, 493
Размораживание 193
Распиловка туш 117
Регидратация 460
Сбор крови 102, 199
— эндокринно-ферментного сырья 153
Свертывание крови 48
Свидетельство ветеринарное 10, 16
Сепарирование жира 484
— крови 202
Скотобаза 15
Скотовозы 11
Снятие лобашей 151
Созревание
— колбас 293
— мяса 88, 161
Сортировка кишок 234
— консервов 439
— сырья 531
— тушек 130, 137
— шкур 218
— яиц 523
Стабилизаторы крови 199
Степень обсемененности мяса 160
Стерилизация 403
— шквары 504
Стресс 15
Структура коллагена 30
Сублимация льда 182
Сушка желатина 547
— клея 548
кишок 235
— крови 205
— мясопродуктов 328
— сублимационная 449
— яичной массы 529
Схема разделки 249, 250, 351, 353
— свертывания крови 49
— строение яйца 514
— технологические 245, 344, 381, 448
Съемка шкур 105, 122, 136
Сырье кератинсодержащее 239, 491
— перопуховое 133
— специальное 57
— шерстное 494
— эндокринно-ферментное 51
Тиндализация 433
Топография шкур 213
Тузлукование 227
Тумблирование 260
Удаление навала 217
— оперения 126
щетины 113
Упаковывание жира 485
— колбасных изделий 274, 340
— мяса 169, 187
— субпродуктов 131
— тушек кроликов 136
— ферментного сырья 156
— яичных продуктов 525
Упаривание 544
Упитанность скота 10, 38
Усушка 173
Фарш 287, 356, 387
Фасование 131, 351, 396, 524
Шлямовка 232
Экстракция 467, 532

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава 1. **Приемка и содержание скота, птицы и кроликов на предприятиях мясной промышленности** 10

Требования к транспортированию скота и транспортным средствам 10
Центровывоз 13
Особенности скота, выращенного в условиях крупных животноводческих комплексов 13
Поступление скота на скотобазу 15
Приемка и условия содержания 16
Система сдачи-приемки 17
Предубойное содержание 19

Глава 2. **Состав, свойства мяса и других продуктов убоя** . . 20

Состав и пищевая ценность мяса 20
Мышечная ткань 20
Соединительная ткань 29
Жировая ткань 32
Костная ткань 33
Пищевая ценность мяса 34
Состав и пищевая ценность субпродуктов 39
Состав и свойства крови 44
Состав и свойства эндокринно-ферментного и специального сырья 51
Эндокринно-ферментное сырье 52
Специальное сырье 57
Физические свойства мяса и мясопродуктов 58
Формы связи воды 59
Активность воды 61
Структурно-механические свойства 64
Теплофизические и массовлагообменные свойства . . . 71
Электрофизические свойства 75
Оптические свойства 78
Акустические свойства 81
Автолитические изменения мяса 84
Микробиологическая порча мяса 89
Гидролиз и окисление жиров 92

Глава 3. **Переработка скота, птицы и кроликов** 98

Убой скота и разделка туш 98
Оглушение 98
Обескровливание и сбор пищевой крови 102
Съемка шкур 104
Обработка свиных туш в шкуре 112
Обработка свиных туш методом крупонирования 115
Извлечение внутренних органов 115
Распиловка, сухая и мокрая зачистка, оценка качества туш . . 116

Ветеринарно-санитарный контроль 118
Механизация процесса убоя скота и разделки туш 118
Гибкая автоматизированная система переработки скота . . . 120
Обработка птицы 123
Обработка кроликов 134

Глава 4. **Обработка пищевых субпродуктов и эндокринно-ферментного сырья** 139

Обработка субпродуктов 139
Сбор и консервирование эндокринно-ферментного и специального сырья 153

Глава 5. **Холодильная обработка и хранение мяса и мясопродуктов** 157

Охлаждение и хранение охлажденного мяса и мясопродуктов . . 158
Подмораживание мяса 175
Замораживание и хранение замороженного мяса и мясопродуктов 176
Размораживание мяса 193

Глава 6. **Переработка крови** 198

Требования к сырью 198
Технология 199
Сбор крови 199
Стабилизация крови 199
Дефибринирование крови 200
Сепарирование крови 202
Коагуляционное осаждение белков крови 203
Консервирование крови и ее компонентов 203
Обесцвечивание крови 204
Сушка крови 205
Концентрирование плазмы крови 210

Глава 7. **Обработка шкур, кишок и кератинсодержащего сырья** . . 212

Обработка шкур 212
Производственная номенклатура и классификация шкур . . . 212
Характеристика шкур 212
Технология 215
Пороки 229
Обработка кишок 230
Характеристика кишок 230
Технология 232
Обработка кишок на поточно-механизированных линиях . . 235
Дефекты кишечного сырья и фабриката 236
Обработка кератинсодержащего сырья 239
Обработка рогов и копыт 239
Обработка волоса и щетины 242

Глава 8. **Производство колбасных и соленых изделий, полуфабрикатов** 243

Колбасные и соленые изделия 243
Ассортимент 243
Требования к сырью и вспомогательным материалам . . . 243
Требования к готовой продукции 245
Технология 245
Особенности производства колбасных и соленых изделий . . 341
Полуфабрикаты и быстрозамороженные вторые блюда 350
Фасованные мясо и субпродукты 350
Полуфабрикаты 352
Быстрозамороженные вторые блюда 364

Глава 9. **Производство консервов** 367

Ассортимент баночных консервов 367
Требования к готовой продукции 368
Требования к сырью и вспомогательным материалам 369
Требования к таре 373
Технология баночных консервов 380
Технологические схемы 381
Подготовка сырья 383
Подготовка вспомогательных материалов 392
Подготовка тары 395
Порционирование и закатка банок 396
Проверка герметичности закатанных банок 402
Термообработка 403
Сортировка, охлаждение и упаковывание 434
Хранение и отгрузка 439
Особенности производства консервов для детского и диетического питания 442
Сублимационная сушка мяса и мясопродуктов 449
Основы метода 450
Технические средства 453
Технология 454

Глава 10. **Производство пищевых животных жиров** 461

Ассортимент 461
Характеристика жиросырья 461
Технология 464
Подготовка жиросырья 464
Извлечение жира 466
Обработка шквары 482
Очистка жира от примесей и влаги 483
Охлаждение жира 484
Упаковывание и хранение жира 485

Глава 11. **Производство кормовых и технических продуктов** . . . 487

Ассортимент и требования к готовой продукции 487
Характеристика сырья 489
Технология 492
Подготовка сырья 492
Производство кормовых и технических продуктов в горизонтальных вакуумных котлах 497
Производство кормовых и технических продуктов на непрерывнодействующих линиях 508

Глава 12. **Производство яйцепродуктов** 513

Характеристика яиц 513
Требования к качеству яиц 519
Хранение яиц 520
Производство яичных мороженых и сухих продуктов 522

Глава 13. **Производство клея и желатина** 529

Ассортимент и требования к готовой продукции 529
Характеристика сырья 530
Технология 531
Сортировка сырья 531
Измельчение сырья 531
Обезжиривание кости 532
Полировка кости 535
Калибровка и повторное дробление кости 536

Мацерация кости 536
Золка оссеина и мягкого сырья 537
Обеззоливание оссеина и мягкого сырья 540
Извлечение желатина и клея 541
Обработка бульонов 543
Желатинизация бульонов и резка студня 545
Сушка желатина и клея 547
Дробление и упаковывание 548

Глава 14. **Моделирование и оптимизация технологических процессов производства мясопродуктов** 549

Задачи моделирования процессов переработки сырья животного происхождения 549
Графовые и матричные модели технологической системы 552
Математические модели структурной оптимизации технологической системы 560

Вопросы и задачи 565

Список рекомендуемой литературы 569

Предметный указатель 571

Алехина Лидия Тимофеевна, Большаков Алексей Сергеевич, Боресков Вадим Георгиевич, Жаринов Александр Иванович, Журавская Нина Константиновна, Ивашкин Юрий Алексеевич, Отряшенкова Лидия Михайловна, Рогов Иосиф Александрович, Слепых Гавриил Михайлович, Фомин Алексей Константинович, Хорольский Владимир Васильевич

ТЕХНОЛОГИЯ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Зав. редакцией Л. В. Корбут
Редактор В. И. Баратова
Художественный редактор Т. И. Мельникова
Технический редактор И. В. Макарова
Корректор Г. В. Абатурова

ИБ № 5315

Сдано в набор 22.01.88. Подписано к печати 28.03.88. Т-06490. Формат 60×88$^{1}/_{16}$. Бумага кн.-журн. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 35,28+0,25 форзац. Усл. кр.-отт. 35,77. Уч.-изд. л. 39,38+0,46 форзац. Изд. № 42. Тираж 13 500 экз. Заказ № 34. Цена 1 р. 60 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113105, Москва, Нагатинская ул., д. 1.