Ю.Ф.Заяс

Качество мяса и мясопродуктов

КАЧЕСТВО _____
АССОРТИМЕНТ _____

Ю. Ф. ЗАЯС

КАЧЕСТВО МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

МОСКВА
«ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1981

ББК 36.92
З-12
УДК 637.5.051

Заяс Ю. Ф. Качество мяса и мясопродуктов. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 480 с.

В книге обобщены достижения промышленности в области повышения качества мяса и мясопродуктов и показаны пути совершенствования технологических процессов. Представлен анализ научных исследований по созданию основ формирования качества в процессе изготовления и хранения мяса и мясопродуктов. Изложены процессы и способы обработки, позволяющие получить высококачественные продукты. Даны понятия о пищевой и энергетической ценности мяса и мясопродуктов, приведены основные показатели их качества и факторы их определяющие (природные, биологические, химические, технологические и др.). Значительное внимание уделено проблеме экссудативного мяса и его пригодности для переработки. Показано влияние на качество мяса транспортировки, предубойной выдержки и первичной переработки животных, а также послеубойных автолитических изменений.

Описано влияние исходного сырья, различных добавок, технологического процесса производства, условий хранения на качество изделий из свинины, колбасных изделий, мясных полуфабрикатов и консервов. Значительное внимание уделено проблемам формирования водосвязывающей способности фаршей, сортировке мяса, его измельчению, обжарке, копчению, сушке колбасных изделий, стерилизации консервов. Освещены вопросы влияния способов и режимов посола, копчения и термической обработки на формирование характерного вкуса, аромата, цвета продуктов из свинины и колбасных изделий.

Предназначена для специалистов мясной промышленности и товароведов.

Таблиц 66. Иллюстраций 24. Список литературы — 188 названий.

Рецензенты: доц., канд. техн. наук В. М. ГОРБАТОВ, проф., канд. техн. наук М. А. ГАБРИЭЛЬЯНЦ.

З $\frac{31703-063}{014(01)-81}$ 63—81 (II. Т1.) 2904000000

© Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 1981 г.

ВВЕДЕНИЕ

В мясе и мясопродуктах содержатся основные, необходимые для жизнедеятельности организма человека составные части - белки, жиры и другие липоиды, углеводы, минеральные вещества, витамины; эти компоненты представлены в оптимальном количественном соотношении и легко усваиваются.

В последние десятилетия в мясной промышленности достигнуты значительные успехи в развитии науки, совершенствовании технологии и техники для производства продуктов высокого качества.

Книга «Качество мяса и мясопродуктов» является первой в литературе по мясной промышленности работой, посвященной проблеме качества этих продуктов.

В ней обобщены достижения советской и зарубежной науки в области создания научных основ формирования качества мяса и мясопродуктов в процессе их производства и хранения, критически рассмотрены результаты соответствующих исследований.

В книге дан анализ достижений промышленной практики в этой области.

Значительное внимание уделено технологическим факторам, определяющим качество продукции во время подготовки сырья, производственного процесса и хранения готовых продуктов.

В книге подробно изложены требования, предъявляемые к качеству мяса, субпродуктов, пищевых топленых жиров, изделий из свинины, колбасных изделий, мясных полуфабрикатов и мясных консервов, уделено внимание дефектам изделий, возникающим при их производстве и хранении, совершенствованию технологических процессов и способов обработки, в результате применения которых достигается улучшение качества мяса и мясопродуктов,

и в частности таких показателей, как вкус, запах, цвет, нежность, аромат.

Качество мяса обусловлено различными факторами, среди которых первостепенное значение имеют порода, пол, возраст, упитанность, характер откорма животных. В настоящее время, в связи с организацией промышленного откорма животных, в мясной промышленности предметом всестороннего изучения должна стать проблема эксудативного мяса для разработки направлений целесообразного его использования.

В связи с возможностью накопления в мясе пестицидов необходимо создание способов обработки мясопродуктов, позволяющих снизить остаточное содержание пестицидов.

В формировании качества и товарного вида мяса важная роль принадлежит процессам первичной переработки скота, транспортировке животных, предубойной выдержке, методам и условиям оглушения, обескровливанию, съемке шкуры, шпарке свиных туш, нутровке, распиловке, зачистке.

Автолитические процессы, происходящие в мясе после убоя животного, — посмертное окоченение и созревание — оказывают существенное влияние на качество мяса и его пригодность для последующей переработки. В книге показаны пути ускорения созревания мяса, в частности улучшения его консистенции, описаны процессы, происходящие в мясе под влиянием микроорганизмов и приводящие к его порче.

Обработка мяса и субпродуктов холодом и последующее их хранение при соответствующих низких температурах являются достаточно совершенным методом предупреждения или замедления порчи продуктов, обеспечивающим наиболее полное сохранение их первоначальных натуральных свойств.

На интенсивность автолитических и других процессов в мясе влияют способы, режимы и условия холодильной обработки при охлаждении мяса и хранении в охлажденном виде, замораживании мяса и хранении в мороженом виде. Автор особое внимание уделяет интенсификации процессов холодильной обработки мяса и субпродуктов, созданию новых, более совершенных способов охлаждения, замораживания и размораживания, разработке способов и условий хранения, обеспечивающих максимальное сохранение исходного качества продукта.

Качество топленых животных жиров зависит от свойств исходного сырья, способов и режимов производства, условий и режимов хранения. Значительное внимание уделено окислительным и гидролитическим процессам, происходящим в жирах при их производстве и хранении. Изложены изменения органолептических показателей жиров в процессе производства и хранения.

Во время переработки мяса необходимо стремиться к сохранению пищевой ценности сырья с целью получения готовых продуктов, полноценных по содержанию незаменимых веществ — аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов.

На качество изделий из свинины, колбасных изделий определяющее влияние оказывают свойства исходного сырья, условия его подготовки и технологические процессы производства.

В книге показано влияние способов и режимов посола, копчения на образование характерного вкуса, аромата, цвета изделий из свинины и колбасных изделий, увеличение их стойкости при последующем хранении. Изложены проблемы накопления канцерогенных веществ в копченых мясопродуктах, а также применения контильных препаратов, сущность денатурации белковых веществ, изменение свойств коллагена, формирование вкуса, аромата и окраски при термической обработке, показаны перспективные новые методы термической обработки, в частности микроволновый нагрев.

Качество колбасных изделий формируется при сортировке мяса, выдержке в посоле, измельчении и получении фаршей, перемешивании, шприцевании, обжарке и варке, копчении и сушке.

В книге дан анализ работ по введению в колбасные изделия различных добавок и удлинению сроков хранения колбас.

Приведена классификация мясных консервов, а также показано влияние на их качество исходного сырья, материалов и консервной тары; отдельных технологических операций производства консервов, в частности, подготовки сырья, стерилизации; описаны изменения, происходящие при хранении консервов.

Необходимо отметить, что проблема качества охватывает широкий круг проблем, и в книге, безусловно, не нашли полного отражения все вопросы технологии производства мяса и мясопродуктов, связанные с формированием качества.

Автор выражает искреннюю благодарность проф. Габриэльянцу М. А. и доц. Горбатову В. М. за ценные замечания, сделанные ими при рецензировании рукописи.

Книга «Качество мяса и мясопродуктов» предназначена для инженерно-технических работников мясной промышленности, товароведов, студентов товароведных и технологических специальностей высших учебных заведений и призвана оказать им помощь в решении задач по совершенствованию технологии производства и хранения мяса и мясопродуктов с целью повышения качества продукции.

Глава 1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О КАЧЕСТВЕ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Мясо является одним из наиболее ценных продуктов питания человека. Оно необходимо человеку как материал для построения тканей организмом, синтеза и обмена веществ, как источник энергии. В зависимости от особенностей организма (возраста, массы), условий труда человек расходует различное количество химической, механической и тепловой энергии. Суточное потребление энергии, выраженное в тепловых единицах, составляет в среднем 12 750 кДж.

Необходимость удовлетворения растущих потребностей населения в мясе высокого качества — с хорошим товарным видом, вкусовыми, кулинарными и технологическими свойствами, а также высокой пищевой ценностью требует глубоких исследований свойств мяса и мясопродуктов современными химическими и физико-химическими методами.

Рядом исследователей предложены различные определения понятия качества пищевых продуктов.

В товароведении ему дано следующее определение: «Качество пищевых продуктов — это совокупность свойств, обеспечивающих физиологические потребности человека в пищевых и вкусовых веществах и позволяющих отличить продукты друг от друга». Несмотря на многочисленные попытки ученых ввести определение качества, в настоящее время отсутствует единая интерпретация этого понятия. Качество мяса объясняют комплексом показателей: сенсорных, санитарно-гигиенических и технологических, а также пищевой ценностью. Между различными показателями существует тесная связь. Одни и те же свойства мяса могут влиять на различные показатели. Например, способность мяса к водосвязыванию определяет его пригодность для технологической перера-

ботки и пищевую ценность; содержание жира является технологическим, сенсорным показателем, характеризующим пищевую ценность продукта. Показатели, определяющие качество мяса, можно разделить на 4 группы:

- характеризующие пищевую ценность — содержание белков (кроме белков соединительной ткани), жира, витаминов (особенно группы В), углеводов, макро- и микроэлементов;

— органолептические — внешний вид, цвет, мраморность, структура, вкус, запах, консистенция, сочность;

— санитарно-гигиенические, определяющие безвредность продукта — отсутствие патогенной микрофлоры, солей тяжелых металлов, нитрита, пестицидов;

— технологические — водосвязывающая способность, консистенция, pH, содержание соединительной ткани, содержание и состояние жира.

К показателям товарного качества относятся характеристики, обеспечивающие удобство реализации продукта, а также признаки и свойства, по которым потребитель составляет первичное суждение о его качестве. К ним относятся: внешний вид, цвет, запах, масса образца, упаковка. В связи с совершенствованием методов торговли особое значение приобретают упаковка и масса продуктов, которые прежде всего должны удовлетворять запросы потребителей. В настоящее время требования к качеству пищевых продуктов резко возросли.

Факторы, влияющие на качество готовых мясных продуктов, могут быть объединены в 4 группы:

прижизненные факторы — вид, порода, пол, возраст, характер откорма, состояние здоровья животных, условия транспортировки и предубойная выдержка;

послеубойные факторы — посмертное окоченение, созревание, глубокий автолиз, гнилостное разложение, гидролиз и окислительная порча жира, плесневение, изменения цвета, запаха и другие процессы;

совокупность технологических процессов — посол, измельчение, перемешивание, обжарка, варка, копчение, сушка и др., в результате выполнения которых получают продукт, готовый к потреблению;

условия хранения мяса и мясопродуктов — температура, относительная влажность, циркуляция воздуха, сроки хранения и др.

Качество и потребительные достоинства мяса и мясопродуктов обусловлены прежде всего свойствами исходного сырья, которые должны в максимальной степени приближаться к свойствам, присущим биологическим тканям в живом организме непосредственно перед убоем. Определяющее значение имеют процессы производства, изменяющие свойства и состав исходного сырья.

В технологическом аспекте получение продуктов с заданными свойствами, управление качеством продукции в значительной степени сводится к управлению функционированием ферментной системы. Особенно необходимо учитывать результаты действия ферментов до начала процесса переработки сырья. Изучение роли ферментов — важного фактора, определяющего качество мясопродуктов, позволяет раскрыть сущность ряда технологических процессов.

В настоящее время наука о мясе и мясопродуктах располагает экспериментальными и аналитическими данными, позволяющими не только объяснить сущность и значение многих важнейших и сложных технологических процессов, но и предвидеть направление их дальнейшего совершенствования с целью получения продуктов высокого качества.

За последние два десятилетия достигнуты значительные успехи в разработке и внедрении в практику новых методов исследования: хроматографических, масс-спектрометрических, электронного и ядерного парамагнитного резонанса и др. Использование этих методов позволило всесторонне изучить химический состав и свойства пищевых продуктов, раскрыть химическую сущность белков, жиров, ароматических и вкусовых веществ. В результате накопления новых знаний о химическом составе и биологических свойствах пищевых продуктов возникли новые требования к их качеству.

ПИЩЕВАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Пищевая, или питательная, ценность мясопродуктов определяется химическим составом — содержанием белков, жиров, углеводов, экстрактивных веществ, витаминов, макро- и микроэлементов, набором и содержанием в белковых веществах незаменимых аминокислот, содержанием в жире непредельных жирных кислот. Таким образом, пищевая ценность мясопродуктов зависит от содержания в них биологически важных составных компонентов, изменение которых в процессе обработки оказывает решающее влияние на качество готовых продуктов, она определяется степенью доступности этих компонентов к воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта, способностью усваиваться и удовлетворять определенные физиологические потребности организма.

Вещества, которые не могут синтезироваться в организме человека и должны обязательно поступать с пищей, относятся к незаменимым факторам питания. Изучение химического состава пищевых продуктов послужило основой для разработки научных представле-

ний об их пищевой и биологической ценности. Биологическая ценность характеризует качество белковых компонентов продукта, связанных как с перевариимостью белка, так и со степенью сбалансированности его аминокислотного состава. Представление о биологической ценности основано на изучении закономерностей обмена белковых веществ. В настоящее время под биологической ценностью понимают степень задержки азота пищи в теле растущих животных, зависящую от аминокислотного состава и других структурных особенностей белка [103].

Энергия, которая освобождается из пищевых веществ в процессе биологического окисления и используется для обеспечения физиологических функций организма, определяет энергетическую ценность пищевого продукта.

Липиды мяса отличаются от липидов растительных продуктов; их активность как структурного материала для построения клеток в 10—20 раз выше растительных липидов. Принято считать, что белки и углеводы (усвояемые) в организме дают около 17,2 кДж на 1 г, а жиры — 38,8 кДж на 1 г. Однако А. Мерил более точно определил коэффициенты энергетической ценности пищевых продуктов, и в частности энергетическая ценность углеводов 15,7 кДж на 1 г, что значительно меньше ценности белков. Энергетическая ценность жиров в зависимости от длины углеводородной цепочки жирных кислот может колебаться от 39,1 кДж — с длинной цепью до 28 кДж на 1 г — с короткой цепью.

Продукты, обладающие высокой пищевой и энергетической ценностью, определяемой химическим составом, не всегда являются ценными в питании, т. е. их потенциальная ценность не всегда соответствует реальной, так как она зависит не только от состава, но и от усвояемости и доброкачественности продуктов.

Пищевые достоинства мясопродуктов зависят от того, насколько они удовлетворяют потребности организма в веществах, необходимых для осуществления процессов обмена веществ и энергии. Эти свойства зависят не только от содержания в продуктах определенных веществ, но и от степени их использования организмом — от усвояемости продукта.

Усвояемость характеризуется показателем, или коэффициентом усвояемости (0,7—0,9), определяющим степень использования организмом продукта в целом или отдельных содержащихся в нем веществ или элементов.

Важным показателем пищевой ценности продукта является доброкачественность, определяемая по органолептическим и химическим показателям (цвет, вкус, запах, консистенция, определенный химический состав, отсутствие посторонних примесей, особенно веществ, вредных для организма — солей тяжелых металлов, ядов, канцерогенных веществ — или образующихся в продукте в результате его порчи, разложения и развития микрофлоры).

Влияние органолептических свойств на пищевую ценность продукта обусловлено воздействием на органы чувств человека, возбуждением (или подавлением) секреторно-моторной деятельности пищеварительного аппарата и зависит от укоренившихся навыков и вкусов. Аромат и вкус мясопродуктов имеют столь большое значение, что в ряде случаев для их достижения применяют способы обработки, обусловливающие некоторое снижение значения других факторов пищевой ценности. Так, например, при копчении мясных продуктов усвояемость белковых веществ несколько снижается. При разработке способов обработки продукта необходимо применять такие условия и режимы, которые обеспечивают должный эффект при максимальной усвояемости белков.

Показатели, обусловливающие биологическую ценность мясных продуктов, могут существенно меняться при жестких режимах технологической обработки, приводящих к изменению структуры молекул белка, а также в процессе длительного хранения. Определение биологической ценности позволяет классифицировать полезные качества белка в зависимости от ряда факторов, которые могут изменить усвоение продуктов организмом.

При определении биологической ценности белков используют химические и биологические методы. Химические методы основаны на сопоставлении результатов определения аминокислотного состава исследуемого продукта с так называемыми идеальными шкалами аминокислот, соответствующими полностью сбалансированному по аминокислотному составу гипотетическому белку. На этом сравнении основан метод аминокислотного скора (счета). Для вычисления аминокислотного скора ФАО/ВОЗ предложена аминокислотная шкала (табл. 1). Расчет производится по «проценту адекватности» (166).

Таблица 1

Аминокислота	Предлагаемый уровень	
	мг на 1 г белка	мг на 1 г азота
Изолейцин	40	250
Лейцин	70	440
Лизин	55	340
Метионин + цистин	35	220
Фенилаланин + тирозин	60	380
Треонин	40	250
Триптофан	10	60
Валин	50	310

Рекомендованный способ расчета аминокислотного скора по шкале ФАО/ВОЗ сводится к вычислению процентного содержания каждой из аминокислот в исследуемом белке по отношению к их содержанию в белке, принимаемом за идеальный, по следующей формуле:

$$\text{Скор для } АК_x = \frac{\text{мг } АК_x \text{ в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг } АК_x \text{ в 1 г идеального белка}}.$$

Аминокислотой, определяющей биологическую ценность данного белка, считается та, скор которой имеет минимальную величину. В качестве идеального обычно принимают яичный белок. В практических целях является достаточным расчет скора для 3 наиболее дефицитных аминокислот: лизина, триптофана и суммы серусодержащих аминокислот.

Для характеристики биологической ценности определяют также общее содержание аминокислот, соотношение триптофана и оксипролина, проводят переваривание *in vitro* и др.

Биологические методы определения ценности белковых компонентов пищи основаны на изучении влияния одних и тех же количеств различных (исследуемых и стандартных) белков на развитие растущих животных. Для характеристики биологической ценности белка используют понятие коэффициент эффективности белка (КЭБ), характеризующий прибавку массы крысы на грамм съеденного белка, а также коэффициент использования белка (КИБ), отражающий усвояемость организмом белка, принятого с кормом. Биологическую ценность белков определяют по соотношению аминокислот в продукте и крови животного после их усвоения. При введении в организм с пищей полноценного белка состав аминокислот в крови соответствует в целом составу аминокислот в белках. Определяя состав аминокислот в данном белке и сравнивая полученные результаты с количеством аминокислот, необходимых для синтеза белка в живом организме, получают представление о питательной ценности исследуемого белка.

Наиболее точным биологическим методом является анализ баланса азота, в соответствии с которым определяют количество азота, содержащегося в скармливаемом подопытным животным рационе, моче и фекалиях, выделяемых животными. Разность между потребляемым и выделяемым азотом рассматривается как количество усвоенного организмом азота, а процентное отношение этого количества к количеству потребленного азота называют показателем биологической ценности белка.

Биологическую ценность различных жиров принято определять по их переваримости, влиянию на растущих животных и по ряду показателей липидного обмена. Переваримость жиров обычно выражается количеством всосавшихся в лимфу и кровь триглицеридов:

$$КП\ (СД) = [J - (F - F_0)] \cdot 100/J,$$

где $КП\ (СД)$ — коэффициент переваримости; J — общее количество потребленного жира; F — жир кала; F_0 — жир кала при безжировой диете.

Высоким коэффициентом переваримости считают усвоение большинства животных жиров. Усвояемость свиного жира составляет 96—98%, говяжьего 80—84; бараньего — 80—90%.

На основании исследования биологических свойств пищевых жиров с целью количественного выражения их интегрального эффекта предложено использование внутреннего стандарта [103]. В качестве стандарта в контрольные рационы вводят смесь липида и подсолнечного масла, в которой 4,25% общей энергетической ценности покрывается линолевой кислотой. Сравнительный коэффициент эффективности жиров (СКЭЖ) рассчитывают по формуле

$$СКЭЖ = B_{оп} \cdot 100/B_{ст},$$

где $B_{оп}$ — прирост массы в опытах с исследуемым жиром; $B_{ст}$ — то же с использованием смеси лярда и подсолнечного масла с постоянным содержанием линолевой кислоты (4,25% энергетической ценности).

Однако вопрос о полезности продуктов питания отнюдь не исчерпывается представлением о биологической ценности входящих

в их состав белков и жиров. При количественной характеристике достоинств пищевых продуктов термин «пищевая ценность» включает содержание в них основных пищевых веществ, энергетическую ценность, вкусовые достоинства. Чем больше пищевой продукт удовлетворяет потребности организма в нем и чем больше химический состав продукта соответствует формуле сбалансированного питания человека, тем выше пищевая ценность продукта.

Для определения пищевой ценности продуктов предложен метод интегрального скора продуктов, в основу которого положено определение соответствия каждого из наиболее важных компонентов пищевых продуктов по формуле сбалансированного питания. Предложен [103] расчет формулы пищевой ценности не только на массу продукта, но и на определенную величину энергетической ценности, т. е. расчет важнейших факторов питания в граммах на определенную величину энергетической ценности продукта, например 1257 кДж.

Интегральный скор пищевых продуктов, выраженный как в единицах массы, так и энергетических единицах, в значительной мере выражает их способность удовлетворять потребности человеческого организма в пищевых веществах и может быть обозначен термином «формула пищевой ценности продукта». Формулы пищевой ценности отдельных продуктов могут быть использованы для оценки полезности отдельных продуктов в промышленности. В табл. 2 приведена формула пи-

Таблица 2

Показатели	Пищевая ценность некоторых мясопродуктов и яиц, % удовлетворения формулы сбалансированного питания				
	говядина	свиной жирная	утка I категории	яйца	колбаса любительская
Белки	38	10,8	6,8	23	13,11
Жиры	21	31	32,8	26	29,8
Минеральные вещества					
кальций	2	0,7	0,82	11	0,81
фосфор	30	9,93	—*	35	11,5
калий	16	5,21	—	7	5,96
железо	35	11,4	—	33	13,26
магний	10	3,37	0,24	6	3,93
Витамины					
C	—	—	—	0	—
B_1	11	41,14	10,85	19	20
B_2	14	5,77	4,9	72	—
PP	41	10,35	16,75	2	—
A	7	—	9,14	81	—
Энергетическая ценность	10	10	10	10	10

* — отсутствие данных.

щевой ценности некоторых мясопродуктов и яиц в энергетическом выражении на 1257 кДж, из которой видно, что величины интегрального скора мяса и мясопродуктов неравноценны по пищевой ценности.

Научно обоснованное определение пищевой ценности белков и знание факторов, влияющих на нее, необходимо для правильного суждения о качестве исходного сырья. На основании изучения пищевой ценности белков может быть решен вопрос о рациональном использовании на пищевые и кормовые цели малоценных частей туш животных.

ВНИИМПом разработаны оптимальные показатели пищевой ценности мяса (табл. 3).

Таблица 3

Показатель	Говядина	Свинина
Содержание		
триптофана, мг на 1 г азота белка	89—98	86,64
оксипролина, мг на 1 г азота белка	15—16,5	12,05
белка соединительной ткани, % к общему белку	1,7—2,5	1,4
Отношение		
триптофан/оксипролин	5—7	7,2
внутримышечного жира к мясу, %	1,5—3	3,3
Влагоудерживающая способность, количество г воды, связанные 1 г белка	2,5—2,6	2,5
Количество мясного сока, отделяемого при слабом прессовании, г на 1 г общего азота, не более	7	—
Интенсивность окраски (D_{λ} =545 нм)	1,2—1,4	0,67

Эти показатели могут быть использованы при направленном выращивании животных и для объективной оценки качества мяса в промышленности и торговле. Качество продукции рекомендуется оценивать по соотношению мышечной, соединительной, костной и жировой ткани. При этом пищевая ценность мышечной ткани характеризуется содержанием полноценных и неполноценных белков и жиров. При оценке качества не учитывают эластин, так как он нерастворим и неусвояем, а также минеральные вещества ввиду незначительной разницы их содержания в различных мускульных тканях.

Средняя энергетическая способность потребляемых в мире пищевых продуктов составляет 11 103 кДж в сутки, чем обеспечивается потребность организма, так как минимальная норма составляет 9218 кДж. Однако ощущается недостаток белкового питания, особенно белков животного происхождения. В развивающихся странах дефицит белка выражен в значительно большей степени, чем дефицит энергообеспечения. Наиболее критическим является состояние потребления животного белка в развивающихся странах — 5—10 г в сутки против суточной нормы 40 г и фактического потребления в промышленно развитых странах — 90 г в сутки (из данных ФАО).

ПРОИЗВОДСТВО МЯСОПРОДУКТОВ, СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Развитие науки о питании позволило не только определить значение каждого вещества, но и установить оптимальное сбалансированное содержание их в рационе питания человека в зависимости от его пола, возраста, условий труда. Необходимо обеспечить производство продуктов, сбалансированных по химическому составу, в которых правильно сочетается количественное содержание белков, жиров и углеводов. При сбалансированном питании основные пищевые компоненты должны поступать в организм в определенном количественном соотношении.

Для расчета сбалансированных по химическому составу мясопродуктов необходимо знать содержание белков, жиров и воды. Современные суточные нормы сбалансированного питания предусматривают содержание основных пищевых веществ в рационах населения СССР: белков 80—100 г, жиров 80—100 г, углеводов 400—500 г (1 : 1 : 5). Средняя норма, покрывающая потребность человека в энергии, составляет 12 570 кДж, причем за счет белков должно быть обеспечено 14% общей энергетической ценности, жиров — 30% и углеводов — 56%. Однако оценка пищи только по энергетической ценности будет неполной и ею нельзя ограничиваться при установлении норм в рационах.

Ранее общественным потребностям соответствовали высокожирные продукты питания. В последнее время появилась тенденция к снижению количества жира в пищевых продуктах, в том числе и в мясных. Наибольшим спросом пользуется нежирное мясо, в том числе и нежирная свинина.

На протяжении ряда лет предметом изучения является проблема оптимального содержания в мясопродуктах основных питательных веществ. Полагают, что для мяса наиболее оптимальным является соотношение жира и белка 1 : 1, что и предусмотрено сбалансированным питанием. Исследованиями ВНИИМПа установлено, что для бесшпиковых колбасных изделий соотношение указанных веществ должно находиться в пределах 0,8—2,0. Колбасные изделия такого состава получали наиболее высокую оценку, в частности по вкусу, аромату и т. д.

Важное значение количественного соотношения белков и жиров обусловлено тем, что жиры затормаживают секрецию желудка, чем снижается количество желудочного сока, содержание в нем пепсина и его кислотности. Одновременно жиры стимулируют выделение сока поджелудочной железы, следовательно, увеличивают количество трипсина, участвующего в процессах гидролиза белков. Однако при чрезмерно большом количестве жира в рационе содержание трипсина в панкреатическом соке уменьшается. Вышеизложенное указывает на необходимость установления оптимального содержания жира в мясопродуктах.

Ряд заболеваний определенной группы населения вызван чрезмерно высокой энергетической ценностью пищевых продуктов. Имеют место болезни пищевой избыточности, например избыточная масса, обусловленная завышенным энергетическим балансом, подагра, обусловленная отложением пуриновых оснований, почечно-каменная

болезнь, вызванная отложением уратов. В связи с этим возникает необходимость организации производства мясопродуктов с низким содержанием жира. Содержание жира не должно превышать 10 или 35% к сухому остатку. По основным показателям эти продукты должны соответствовать обычным. Производство такого вида продуктов требует применения новой технологии, что обусловлено высоким содержанием воды в продуктах ввиду низкого содержания в них жира.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Повышение качества продукции оказывает непосредственное воздействие на рост производительности общественного труда, ускорение темпов хозяйственного строительства, экономию материальных ресурсов и в конечном итоге влияет на подъем материального и культурного уровня жизни населения. Современный жизненный уровень обусловливает необходимость производства широкого ассортимента мясопродуктов высокого качества, а также изделий, готовых к употреблению, требующих минимальных затрат труда при готовке в домашних условиях.

Поддержание жизнедеятельности человека может быть обеспечено пищевыми продуктами, содержащими необходимое количество питательных веществ. Однако всестороннее развитие организма обеспечивается пищевыми продуктами, обладающими соответствующим внешним видом, специфическими вкусом, ароматом, консистенцией и другими свойствами. По химическому составу, физико-химическим и структурно-механическим свойствам пищевые продукты должны соответствовать определенным требованиям, удовлетворяющим потребности населения. В связи с этим к качеству мясных продуктов предъявляется ряд разнообразных требований. Из этого вытекает разнообразие свойств мясопродуктов, вырабатываемых мясной промышленностью. При этом многие свойства их специфичны и зависят от вида мясного продукта.

Повышение требований к качеству пищевых продуктов стало возможным в результате всестороннего изучения химического состава и свойств пищевых продуктов. Успехи науки о питании в основном базируются на достижениях пищевой химии данной отрасли промышленности.

Качество мяса зависит от качества убойного скота. Важной тенденцией в получении мяса высокого качества являются [124]:

селекция сельскохозяйственных животных, направленная на получение максимального содержания мышечной ткани при небольшом содержании жировой;

увеличение средней массы скота, поставляемого мясной промышленности;

получение высоких выходов мяса при уменьшении выходов кости.

Для формирования качества мяса и мясопродуктов важное значение имеют строгое соблюдение режимов технологических процессов, предусмотренных технологическими инструкциями, разработка рациональных схем разруба туш для торговли и промышленной переработки, учитывающая пищевую ценность отдельных отрубов, и рациональное использование сырья.

В промышленность уже внедрен ряд разработок, направленных на улучшение качества мясопродуктов. Это, в частности, применение:

коптильных препаратов, обеспечивающих исключение из копченых мясопродуктов канцерогенных веществ;

рекомендаций по снижению остаточного содержания нитрита;

разработок требований к качеству сырья, поступающего из промышленных комплексов;

разработок технологии производства ветчины в оболочке; сортировки мяса по величине pH и др.

Производство мяса и мясопродуктов высокого качества невозможно без соответствующего санитарно-гигиенического уровня их изготовления. Одной из важных задач его повышения является изыскание и разработка эффективных методов и средств санитарной обработки и профилактической дезинфекции технологического оборудования и помещений производственных предприятий.

Разработка способов производства и хранения, обеспечивающих более высокие качественные показатели продукта, требует изучения и раскрытия закономерных связей между факторами качества и свойствами продуктов, исследования взаимосвязи различных свойств, пищевой ценности и потребительных достоинств продукта.

Для повышения качества мяса и мясопродуктов важное значение имеет контроль за качеством сырья, полу-

фабрикатов и готовой продукции. Необходимость контроля качества продукции связана с:

растущей сложностью производственных операций;

возросшими требованиями к качеству мясопродуктов;

расширением ассортимента мясопродуктов; увеличением количества пищевых добавок в мясопродукты.

При производстве мясопродуктов необходим контроль за:

качеством сырья и добавок при приемке на переработку;

поддержанием соответствующих условий хранения сырья;

соблюдением составления рецептур продуктов;

качеством полуфабрикатов на отдельных стадиях процесса изготовления продукта;

поддержанием соответствующего санитарного состояния оборудования, тары и производственных помещений;

соблюдением технологических режимов производства продуктов;

соблюдением режимов и условий хранения продуктов.

В настоящее время в практику внедряется квалиметрия — наука об измерении качества продуктов на основе исследования комплекса их свойств. Проводимые в последние годы исследования по использованию методов квалиметрии направлены на разработку методологии количественного измерения качества. Квалиметрия оценивает качество как динамическое сочетание отдельных свойств, находящихся во взаимосвязи друг с другом, и влияет на формирование всей структуры качества продуктов.

Организация контроля качества охватывает широкий круг вопросов, включающих подбор контролируемых параметров качества, унифицированных методов их определения, инструментальное обеспечение методов их контроля.

При определении качества сложных продуктов невозможно учитывать все их свойства. Необходимо выбирать комплекс наиболее существенных показателей качества. Технохимический контроль качества продукции, проводимый в настоящее время в промышленности, включает в основном только те характеристики качества, которые связаны с правильным проведением технологического процесса. Более глубокое изучение качества мясопродуктов проводится лишь в научно-исследовательских лабораториях.

В настоящее время поставлена задача введения в стандарты показателей качества, которые учитывали бы пищевую ценность продуктов.

В обеспечении надлежащей проверки качества мяса и мясопродуктов, выпускаемых предприятиями мясной промышленности, важная роль принадлежит службам контроля качества, которые должны не только обнаружить брак готового продукта, но и предотвратить выпуск готового продукта с дефектами. За последние годы осуществлен ряд мероприятий по усилению санитарного и технохимического контроля производства, что способствовало повышению качества выпускаемых мясных продуктов. Одной из важных задач своевременного контроля качества продуктов является внедрение в практику контроля простых лабораторных экспресс-методов анализа продукции. В настоящее время в условиях производства такие методы отсутствуют. Для усовершенствования контроля качества, в частности свежести продуктов, перспективен гистологический метод, позволяющий за 40 — 60 мин определить эти показатели, выявить начальную стадию снижения качества мяса на 3—4 дня раньше, чем проявятся органолептические и физико-химические показатели гнилостного разложения. Широкое внедрение метода позволит усовершенствовать контроль качества мяса и предупредить его порчу.

Значительное ускорение проведения определений (в 8—10 раз) достигается применением прибора «Ультра Х», с помощью которого в одной навеске определяют содержание жира, влаги, белка и золы.

Проводятся работы, направленные на совершенствование методов оценки качества мяса и мясопродуктов. ВНИИМПом разработаны методы ускоренного определения содержания жира, влаги, белка, золы и фосфора в готовых изделиях. Разработана и внедрена 9-балльная шкала органолептической оценки качества.

При производстве мясопродуктов важное значение имеет контроль за содержанием в них механических примесей (частицы металла, стекла, дерева, кости и другие, попадающие в мясопродукты в процессе их изготовления). Металлические примеси могут попадать в продукт в результате повреждения рабочих органов оборудова-

ния. Необходимо систематически проверять наличие на них повреждений и при их выявлении направлять продукт на обследование с помощью рентгеновского прибора. Значительную опасность из случайных механических примесей, попадающих в мясопродукты, представляет стекло, которое трудно обнаружить во время производственного процесса, поэтому необходимо исключить все возможности попадания его в продукт.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

На современном этапе развития большое значение приобретает стандартизация продуктов, особенно показателей качества, т. е. установление единых норм и требований, предъявляемых к сырью, полуфабрикатам, готовым изделиям и вспомогательным материалам.

Уровень качества с товароведной точки зрения определяется стандартами и ТУ, установленными в соответствии с научно-техническим прогрессом в промышленности. Показатели качества в ГОСТах и ТУ устанавливаются с учетом свойств продукта.

В каждой пятилетке пересматриваются и обновляются стандарты и ТУ с целью замены устаревших показателей качества и своевременного отражения требований промышленности и торговли. По мере внедрения новых рецептур, технологических процессов, добавок, улучшающих качество, вводятся новые стандарты.

В настоящее время возникла задача введения в стандарты показателей качества, которые учитывали бы пищевую ценность продуктов. С этой целью необходимо в действующих стандартах и ТУ заменить устаревшие данные. В связи с тем, что важнейшим признаком качества пищевых продуктов является их пищевая ценность, при контроле качества желательно в первую очередь определять в мясе и мясопродуктах содержание полноценных белков, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных веществ. Однако такой контроль в настоящее время в условиях заводских лабораторий неосуществим, его проведение затруднено даже в научно-исследовательских институтах. Например, методы определения содержания витаминов и минеральных веществ отличаются сложностью, трудоемкостью и длительностью выполнения, поэтому эти показатели не могут быть включены в действующие стандарты на мясопродукты. Поскольку мясо является белковым продуктом питания, то контроль его качества, а также колбасных изделий и консервов должен производиться по содержанию белков, жира и по отношению полноценных белков к неполноценным. Определение этих показателей, в частности установление общего содержания белка и фотометрическое определение содержания триптофана и оксипролина осуществимо в условиях производственных лабораторий.

Особенно важное значение для изучения и определения качества пищевых продуктов имеют стандарты на методы испытания (например, мяса, колбасных изделий, консервов и др.), устанавливающие единую, общеобязательную методику определения качества

товаров, так как сравнивать можно только результаты анализов, полученные с применением одинаковой методики исследования.

Стандарты имеют важное значение для торговой практики и организации торговли, так как являются основой для составления прейскурантов.

Стандартизация может оказывать отрицательное влияние на качество продуктов и совершенствование производства, если ГОСТы и ТУ разрабатываются без учета достижений науки и техники или же своевременно не пересматриваются с учетом этих достижений. ГОСТы способствуют выпуску высококачественных изделий не только путем установления минимальных показателей качества, но и поощрением их увеличения соответствующей системой материального стимулирования.

При разработке новых ГОСТов необходимо сократить неоправданное возрастание ассортимента — ограничить количество наименований в ассортименте продукции одного вида, так как чрезмерное разнообразие продукции одного вида отрицательно влияет на качество изделий, расширять ассортимент введением наименований, улучшающих качество.

Анализ действующих ГОСТов и ТУ показывает на необходимость унификации сортности продуктов. Градация одних мясопродуктов начинается с высшего сорта, а других — с первого. Следует ввести единообразие сортности мясопродуктов, имея в виду сокращение низших и увеличение выпуска высших сортов.

Государственный надзор за соблюдением стандартов и ТУ, а также за деятельностью предприятий в области стандартизации осуществляется по планам службой стандартизации. К участию в государственном надзоре могут привлекаться инспекции по качеству товаров, головные и базовые организации по стандартизации, специалисты промышленности и торговли.

Планирование стандартизации и аттестации продукции является одной из форм управления качеством продукции. Под управлением качеством понимают такую организацию процесса производства и контроля, которая заранее гарантирует получение определенного уровня качества продукции.

В настоящее время на большинстве предприятий мясной промышленности проводится работа по созданию и внедрению комплексной системы управления качеством продукции (КСУКП). На ряде производств накоплен положительный опыт разработки и внедрения этой системы.

Существо КСУКП — во взаимосвязи организационных, технических, экономических, воспитательных и других мероприятий, методов и средств, направленных на достижение оптимального уровня качества при максимальной экономической эффективности. Основной ее целью является создание и освоение новых и улучшенных видов продуктов, повышение количества продуктов высшей категории, снижение количества продуктов II категории и брака.

Качество продукции мясной промышленности зависит от множества факторов и условий. На него оказывают влияние качество поступающего сырья и материалов, техническая оснащенность предприятия, совершенствование планирования, соблюдение технологической дисциплины и требований правил санитарии. Комплексность управления качеством продукции охватывает все эти условия. Таким образом, КСУКП — это совокупность взаимосогласованных инженер-

но-технических, организационных, социологических, экономических, технологических, снабженческих, контрольных, транспортных, складских и других процессов, направленных на совершенствование качества продукции. ВНИИ стандартизации принято следующее определение КСУКП — это совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, изготовлении, обращении и эксплуатации или потреблении. КСУКП предназначена для совершенствования организации производства с целью постоянного обеспечения соответствия качества продукции потребностям народного хозяйства и населения и систематического повышения на этой основе эффективности производства. При управлении качеством продукции выполняются 14 основных функций. В их реализации участвуют практически все подразделения предприятия.

Опыт работы показывает, что высокое и стабильное качество продукции не всегда возможно обеспечить усилиями предприятий одной отрасли, например, качество продукции мясной промышленности в значительной степени зависит от сельского хозяйства, продовольственного машиностроения, условий реализации мясных продуктов. Таким образом, проблема качества продукции приобретает всеобъемлющий характер. Работа в этой области проводится на трех уровнях: межотраслевом, отраслевом и уровне предприятия.

Организационно-методической основой КСУКП являются стандарты предприятий, регламентирующие всю многообразную деятельность предприятия по обеспечению заданного уровня качества выпускаемой продукции. Стандарты предприятий значительно отличаются от распоряжений, положений и другой нормативно-технической документации тем, что они обязательно разрабатываются в соответствии с действующими государственными, отраслевыми стандартами, взаимосвязаны друг с другом, обязательны для всех подразделений предприятия.

Комплекс стандартов по КСУКП четко определяет задачи и функции всех служб предприятия, устанавливает порядок их работы, увязывает их взаимоотношения. Поскольку стандарт и требования его обязательны к исполнению, то комплекс стандартов предприятия становится, по существу, сводом законов по организации работы в области качества.

В перспективе будут разрабатываться отраслевые системы управления качеством продукции (ОСУКП). Отраслевая система будет предусматривать конкретное распределение задач и функций управления качеством продукции между подразделениями аппарата министерства и производственных объединений.

Глава II. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО МЯСА

Главными факторами, определяющими мясную продуктивность скота и качество мяса, являются порода, пол, возраст, упитанность, технология содержания и кормления скота. Качество мясных туш необходимо рассматривать с двух аспектов — отношения сформировавшихся

тканей (мускульная, жировая, соединительная, костная) и собственных характеристик этих тканей. Количество мускульной и жировой ткани в полутушах, их соотношение зависят от породы, пола, характера откорма, возраста, массы туши и других факторов.

ЖИВАЯ, УБОЙНАЯ МАССА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРУБОВ ТУШИ

Природные факторы оказывают определяющее влияние на качество мяса. В работах зарубежных специалистов предлагается при маркировке туш в виде кодовых клейм указывать возраст, пол, породу, массу и продолжительность созревания туши. В этом случае получатель мяса имеет всестороннюю информацию о качестве туш.

Живая масса — это породный признак, однако она зависит также от условий кормления и содержания. Живая масса не является достаточно достоверным показателем мясных качеств животного. С ее увеличением повышается убойный выход. Животные молочных пород с более высокой живой массой, чем животные мясных пород, могут иметь более низкий выход и качество мяса. Установлено, что диаметр мышечных волокон возрастает с увеличением массы туши.

Очень важным показателем, характеризующим связь между живой массой и массой охлажденной туши, является убойный выход. На его величину влияют уровень и характер откорма, степень упитанности, порода и пол животных, возраст и живая масса.

В условиях производства отсутствует способ объективного определения качества мясных туш. Туши старых животных при наличии подкожного жира относятся к I категории, хотя их мясо жесткое, с низкой усвояемостью организмом, т. е. не учитывается столь важный показатель, как развитие и пищевые свойства мышечной ткани. Исследованиями Н. Е. Смирницкой установлено [28], что между массой и длиной туши существует прямая зависимость: содержание мышечной ткани и масса костей увеличиваются прямо пропорционально массе и длине туши. Предложены коэффициенты мясности туши K_1 и K_2:

$$K_1 = Q \cdot 100 / L;$$

$$K_2 = l_0 \cdot 100 / l_6,$$

где Q — масса туши, кг; L — длина туши от крайней точки крестцовой кости до середины переднего края первого ребра, см; l_0 — длина бедра от высшей точки скакательного сустава до передней точки крестцовой кости на распиле, см; l_6 — обхват бедра, см.

Предложены методы определения массы мяса в туше по массе мяса, получаемого от обвалки заднего, единого отруба и лопаточно-шейной части. Заслуживает внимания метод, предложенный в ГДР [131], основанный на выявлении определенной зависимости между

массой рульки, отделяемой от туши, и массой костей в туше. Для определения массы костей в полутуше предложена формула.

$$Y = 18{,}4 + 2{,}1\,(X - 3{,}4),$$

где X — масса рульки, кг.

Масса мяса определяется вычитанием массы костей из массы полутуши.

Масса туши связана с ее морфологическим составом и может в некоторой степени служить критерием ее качества. В работах ВНИИМПа указывается на взаимосвязь между массой туш молодняка крупного рогатого скота и содержанием в них мяса и костей. На рис. 1 представлена зависимость содержания мяса от массы туши. Эту оценку можно дополнить данными измерений с использованием показателя отношения массы полутуши к ее длине. Чем больше это отношение, тем лучше морфологический состав туши.

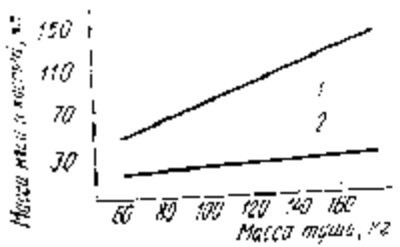


Рис. 1. Зависимость содержания мяса и костей от массы туши:

1 — масса мяса, 2 — масса костей.

Слишком длинные туши при небольшой массе дают высокий выход костей, и, наоборот, короткие компактные туши при равной массе — высокий выход мяса.

Другим показателем мясности туши может служить выполненность бедра. Если отношение обхвата бедра к его длине близко к 100, то мясность туши, как правило, хорошая. Признаками хорошей мясности служат компактность туши, развитие мышечной ткани на реберных и филейных частях, округлость бедер, распределение и цвет покрывающего тушу подкожного жира.

Польским институтом мясной промышленности разработан метод определения качества бекона по количеству мяса в полутуше на основе измерения отдельных мускулов. Предложена оценка туш свиней по размерам «мышечного глазка». Установлено, что чем больше масса туши, тем выше содержание отдельных тканей. С увеличением выхода мяса уменьшается выход шпика. Для оценки полномясности туш предложено отношение массы туши к ее длине, называемое коэффициентом полномясности K:

K = масса туши · 100/ длина туши.

Предприняты попытки определения мясности свиней по креатинину в моче, по группам крови, а также путем промеров туловища и при помощи различных индексов. Для объективной прижизненной оценки качества свиных туш предпринимались попытки установить связь между мраморностью, соотношением отрубов, количеством подкожного жира, внешним видом и цветом мяса, с одной стороны, и нежностью, сочностью, вкусом — с другой.

Ухудшение качества свинины в последние годы обусловлено наследственными явлениями, недостатками откорма, неправильным

Таблица 4

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Зола	Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
	г на 100 г продукта				
Баранина					
I категории	67,6	16,3	15,3	0,8	849
II категории	69,3	20,8	9,0	0,9	686
Говядина					
I категории	67,7	18,9	12,4	1,0	782
II категории	71,7	20,2	7,0	1,1	502
Конина					
I категории	69,6	19,5	9,9	1,0	699
II категории	73,9	20,9	4,1	1,1	502
Свинина					
беконная	54,8	16,4	27,8	1,0	1322
жирная	38,7	11,4	49,3	0,6	2046
мясная	51,6	14,6	33,0	0,8	1485
Телятина I категории	78,0	19,7	1,2	1,1	377

Таблица 5

Мясные отрубы	Содержание, на 100 г продукта				Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
	воды	белка	жиров	золы	
Свинина жирная					
Окорок *	53,9	15	30,3	0,8	1303
Корейка *	44,1	15,3	42	0,6	1803
Шейно-лопаточный *	51,3	13,3	34,7	0,7	1531
Грудинка необрезная	29,2	8,1	62,3	0,4	2481
Говядина					
Тазобедренный	72,4	20,2	6,4	1	577
Спинной	70,6	19,8	8,6	1	657
Поясничный	69,4	19,9	9,6	1,1	695
Грудной	64,8	17	17,4	0,8	941
Лопаточный	73	19,4	6,6	1	573
Шейный	73,3	19,4	6,4	0,9	565
Пашина	63,7	18,9	16,6	0,8	941
Баранина					
Тазобедренно-поясничный	66,4	18,8	13,8	1	833
Спинной	61,5	16,5	20,9	1,1	1063
Лопаточный	71,3	17,1	10,7	0,9	690
Грудной	64,7	16,3	18	1	950
Пашина	66,6	17,6	14,9	0,9	858
Шейный	67,2	15,4	16,3	1,1	870

* Отрубы обрезные с толщиной оставленного шпика 2 см.

содержанием и нагрузками при транспортировке животных к месту убоя.

В табл. 4 приведен средний химический состав различных видов мяса; данные приведены в расчете на 100 г съедобной части мяса без костей [129].

В табл. 5 приведен средний химический состав отдельных отрубов говядины, свинины и баранины [129].

ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО МЯСА ПОРОДЫ, ПОЛА, ВОЗРАСТА, ХАРАКТЕРА ОТКОРМА И УПИТАННОСТИ СКОТА

Влияние породы. Качество мяса определяется породностью скота. Животные различных пород имеют значительные отличия не только по живой массе, но и по качеству мяса. Многие исследования показали, что основные показатели качества мяса передаются по наследству. Проводимые в ряде стран работы позволили вырастить породы крупного рогатого скота с очень высоким количеством мускулатуры и свиней с выраженными мясными свойствами. Установлено, что показатель pH мяса передается по наследству и его можно регулировать селекцией.

Свиньи пород, чувствительных к стрессу, являются более тощими, величина pH мышц заднего окорока и филея значительно ниже.

Убойный выход гораздо выше у специализированных мясных пород [59—62%] — герефордской, шортгорнской, абердин-ангусской, казахской белоголовой, чем у пород молочного и комбинированного направлений (50—55%). Обобщение литературных данных показывает, что оптимальное соотношение мышечной и жировой ткани наблюдается у черно-пестрого скота; симменталы отличаются лучшим развитием мускулатуры, в их тушах содержится больше мышечной ткани. Традиционные мясные породы дают туши с более высокими пропорциями наиболее ценных частей — поясничной и тазобедренной. Породная принадлежность определяет и количество мышечной ткани в туше [66].

Животные мясных пород отличаются хорошими мясными качествами, более высокой скороспелостью, широким туловищем, содержат наиболее ценное мясо. Для них характерны тонкий костяк и сильно развитые мускульная и жировая ткани, мышечная ткань развивается преимущественно в частях туши, дающих наиболее ценное мясо, — в области спины и поясницы, в тазобедренной и грудной частях.

Скот мясных пород при хорошем кормлении в период роста дает высокий выход мышечной и жировой тканей. От животных мясных пород получают мясо более высокого качества, чем от животных других пород; такое мясо более сочное, нежное и вкусное. Мясо молочных и молочно-мясных пород по ряду показателей обладает более низким качеством, в частности в нем завышено содержание костной и соединительной тканей, значительно меньше внутримышечного жира.

В аминокислотном составе мяса установлены [36] определенные различия в зависимости от породы и возраста животных, от анатомического расположения и физиологической функции мышц.

Влияние пола. Пол животного влияет на качество и количество получаемого мяса. Мясо бычков характеризуется хорошо развитой мускулатурой, грубой, жесткой консистенцией (ввиду высокого содержания соединительной ткани), очень низким содержанием межмускульного жира, темной окраской и неприятным специфическим запахом. В нем содержание экстрактивных веществ выше; например, карнозина в 2 раза выше, чем в мясе коров. В мясе коров более высокое содержание ансерина. Пол животных оказывает влияние на химический состав мяса. В зависимости от пола установлены различия в химическом составе длиннейшего мускула спины говяжьей туши одинаковой породы, возраста и упитанности (табл.6).

Таблица 6

Составные части	Содержание в мышечной ткани (в %)		
	бычка	вола	коровы
Белки	21,7	22,1	22,2
Жиры	1,1	2,5	3,4
Вода	75,9	74,3	73,2

В связи с низкими вкусовыми качествами мясо быков, хряков и некастрированных оленей в реализацию не допускают, а используют для промышленной переработки. Мясо кастратов отличается менее грубой мускульной тканью, наличием внутримышечного жира по сравнению с мясом некастрированных животных. Мясо коров и свиней имеет тонковолокнистое строение мы-

шечной ткани и более светлую окраску, чем мясо бычков и хряков, отложения жира под кожей, между мускулами и в брюшной полости.

Многочисленные наблюдения показывают, что в основном при равной массе кастраты являются более жирными, чем коровы и свиньи. Мясо волов нежнее мяса бычков, с большим содержанием жира. Качество мяса волов (за исключением старых, рабочих) выше качества мяса коров, что обусловлено более развитой и нежной мускулатурой, жир расположен в нем более равномерно.

При изучении влияния пола на свойства мышц установлено, что диаметр волокон длинной поясничной мышцы значительно больше у свиноматок, чем у хряков и кастратов.

Половые различия в раннем возрасте животных почти не сказываются на качестве мяса, они заметно проявляются у взрослых и старых животных.

Мясо кастратов превосходит мясо бычков по белковому качественному показателю, так как в нем больше полноценных белков. Интенсивность окраски мяса выражена ярче у кастратов. По сравнению с кастратами у телок больше внутримышечного жира. Мясо телок является более нежным, ароматным, вкусным, оно содержит меньше неполноценных белков. Сравнительная оценка качества мяса, проведенная ВНИИППом в зависимости от пола, показала некоторое увеличение содержания соединительнотканных белков у бычков и несколько более высокое значение белкового качественного показателя у телок. Оценивая качество мяса бычков и телок по технологическим свойствам, установили, что мясо бычков отличается более высокой величиной pH, интенсивной окраской, высоким содержанием связанной влаги, несколько более высоким содержанием оксипролина и наименьшими потерями при тепловой обработке. Эти качества мяса бычков следует учитывать при выборе сырья для колбасного производства.

Пол животных оказывает влияние на выход мышечной и жировой ткани (табл. 7). Установлена прямая связь между процентным содержанием мяса в туше в пользу бычков, за которыми следуют кастраты и телки. При этом с повышением массы туши количество обезжиренного мяса снижается, а жира — повышается.

Таблица 7

Масса туши, кг			Обезжиренное мясо, %			Жир-сырец, %		
бычки	кастраты	телки	бычки	кастраты	телки	бычки	кастраты	телки
243	242	233	77,6	73,3	73,9	5,4	6,1	6,8
265	258	243	76,6	75,1	72,7	5,2	5,8	7,2
280	304	254	76,7	73,2	73,2	6,0	6,8	8,3
310	351	277	72,9	71,3	69,8	9,7	10,7	11,6
314	362	308	72,3	70,6	68,3	10,0	11,2	12,7

Влияние возраста. С возрастом животного изменяется интенсивность физиологических функций организма, его морфологическая и биохимическая структура, а следовательно, и пищевая ценность. С увеличением возраста крупного рогатого скота до 3 лет повышается полномясность туш, содержание подкожного, межмышечного и внутримышечного жира. С возрастом животных повышается содержание мяса в туше: в 7 мес — 77,1%; в 18 мес — 80,4 и в 29 мес — 81,3%.

В последнее время наметилась тенденция к снижению возраста реализации молодняка крупного рогатого скота на мясо при повышенной живой массе. Наиболее высокий среднесуточный прирост получен при откорме до 16 мес. Мясо высокого качества можно получить от крупного рогатого скота всех породных и половых групп при отправке их на убой в возрасте 15—18 мес. Установлено, что аминокислотный состав мяса, его вкусовые качества, нежность и прирост белка окончательно формируются у свиней к 8-месячному возрасту. В тушах свиней старше 8 мес увеличивается удельный вес жировой ткани, на образование которой расходуется больше кормов, чем на образование мышечной ткани.

Возраст животных влияет на морфологический состав отрубов туши; в отдельных частях (спинной, грудной, лопаточной) содержание мякоти увеличивается. Размеры одной и той же мышцы туш животных одинакового качества, относящихся к одной породе и полу, отличаются в зависимости от возраста животного. Диаметр мышечных волокон молодых животных меньше, чем старых. С возрастом мясо становится грубее, т. е. мышечные волокна становятся толще, их диаметр возрастает с 59 до 71 мкм. С увеличением возраста животного до 3 лет не только укрупняются мышечные волокна, но и развиваются мышечные пучки; вместе с тем наблюдается

снижение выхода жилованного мяса высшего и 1 сорта и повышение выхода мяса II сорта и жира.

Установлена связь между диаметром мышечных волокон и качеством мяса (нежностью) для различных групп мышц и одинаковых мышц от животных различного возраста и кормового рациона. Волокна филейной части имеют меньший диаметр и нежнее волокон шейной части и конечностей. Размеры мышц также изменяются с возрастом животного; снижается также сочность мяса.

С возрастом в мясе животных снижается содержание влаги и повышается содержание жира, изменяется белковый качественный показатель, увеличивается количество соединительнотканных белков. В общем количестве белковых веществ мяса взрослых животных содержание коллагена и эластина выше, чем в мясе молодняка (табл. 8). В соединительной ткани взрослых животных увеличивается содержание эластина и коллагеновые волокна обладают значительно большей жесткостью [98].

Таблица 8

Отруби	Содержание коллагена и эластина к общему количеству белков, %	
	молодняк	взрослые животные
Филей	15,9	16,8
Спинная часть	11,2	22,1
Лопатка с подлопаточным краем	17,1	26,4
Оковалок	14	17,6

Мышечная ткань очень молодых животных и истощенных старых животных отличается высоким содержанием соединительной ткани. Установлено, что в длиннейшей мышце спины телят количество оксипролина почти в 2 раза выше, чем в мышечной ткани взрослых животных.

Возраст животных влияет на устойчивость коллагена к гидротермическому воздействию, способствуя повышению жесткости мяса. С возрастом изменяются фракции коллагена. Рост жесткости мяса с возрастом животного объясняют увеличением межмолекулярных связей в коллагене животных. Растворимость коллагена в растворе $CaCl_2$ снижается; наблюдается небольшой рост усилия среза сырого мяса. Однако при исследовании вареного мяса установлено значительное увеличение усилия среза мяса.

Возраст животных и масса туш влияют на химический состав мясных туш и некоторые качественные характеристики тканей. Возраст влияет на химический состав белков мышечной ткани свиного мяса. Содержание белка и жира с возрастом увеличивается [76]. В табл. 9 приведены данные о влиянии возраста крупного рогатого скота на химический состав мяса.

Примечательны данные об увеличении содержания аргинина, валина, метионина, лейцина, изолейцина и фенилаланина в мышечном белке с возрастом. Мясо молодняка отличается от мяса взрослых животных менее интенсивным запахом и вкусом.

Таблица 9

Возраст молодняка, мес.	Химический состав мяса, %		
	вода	белковые вещества	жир
7	74,1—77,5	19,9—21	4,3—1,8
12	70,5—73,5	20,8—21,7	6,9—4,5
18	69,0—71,6	19,3—20,7	10,7—6,7

Установлено повышение содержания внутримышечного жира и снижение содержания влаги в мясе коров 9-летнего возраста по сравнению с животными в возрасте 4—6 лет. Влагосвязывающая способность мышечной ткани с возрастом повышается. Для мяса коров не установлено существенное влияние возраста и упитанности на pH и соотношение отдельных отрубов.

В первые месяцы убойный выход мяса теленка относительно живой массы уменьшается, что обусловлено интенсивным развитием внутренних органов. У старых животных также снижается убойный выход мяса и резко снижается его качество. При всех других одинаковых показателях туши взрослого скота оцениваются ниже, чем туши молодняка.

При откорме у молодых животных жира откладывается меньше, чем у старых, так как увеличение массы мяса происходит у них за счет образования и роста новых мускульных волокон, а у старых животных — за счет утолщения прослоек соединительной ткани и отложения жира.

На величину убойного выхода влияют изменения соотношений между массой отдельных частей туши животных. До определенного возраста увеличивается доля мускулатуры и жира, уменьшается относительная масса головы, конечностей, внутренних органов. Установлена связь [30] между живой массой (возрастом) крупного рогатого скота и убойным выходом (табл. 10).

Таблица 10

Живая масса, кг	Убойный выход, %	Живая масса, кг	Убойный выход, %
200—250	51,6	401—450	59,6
251—300	55,7	451—500	59,8
301—350	56,6	501—550	60,9
351—400	57,6	551—600	63,5

Основные изменения в распределении мышечной ткани, характеризуемые коэффициентом роста, происходят у молодняка в первые 6 мес жизни животного. В возрасте от 6 до 16 мес коэффициент роста мышечной ткани сохраняется практически на постоянном уровне. Изменения в распределении интенсивности роста мышечной ткани с возрастом приведены ниже:

Возрастной период, дни	0—240	241—365	366—465	466—548	549—1825
Коэффициент роста мышечной ткани	5,3	1,7	1,3	1,7	1,2

В тушах молодых животных интенсивного откорма содержание мышечной ткани выше, чем в тушах старых, хорошо откормленных животных (30,76). По мере роста животных изменяется соотношение между тканями мяса. В табл. 11 приведена зависимость выхода мышечной и жировой ткани от возраста и породы животных. После 15-месячного возраста у молодняка крупного рогатого скота относительное содержание мышечной ткани снижается вследствие увеличения отложения жировой ткани.

Влияние характера откорма и упитанности. На качественные показатели мяса определенное влияние оказывает характер откорма. Жир свиней, в рацион которых входила кукуруза, обладает высокой стойкостью к окислению, а жир свиней, откормленных пищевыми отходами, отличается очень низкой стойкостью к окислению. Окраска мышечной ткани свиней, получавших рацион из кукурузы с ячменем, более интенсивная, чем при откорме одной кукурузой.

Установлено, что введение в кормовой рацион свиней синтетического лизина благоприятно влияет на образование мяса и его качество. Хорошая мясность животных формируется при бесперебойном обильном сбалансированном кормлении молодняка от рождения до убоя. От такого молодняка получают большой выход мяса высокого качества.

Порода	Выход мышечной и жировой			
	новорожденные		8	
	мышцы	жир	мышцы	жир
Казахская белоголовая	63,4	1,7	71,8	5
Абердинангусская	62,7	2,5	70,7	4,2
Шортгорнская	57,5	—	69,4	2
Симментальская	56	—	70,7	1,6
Красная степная	57,2	—	63,3	1,6

При откорме в жировой ткани увеличивается процентное содержание жира, а содержание воды падает. Количество воды в мышечной ткани, при условии отсутствия в ней жира в мышцах откормленных животных, ниже, чем в мышцах тощих животных. В мышечной ткани по мере роста, степени откормленности животных понижается содержание влаги и повышается количество жира; содержание белка остается примерно на одном уровне.

Изучена пищевая ценность мяса свиней, которым вводили с кормом токоферол и бутилоксилолуол в целях повышения стойкости к окислению жира при хранении в замороженном виде. Свинина с антиокислителями оказалась более стойкой при длительном хранении; она имела лучшие органолептические показатели. Антиокислители не оказали отрицательного влияния на качество свинины, однако наблюдалось снижение йодных чисел и повышение температуры плавления жира.

Упитанность животных определяется степенью развития мышечной и жировой тканей и их соотношением. От хорошо упитанных животных получают мясо с более высоким содержанием жировой ткани, с хорошими вкусовыми качествами и высокой энергетической ценностью.

Упитанность животного влияет на морфологический состав туши (табл. 12). С повышением упитанности выход жира увеличивается, а выход мяса и костей уменьшается [3].

В мышечной ткани упитанных животных суммарное количество белковых веществ и жира больше, чем в тканях неупитанных животных.

Для определения пищевой ценности мяса предложен коэффициент соотношения двух аминокислот — триптофана и оксипролина. В этом соотношении триптофан характеризует содержание полноценных белков, а оксипролин — неполноценных. Н. Н. Крыловой прове-

Таблица 11

тканей (в %) в зависимости от возраста животных, мес

12		15		18	
мышцы	жир	мышцы	жир	мышцы	жир
73,5	6,1	74	6,4	72,5	8,8
74,2	6,1	73,2	7,7	72,2	8,9
73,3	5,3	73,2	5,6	72,1	7,9
75	3,9	70,1	8	68,9	9
71,4	4,4	71,2	4,5	69,6	6

Таблица 12

Упитанность крупного рогатого скота	Содержание ткани, % к массе туши			
	мышечной	жировой	соединительной	костной и хрящевой
Высшая	56,6	16,1	11,5	15,7
Средняя	59,7	10,3	12,3	17,5
Ниже средней	60	3,5	14,3	21,6

Таблица 13

Показатели	Упитанность		
	высшая	средняя	ниже средней
Триптофан/оксипролин	5,8	4,8	2,5
Соединительнотканные белки, % к общему белку	2,1	2,4	3,5
Жир внутримышечный, % к мясу	2,5	1,8	0,3
Влагоудерживающая способность, г связанной влаги в 1 г белка	2,6	2,4	2,3
Интенсивность окраски, 545 нм	1,34	1,28	1,22

лены исследования пищевой ценности мяса в зависимости от категории упитанности (табл. 13).

Соотношение триптофан/оксипролин и содержание внутримышечного жира с понижением упитанности снижается, количество белков соединительной ткани возрастает. Интенсивность окраски и влагоудерживающая способность больше в мясе животных высшей упитанности. Предложен [65] эталон для сравнительной оценки мяса. Мясо туш высшей категории упитанности имеет более нежную консистенцию. В процессе созревания различие в нежности мяса между категориями сглаживается.

В тушах свиней жирной упитанности содержится больше белков саркоплазмы, а в тушах нежирных свиней — больше миофибриллярных белков. Количество белков обеих фракций повышается с увеличением массы животного. При сильном истощении животных диаметр волокон уменьшается в 2 раза и мясо становится более жестким, так как в нем повышается удельный вес соединительной ткани. В табл. 14 представлены обобщенные данные по содержанию белков и аминокислот (в мг на 100 г съедобной части продукта) в мясе животных различной упитанности [128]. Белки мышечной ткани разных видов животных значительно различаются по содержанию аминокислот в зависимости от упитанности животных. При этом с повышением содержания жира в мясе и уменьшением количества белка содержание аминокислот соответственно уменьшается. Вышеуказанное особенно характерно для свинины ввиду более высоких колебаний в содержании жира [7].

Таблица 14

Показатели	Говядина			Свинина			
	жировая ткань	I категории	II категории	коллагеновая ткань	беконная	мясная	жирная
Вода, %	74,8	66,4	70,6	74,6	54,2	51,5	38,4
Белок, %	21,6	18,6	20,0	20,4	17,0	14,3	11,7
Незаменимые аминокислоты, мг на 100 г	8 093	7 137	7 696	7 801	6 811	5 619	4 605
В том числе:							
Валин	1 148	1 035	1 100	1 135	1 037	831	635
Изолейцин	939	782	862	970	799	708	584
Лейцин	1 624	1 478	1 657	1 538	1 325	1 074	949
Лизин	1 742	1 589	1 672	1 631	1 488	1 239	963
Метионин	588	445	515	478	410	342	286
Треонин	875	803	859	961	804	654	569
Триптофан	273	210	228	274	233	191	154
Фенилаланин	904	795	803	814	715	580	465
Заменимые аминокислоты, мг на 100 г	12 967	11 292	12 240	11 637	10 116	8 602	7 068
В том числе:							
Аланин	1 365	1 086	1 153	1 213	946	773	641
Аргинин	1 296	1 043	1 083	1 223	1 031	879	717
Аспарагиновая кислота	2 326	1 771	1 904	1 895	1 577	1 822	1 016
Гистидин	769	710	718	773	672	575	470
Глицин	878	937	986	864	881	695	572
глутаминовая кислота	3 603	3 073	3 310	3 385	2 648	2 224	1 754
оксипролин	58	290	350	50	200	170	150
пролин	658	685	859	528	628	650	694
серин	904	780	882	734	708	611	499
тирозин	800	658	699	695	590	520	417
цистин	310	259	296	277	235	183	138
Общее количество аминокислот, мг на 100 г	21 060	18 429	19 936	19 438	16 927	14 221	11 673
Лимитирующая аминокислота, скор, %	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Влияние откорма животных в условиях промышленных комплексов на качество мяса. В настоящее время осуществляется перевод животноводства на промышленную основу, создающий условия для управления качеством и позволяющий увеличить производство мяса с наименьшими затратами труда и кормов. Промышлен-

ная технология выращивания свиней и крупного рогатого скота широко внедряется в СССР. При промышленном откорме свиней отрицательное влияние на качество мяса может быть обусловлено беспыгульным содержанием, высокими требованиями к продуктивности свиней, реализацией животных в одном возрасте.

Исследования свинины промышленного производства показали, что получают различное качество свинины от свиней одинакового технологического цикла выращивания и откорма. Преобладающее количество поставляемых свиней отвечает требованиям мясной упитанности, так как содержит высокое количество мышечной ткани.

Отношение триптофан/оксипролин для мышечной ткани свиней промышленного производства свидетельствует о ее высокой пищевой ценности. По содержанию белков соединительной ткани такая свинина не отличается от получаемой из откормочных хозяйств. Установлена высокая вариабельность физико-химических показателей мяса (pH, окраски, влагосвязывающей способности) промышленного производства.

По данным Л. А. Бушковой [15], мясо свиней промышленного откорма по величине pH может быть разделено на три группы:

pH 5 — 5,6 — 31 — 67%;
pH 5,7 — 6,2 — 29 — 53%;
pH от 6,3 и выше — 4 — 15%.

При производстве изделий из свинины во время посола сырья с различным pH диффузионно-осмотические процессы протекают неодинаково. Наибольшая скорость проникновения и последующего распределения NaCl установлена в сырье с pH 5,0—5,6. Влагосвязывающая способность сырья с pH 5,0—5,6 на 26% ниже по сравнению с сырьем с нормальным значением pH. В связи с этим предлагается сортировка мяса свиней промышленного откорма с учетом величины pH с целью наиболее рационального его использования.

Установлено, что содержание свиней в промышленных комплексах увеличивает восприимчивость животных к стрессу, что определяет получение мяса с нежелательными свойствами. В таком мясе обнаружен ускоренный гликогенолиз, происходит быстрое наступление посмертного окоченения и, как результат этого, наблюдаются потери сока при охлаждении и переработке. В тушах стрессированных животных наблюдаются кровоподтеки в мускулатуре. Полагают, что причиной этого является содержание животных в станках, ограничение движения. Наиболее сильный стресс наблюдается при выгоне свиней из станков. Эффективным средством

снятия стресса является направление животных в душевую установку с теплой (45°С) и холодной (12°С) водой.

Товарная оценка туш, качество мяса и шпика свиней, поступающих из промышленных комплексов, не всегда отвечают возросшим требованиям. Следует отметить, что только та технология выращивания свиней должна внедряться в промышленное производство, которая одновременно с увеличением производства улучшает качество свинины или, по крайней мере, не вызывает его снижения.

Определяющими факторами качества мяса свиней являются условия содержания с момента рождения до убоя, кормовой рацион, порода животных. Современная технология выращивания и откорма свиней резко отличается от содержания свиней в обычных свиноводческих хозяйствах. В зарубежной литературе появились данные об отрицательном влиянии промышленного метода содержания свиней на качество мяса. Проф. Вирт [21] отмечает, что в ФРГ неполноценные и нестандартные туши стали серьезной проблемой. Причины этого следует искать в методах животноводства в прошлом, которые привели к маловыкосливому, очень прихотливому типу свиней.

ЭКСУДАТИВНОЕ МЯСО И ЕГО ПРИГОДНОСТЬ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ

Важной задачей является изучение качества сырья, получаемого от животных, выращенных в промышленных комплексах. Зарубежные данные и практический опыт, накопленный в СССР, показывают, что мясо этих животных имеет ряд отклонений качества по показателям цвета, pH, способности к влагосвязыванию. Явление экссудативности, распространенное в ряде стран, было описано как «мышечная дегенерация», «белая мышечная болезнь», «экссудативная депигментирующая болезнь мышц свиньи», «водянистая свинина». Несмотря на значительное количество исследований физических и химических свойств нормальной и экссудативной свинины, до сих пор полностью не изучены причины возникновения экссудативной свинины.

Водянистая свинина впервые обнаружена в 1883 г. в Дании. Массовое явление бледной экссудативной свинины в Дании описано Людвигсеном в 1953 г. у свиней породы ландрас, в США и Франция — в 1955 г. В СССР проблема экссудативности свинины возникла относительно недавно, после 1970 г., в связи с созданием промышленных комплексов для выращивания животных.

Экссудативность свинины в настоящее время распространена в странах, в которых выращивают и откармливают свиней на промышленной основе. Объем экссудативной бледной и темной клейкой свинины составляет в различных странах от 5 до 40% [75]. В ФРГ в последние 15 лет количество экссудативной свинины составляет 15—20%, темной и клейкой - 5, в США — от 18 до 36%.

Экссудативная мышечная ткань светлее нормальной, имеет очень низкую влагосвязывающую способность, кисловатый вкус, легко теряет мясной сок. Такое мясо получило название PSE: Pale - бледный, Soft — мягкий, Exudativ - водянистый.

При изучении водянистой свинины установлены различия между наружными светлыми и внутренними темными слоями мышцы. Более темные участки содержали больше пигмента, меньше влаги и имели более высокий pH, чем светлые слои. В связи с этим рекомендуется определять степень экссудативности по изменению pH через 1 ч после убоя. Х. Зинке [188] установил, что в одной и той же туше степень экссудативности мяса неодинакова и в бо́льшей мере проявляется в ценных отрубах. При этом иногда мышцы одного отруба (окорока) неодинаково изменены, что создает видимость мраморности. Экссудативность обнаруживается в первую очередь в длинной поясничной мышце, в которой больше, чем в остальных, изменяются цвет и структура.

Состояние водянистой мышцы мягкое, губчатое, консистенция более рыхлая. Большинство авторов утверждают, что нормальное и водянистое мясо содержит одинаковое количество воды, однако оно различается по способности влагосвязывания.

В экссудативном мясе посмертное окоченение наступает быстрее, но с меньшей интенсивностью, температура мяса повышенная. Появление экссудативности обусловливает нетипичные формы созревания мяса. Электронно-микроскопическими исследованиями обнаружено, что в

водянистом мясе через 40 мин после убоя элементы саркоплазмы полностью разрушены. Многие полагают, что это является причиной снижения способности к связыванию воды и снижения растворимости белков. Установлены [154] различия гистологической структуры в экссудативном мясе. В нормальном мясе характерная поперечная исчерченность была равномерной и ясной. В срезе водянистой мышцы обнаружено большое количество трудно окрашиваемых темных полос протеина, которые располагались неравномерно поперек волокон.

Основной причиной появления экссудативности считается интенсивный рост свиней в специфических условиях интенсивного откорма, ограниченных движений и в связи с селекцией на мясность. Это приводит к психической неустойчивости животных и повышенной подверженности стрессу [179]. Стрессовое состояние вызывает значительные потери адреналина, вызывающие ускоренный распад АТФ до инозина. Это является причиной ускоренного гликолиза, вызывающего быстрое падение величины pH до 5,25—5,5 в первые 60 мин после убоя, накопления в мускулатуре большого количества гликогена и появления экссудативности.

Имеется предположение, что причиной экссудативности мяса свиней являются конформационные изменения высших структур белковой молекулы. Установлено, что различия в климатических условиях содержания животных до убоя могут вызвать различия в качестве мяса, причем повышенная температура оказывает неблагоприятное влияние на качество мяса свиней. Бледное водянистое мясо обусловлено условиями выращивания и, по некоторым данным, чаще наблюдается в летнее время года при высокой температуре. Однако исследования, проведенные в этой области, противоречивы, и отсутствуют четкие данные о влиянии времени года на качество мяса. Увеличение экссудативности свинины в летнее время года объясняется также подавлением деятельности щитовидной железы. Важнейшей функцией гормона щитовидной железы является регуляция поглощения кислорода. Низкая концентрация его в крови приводит к снижению расхода кислорода мышечными клетками. Повышенная потребность клеток в энергии приводит к переходу обмена веществ в анаэробную фазу, истощающую организм, когда снабжение кислородом уменьшается.

У таких животных сердечно-сосудистая система способна обеспечивать снабжение тканей кислородом только в состоянии покоя.

Имеется ряд работ по выявлению причин эксудативности, в частности отмечается нарушение гормонального равновесия — недостаточность тиротоксина, адренокортикотропного гормона и деоксикортикостерона, который поддерживает равновесие K/Na в крови и клетках. Причина снижения качества заключается в глубоких изменениях гормональной системы, системы кровообращения ферментов в клетках мышц при откорме животных. Существуют предположения, что значительную роль в этом играет неправильное регулирование, осуществляемое передней долей гипофиза. Происходит нарушение действия гормонов мозгового слоя надпочечников, которые, влияя на гликолиз, способствуют образованию бледного водянистого и темного сухого мяса.

Среди факторов, вызывающих водянистость, имеются и генетические факторы — существуют породы, подверженные образованию водянистости, например, в Дании у породы ландрас водянистость обнаружена в большей степени, чем у свиней польско-китайской породы. Проводимыми в Дании исследованиями установлена наследственность эксудативности у свиней.

Одной из основных причин эксудативности свиного мяса является снижение способности организма приспосабливаться к изменению нагрузок. Обнаружена эксудативная свинина у клинически здоровых животных. Причиной этого явления считают [175] нервное возбуждение животных в предубойный период. Однако не у всех свиней под действием стресса наблюдается комплекс изменений, обусловливающий получение бледного эксудативного мяса.

Возникновение состояния стресса у животных связано с изменением режимов содержания и кормления. При выращивании и откорме животных в промышленных комплексах возрастает влияние стрессовых факторов на организм животных, что связано с повышением концентрации животных в хозяйствах, изменением условий содержания.

Экономический ущерб в результате стресса выражается в основном снижением качества мяса, а нередко имеет место падеж животных. Вызванные стрессом пороки свинины — бледный цвет, эксудативность, дряблость — приносят значительный ущерб.

Существуют также предположения, что кормовой рацион может быть причиной дегенерации мышц, в частности низкого содержания жиров в корме животного.

В эксудативной свинине обнаружен низкий pH после убоя, что возможно влияет на структуру такого мяса. Изменение водосвязывающей способности может быть обусловлено денатурацией актомиозина и некоторых белков саркоплазмы, в том числе миоглобина, при кислой реакции среды. Денатурация миоглобина и открытая структура сокращенных волокон, сильно рассеивающих падающий свет, могут быть причиной обесцвечивания поверхности мяса.

Бледная окраска объясняется также низким содержанием миоглобина. Эксудативность мяса проявляется в снижении растворимости белков в 0,6 м растворе KCl и потерей аденозинтрифосфатазной активности миозина. При pH парного мяса ниже 5,6 около трети всего белка саркоплазмы и около 50% миофибриллярного белка становятся нерастворимыми, что приводит к резкому снижению их влагосвязывающих свойств. При исследовании эксудативного мяса установлено, что чем ниже pH, тем менее однородна окраска мяса. Изменения белковых веществ подтверждены исследованиями изменений SH-групп в эксудативной свинине. Количество быстрореагирующих групп в эксудативной свинине уменьшается в 3 раза по сравнению с нормальной тканью, а количество маскированных SH-групп уменьшается в 5 раз. Эти изменения SH-групп происходят при наличии повышенной концентрации молочной кислоты. Значительная скорость образования молочной кислоты является следствием повышенной потребности в энергии, обусловленной стрессовым состоянием, которая не может быть удовлетворена за счет аэробного метаболизма. Это подтверждается практикой, из которой следует, что после утомительной транспортировки свиней, особенно в летнее время года, увеличивается количество эксудативных туш. Количество туш с низкой величиной pH зависит также от степени стрессовых явлений. Проведенные в Дании работы показали, что если свиней направляли на убой через 20 мин после доставки, то количество туш с низким pH увеличивалось на 2%; если же выдерживали их перед убоем

1 ч, то оно уменьшалось на 7%. При более продолжительной выдержке в благоприятных условиях количество туш с низкой величиной pH уменьшалось на 33%. Установлена зависимость снижения pH от количества кровоподтеков на тушах. С увеличением количества кровоподтеков возрастает количество туш с низким pH.

Мышца, отделенная от туши после убоя и быстро охлажденная до комнатной температуры, по внешнему виду и структуре не отличалась от нормальной, независимо от того, имела ли туша, от которой взяли образец, водянистую структуру. На основании этого сделан вывод, что мясо, выдерживаемое 30—60 мин при 37° С и pH$<$ $<$6,0, обязательно станет водянистым. Следовательно, считают, что сочетание низкого pH и высокой температуры туши является причиной водянистой структуры мяса. Причиной значительного снижения величины pH может быть интенсивное накопление молочной кислоты в процессе оглушения или высокая степень анаэробного гликолиза, или то и другое вместе.

Установлено, что свиней датской породы ландрас по скорости падения pH можно разделить на две группы: первую — с максимальной степенью падения pH 0,65 единиц в час и вторую — с максимальной степенью падения pH 1,04 единиц в час. Мясо первой группы имело хороший цвет и другие показатели качества. Мясо второй группы было водянистым и бледным. Предполагается, что различие в степени pH вызвано низкой активностью миофибриллярного АТФ.

Для исключения получения экссудативного мяса предлагается генетический путь — разведение пород, генетически более стойких к состоянию стресса, и исключение факторов, вызывающих состояние стресса перед убоем животного.

Достаточно эффективным способом является сортировка свиней с целью их рационального технологического использования. Действенными мерами по устранению причин экссудативности могут быть меры по улучшению зоотехнических условий выращивания и откорма.

В связи с увеличением удельного веса экссудативного мяса необходима разработка путей направленного использования такого сырья с созданием новой технологии переработки для получения продуктов хорошего качества. Создание экспрессных методов и устройств для определения pH позволило использовать этот показатель при сортировке сырья для производства мясопродуктов. pH туш измеряют на определенной мышце в камерах охлаждения по истечении 1—2 ч после убоя. pH может также измеряться на линии первичной переработки после клеймения туш. Для измерений выбирают мышцу с постоянным значением pH, в частности длинную поясничную мышцу. Мясо с низкой величиной pH (5,0—5,5) в соответствии с требованиями применяется при изготовлении сырокопченых колбас. По данным исследователей ФРГ, экссудативная свинина в небольшой степени влияет на снижение качества сырокопченых колбас.

Достаточно эффективным методом предотвращения водянистой структуры мяса является разделка и посол парного мяса с минимальной выдержкой его после убоя. Введение соли в парное мясо затормаживает развитие гликогенолиза и этим исключает основную причину образования водянистой структуры.

При использовании экссудативного мяса для изготовления вареных продуктов увеличиваются потери при термообработке и ухудшаются органолептические свойства продукта. Для производства вареных мясопродуктов необходимо сырье с более высокой влагосвязующей способностью, поэтому используют мясо с pH выше 6,2. При изготовлении колбас отрицательные свойства экссудативной свинины сказываются в тех случаях, когда фарш изготовляется без добавления говядины. В практике мясной промышленности некоторых стран для получения продуктов высокого качества из сырья с наличием различных отклонений применяют сортировку сырья на категории по величине pH: 5,0 –5,5; 5,6– 6,2; 6,3 и выше.

В целях внедрения в практику контроля за качеством свиней, поставляемых на переработку, необходимо в стандарт внести соответствующие экспрессные методы определения бледной водянистой и темной клейкой свинины. Разработан простой метод анализа крови, взятой прижизненно, позволяющий определять тенденцию организма животного к образованию водянистой структуры мяса. Предложен также следующий метод: на основании определения электрической раздражимости свиной мышцы устанавливают скорость гликолиза и качество свинины. Порог раздражимости (минимальное электрическое напряжение, при котором мышца сжимается) у мышц с быстрыми послеубойными изменениями (в результате чего появляется водянистое мясо) выше, чем у мышц с медленными послеубойными изменениями, ко-

торые дают нормальное мясо. В последнем случае сокращение длится дольше. Таким образом, в 90% случаев можно предсказать качество мяса (водянистое и бледное или нормальное).

В настоящее время в действующих стандартах «Свиньи для убоя» и «Мясо, свинина в полутушах» отсутствуют методы определения пороков, вызываемых новыми формами производства свинины. В результате при оценке убойных свиней не представляется возможным определить качество животных, поступающих на убой с отклонениями. Пороки туш таких свиней проявляются при изготовлении мясопродуктов соответствующим снижением качества. Туши таких свиней непригодны для производства изделий из свинины в связи с ухудшением вкуса, меньшей сочностью и стойкостью при хранении, более низкой водосвязывающей способностью и крошливостью структуры.

Снижение водосвязывающей способности мяса приводит при термической обработке, хранении и транспортировке свиных туш к большим потерям, обусловленным усушкой. Уже через два дня после убоя эти потери на 1% выше, чем у нормальных туш. Эксудативная свинина при хранении теряет 6—10% сока от исходной массы. Установлено снижение содержания полноценных белков в таком мясе, а также то, что водянистое мясо поглощает больше соли и теряет больше мясного сока при посоле, чем обычное. Влияние эксудативности на качество конечных продуктов зависит от степени нагрева мяса при обработке. Отрицательное влияние эксудативности сглаживается при стерилизации консервов, хотя выделение сока также увеличивается. При пастеризации оно сохраняется в гораздо большей степени. При оценке качества пастеризованной ветчины из эксудативного мяса установлено ухудшение цвета, вкуса и консистенции.

Изготовленные из эксудативного мяса продукты отличаются большими потерями при изготовлении, продукт часто бывает сухим, имеет слегка кисловатый вкус и неестественную светлую окраску, несмотря на соблюдение технологии изготовления. Потери массы при варке ветчины из эксудативной свинины составляют около 20%, а из обычной — 16%.

Обобщая имеющиеся данные, следует отметить, что пороки, обусловленные эксудативностью, не могут быть

полностью устранены в процессах первичной переработки и при последующих технологических операциях.

Обычно темное мясо отличается бо́льшей сочностью и меньшими потерями сока при варке, так как оно имеет более высокий pH (6,2—7,0), а водосвязывающая способность мяса возрастает с увеличением pH. Темное мясо отличается низким содержанием гликогена и молочной кислоты. Характерно замедленное протекание гликолиза или его полное отсутствие. Такое мясо отличается высокой растворимостью миофибриллярных белков.

В темном мясе содержится в основном восстановленный миоглобин, что обусловлено недостаточным количеством кислорода для образования оксимиоглобина, так как имеет место повышенное потребление кислорода ферментами. Высокий pH обусловливает значительное набухание тканей. Совместное воздействие этих факторов приводит к образованию так называемой «замкнутой» структуры. Поэтому на поверхности такого мяса снижается рассеивание света, и оно кажется темнее, чем обычное мясо, лучше рассеивающее свет.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МЯСА

Главными показателями качества мяса, легко воспринимаемыми органами чувств и представляющими интерес для потребителя, являются цвет, вкус, аромат, нежность и сочность. Современная наука дала возможность определять эти показатели, измерять их, улучшать и связывать с физиологическими и биохимическими процессами, происходящими в мясе. Оценивая значение органолептических характеристик для пищевой ценности продукта, их можно разделить на обусловленные природой продукта и те, которые искусственно придают продукту при его изготовлении. Первые тесно связаны с химическим составом и состоянием продукта (или сырья) и могут рассматриваться как индикатор их состояния. Например, благоприятные органолептические характеристики созревшего мяса свидетельствуют о таких внутренних его изменениях, которые делают мясо более легко усвояемым.

Цвет мяса. Цвет мяса является одним из основных показателей качества, оцениваемым потребителем, по которому судят о товарном виде продукта, о степени ра-

боты определенных групп мышц, а также о некоторых химических превращениях, которые могут происходить в мясе. Цвет тканей мяса в зависимости от химического строения красящих веществ колеблется от белого (для свиного жира) до различных оттенков желтого, желто-коричневого, коричнево-красного и красного.

Принято считать, что мясо коров имеет ярко-красную окраску, молодняка крупного рогатого скота до 1,5 года — бледно-красную, свиней - красную. На интенсивность окраски мяса влияют вид, порода, пол, возраст животного и способ откорма. Цвет мяса в значительной степени зависит от pH. Изучение свойств говядины показало, что при величине pH 5,6 цвет обычно яркий, при повышении pH до 6,5 и выше цвет мяса темнеет. Установлено [157] повышение pH мяса по мере варьирования цвета мышцы от светлого до темного. Темная окраска мышечной ткани связана с меньшими потерями сока при последующем нагреве, т. е. такое мясо обладает большей водосвязывающей способностью.

Установлена [141] связь между содержанием воды в мясе и миоглобином, а также факторами, определяющими его концентрацию.

Содержание миоглобина связано с влагосвязывающей способностью мяса. Миоглобин (Mb) и гемоглобин (Hb) являются хромопротеидами, т. е. соединениями, состоящими из белка (96%) и красящего компонента — гема (4%). Основой красящей гемовой группы является протопорфирин, четыре пиррольных кольца которого объединены в молекулу кольцевой формы. Цвет Mb определяется валентностью Fe, которое может быть двух- и трехвалентным.

Mb и Hb имеют подобные гемовые группы, поэтому влияние различных условий на их окраску примерно одинаковое. Mb и Hb имеют различную молекулярную массу: Mb — 17 800 и Hb — 67 600. В молекуле Hb содержится 4 гемовых группы, в молекуле Mb — одна. Белковые группы Mb и Hb отличаются последовательностью аминокислот, величиной электрического заряда, растворимостью. Mb может связать в 6 раз больше кислорода, чем Hb. Вместо кислорода Mb и Hb могут связывать NO и CO.

Содержание Mb в мясе зависит от вида, породы, возраста животного, откорма и других факторов.

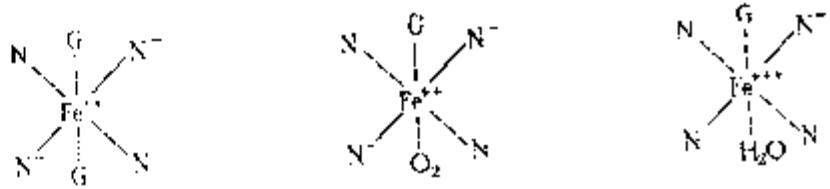
Вид животного	Содержание Mb в длиннейшей поясничной мышце, % к массе мяса
Лошади	0,71
Крупный рогатый скот	0,6
Свиньи	0,43
Мелкий рогатый скот	0,35
Кролики	0,02

Содержание миоглобина в мясе молодых животных в 2—8 раз меньше, чем в мясе взрослых животных.

При правильно проведенном обескровливании окраска мышечной ткани мяса обусловлена содержанием Mb. Содержание Mb не является постоянным для мускулов различных видов животных, для различных мускулов одного и того же вида животных и для одного и того же мускула различных индивидуумов данного вида животных.

В тушах животных имеется светлая и темная мускулатура, отличающаяся по содержанию Mb, что вызвано различными физиологическими функциями мускулов. Концентрация Mb зависит от активности дыхательных ферментов мышц. Особенно много Mb содержится в мышцах сердца. Окорока свиней, мышцы которых перед убоем выполняли значительную физическую работу, имели более темную окраску и жесткую консистенцию. Наиболее темные окорока получены от свиней с низким содержанием углеводов в их кормовом рационе.

В мясе содержится несколько типов Mb, отличных по аминокислотному составу глобина. Эти различия не влияют на цвет мяса. Цвет мяса зависит от трех факторов: концентрации Mb в ткани, связывания миоглобином кислорода и от заряда иона Fe. Ниже приведены три основные формы Mb: первая — с Fe^{++}, если не содержит кислорода, придает мясу пурпурно- или темно-красный цвет; вторая - если Fe^{++} присоединяет молекулу O_2, то цвет его становится светло-красным (MbO_2); третья — при переходе F^{++} в Fe^{+++} образуется метмиоглобин (МетMb) коричневого цвета. Три формы Mb и их соотношение определяют цвет мяса.



Потребитель предпочитает мясо со светло-красной окраской. Цвет поверхности мяса определяется содержанием MbO_2 и МетMb. В поверхностном слое мяса в результате соединения Mb с кислородом образуется оксимиоглобин, придающий мясу светло-красный цвет. В более глубоких слоях окраска мяса более темная, что обусловлено наличием восстановленного миоглобина.

Экспериментами с кристаллическим препаратом Mb установлено [65], что pH является важным фактором, влияющим на скорость окисления Mb. Окисление MbO_2, легко образующегося из Mb в аэробных условиях при 4° C, происходит быстрее в растворах с pH 5,2; в растворах с pH 6,4 оксимиоглобин более устойчив. При повышении температуры выдерживания растворов до 10° C незначительно ускоряется окисление миоглобина. В модельных растворах с pH 5,2 и 5,6 после выдержки в течение 2 ч весь MbO_2 окисляется до МетMb (рис. 2). При pH 6,4 этот процесс происходил медленнее и образование МетMb было меньшим.

Количество образовавшегося MbO_2 в мясе, т. е. толщина светло-красного слоя мяса, определяется диффузией кислорода в ткань, которая зависит от температуры. Поверхность хранившегося неупакованного мяса имеет светло-красный цвет, обусловленный присутствием MbO_2. Таким образом, в свежем мясе до варки наиболее важным является MbO_2, так как он обусловливает красную окраску мяса. Во внутренние слои мяса кислород может диффундировать на некоторую глубину. Глубина проникновения

$$d = \sqrt{2C_0 \cdot D/A_0},$$

где C_0 — давление кислорода на поверхности;
D — коэффициент диффузии;
A_0 — коэффициент поглощения.

При нарезании мяса пурпурно-красный цвет его вследствие поглощения кислорода воздуха также приобретает светло-красную окраску, обусловленную образованием MbO_2. Во избежание ошибок следует цвет ломтиков определять после окончания процесса образования MbO_2.

В результате окисления Mb и MetMb при длительном хранении мясо приобретает коричневый оттенок. Скорость образования MetMb с понижением pH возрастает. Цвет мяса, pH которого быстро падает после убоя (с 7,0 до 5,6), спустя короткое время становится неудовлетворительным. Скорость изменения цвета мяса из красного в коричневый в результате образования MetMb может быть различной, она снижается со снижением температуры. Предполагается, что образование MetMb обусловлено тканевым дыханием.

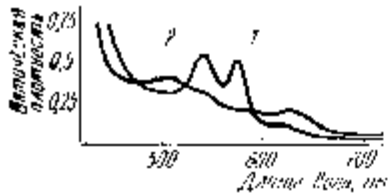


Рис. 2. Спектральные кривые растворов пигмента при —10°С:
1 — исходный раствор (оксимиоглобин); 2 — через 2 ч (метмиоглобин).

Для выявления способности поверхности мяса сохранять цвет большое значение имеет свойство мышечной ткани восстанавливать коричневый MetMb в красный Mb. Восстановление MetMb различно у разных животных, возрастает с увеличением концентрации пигмента, величины pH (5,1—7,1) и температуры (3—35° С); оно интенсивнее в измельченной ткани, чем в кусках мяса.

Изменение окраски внешней поверхности мышечной ткани различных мышц происходит с различной скоростью. Например, широчайшая мышца спины относительно постойка к образованию MetMb, в то время как длиннейшая мышца спины отличается высокой стойкостью. Это обусловлено различной активностью фермента, сокращающего образование MetMb в отдельных мышцах. Стойкость окраски говядины тем выше, чем ниже температура хранения. Чем дольше срок созревания мяса, тем менее стойкой будет окраска при последующем хранении в фасованном виде. Изменение окраски внешней поверхности мясных туш (ее потемнение) происходит также вследствие испарения влаги с поверхности и увеличения концентрации красящих веществ.

Введением аскорбиновой кислоты и аскорбата натрия достигается торможение окисления Mb и образования MetMb. Наиболее эффективно и течение продолжительного времени сохранение окраски достигается при введении этих веществ внутривенно до убоя.

Деятельность микроорганизмов может оказать косвенное влияние на цвет мяса. Появление зеленой окраски несоленого мяса обусловлено изменением порфиринового кольца или действием перекисей, образующихся в жире, а также сероводорода в результате образования сульфмиоглобина.

Вкус и аромат мяса. Вкус и аромат мяса — важные показатели качества и обусловлены содержанием характерных для данного продукта химических соединений. Вкус и аромат косвенным путем влияют на пищевую ценность продукта, на его усвояемость. Продукт с приятным вкусом, запахом и внешним видом, соответствующий действующим требованиям стандарта, повышает аппетит, что способствует лучшему усвоению.

Проблема вкуса и аромата как в теоретическом, так и в практическом аспекте представляет одну из наиболее сложных проблем пищевой биохимии. В ряде стран ведутся исследования по выделению, разделению, концентрированию и идентификации веществ, придающих вкус и аромат мясу. Изучение природы вкуса и аромата мяса позволит улучшить вкусо-ароматические свойства продуктов, в частности из низкосортного, длительное время хранившегося сырья, а также продуктов, изготовленных по ускоренной технологии.

Несмотря на многочисленные исследования вкуса и аромата мяса, все еще достоверно неизвестны вещества, играющие основную роль в их образовании, и не изучены механизмы этих процессов. Новейшие методы исследования позволили установить, что в образовании запаха и вкуса мяса участвуют вещества, относящиеся к различным классам органических соединений, основными из которых являются карбонильные соединения, органические кислоты, амины, фенолы, эфиры. Эти вещества присутствуют в мясе в незначительных количествах.

В формировании специфического аромата и вкуса вареного мяса решающую роль играют экстрактивные вещества. При нагреве водной фракции мяса появляются вкус и запах, характерные для вареного мяса. При диализе водный экстракт теряет эти характерные свойства.

В литературе указывается, что вкус и аромат мяса обусловливаются летучими и нелетучими фракциями. Принято считать, что нелетучие водорастворимые вещества формируют основной вкус мяса при тепловой обработке. Специфический вкус говядины, свинины, баранины объясняется жирорастворимыми соединениями.

В ранее проведенных во ВНИИМПе исследованиях важная роль в формировании вкуса и аромата мяса отводилась продуктам распада нуклеотидов и был сделан вывод, что параллельно с улучшением вкуса и аромата мяса накапливаются инозиновая кислота и гипоксантин. Однако имеются данные [160, 186], что инозиновая кислота, инозин и гипоксантин могут быть удалены из фракций с мясным ароматом и вкусом без влияния на их изменения. В одних исследованиях не обнаружено мясного вкуса у гипоксантина, в других ему относится соответствующая роль.

Известными компонентами фракции нелетучих водорастворимых соединений, обладающих мясным вкусом, являются 5′-изомеры инозиновой, гуанозиновой кислот и моноглютаминат натрия. Нуклеотиды и продукты их распада, относящиеся к нелетучим водорастворимым соединениям, обнаружены в активных фракциях, поэтому предположено, что они участвуют в образовании вкуса и аромата мяса.

Процессы деструкции азотистых соединений сопровождаются увеличением количества свободных аминокислот. Ряд исследователей установили участие свободных аминокислот (серина, аспарагиновой кислоты, глутамина) в возникновении аромата вареного мяса; имеются также данные, что накопление свободных аминокислот связано с нежностью мяса. Установлен, в частности, высокий коэффициент корреляции между 12 свободными аминокислотами в окороке и его ароматом.

Ученые отмечают [85] зависимость состава летучих оснований мяса от вида животных. Обнаружено от 3 до 10 летучих оснований, в частности их постоянные компоненты метил- и диметиламины. В мышечной ткани изделий из свинины обнаружено увеличение числа летучих оснований (до 6—13) по сравнению с исходным мясом. При их изготовлении, а также при тепловой обработке содержание метил- и диметиламинов снижается. При посоле и тепловой обработке увеличивается содержание аммиака.

В последнее время в образовании вкуса и аромата мяса все большее значение придают участию липидных компонентов свободных жирных кислот, алифатических альдегидов, кетонов. Низкомолекулярные продукты превращения липидов преимущественно влияют на аромат. Исследованиями Ю. Н. Лясковской установлено различие в жирнокислотном составе липидов мышечной ткани различных видов животных. По этим данным, в свинине содержится больше каприловой и пеларгоновой кислот по сравнению с говядиной.

К веществам, участвующим в формировании аромата мясных продуктов, относят летучие карбонильные соединения и низкомолекулярные жирные кислоты [112]. Учитывая, что содержание этих соединений в мясных продуктах превышает пороги чувствительности, полагают, что данные вещества влияют на формирование аромата. В мясе карбонильные соединения могут образовываться в ходе ферментативных, бактериальных, окислительных процессов и термического воздействия на его составные части. Установлено [11] увеличение содержания карбонильных соединений по мере созревания свинины. Выявлено [164] также более высокое содержание карбонильных соединений и жирных кислот в составе летучих соединений свиного жира по сравнению с говяжьим. Содержание карбонильных соединений при тепловой обработке увеличивается примерно в 1,5 раза, в том числе количество формальдегида, гликолевого и пропионового альдегида.

Большое значение в формировании аромата придают также летучим жирным кислотам, которые могут образовываться в мясе под воздействием липолитических тканевых и микробиальных ферментов, в процессе окисления жиров и карбонильных соединений и за счет дезаминирования аминокислот. Они не только сами непосредственно участвуют в формировании аромата, но, видимо, оказывают положительное влияние на порог чувствительности других веществ. Наблюдались случаи понижения порога ощущения смеси веществ, обладающих в отдельности слабым запахом. Жирные кислоты, подвергаясь превращениям при технологической обработке, могут оказать влияние на вкус и аромат продуктов. Содержание летучих жирных кислот изменяется при созревании и варке мяса [61, 97]. В свином мясе идентифицированы и количественно определены 7 летучих жирных кислот с числом углеродных атомов C_2—C_7: уксусная, пропионовая, масляная, валерьяновая, изокапроновая, капроновая и гептаноевая. При тепловой обработке происходит значительное уменьшение содержания (примерно на 50%) уксусной, пропионовой, масляной, капроновой кислот. Наряду с этим тепловая обработка приводит к увеличению примерно на 10% содержания свободных жирных кислот средней и высокой молекулярной массы и, следовательно, к повышению кислотного числа жира. Значительно большее увеличение содержания летучих жирных кислот (в 2 раза) наблюдается в мускульной ткани при посоле и варке.

В образовании специфического вкуса и аромата мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования, начальным этапом которой является окислительно-восстановительное воздействие аминокислот с редуцирующими сахарами [92]. В эту реакцию вступают не только редуцирующие сахара, но и другие соединения, имеющие карбонильную группу, — уксусный альдегид, ацетон, пировиноградная кислота и др. В результате этой реакции образуются фурфурол, диацетил, формальдегид. Схематически эта реакция может быть представлена так:

$$\underset{\text{Лейцин}}{(CH_3)_2CHCHNH_2COOH} + \underset{\text{Рибоза}}{OHC(CHOH)_3CH_2OH} \rightarrow \underset{\text{Изовалерьяновый альдегид}}{(CH_3)_2CHCH_2CHO} +$$

$$+ NH_3 + CO_2 + \text{Фурфурол (оксиметилфурфурол)}.$$

Работами ряда исследователей установлено участие серусодержащих соединений в формировании аромата мяса.

На накопление в мясе вкусовых и ароматических веществ влияют различные технологические факторы: нагрев, охлаждение, посол и др.

Вкус свежего мяса специфический, слегка сладковатый. Значительные различия во вкусе и аромате различ-

ных видов мяса могут быть объяснены количественным соотношением экстрактивных веществ в говядине, свинине и баранине или различными реакциями, обусловливающими их образование, или различными продуктами реакции. Установлено, что аромат и вкус, специфические для данного вида мяса, обусловлены веществами, растворимыми в липидах.

Вкус и запах мяса зависит от возраста животного и наличия жировой ткани, от количества и характера распределения жира в мясе. В литературе отсутствует единое мнение о влиянии жира на вкусовые качества мяса. Считают, что внутримышечный жир действует на вкус мяса. При содержании 20% внутримышечного жира в сухой массе отмечают высокие вкусовые свойства.

Мясо молодых животных без выраженного вкуса и запаха, а мясо взрослых животных обычно имеет более острый запах и менее приятный вкус по сравнению с мясом молодых животных. Предполагают, что это обусловлено более высоким содержанием миоглобина, создающего металлический привкус мяса.

Наблюдаются также отличия вкуса и аромата между отдельными мышцами туши, и это объясняется биохимическим состоянием мышц.

Привкус мяса зависит от кормового рациона, в частности скармливание животным рыбных отходов придает свинине специфический рыбный привкус.

Учеными разрабатываются препараты, получаемые из аминокислот и углеводов или их производных, иногда с добавлением липидных соединений или фосфорной кислоты, улучшающие вкус и аромат мяса. В настоящее время для улучшения аромата мясных продуктов предложены синтетические соединения, в частности гетероциклические тиопроизводные инозинфосфата и аллилоксиинозинфосфата. Ю. Н. Лясковской разработан состав препарата, улучшающего вкус и аромат мяса, включающий алифатические кислоты, карбонильные соединения, летучие основания, нуклеотиды, аминокислоты, углеводы, сернистые соединения, минеральные вещества, продукты распада фосфолипидов.

Из веществ, улучшающих вкус, за рубежом применяют глутаминовую кислоту, глутаминат натрия, калия, гуаниловую и инозиновую кислоты, инозинат натрия и калия, гуанилат натрия и калия.

Для достижения лучшего вкуса и запаха мясных продуктов добавляют белковые гидролизаты, которые содержат все аминокислоты. Незаменимые аминокислоты облагораживают вкус и запах продукта в большей степени, чем заменимые. Эффективно также применение рибонуклеотидов.

Показатели качества продукта — вкус и аромат — предусматриваются во всех государственных стандартах. В последние два десятилетия проводятся обширные исследования по изучению их природы. Однако в настоящее время нет инструментальных методов оценки этих показателей. Весьма важным направлением в исследовании ароматических свойств продуктов является изучение общего профиля аромата посредством газохроматографического анализа газовой фазы, образующейся над поверхностью продукта. В последнее время проводятся работы по внедрению в промышленности научно обоснованных методов органолептической оценки вкуса и запаха мясных продуктов. Такой контроль, проводимый на научной основе, несомненно, явится предпосылкой повышения качества продукции.

Консистенция мяса. К основным положительным качественным показателям консистенции мяса относят нежность, мягкость, сочность. Эти свойства могут быть обнаружены после кулинарной обработки продукта, однако они могут быть определены и в сыром мясе. В настоящее время консистенция и нежность оцениваются потребителем высоко, и он предпочитает их аромату, вкусу и окраске.

В связи с тем, что в мясном сырье вода является дисперсионной средой, его свойства находятся в прямой зависимости от ее содержания и формы связи влаги с дисперсными частицами. Общепризнано, что качество мяса характеризуется не общим содержанием воды, а ее количеством в связанной форме. Влагосвязывающая способность относится к числу важнейших факторов, определяющих качество мяса. Доказано, что сочность, нежность, вкус и другие товароведно-технологические свойства во многом зависят от способности продукта удерживать воду. В связи с этим исследование водосвязывающей способности мяса имеет важное практическое значение при изучении качества мяса на различных этапах производства и хранения.

Экспериментальными исследованиями установлена связь между окраской и сочностью мяса. Мясо с более темной окраской отличалось бо́льшей сочностью и меньшими потерями сока при варке. Такое мясо имело более высокий pH, что увеличивает водосвязывание.

Нежность мяса уменьшается с увеличением содержания в туше тощего мяса или с сокращением мраморности. Мраморность не влияет на нежность мяса молодняка до 18 мес, однако для животных в возрасте 2—7 лет она способствует увеличению нежности мяса. Сочность мяса зависит от содержания жира внутри мышечных волокон, между мышцами и группами мышц. Мясо без мраморности отличается сухостью; на сочность мяса влияет также его консистенция.

Существует взаимосвязь между изменением длины мышцы после убоя животного и нежностью говядины; максимальная жесткость вареного мяса отмечается при сокращении мышечных волокон на 35—40%. Увеличение же длины мышц на 25--30% первоначальной длины значительно снижает его жесткость. Установлена зависимость между длиной саркомеров и нежностью мяса. У вертикально подвешенных туш саркомеры имеют большую длину, чем у горизонтально подвешенных. При сокращении мышц длина саркомера сокращается, диаметр волокон возрастает и нежность снижается.

Существует связь между жесткостью мяса и степенью сокращения миофибрилл. Увеличение жесткости мяса обусловлено сокращением мышц. Состояние сокращения мышечной ткани определяется длиной саркомеров. Определен коэффициент корреляции, равный 0,64, между длиной саркомеров и нежностью, измеряемой по объективным показателям. Таким образом, изменение длины саркомеров при технологической обработке, может влиять на изменение нежности в 40% случаев.

Установлено, что если мышца во время окоченения находилась в растянутом состоянии, то ее нежность после варки была более высокой. Степень растяжения воздействует не только на поперечные мостики, но и на диски *J*—*Z*, на фрагментацию миофибрилл и в конечном итоге на нежность мяса. Зависимость нежности от длины волокон может быть объяснена взаимным расположением нитей миозина: при увеличении длины волокон нити актина проскальзывают между нитями миозина.

За время посмертного окоченения возникают поперечные связи между миозином и актином и распад *Z*-дисков саркомер. Изменения миофибриллярной системы в значительно бо́льшей степени влияют на нежность, чем изменения соединительной ткани.

На длину саркомер влияет, в частности, способ подвешивания полутуш. Отвергается существующий способ подвешивания полутуши за ахиллово сухожилие как отрицательно влияющий на нежность мяса. Техника обычного подвешивания за ахиллово сухожилие позволяет всей массе длинных спинных мышц и задних конечностей сокращаться, в то время как поверхностные мышцы (например, поясничная) находятся в растянутом состоянии.

На нежность мяса влияют скорость и степень послеубойного гликолиза. При резком снижении величины pH белки саркоплазмы подвергаются частичной денатурации. При достижении конечного pH от 5,5 до 6,0 нежность уменьшается. Однако при увеличении pH до 6,0 и выше нежность увеличивается, а при pH 6,8 нежность становится чрезмерной и мясо приобретает желеобразную консистенцию. Это обусловлено более высокой влагосвязующей способностью мышечных белков и более высокой степенью их набухания. Основная роль в удержании влаги мышечной тканью принадлежит белкам миофибрилл, растворимость которых зависит от pH. При нормальном pH мяса в раствор переходит 88,5% белков миофибрилл, а при низком pH лишь 11%.

Проведены исследования с целью установления связи между изменением pH и нежностью мяса. Изменение величины pH непосредственно после убоя показало, что мышечная ткань с низким pH (5,8--6,2) была более жесткой и требовала более длительного созревания для существенного снижения жесткостных характеристик, чем ткани с высоким значением pH (6,7--7,1). Вместе с тем в одной мышце различия в значениях pH составили до 0,5 единицы.

Установлена возможность использования величины pH для определения жесткостных характеристик мяса. Предложено использование pH говядины сразу после убоя для определения продолжительности созревания. pH измеряют в мышцах по линии разруба на полутуши.

Механические свойства мяса являются функцией структуры и его химического состава. Из всех пищевых

продуктов мясо имеет наиболее сложную структуру. В мускулатуре трех видов убойных животных имеется более 300 мышц, различных по составу и строению.

В интенсивно работающих мышцах содержание эластина больше, чем в мышцах, мало работающих. Нежность в пределах не только одной туши, но и одной мышцы может быть различной, например боковые части длинной поясничной мышцы нежнее, чем срединные. Мускулатура головы, нижней части конечностей, живота, у крупного рогатого скота, частично грудная мускулатура содержат значительное количество соединительной ткани. Содержание эластиновых волокон в соединительной ткани довольно высокое в мышцах брюшной части и ребер. Длиннейшая мышца спины содержит в 2,5 раза меньше белков соединительной ткани, чем полусухожильная и трапециевидная мышцы. Жесткость мяса зависит не только от количества, но и от качества соединительной ткани. Соединительная ткань свинины содержит значительно меньше эластина, чем ткань говядины. В табл. 15 представлено влияние содержания коллагена (по оксипролину) на нежность говядины.

Таблица 15

Мышцы	Оксипролин на 100 г мышцы, мг	Показатели нежности	
		сопротивление резанию, кг	дегустационная оценка, баллы
Полусухожильная	92,3	7,96	5,5
Длиннейшая спины	53,6	4,45	6,0
Большая поясничная	24,3	1,72	6,6

Содержание соединительнотканных белков может служить индексом нежности мяса. Разработаны и модифицированы методы определения оксипролина и триптофана, которые являются показателями содержания белков соединительной и мышечной ткани.

С возрастом животных нежность мяса и содержание соединительной ткани уменьшаются. Это кажущееся противоречие, наблюдаемое до определенного возраста, объясняется тем, что соединительная ткань молодых животных содержит больше ретикулина и меньше поперечных связей, чем коллаген. Телятина отличается

повышенной нежностью по сравнению с говядиной, хотя содержание соединительной ткани в ней выше.

Разработан ряд физических методов оценки нежности мяса, основанных, в частности, на определении усилия резания, проникающего усилия, усилия раскусывания, измельчения, растяжения мяса, силы сжатия. С другой стороны, ее необходимо оценивать органолептически, как сочность, мягкость, легкость пережевывания и количество остатка после жевания.

Наибольшее распространение получили приборы, основанные на определении усилия резания. Недостатком этого метода является трудность контроля направления мышечных волокон при резании, идентичной температуры образцов, скорости резания, остроты лезвия. Обычно определяют максимальное усилие резания. При разрезании образцы мяса деформируются до момента, когда прилагаемое усилие переходит в растягивающее напряжение. Разрезающее усилие определяют тензодатчиками и подают на самописец после соответствующего усиления.

СОДЕРЖАНИЕ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ ПЕСТИЦИДОВ И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ

Массовое применение в сельском хозяйстве различных химических средств — пестицидов и т. д. — в ряде случаев создает угрозу загрязнения продуктов питания растительного и животного происхождения и вызывает серьезную опасность для здоровья потребителей. Высокочувствительные методы исследования позволили обнаружить в ряде пищевых продуктов вредные для организма вещества, попадание или образование которых в продуктах ранее не предполагалось.

Перед учеными стоит задача создать такие способы переработки мяса, которые позволят устранить полностью содержание в мясопродуктах пестицидов, антибиотиков, дезинфектантов, солей тяжелых металлов и других веществ, применяемых в животноводстве или попадающих из окружающей среды.

Основными источниками загрязнения мяса хлорорганическими соединениями являются корма сельскохозяйственных животных и вода. Присутствие пестицидов в кормах связано с их применением в борьбе с вредителями растений. Загрязнение мясопродуктов ядохимикатами может также происходить при их производстве, хранении и транспортировке.

Значительные остатки пестицидов в мясе и жире кумулируются при наружной обработке скота пестицидами. В СССР запрещена обработка скота препаратами ДДТ и линдана. Однако токсичные вещества могут попадать в организм животных при дыхании.

Характер кумуляции пестицидов в организме животного зависит от дозы, источника и длительности поступления в организм. Максимальная концентрация остатков пестицидов отмечается в жировой ткани, в частности в околопочечном жире. Главным источником загрязнения мясопродуктов хлорорганическими пестицидами являются жировая ткань и липидные компоненты органов. Одновременно они являются основной частью пищевого рациона, с которой поступают в организм человека [89]. Эти вещества отличаются высокой химической стойкостью и способностью к кумуляции в организме человека и животных. Хлорорганические пестициды сохраняются в жировых депо животных в течение длительного времени (до нескольких лет).

Основным источником поступления пестицидов в организм человека являются продукты животного происхождения, особенно мясо и животные жиры. По данным Д. Абботт [142], в продуктах питания в Англии потребляемое ежедневно с пищей количество ДДТ следующим образом распределяется по отдельным группам продуктов: в молоке - 12%, рыбе - 28, в жирах — 36%. Проведены исследования [134] остаточного содержания пестицидов в мясе и животных жирах в некоторых районах СССР, которые показали, что из 800 образцов мяса и животных жиров остатки ДДТ обнаружены в 11—16%. При этом уровень содержания ДДТ составлял 0,5- 1,5 мг/кг (табл. 16). Обнаружено более высокое содержание гексахлорциклогексана (ГХЦГ) - около 0.5—1,0 мг/кг, чем ДДТ, что объясняется его широким применением в растениеводстве и животноводстве.

Таблица 16

Зоны	Исследовано проб	Пробы (в %) с содержанием ДДТ, мг/кг						
		общее	до 0,5	0,6 -1	1,1—2,5	2,6 -3	3,1—5	больше 5,1
Юго-западная I	145	19,1	6,9	8,2	3,4	0,6	--	—
Юго-западная II	142	1,4	- -	—	- -	—	—	1,4
Западная I	107	16,8	15	—	—	1,8	...	—
Южная I	132	3	3	—	—	-	—	- -
Животный жир								
Южная I	114	4,3	4,3	—	- -	--	—	—
Юго-западная II	70	38,3	18,5	7,1	7,1	4,2	-	1,4

Содержание остатков хлорорганических пестицидов в пищевых продуктах в ряде стран строго лимитируется; в СССР не допускается использование продуктов животного происхождения, содержащих остатки этих соединений. Комитетом ФАО/ВОЗ по остаткам пестицидов рекомендованы толерантные дозы и уровни содержания пестицидов в мясе и жире (в мг/кг): ДДТ — 7,0; хлорфенвинфос — 0,2; гексахлорбензол - - 1,0; линдан - - 2,0; хлорофос - - 0,1.

Неорганическими веществами, которые могут содержаться в мясе и мясопродуктах, являются свинец, кадмий и ртуть. В печени и почках животного в зависимости от условий содержания может содержаться в незначительных количествах свинец. Установлено, что из 200 –300 мкг свинца, которые человек ежедневно потребляет с пищей, около 40 мкг приходится на продукты животного происхождения.

Особую опасность представляют кадмий, мышьяк и ртуть. Кадмий по токсичности равноценен ртути. В органах убойных животных в ФРГ (особенно в почках) часто обнаруживают высокое содержание кадмия и свинца. Это явление наблюдается в тушах и внутренних органах животных, которых содержали вблизи заводов и автомобильных трасс. Установлено влияние кормового рациона на содержание кадмия. В почках и печени более взрослых животных концентрация кадмия была в несколько раз выше, чем у молодых животных.

По данным В. Н. Жуленко [34], ртуть в органах и тканях животного распределяется неравномерно, в основном в почках и печени и значительно меньше в мышцах. Если уровень ртути в почках меньше 0,2 мг/кг, то в мышцах он ниже 0,05 мг/кг, т. е. ниже ДОК ФАО/ /ВОЗ.

С целью улучшения откорма скота и птицы предложено множество способов, связанных с прибавлением к корму животных различных химических веществ и стимуляторов. Неясен вопрос о допустимости применения гормональных (эстрогенных) препаратов. Последние могут поступать в организм человека с мясом и вызывать у него нарушения деятельности эндокринной системы.

Основным источником заражения человека микотоксинами являются продукты, для производства которых использовали заплесневелое сырье. Микотоксины в организме не накапливаются. Ввиду канцерогенности некоторых из них их остатки в мясе и мясопродуктах нежелательны. В связи с этим в ряде стран допустимая доза афлотоксина в кормах составляет менее 0,1 мкг/кг.

Учитывая большую опасность пестицидов и других токсичных элементов для организма человека, необходима разработка мероприятий по защите мяса и мясопродуктов от попадания этих веществ, а также создание специальных способов обработки, снижающих их содержание. Уменьшение остаточного количества пестицидов возможно посредством разработки зоотехнических мероприятий, рациональных способов переработки, использования сырья, не загрязненного пестицидами, и тщательным контролем за применением, хранением, транспортировкой и наличием пестицидов в продуктах питания.

С гигиенической позиции наиболее приемлемы те пестициды, которые, выполнив свое назначение, распадаются на безвредные компоненты под влиянием различных факторов внешней среды. Однако в настоящее время используются пестициды, которые тем или иным путем попадают в пищевые продукты.

ДДТ и ГХЦГ относятся к соединениям с высокой термостойкостью, в связи с чем процессы тепловой обработки не всегда являются эффективными для их разрушения. Разрушение хлорорганических пестицидов при относительно низкой температуре нагревания при производстве мясопродуктов обусловлено участием веществ, содержащихся в сырье и обладающих восстановительными свойствами,

в частности комплексами железа в составе гема. Поэтому с увеличением степени измельчения сырья потери пестицидов при нагреве возрастают. Это объясняется повышением вероятности контакта растворенных в жире пестицидов с компонентами тканей.

Проведены исследования [139] влияния термической обработки на содержание в мясе α- и γ-изомеров ГХЦГ и ДДТ. При нагреве говяжьего и свиного фарша при температуре 100° С в течение 1 ч снижается содержание внесенного ДДТ в результате его частичного перехода из жира в бульон. Однако основной причиной уменьшения содержания ДДТ в вареном мясе является его восстановительное дехлорирование до ДДД, которое значительно менее токсично, чем ДДТ, и в меньшей степени кумулируется в организме. Изучено изменение содержания α- и γ-изомеров ГХЦГ при варке мяса в воде [138]. Пестициды в количестве 0,8 мг/кг вносили в мясо посредством гомогенизации фарша для равномерного распределения. Установлено, что варка мяса в воде и в собственном соку не приводит к заметному снижению остатков α- и γ-ГХЦГ в вареном мясе. Остаточное содержание пестицида α-ГХЦГ при этих способах варки составляло в вареной говядине (4% жира) 81—88%, свинине (16—19% жира) — 72—81% от количества, обнаруживаемого в сыром мясе. Уменьшение содержания γ-ГХЦГ было более значительным: для говядины — 23—46% и для свинины — 64—69%. В мышечной ткани свинины (3—6% жира) разрушению подвергалось от 6,7 до 96% ДДТ. При увеличении содержания жира до 20% наблюдалось снижение разрушения ДДТ до 24%.

Более эффективным приемом снижения остатков ГХЦГ является варка с отводом образующихся паров. Потери α- и γ-ГХЦГ составили соответственно 80 и 95% для говядины и 39 и 47% для свинины. Меньшие потери при варке свинины объясняются защитным влиянием жира. Наибольшая степень разрушения пестицидов достигается при термической обработке под давлением. При такой обработке при температуре 120° С степень разрушения ДДТ и ГХЦГ значительно возрастает, в частности после 20 мин обнаружено лишь 20% исходного количества ГХЦГ, отмечено более высокое снижение содержания ДДТ, обусловленное восстановительным дехлорированием и объясняется более интенсивным течением процесса. Посредством нагрева жира в условиях повышенного давления не удалось получить снижения содержания пестицидов. Эффект снижения содержания ДДТ был получен при более жестком режиме нагрева (температура 125° С, время 4 ч), однако в этом случае наблюдалось снижение качества жира. Значительное снижение содержания пестицидов (в 6 раз) достигалось при варке в воде субпродуктов, в частности при производстве диверных колбас [34].

Установлено [165], что термическая обработка обычно приводит к уменьшению остатков дильдрина в свинине. И. А. Шумковой доказано [138], что при применяемых режимах термической обработки колбас содержание пестицидов не снижается ввиду отсутствия потерь жира и влаги, а также вследствие наличия в среде нитрита (табл. 17).

В отличие от натуральной оболочки при применении сарана наблюдается некоторое уменьшение (на 13—20%) содержания пестицидов. В процессе изготовления сыровяленых колбас также не достигнуто снижения содержания пестицидов. Работами ВНИИМПа установлено, что стерилизация при производстве консервов является

Таблица 17

Объект анализа	Содержание остатков пестицидов	Количество остатков пестицидов, мг/кг		
		ДДТ+ +ДДЭ+ +ДДД	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ
Сырой фарш	в продукте	0,64	0,6	0,33
	сухом веществе	1,51	1,38	0,76
	жире	2,6	1,5	0,8
Колбаса в натуральной оболочке	в продукте	0,65	0,6	0,33
	сухом веществе	1,31	1,22	0,65
	жире	2	1,2	0,6

ся достаточно эффективным процессом технологической обработки, обеспечивающим значительное снижение содержания пестицидов: ГХЦГ в среднем на 35%, ДДТ на 40%. При увеличении степени измельчения сырья снижается остаточное содержание пестицидов в консервах. Если в говядине отношение ДДТ к продукту его разрушения ДДД составляло 10:1, в консервах с неизмельченным продуктом 10:6, то при тонком измельчении — 10 : 300. Степень разрушения пестицидов зависит от режима и способа стерилизации, в частности более высокая степень получена в ротационном стерилизаторе.

Таким образом, при термической обработке не достигается полного обезвреживания мяса от пестицидов, что указывает на необходимость разработки специальных способов переработки мяса, позволяющих получить продукцию, свободную от пестицидов. При этом более совершенными будут способы, позволяющие удалять, а не разрушать пестициды, так как образующиеся продукты распада могут быть не менее токсичными.

В настоящее время при оценке качества мяса и мясопродуктов на предприятиях и в торговой сети, кроме обычных критериев, необходимо учитывать наличие вредных для человека химических веществ, в основном хлорорганических пестицидов, а также тяжелых металлов, антибиотиков. Такой контроль проводится в законодательном порядке в ряде стран, в СССР создано санитарное законодательство по регламентации и контролю за использованием пестицидов.

Глава III. ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЯСА НА ЕГО КАЧЕСТВО

В состав мяса входят: белки, жиры, углеводы, липоиды, азотистые и безазотистые экстрактивные вещества, минеральные вещества, витамины, ферменты.

Мясо является в основном белковым продуктом питания и одним из важных источников поступления в организм человека жиров. Пищевая и биологическая ценность мяса зависит главным образом от содержащихся в нем белков, обладающих хорошо сбалансированным составом аминокислот. Жиры, входящие в состав мяса, оказывают определяющее влияние на его энергетическую ценность. Содержание углеводов в мясе незначительно, и они не учитываются при характеристике мяса как продукта питания. Мясо содержит в большом количестве железо и фосфор, а также является одним из источников витаминов B_1, B_2, B_6, B_{12}, K, E, PP, H (биотин), пантотеновой кислоты, парааминобензойной кислоты, холина, фолиевой кислоты.

ТКАНЕВЫЙ СОСТАВ МЯСА

В промышленности и торговле ткани мяса классифицируют по их пищевой ценности и технологическому назначению на мышечную, жировую, соединительную, костную, хрящевую и кровь. Ткани туши животного можно, хотя и не полностью, отделять друг от друга. Количественное соотношение тканей в туше для различных видов мяса приведено в табл. 18.

Таблица 18

Ткань	Количество, % к массе разделанной туши		
	говядина	свинина	баранина
Мышечная	57—62	39—58	49—56
Жировая	3—16	15—45	4—18
Соединительная	9—12	6—8	7—11
Костная и хрящевая	17—29	10—18	20—35
Кровь	0,8—1	0,6—0,8	0,8—1

Строение, состав и свойства тканей мясной туши различны. Свойства тканей мяса и их количественное соотношение определяют важнейшие показатели качества мяса, в том числе и его пищевую ценность. Различия в пищевой ценности отдельных тканей мясной туши значительны. Соотношение мышечной, жировой, соединительной и костной ткани может изменяться в широких пределах как между отдельными видами мяса, так и внутри данного вида в зависимости от породы, пола, возраста, упитанности животного и других факторов. Наиболее высокой пищевой ценностью обладают мышечная и жировая ткани.

Химический состав мяса характеризует его как весьма сложную комплексную систему, состоящую из ряда органических соединений, и в целом складывается из химического состава его основных тканей — мышечной, соединительной, жировой, костной и крови.

МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Мышечная ткань является наиболее важной составной частью мяса по питательным и вкусовым достоинствам. Мускулатуру туши животного можно разделить на две группы: поперечнополосатую, или скелетную, мускулатуру, совершающую все произвольные движения, и гладкую — мышцы желудка, кишечника, пищевода, совершающие ритмичные непроизвольные движения. С точки зрения пищевой ценности бо́льшее значение имеет поперечнополосатая мышечная ткань.

Основным структурным элементом мышечной ткани является мышечное волокно. Волокна — это длинные, многоядерные клетки. Диаметр мышечных волокон зависит от типа мышц, вида, породы, пола животных и колеблется в пределах от 10 до 100 мкм, увеличивается с возрастом животного, на него влияют характер кормления и тренированность животных. Установлена корреляция между диаметром мышечного волокна и некоторыми характеристиками качества — консистенцией и нежностью.

Мышечное волокно окружено двухслойной оболочкой — сарколеммой. Электронно-микроскопическими исследованиями установлено, что сарколемма представляет собой двойную мембрану, компоненты которой расположены на расстоянии около $50—60 \cdot 10^{-10}$ м. Между эндомизием и сарколеммой может находиться спиральная коллагеновая структура. Многочисленные ядра находятся на периферии клетки под оболочкой. Внутри мышечного волокна по его длине расположены длинные нитеподобные волокна — миофибриллы (рис. 3), занимающие около 60—65% внутреннего объема волокна. Они являются сократительными элементами мышечного волокна.

При просмотре миофибрилл под микроскопом обнаруживают темные и светлые участки, расположенные поперек волокна. При исследовании в поляризационном микроскопе темные участки миофибрилл обнаруживают двойное лучепреломление (анизотропны), а светлые не обладают этим свойством (изотропны). Такая оптическая неоднородность этих участков обусловлена различиями в их строении и белковом составе. Миофибриллы расположены в мышечном

волокне таким образом, что их темные и светлые участки совпадают и образуют сплошные чередующиеся поперечные светлые и темные полосы.

Внутри клетки, кроме ядер и миофибрилл, имеются и другие органеллы: митохондрии, рибосомы, лизосомы и др. Все эти структурные образования окружены саркоплазмой, полужидкой частью клетки, занимающей 35—40% ее внутреннего объема.

Мышечные волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани — эндомизием, который связан с внешней мембраной сарколеммы. Группа мышечных волокон образует первичный мышечный пучок, окруженный соединительнотканной оболочкой — внутренним перимизием. Размер пучков определяется числом волокон и их диаметром. Первичные пучки объединяются в пучки вторичные, третичные, которые соответственно окружены соединительнотканными оболочками, называемыми перимизием, и в совокупности образуют мышцу (мускул). Мышца также окружена оболочкой — эпимизием, или фасцией. Мышцы можно отделить друг от друга по фасциям и использовать в соответствии с пищевой ценностью.

Рис. 3. Схема строения мышечного волокна:

1 — миофибрилла; *2* — саркоплазма; *3* — ядро; *4* — сарколемма.

Для консистенции мяса важное значение имеет содержание соединительнотканных образований — эндомизия, перимизия, эпимизия и фасции, которые построены из коллагеновых волокон и содержат небольшое количество эластиновых и ретикулиновых волокон. В перимизии и эпимизии мышц откормленных животных находятся жировые клетки, образующие «мраморность» на поперечном разрезе мяса.

Установлена корреляция между диаметром мышечного волокна и некоторыми характеристиками качества баранины. Диаметр мышечного волокна увеличивается по мере увеличения массы туш. Однако диаметр волокон длинной поясничной мышцы растет сравнительно меньше, чем масса этой мышцы и туши.

Мясо отличается наиболее благоприятным соотношением важнейших питательных веществ, которое должно максимально сохраняться при дальнейшей переработке в целях получения продукта высокого качества. Значение мяса как белкового продукта определяется прежде всего содержанием белка и хорошо сбалансированным составом аминокислот. Оптимальный состав незаменимых аминокислот у яичного белка. После яйца и молока мясо относится к продуктам, обладающим наиболее благоприятным соотношением этих биологически ценных веществ. Пищевая ценность мышечной ткани, как и мяса в целом, определяется главным образом питательной и биологической ценностью содержащихся в ней белковых веществ.

Углеводы и жиры являются для организма главным источником энергии и в незначительном количестве входят в состав некоторых структурных элементов. Функции белков значительно более разнообразны.

Мясные продукты являются прежде всего источником белковых веществ, необходимых организму. Белки являются основным строительным материалом для клеток и тканей организма в процессах синтеза белков, ферментов, гормонов. Ткани организма животных и человека постоянно обновляются. Полностью имеющееся в теле взрослого человека белка обновляется в течение 80 сут. Регенерация белковых структур тела может осуществляться только за счет белков пищевых продуктов. Белки являются исходным материалом для построения ферментов и многих гормонов, служат источником энергии, хотя в меньшей степени, чем углеводы и жиры.

Белковые вещества участвуют в осуществлении основных проявлений жизни: обмене веществ, сокращении мышц, процессах роста, размножения и в высшей форме движения материи — мышлении. В желудочно-кишечном тракте белки расщепляются до аминокислот, которые всасываются в кровь и разносятся по всему организму. Из аминокислот организм строит специфические белки с определенным расположением и последовательностью аминокислот.

Исключение жиров и углеводов из рациона питания на довольно продолжительное время возможно. При этом не наблюдается нарушение функциональной деятельности организма. Исключение белков из пищевого рациона лишь на непродолжительное время (несколько дней) обусловливает глубокие нарушения обмена веществ. Недостающее количество белков в рационе питания приводит к задержке или полному прекращению роста и значительным расстройствам функциональной деятельности всего организма.

Белки отличаются друг от друга количеством и качеством входящих в их состав аминокислот. В зависимости от состава аминокислот белки подразделяют на полноценные и неполноценные. Большинство аминокислот, из которых образованы белки нашего организма и которые необходимы для построения этих веществ, могут синтезироваться самим организмом. Поскольку организм взрослого человека не может синтезировать 8 из 20 аминокислот, составляющих белки, они должны поступать в организм с пищей. Такие аминокислоты относят к незаменимым. К ним относятся: валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, триптофан, треонин, фенилаланин. Для растущего детского организма незаменимой аминокислотой является также гистидин.

Белковые вещества, не содержащие хотя бы одну незаменимую аминокислоту или содержащие ее в незначительном количестве, относятся к числу неполноценных. Аминокислоты, входящие в состав неполноценных белков, также используются организмом в процессе синтеза некоторых белков и гормонов, для которых отсутствует необходимость наличия полного набора радикалов незаменимых аминокислот (для коллагена — триптофан, для эластина — триптофан и метионин). Из этого следует целесообразность введения неполноценных белков в состав продуктов.

Биологическая ценность белка определяется не только наличием аминокислот в его составе, но и их количественным соотношени-

см. Любое отступление в сторону увеличения или уменьшения содержания отдельной аминокислоты нарушает использование всей смеси аминокислот. Установлено, что наиболее высокой биологической ценностью обладает и в наибольшей степени усваивается организмом белок, по аминокислотному составу и свойствам наиболее близкий к составу белков в организме человека.

Таблица 19

Аминокислоты	Аминокислотный состав основных белков (в %)				
	миозин	актин	миоген А	тропомиозин	миоглобин
Аланин	6,5	6,3	8,56	8,8	7,95
Глицин	1,9	5	5,61	0,4	5,85
Валин	2,6	4,9	7,4	3,13	4,09
Лейцин	15,6	8,25	11,5	15,6	16,8
Изолейцин	—	7,5	—	—	—
Пролин	1,9	5,1	5,71	1,3	3,34
Фенилаланин	4,3	4,8	3,06	4,6	5,09
Тирозин	3,4	5,8	5,31	3,1	2,4
Триптофан	0,8	2,05	2,31	0	2,34
Серин	4,33	5,9	7,3	4,38	3,46
Треонин	5,1	7	7,47	2,9	4,56
Цистин	1,4	1,34	1,12	0,76	0
Цистеин	—	—	—	—	0
Метионин	3,4	4,5	1,17	2,8	1,71
Аргинин	7,36	6,6	6,33	7,8	2,2
Гистидин	2,41	2,9	4,21	0,85	8,5
Лизин	11,92	7,6	9,54	15,7	15,5
Аспарагиновая кислота	8,9	10,9	9,7	9,1	8,2
Глютаминовая кислота	22,1	14,8	11,4	32,9	16,48

Аминокислотный состав белков мышечной ткани представлен в табл. 19. Важное значение животных белков обусловлено не только соответствующим количественным содержанием аминокислот [96], но и присутствием в них характерных форм связей между некоторыми аминокислотами, трудно синтезируемых или несинтезируемых в организме.

Цистин не является незаменимой аминокислотой, однако может заменить до 80—90% минимальной потребности растущего организма в метионине. В обмене веществ при отсутствии цистина для его образования используется часть метионина. О значении метионина и цистина в мясе можно судить по данным К. Ланд (табл. 20). Из таблицы видно, что усвоение незаменимых аминокислот, принимающих участие в синтезе белка в организме, ограничивается недостаточным содержанием в мясе метионина, цистина и фенилаланина.

Когда белок является единственным компонентом диеты или когда он является частью диеты, его пищевая ценность зависит от того, удовлетворяет ли его аминокислотный состав потребности в

Таблица 20

Аминокислоты	Потребность организма в аминокислотах, условные ед	Содержание аминокислот в мясе	
		условные ед	% (при 100 %-ном удовлетворении потребностей организма в триптофане)
Триптофан	0,25	1,1	100
Валин	0,8	5,71	162
Лейцин	1,1	8,4	174
Изолейцин	0,7	5,07	164
Фенилаланин	1,1	4,02	83
Треонин	0,5	4,04	184
Лизин	0,8	8,37	237
Метионин+цистин	1,1	3,67	76

нем человека. Следовательно, пищевая ценность мясного белка связана с составом других белков, с которыми его используют.

Рассчитано, что для человека оптимальное соотношение незаменимых аминокислот в пище должно быть следующим (в частях):

Триптофан	1	Валин	3,2—4,2
Треонин	2—2,7	Лизин	3,2—4,6
Метионин	2,2—3,5	Лейцин	4,7
Фенилаланин	2—4	Гистидин	1,5 (для детей)
Изолейцин	2,9—4		

При недостаточном количестве какой-либо из незаменимых аминокислот в рационе питания, другие аминокислоты полностью не используются организмом для синтеза белковых веществ. Следовательно, если соотношение незаменимых аминокислот в составе белкового рациона отличается от оптимального, то потребность в них для синтеза белков нашего организма определяется минимальным содержанием одной или нескольких незаменимых аминокислот. Биологическую ценность белковой пищи можно повысить введением в ее состав недостающего количества незаменимых аминокислот за счет подходящих белков, в том числе и неполноценных. Однако добавление недостающей аминокислоты не превращает автоматически несбалансированный белок в белок высокого качества (полноценный белок).

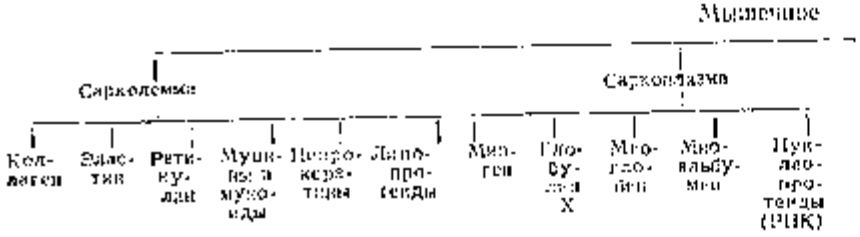
Соотношение аминокислот зависит от вида мышц, породы и возраста животного и может отличаться в зависимости от расположения мышц в туше, т. е. от физиологической функции данной мышцы при жизни животного. Содержание аргинина, валина, метионина, изолейцина и фенилаланина возрастает с увеличением возраста животного. Снижение содержания лизина в говядине наблюдается при тепловой обработке и копчении. Аминокислоты могут исчезнуть и при длительном хранении консервированного мяса. При хранении

сублимированного мяса при 20° С в течение одного года потери лизина составили 50%.

Мясо богато аминокислотами — триптофаном, лизином и метионином. Белки мяса хорошо усваиваются организмом, повышают степень усвоения растительных белков и дают возможность сбалансировать аминокислотный состав пищи.

Оценку пищевых продуктов рекомендуется проводить по содержанию трех и более дефицитных, часто лимитирующих биологическую ценность аминокислот: триптофана, лизина, метионина. Установлено, что заменимые аминокислоты существенно влияют на потребность в незаменимых аминокислотах. В мясе свинины и говядины 85% белковых веществ мышечной ткани относятся к полноценным, в мясе птицы — 93%. Белки мышечной ткани в основном легче расщепляются пищеварительными ферментами (пепсином, трипсином, химотрипсином), чем растительные белки, поэтому эти усваиваются организмом в бо́льшей степени, чем растительные.

Белки мышечной ткани сосредоточены в основном в мышечном волокне, белковый состав которого можно представить в виде схемы.



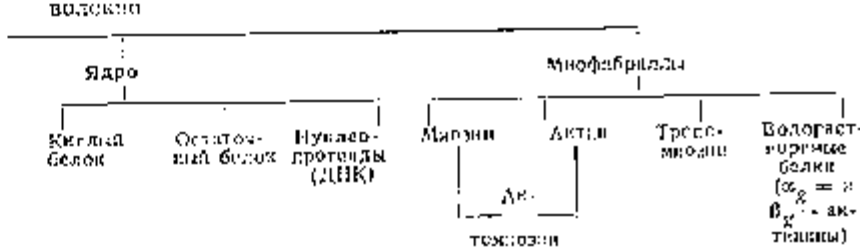
В сарколемме мышечного волокна содержатся исключительно белки: коллаген, эластин, ретикулин. Количество этих белков примерно 2,5% от общего содержания белков в волокне. В состав мембран сарколеммы, помимо белков, имеются фосфолипиды, сфингомиелины и инозитолфосфатиды. В межволоконном пространстве встречаются муцины и муконды, слизеподобные белки, выполняющие защитные функции и облегчающие скольжение мышечных пучков. На поверхности сарколеммы и в межмышечных промежутках находятся нервные волокна и нервный аппарат клеток, в состав которых входят липопротеиды и нейрокератины [18].

В состав ядра мышечного волокна входят сложные белки нуклеопротеиды (около 50% сухого вещества ядер) — соединение белка и дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК), а также малоизученные кислый и остаточный белки. Белковыми компонентами нуклеопротеидов являются гистоны, в которых отсутствует триптофан. Общее содержание нуклеопротеидов в мышцах 0,2–0,25%. Кислый белок по свойствам напоминает глобулины и содержит в своем составе триптофан. Остаточный белок по своим свойствам и аминокислотному составу подобен коллагену.

Белки саркоплазмы характеризуются обычно глобулярным строением молекул. Это полноценные, в основном водорастворимые, белки, которые составляют от общего количества белковых веществ мышечного волокна следующий процент: миоген — 20%, глобулин X — 20, миоальбумин — 1—2, миоглобин — 1%. Все они, за исключением миоглобина, гетерогенны, т. е. состоят из нескольких фракций белков, близких по физико-химическим и биологическим свойствам.

Фракция миогена растворима в воде, имеет pH 6,0–6,67; температура свертывания 55—60° С. В составе этой фракции содержатся многие ферменты мышечной ткани. Один из белков фракции миогена обладает альдолазной активностью, т. е. способен расщеплять 1,6-фруктозодифосфат на две фосфотрозы. Глобулин X является псевдоглобулином, так как для его растворения достаточно того количества солей, которое имеется в мышечной ткани (1—1,4%). Изоэлектрическая точка глобулина X находится при pH 5,2. В растворе белок коагулирует при 50° С. Миоальбумин является типичным альбумином. Его изоэлектрическая точка при pH 3,0—3,5; температура коагуляции 45—47° С.

Миоглобин состоит из белковой части — глобина и небелковой части — гема, в составе которого содержится железо. Он окрашен в темно-красный цвет и обусловливает естественную окраску мышечной



ной ткани. Мышцы, выполняющие при жизни животного большую физическую работу, содержат значительно больше миоглобина (Mb), чем мало работающие мышцы. При жизни животного Mb участвует в питании мышц кислородом, получая его от гемоглобина (Hb) крови. Это объясняет различие окраски отдельных мышц. Мясо молодых животных окрашено менее интенсивно, чем мясо старых животных, в мускулатуре которых содержится больше Mb и Hb. Характерной чертой Mb является его способность легко соединяться с различными газами — кислородом, окисью азота, сероводородом, углекислым газом, аммиаком. При этом железо гема не окисляется (остается двухвалентным). Соединение Mb с кислородом оксимиоглобин (MbO_2), имеющее ярко-красную окраску, легко диссоциирует на Mb и кислород, а соединение Mb с NO, H_2S и другими газами более стойко. При длительном воздействии кислорода воздуха и некоторых других реагентов железо гема окисляется в трехвалентное и Mb превращается в метмиоглобин (MetMb), окрашенный в коричневый цвет. MetMb при некоторых условиях может быть вновь восстановлен в Mb.

После убоя животного в поверхностном слое мяса толщиной до 2–3 см Mb, присоединяя кислород, переходит в оксид красный MbO_2, в то время как более глубокие слои мышечной ткани содержат Mb и они более темные. При длительном хранении мяса в по-

верхностных слоях MbO_2 окисляется и переходит в МетМb. При этом мясо приобретает на поверхности коричневый, а позже и темно-коричневый цвет. Глубинные слои сохраняют естественный пурпурно-красный цвет.

Миофибриллярные белки — миозин и актин — являются полноценными белками и составляют основную часть белковых веществ мышечного волокна: миозин — 40% и актин — 15%.

Миозин обладает высокой способностью к гидратации. Это обусловлено относительно большим количеством полярных аминокислотных боковых цепей, а также фибриллярной формой молекулы. Миозин и актин обладают способностью связывать ионы кальция, магния и калия. Заряд белка зависит от количества связанных ионов, главным образом калия. Миозин взаимодействует с другими белками и компонентами клетки, например образует прочные комплексы с гликогеном, липидами.

Молекула миозина включает 5000 аминокислотных остатков, принадлежащих 20 аминокислотам. Изоэлектрическая точка миозина находится при pH 5,4, а температура свертывания 45—50° С. Молекулярная масса миозина окончательно не установлена из-за сложности строения его молекулы и способности молекул ассоциировать друг с другом. Она находится в пределах 500 000. Миозин представляет собой комплекс двух близких по свойствам белков — *H*-меромиозина, или тяжелого миозина, и *L*-меромиозина, или легкого миозина. Тяжелый миозин обладает свойствами фермента аденозинтрифосфатазы. Предполагается, что способность миозина соединяться с АТФ и его АТФ-азная активность зависят от наличия в его молекуле SH-группы. Он гидролитически расщепляет АТФ на аденозиндифосфорную кислоту (АДФ) и фосфорную кислоту:

$$АТФ + H_2O \rightarrow АДФ + H_3PO_4 + \text{энергия (33,5 кДж/моль)}.$$

Выделяющаяся энергия используется в процессах мышечного сокращения. Тяжелый миозин обладает способностью связываться с актином.

Актин содержится в мышечном волокне в двух формах: глобулярной — *G*-актин (молекулы шаровидные) с молекулярной массой 47 000 и фибриллярной — *Ф*-актин (молекулы вытянутые) с молекулярной массой 1 500 000. Обе формы могут переходить друг в друга, причем *Ф*-актин является полимеризованным, нитевидным производным *G*-актина с двухспиральной структурой. Каждая спираль состоит из 200—300 глобул *G*-актина. Этот переход осуществляется под влиянием критических концентраций ионов калия и магния и при участии сульфгидрильных групп белка.

Актомиозин — сложный комплекс, состоящий из двух белков — актина и миозина. Диссоциация актомиозина на актин и миозин происходит под действием АТФ, а также при высокой концентрации солей (например, KCl 2-молярной концентрации).

В мышечной ткани миозин может находиться или в комплексе с актином, или в диссоциированном состоянии в зависимости от физиологического состояния мышцы. Соотношение актина, миозина и актомиозина взаимосвязано и взаимообусловлено: оно зависит от многих факторов.

Строение миофибрилл изучено глубоко электронно-микроскопическими исследованиями. Изучением продольного и поперечного срезов миофибрилл выявлено наличие многочисленных нитей — протофибрилл, являющихся основными структурными элементами миофибрилл. Обнаружено два типа протофибрилл — тонкие и толстые. Тонкие состоят из актина и имеют диаметр около $50 \cdot 10^{-10}$ м, а толстые состоят в основном из миозина и имеют диаметр около $100 \cdot 10^{-10}$ м. Тонкие протофибриллы прикреплены к так называемым полоскам Z и вклиниваются между толстыми так, что вокруг каждой из толстых располагается 6 тонких (рис. 4). Толстые и тонкие протофибриллы соединены друг с другом поперечными мостиками. В мышечных волокнах в состоянии покоя нити миозина и актина вклиниваются один между другими не на всю длину, а только частично. При распаде АТФ активизируются их функциональные группы, и в результате чего группы актина передвигаются по поверхности миозиновых нитей. Образуется новый белковый комплекс — актомиозин, что сопровождается укорачиванием миофибрилл.

Тропомиозин содержится в количестве 2,5% от содержания белка в волокне; он является неполноценным белком (отсутствует триптофан). Изоэлектрическая точка тропомиозина при pH 5,1. Его характерной особенностью является устойчивость к денатурации. Остальные белки миофибрилл недостаточно изучены.

Жиры и липоиды составляют 3% веществ мышечного волокна. Они выполняют функции двоякого рода. Часть их, главным образом фосфолипиды, является пластичным материалом и входит в структурные элементы мышечного волокна — миофибриллы, клеточные мембраны, прослойки гранул, митохондрии. Фосфолипиды способствуют проявлению активности ряда ферментов. Другая часть липидов, в основном триглицериды, выполняет роль резервного энергетического материала и содержится главным образом в межклеточных соединительнотканных образованиях.

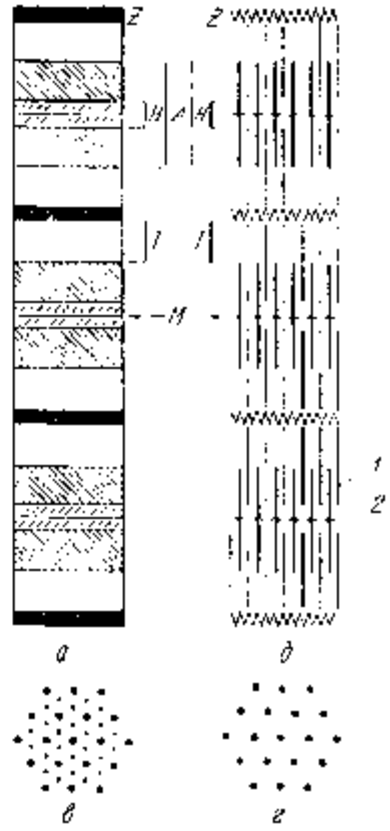


Рис. 4. Схематическое изображение различных дисков и полосок поперечно исчерченной миофибриллы:

а — в световом микроскопе (продольный разрез); *б*, *в*, *г* — в электронном микроскопе; *б* — продольный разрез; *в* — поперечный разрез по стрелке 1 через толстые и тонкие протофибриллы; *г* — поперечный разрез по стрелке 2 через толстые протофибриллы; *А* — анизотропный диск (темный); *I* — изотропный (светлый) диск; *Z* — плотная темная полоска (телофрагма), место прикрепления тонких протофибрилл каждого саркомера; *H* — полоска Гензена, более светлая, чем остальной диск *A*; *M* — тонкая плотная полоска, находящаяся посредине саркомера.

ях, между пучками мышц (в перимизии) и между отдельными мускулами (в эпимизии). Суммарное содержание триглицеридов в мышцах животных резко варьирует, при усиленной их работе сокращается до минимума. Общее содержание липидов в мышечной ткани зависит от вида животного, возраста, пола, упитанности.

Для характеристики пищевой ценности мяса наряду с основным составом требуются все более полные данные о содержании веществ, встречающихся в небольших количествах, но играющих важную роль в питании и обмене веществ в организме. В составе мышечной ткани содержатся экстрактивные вещества, извлекающиеся горячей водой (60°С). В процессах автолиза экстрактивные вещества подвергаются химическим изменениям с образованием веществ, влияющих на органолептические свойства мяса. Экстрактивные вещества содержатся в мышечной ткани в небольшом количестве, однако они играют важную роль, так как среди них находятся вкусовые, ароматические и биологически активные вещества (витамины, вещества с гормональными свойствами). Общее содержание экстрактивных веществ в мышцах 1,7%. К азотистым экстрактивным веществам относятся креатин, креатин—фосфат, фосфаген, АТФ, АДФ, АМФ, холин, свободные аминокислоты, органические основания, мочевина, аммиак, аммонийные соли.

Содержание азотистых экстрактивных веществ в мышцах охлажденного мяса представлено ниже (в % на сырую ткань):

Карнозин	0,2—0,3	АТФ	0,25—0,4
Ансерин	0,09—0,15	Инозиновая кислота	0,01
Карнитин	0,02—0,05	Пуриновые основания	0,07—0,23
Холин	0,08	Свободные аминокислоты	0,1—0,7
Креатин + креатинфосфат	0,2—0,55	Мочевина	0,002—02

Карнозин и ансерин действуют стимулирующе на секрецию пищеварительных желез. Свободный холин вызывает перистальтику кишечника. По своей роли в питании он отнесен к витаминам. Среди азотистых экстрактивных веществ мышечной ткани определенный интерес представляют небелковые и нелипидные фосфаты. Наиболее важными из них являются АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты, которые содержат богатые энергией фосфатные связи (макроэргические связи). Макроэргическую связь имеют и другие соединения, и в частности дифосфорилированные нуклеотиды (АДФ и др.) и креатинфосфат (фосфаген). Много креатинфосфата содержится в интенсивно работающих мышцах, так как это соединение выполняет роль легко мобилизуемого резерва энергии при мышечном сокращении. Небелковые и нелипидные органические фосфатные соединения очень хорошо растворяются в воде. Их содержание в свежей мышечной ткани составляет 0,3—0,5% (на сырую ткань).

После убоя животного в мышечной ткани под воздействием ферментов органические фосфаты распадаются, уменьшается содержание фосфора, органических фосфатов и увеличивается количество более простых азотистых продуктов и неорганического фосфата.

К безазотистым экстрактивным веществам относятся гликоген и продукты его превращения: декстрины, мальтоза, глюкоза, инозит и их фосфорные эфиры, а также молочная, янтарная, пировиноградная кислоты и другие вещества. Гликоген является сильно разветвленным полисахаридом, построенным из молекул α-глюкозы, и представляет собой энергетический запасный материал для работы мышц. Он откладывается главным образом в печени (до 18%) и в мышечной ткани (до 0,8%). Молекулярная масса гликогена снижается во время работы мышц, при голодании, недостатке кислорода и увеличивается при отдыхе. Гликоген мышечного волокна может связываться с белками (миозином, миогеном) или же находится в свободном состоянии, он локализован у анизотропных дисков, равномерно распределен в саркоплазме.

ЖИРОВАЯ ТКАНЬ

Пищевая ценность мяса в значительной степени зависит от содержания в нем жира, который является компонентом с высокой энергетической ценностью и придает мясным продуктам приятные вкусовые свойства. Жиры мяса различных видов животных неодинаковы по химическому составу и придают специфический вкус мясу.

Минимальные нормы потребления жира человеком определить весьма трудно, так как аналогично белковому весьма трудно составить жировой баланс вследствие способности организма синтезировать жиры в больших количествах. Вместе с тем недостаточное потребление жиров неблагоприятно влияет на обмен веществ в организме и может привести к ряду нарушений центральной нервной системы, ослаблению иммунобиологических механизмов, к изменениям кожи, почек, органа зрения.

В суточном рационе питания должно быть не менее 50 г жира. Часть этого количества должны составлять пищевые жиры, содержащие кислоты с ненасыщенными связями. Специалисты в области питания предлагают сокращение нормы потребления жира. Однако это может привести к увеличению потребления углеводов, а последние в организме легко синтезируются в насыщенные жирные кислоты или же в ненасыщенные, но не выполняющие биологических функций ненасыщенных жирных кислот с несколькими двойными связями.

Важным критерием качества и пищевой ценности мяса является количество и характер распределения жира в продукте. Жир является источником жизненно необходимых липидных компонентов, представляющих слож-

ную смесь различных по структуре соединений, играющих свою специфическую роль в питании.

Жировая ткань - это второй после мышечной ткани анатомо-морфологический компонент, определяющий качество мяса. Она является переродившейся волокнистой соединительной тканью с большим количеством жировых клеток. В соединительной ткани жировые клетки расположены небольшими группами. В жировой ткани они образуют большие скопления. Размеры жировых клеток до 130 мкм в диаметре. Жировые клетки состоят из структурных элементов, характерных для всех клеток, но почти вся центральная часть клетки заполнена жировой каплей, так что протоплазма и ядро оттеснены к периферии. Межклеточное вещество жировой ткани состоит из тонких пучков коллагеновых и эластиновых волокон и аморфного основного вещества. Содержание жировой ткани и места ее отложения, а также цвет, вкус, запах и другие свойства зависят от вида, породы, возраста, пола, упитанности животного, вида откорма.

Характер отложения жира различен; у разных видов и пород животных жир расположен в разных местах. В наибольшей степени он откладывается в естественных депо: подкожной клетчатке, в брюшной полости, около почек, кишечника, а у некоторых пород овец — в области хвоста (в курдюке). У скота мясных и мясо-молочных пород жир располагается также в эндомизии, перимизии и эпимизии, образуя жировую мраморность мяса. У беспородных, старых и рабочих животных жир находится в жировых депо и в очень малом количестве между мышцами; у животных мясных пород, молодых и нерабочих особей, наоборот, жир преимущественно откладывается между мышцами и в меньшей степени в жировых депо.

Мраморность мяса появляется как результат образования небольших островков, состоящих из групп жировых клеток внутри мышцы, т. е. между мышечными волокнами. Таким образом, при оценке качества мяса важное значение имеет не только содержание жировой ткани в мясе, но и ее распределение. Наилучшим качеством обладает мраморное мясо, имеющее внутримышечные жировые прослойки. Из такого мяса получают кулинарный продукт бо́льшей сочности, лучшего вкуса и запаха. В последнее время исследователи, занимающиеся селекцией и откормом животных, стараются добиться внутримышечного распределения жира в тушах.

Предпринимались попытки определять мраморность посредством вычисления соотношения содержания жира в обезжиренной сухой субстанции мяса, однако этот метод характеризует лишь количественное соотношение жировой и мышечной ткани и не характеризует мраморность, так как для ее оценки необходимо знать распределение жира в мышечной ткани. Для этой цели весьма эффективным оказалось применение метода и прибора ультразвукового сканирования, позволяющего в прижизненном состоянии животного и в мясе определить содержание и характер распределения жира. Для объективного определения мраморности может быть использовано отношение между содержанием внутримышечного жира и белковым азотом мяса. Если слой жировой ткани расположен на поверхности туши равномерным слоем толщиной 3—10 мм, то он представляет собой единое целое с мясом, увеличивает его количество, способствует снижению потерь массы мяса при хранении, предотвращает ожоги при замораживании. Ряд данных указывает, что с повышением категории упитанности возрастает нежность мяса. Если толщина слоя жировой ткани больше оптимальной, то он отделяется и не входит в состав полутуши. Мясо тощих или слишком молодых животных имеет незначительный слой жировой ткани или не имеет его вообще и содержит больше костей.

Развитие подкожной жировой ткани является хорошим показателем упитанности туши животного. Измерения толщины жира туши животного после его убоя или же в прижизненном состоянии проводят различными методами, разработанными в последние годы. Наиболее совершенным из них является ультразвуковой метод.

В организме животных жир находится не только в составе жировой ткани, но и входит в состав плазмы мышечных клеток, содержится в мозговом веществе и крови. Клеточный жир по составу значительно отличается от резервного; он состоит в основном из структурных липидов, являющихся составной частью клеточной мембраны и клеточных органелл.

В животном организме жиры образуются из углеводов. Жирные кислоты с длинными цепями синтезируются из активированного ацетила, а глицерин получается в

процессе обмена углеводов. У различных видов животных содержание жира неодинаково как по общему количеству, так и по количеству полиненасыщенных кислот. Большие различия наблюдаются в подкожных, межмышечных и внутримышечных отложениях жировой ткани. Эти различия особенно ярко выражены в говядине. В свином жире с возрастом животного увеличивается содержание насыщенных жирных кислот.

Жир, в особенности межмышечный, в определенных соотношениях с мышечной тканью повышает питательные и вкусовые свойства мяса. Однако большое содержание жира тормозит отделение желудочного сока и, следовательно, мешает перевариванию белков.

В настоящее время резко снизился спрос потребителей на жирное мясо. Развитие жировой ткани не является главным фактором оценки качества мяса. Дополнительное кормление животных с целью получения более жирного мяса является неоправданным и дорогостоящим. В связи с этим при выращивании и откорме скота ставится задача увеличить содержание мышечной ткани в туше.

На образование различных видов жировой ткани — подкожной, межмышечной, внутримышечной, почечной влияют возраст, пол, масса, упитанность, порода и местоположение в туше. Общее количество жировой ткани в организме животных различных видов колеблется в пределах от 1 до 40% к живой массе.

Химический состав жировой ткани зависит от вида, породы, возраста, упитанности животных, анатомического расположения ткани, а также от морфологических и функциональных особенностей ткани. Жировая ткань более упитанных животных, а также спинной части туши содержит больше жира и меньше воды и белков, чем жировая ткань неупитанных животных и расположенная на нижних частях туши. Подкожная жировая ткань всегда содержит меньше жира и больше воды по сравнению с жировой тканью внутренних жировых депо. В состав жировой ткани входят белки, жиры, вода и в небольших количествах липоиды, минеральные вещества, пигменты, витамины. В табл. 21 приведен химический состав жировой ткани свиньи.

Пищевая ценность жировой ткани определяется питательной ценностью содержащегося в ней жира, так как

Таблица 21

Состав ткани	Содержание составных компонентов, %		
	в околопочечной ткани	в сальнике	в ящике
Влага	2,61	6,81	7,15
Белок	0,34	1,56	1,7
Жир	97	91,6	91,15

белковая часть не имеет существенного значения. Биологическая ценность жиров обусловлена тем, что они являются концентрированным источником энергии (1 г жира—38,55 кДж). Жиры удовлетворяют до 40% энергетических потребностей организма человека. На единицу массы жиры позволяют получать в 2 раза больше энергии, чем белки или углеводы. В последние годы доказано, что пищевые жиры поставляют также организму материал для биосинтеза липидных структур.

Физиологическое значение жира весьма многообразно. Жиры участвуют в пластических процессах, являясь структурной частью клеток и тканей. С ними в организм поступает ряд биологически ценных веществ: фосфатидов (лецитин), полиненасыщенных жирных кислот, стеаринов, токоферолов и других веществ, обладающих биологической активностью.

Жиры необходимы для всасывания в кишечнике жирорастворимых витаминов. Наряду с этим они и сами являются источником некоторых жирорастворимых витаминов. Имеются данные, что при изменении количества жира в питании могут происходить существенные нарушения в обеспеченности организма некоторыми витаминами. Так при повышенном содержании жира в рационе изменяется уровень рибофлавина и аскорбиновой кислоты.

Биологическая ценность жиров обусловливается содержанием в них полиненасыщенных жирных кислот (с двумя и более двойными связями). Жирнокислотный состав жира зависит от вида жира, характера откорма животных, анатомического расположения жира в туше. Мясо и мясопродукты поставляют организму предварительно сформированные и, как их в настоящее время называют, более активные основные жирные кислоты. В организме возможен синтез насыщенных жирных кислот и олеиновой кислоты из углеводов и белка. Дегидрогеназы жировых клеток способны дегидрировать насы-

шенные жирные кислоты с одной двойной связью; последующее дегидрирование олеиновой кислоты с образованием ненасыщенных кислот с двумя двойными связями невозможно.

Линолевая и линоленовая жирные кислоты не синтезируются человеческим организмом, а арахидоновая кислота может быть синтезирована только из линолевой. Следовательно, линолевая и линоленовая жирные кислоты, аналогично незаменимым аминокислотам, являются жизненно важными, незаменимыми жирными кислотами и могут поступать в организм только с пищей. Биологическое значение незаменимых аминокислот и развитии животного организма известно сравнительно давно. В то же время о биологическом значении незаменимых полиненасыщенных жирных кислот появились сведения лишь в последние годы.

Дефицит незаменимых жирных кислот при экспериментах на животных являлся причиной весьма характерных симптомов: снижения массы, повреждения кожных покровов, подверженности инфекциям, нарушения свойств тромбоцитов. Важнейшим биологическим свойством полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) является их участие в качестве структурных элементов в таких высокоактивных в биологическом отношении комплексах, как фосфатиды, липопротеиды и др.

Оптимальной в биологическом отношении формулой сбалансированности жирных кислот могут служить соотношения в жире 10% ПНЖК, 30% насыщенных жирных кислот и 60% мононенасыщенной (олеиновой) кислоты. Из жиров с такой структурой жирных кислот приближаются шпик и оливковое масло.

Содержание ПНЖК в мясе относительно низкое. В жире злаков содержание линолевой кислоты в 20 раз больше, чем в животных жирах. Поэтому йодное число растительных жиров 120, а животных — 60. В связи с этим в сбалансированном питании предусматривается поступление в организм 30% растительных жиров от их общего содержания.

Порода и рацион кормления влияют на жирнокислотный состав свиной жировой ткани, на селективное отложение жирных кислот в подкожном и околопочечном свином жире. ПНЖК находятся в большом количестве в околопочечном жире и в наружном слое хребтового шпика, а не в его внутренних слоях.

Содержание линолевой кислоты в жире свиней варьирует от 2% при низком жировом рационе до 32% при кормлении соевыми бобами. Аналогично этому включение льняного масла в диету свиней в течение 8 нед перед убоем способствует отложению жира с большим содержанием линолевой кислоты.

По некоторым данным, в умеренном и холодном климате подкожный жир содержит больше ПНЖК и меньше стеариновой кислоты, чем в жарком климате. Исследование влияния температуры окружающей среды и интенсивности откорма на качество жира показало, что с повышением температуры содержания животных с 5 до 13 и 23°С снижалось содержание ПНЖК в жировой ткани.

В жире свиней в последние годы наблюдается увеличение содержания ПНЖК. Это обусловлено изменением практики откорма и выращиванием животных с небольшим содержанием жировой ткани.

Большая часть ПНЖК, поступающих в организм вместе с кормом, откладывается в туше, и снижается точка плавления жира, что приводит к снижению плотности жировой ткани и снижает ее пригодность для производства колбасных изделий, в частности сыровяленых. Кроме этого, такие жиры подвержены окислению, так как окисление жирных кислот возрастает с увеличением числа двойных связей в молекуле. Если приравнять склонность насыщенных жирных кислот к окислению к 1, то у моноеновых она будет равна 12, у диеновых — 120 и триеновых — 250.

ПНЖК незаменимы для питания детей, в частности для укрепления стенок клеток, митохондрий. Поступлению с пищей незаменимых ПНЖК придают большое значение при сердечно-сосудистых заболеваниях, считающихся основной причиной смерти. Обнаружена важная функция ПНЖК — они являются предшественниками простагландинов — новой группы биологических веществ, которые в качестве гормонов ткани регулируют обмен веществ свободных жирных кислот, понижают кровяное давление, ингибируют тромбообразование в капиллярных сосудах мозга.

Установлено, что потребление жиров, содержащих большое количество ПНЖК, снижает содержание холестерина в сыворотке крови. ПНЖК повышают выделение холестерина из организма путем его перехода в лабильные, легко растворимые соединения. ПНЖК способствуют быстрому превращению холестерина в холиевые кислоты и выделению их из организма. ПНЖК повышают эластичность и снижают проницаемость стенок кровеносных сосудов. Линолевая и арахидоновая кислоты являются важнейшими составными элементами для развития центральной нервной системы человека. Масса мозга крыс, получавших недостаточное количество ПНЖК, была значительно ниже, чем у крыс, получавших нормальный кормовой рацион. Линоленовая кислота влияла на рост крыс, арахидоновая и линолевая оказывают положительное влияние на кожу и рост.

Суточная потребность линолевой кислоты может быть легко покрыта за счет жиров животного происхождения. Минимальная суточная потребность в ПНЖК определена в размере: для взрослых — 1% от суточной энергетической ценности и для детей — 2%. Суммируя имеющиеся данные о нормировании ПНЖК, можно считать, что норма ПНЖК для взрослых является 5—8 г в сутки [10].

Свойства животных жиров обусловлены различным соотношением жирных кислот, образующих триглицериды. Бараний жир содержит насыщенных жирных кислот больше, чем свиной, и соответственно наиболее высокой температурой плавления и застывания обладает бараний, а наименьшей — свиной жир. Преобладание в составе животных жиров твердых насыщенных кислот обусловливает высокую температуру плавления этих жиров.

Высокомолекулярные насыщенные жирные кислоты (стеариновая, пальмитиновая) обладают твердой консистенцией, низкомолекулярные (масляная, капроновая и др.) — жидкой. От молекулярной массы зависит и температура плавления — чем выше молекулярная масса насыщенных жирных кислот, тем выше их температура плавления. По биологическим свойствам предельные жирные кислоты уступают непредельным. Предполагается, что предельные жирные кислоты отрицательно влияют на жировой обмен, в частности они

способствуют развитию атеросклероза. Насыщенные жирные кислоты C_{16} и C_{18} повышают концентрацию холестерина в плазме крови.

В отличие от химически чистых веществ жиры не обладают строго определенной температурой плавления, поэтому при нагреве наблюдается постепенный переход жира из твердого состояния в жидкое. По температуре плавления можно различать животные жиры разного происхождения. При увеличении содержания в жирах насыщенных жирных кислот увеличивается стойкость этих жиров при хранении. Температура плавления жира внутренних органов более высокая, и йодное число более низкое по сравнению с подкожным и межмышечным жиром. Жиры с температурой плавления ниже температуры тела человека хорошо усваиваются организмом, так как, попадая в пищеварительный тракт, они легко плавятся и эмульгируются.

В состав клеток и межклеточного вещества жировой ткани входят белковые вещества: коллаген, эластин, ретикулин, муцины, мукоиды, альбумины, глобулины.

Цвет жира в мясе зависит от вида, породы и характера откорма животных. На окраску говяжьего жира влияет содержащийся в нем жирорастворимый пигмент каротин, являющийся естественным антиокислителем.

Каротин является исходным материалом для образования витамина А, он отсутствует в свином жире, а в бараньем содержится в небольшом количестве, и поэтому они имеют белый цвет и быстрее прогоркают, чем говяжий жир. Некоторые породы дают мясо с более высоким содержанием каротина в жире. Естественными антиокислителями жиров являются также лецитин и токоферол (витамин Е), присутствующие в жирах.

Каротин жиров благодаря наличию большого количества двойных связей является химически активным и подвергается окислению кислородом. Каротин - непредельный углеводород оранжевой окраски, содержащий одиннадцать сопряженных двойных связей, вследствие чего он легко подвергается различным превращениям - окисляется кислородом воздуха; при глубоком окислении каротина образуются бесцветные соединения. Окисление каротина ускоряется под воздействием кислорода воздуха, света, повышенной температуры, кислой реакции среды, ненасыщенных жирных кислот. Окраска каротиноя обусловлена хромофорной группой — длинной цепью углеродных атомов с системой сопряженных двойных связей. Нарушение этой системы, например окисление, приводит к обесцвечиванию каротиноидов. Содержание каротинов обусловлено кормовым рационом и особенностями обмена веществ у животных. При травяном откорме животных содержание каротина в жире возрастает. В говяжьем жире он составляет 0,1—0,5 мг %. У старых и летощавых животных содержание каротина в жире уменьшается.

В жире животных, кроме витамина А, содержатся витамин Е (токоферол) и витамин D (табл. 22).

При формировании требований к качеству мясных продуктов необходимо учитывать такие биологически важные вещества, как фосфолипиды (ФЛ) и холестерин,

Таблица 22

Жир	Содержание витаминов, мг %		
	A	D	E
Говяжий	1,37	+	1
Свиной	0,01—0,08	—	0,2—2,7
Бараний	—	+	0,5

рассматриваемые в качестве дополнительных факторов питания. ФЛ и холестерин синтезируются организмом, однако содержание их в пищевых продуктах имеет большое значение и учитывается при сбалансированном питании.

ФЛ участвуют в правильном течении обмена жиров, ограничивая отложение жиров. Лецитины, составляющие 50% от общей суммы ФЛ мышечной ткани убойных животных, благодаря входящему в их состав холину обладают липотропным действием, т. е. способствуют снижению накопления жира в печени. Снижение количества ФЛ в пищевых продуктах обусловливает отложение излишнего количества жира в печени; при этом происходит ожирение печени, сопровождающееся нарушением основных функций этого органа. Средняя потребность человека в ФЛ составляет 5 г в сутки.

При оценке качества мяса важное значение имеет и количественное содержание ФЛ — лецитина, кефалина, сфингомиелина. Установлено [55], что липиды, выделенные из жировой ткани, состоят в основном из триглицеридов, в то время как липиды мускульной ткани содержат фосфолипидную фракцию, причем она возрастает с увеличением содержания жира в ткани. При этом повышенное содержание ФЛ в мышечном жире связано с увеличением количества ди- и полиеновых кислот, и особенно арахидоновой.

Содержащиеся в жирах фосфатиды являются высокоактивными в биологическом отношении соединениями. Они способствуют лучшему всасыванию жира и регулируют содержание холестерина в крови. Фосфатиды присутствуют во всех клетках организма, оказывают влияние на процессы клеточного обмена, связанные с проницаемостью клеточных мембран. В наибольшем количестве фосфатиды содержатся в нервной ткани и ткани мозга, сердца, печени.

Содержание стеринов в животных жирах находится в пределах 0,2—0,5%. Из животных стеринов наибольшее значение имеет холестерин. Он содержится во всех клетках и тканях и в некоторых из них является структурным компонентом. Холестерин играет в организме важную физиологическую роль [171]. На его обмен влияют свойства пищевого жира и содержание в пищевом рационе некоторых витаминов (например, витаминов C, B_{12}, B_5).

Повышение содержания холестерина в пищевых продуктах способствует развитию атеросклероза у людей, страдающих нарушением обмена веществ. Вместе с тем холестерин является нормальной сос-

тавной частью здорового организма. Он легко синтезируется в организме, поэтому его содержание в крови и других тканях зависит не только от холестерина, поступающего с пищей, но и от скорости его синтеза и распада. При отсутствии холестерина в пище происходит его ускоренный синтез в организме. При нормальном содержании холестерина в пище в здоровом организме процессы синтеза, распада и удаления избыточного холестерина находятся в равновесии. Имеются данные, что поступающий с пищей холестерин подавляет биосинтез холестерина в организме. При нарушении процессов обмена холестерина в организме его содержание в пище приобретает особое значение. Для предотвращения атеросклеротических заболеваний в последнее время предлагают содержание в суточной диете менее 300 мг холестерина. Установлено [174], что племя Масаи, потребляющее исключительно животные жиры (так как питается мясом, молоком, йогуртом), не знает сосудистых заболеваний. Установлен низкий уровень содержания холестерина в крови у населения этого племени.

Холестерин содержится во всех продуктах животного происхождения. В процессе тепловой обработки его потери составляют 20% [103].

Количество фосфатидов и холестерина в говядине и свинине невысокое [56] и практически одинаковое; большее содержание обнаружено в баранине (табл. 23).

В таблице 24 представлены данные по общему выходу липид-

Таблица 23

Вид мяса	Фосфолипиды, %	Общий холестерин, мг %
Говядина	0,54	52
Свинина	0,55	49
Баранина	0,77	66

Таблица 24

Вид мяса	Количество вещества, мг/г липидов				Общее содержание липидов, % к мышечной ткани
	триглицеридов	фосфолипидов	холестерина	эфиров холестерина	
Говядина	642,5	289,8	25,1	1,6	1,93
Свинина	726,1	210,5	15,4	1,6	2,78
Баранина	673,8	267,2	20,3	1,7	2,98

ных соединений, разные 93—96% без учета фракции свободных жирных кислот. Основной является фракция триглицеридов, составляющая 64% липидов говядины, 72,6% свинины и 67,4% баранины. Фракция фосфолипидов составляет — 21—30% от общего количества

липидов мышечной ткани, в говядине и свинине — 0,5—0,6%, в баранине — 0,7—0,8% [55].

Практический интерес представляет то, что содержание холестерина в мышечной ткани свиней, выращенных в промышленных комплексах, ниже, чем у свиней из обычных откормочных хозяйств. Из этого следует, что условия содержания и откорма животных в промышленных комплексах позволяют получить мясо лучшего качества по этому показателю, так как высокое содержание холестерина в мясе является нежелательным.

В табл. 25 приведен жирнокислотный состав липидов мышечной ткани говядины и свинины (в г на 100 г съедобной части продукта) [128]. Основную долю жирных кислот аналогично липидам жировой ткани составляют кислоты: олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, пальмитолеиновая, миристиновая. Свинина отличается от говядины более высоким содержанием ПНЖК с нечетным числом атомов углерода и кислот с разветвленной цепью.

Существуют способы повышения содержания ПНЖК в животных жирах, позволяющие повысить пищевую ценность и качество продуктов. Изменения в соотношении жирных кислот пытаются добиться специалисты сельского хозяйства при откорме животных. При скармливании свиньям определенного количества растительного масла, добавляемого в корм, удалось повысить отношение ПНЖК к насыщенным до 1,0 при сохранении нормальной структуры жировой ткани и хорошем качестве изготовленных из этой свинины колбас и изделий из свинины, но при повышении отношения ПНЖК к насыщенным до 1,3 наблюдалось неблагоприятное влияние на структуру триглицерида этих кислот. В Австралии осуществлена попытка повысить содержание ПНЖК в говядине и баранине введением в корм растительного масла. В качестве такой кормовой добавки использовали полиненасыщенный жир масличных культур в специально «защищенном» виде. Это привело к повышению качества говядины и баранины.

При откорме свиней кормами, содержащими более 4% растительного жира, получают мягкий мажущийся шпик. Жир свиней, которым давали жмых, был желтоватого цвета и менее твердым по сравнению с жиром свиней, которые получали ячмень. Шпик свиней, откормленных жмыхом, был рыхлым и мягким, в то время как от свиней, откормленных ячменем с небольшим количеством жмыха, — плотным.

Таблица 25

Показатели	Мясо крупного рогатого скота				Мясо свиней			
	мышечная ткань	жировая ткань	говядина I категории	говядина II категории	мышечная ткань	жировая ткань	связка бековая	свиная мягкая
Сумма липидов	2,5	85	14	8,3	3,5	91	27,8	33,3
Триглицериды	1,7	83,5	13,1	7,4	2,8	89,6	26,9	32
Фосфолипиды	0,7	1,4	0,8	0,77	0,64	1,23	0,8	0,84
Холестерин	0,06	0,1	0,07	0,06	0,06	0,09	0,06	0,07
Жирные кислоты (сумма)	2,29	81,03	13,34	7,8	3,18	86,73	26,41	30,74
Насыщенные	1,11	37,78	6,25	3,67	1,23	33,34	10,16	11,82
В том числе:								
$C_{14:0}$ (миристиновая)	0,06	3	0,48	0,27	0,048	1,21	0,37	0,43
$C_{15:0}$ (пентадекановая)	0,01	0,57	0,09	0,05	0,01	0,05	0,02	0,02
$C_{16:0}$ (пальмитиновая)	0,65	22,1	3,66	2,15	0,79	20,04	6,31	7,34
$C_{17:0}$ (маргариновая)	0,02	1,34	0,23	0,12	0,01	0,33	0,1	0,11
$C_{18:0}$ (стеариновая)	0,37	10,5	1,78	1,07	0,37	11	3,33	3,88
Мононенасыщенные	1,05	40,57	6,6	3,82	1,63	41,98	13,14	15,38
В том числе:								
$C_{14:1}$ (миристолеиновая)	0,02	1,46	0,22	0,12	Следы	0,03	0,01	0,01
$C_{15:1}$ (пальмитолеиновая)	0,08	3,19	0,8	0,44	0,12	3,12	0,96	1,11
$C_{18:1}$ (олеиновая)	0,89	33,6	5,48	3,18	1,45	38,7	11,8	13,74
Полиненасыщенные	0,13	2,68	0,49	0,31	0,32	10,41	3,11	3,64
В том числе:								
$C_{18:2}$ (линолевая)	0,09	1,95	0,35	0,22	0,24	9,45	2,8	3,28
$C_{18:3}$ (линоленовая)	0,02	0,73	0,12	0,07	0,035	0,61	0,19	0,22
$C_{20:4}$ (арахидоновая)	0,02	Следы	0,017	0,019	0,035	0,35	0,12	0,14

Подкожный жир свиней, получавших в рационе кукурузу, отличается повышенным содержанием влаги, бо́льшим йодным числом, меньшей плотностью по сравнению с подкожным жиром свиней, откормленных на пищевых отходах.

С увеличением содержания меди в корме животных увеличивается количество ПНЖК в жире и мышечная ткань получается более темного цвета.

При снижении упитанности животных изменяется состав жира; в нем уменьшается содержание ПНЖК и резко повышается содержание насыщенных жирных кислот. Жир мяса тощих животных обладает более низкой биологической ценностью и характеризуется меньшей усвояемостью, чем жир более упитанных животных.

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Соединительная ткань состоит из аморфного основного (межклеточного) вещества, тончайших волокон и форменных элементов — клеток. В межклеточном веществе имеются волокнца в виде хаотических переплетений, а иногда в виде пучков.

Из соединительной ткани состоят эндомизий, перимизий, эпимизий, фасции, сухожилия и апоневрозы, с помощью которых мышцы прикрепляются к костям, связки (плотные образования, соединяющие кости друг с другом в суставах), а также надкостница и надхрящница, составляющие поверхность костей и хрящей.

В соединительной ткани различают три вида волокон: коллагеновые, эластиновые и ретикулиновые. Свойства соединительной ткани меняются в зависимости от преобладания тех или иных волокон, от соотношения основного вещества. Различают следующие виды соединительной ткани: рыхлую (подкожная клетчатка, эндомизий, перимизий), плотную (сухожилия, шкура), эластическую (затылочно-шейная связка, брюшная фасция), слизистую (слизистые оболочки внутренних органов).

Содержание соединительной ткани в мясе зависит от вида животного, его упитанности, возраста, пола, хозяйственного использования и части туши. Химический состав соединительной ткани приведен в табл. 26.

В белковый состав соединительной ткани входят неполноценные белки склеропротеины: коллаген, эластин,

Таблица 26

Составные компоненты	Плотная (сухожилия)	Эластическая (вызная связка)
Вода	62,9	57,6
Органические вещества	36,6	41,9
В том числе:		
жиры и другие липиды	1	1,1
белки (альбумины и глобулины)	0,2	0,6
тендомукоид	1,3	0,5
эластин	1,6	31,7
коллаген	31,6	7,5
экстрактивные вещества	0,9	0,8
Неорганические вещества	0,5	0,5

ретикулин и в незначительном количестве (0,2—0,5%) полноценные белки — альбумины и глобулины. Белки соединительной ткани имеют удлиненную форму молекул, обусловленную параллельно расположенными полипептидными цепями. Аминокислотный состав мышц определяется в первую очередь содержанием в них соединительной ткани. В соединительной ткани, богатой коллагеном, много пролина, оксипролина и очень мало тирозина.

В соединительной ткани больше всего коллагеновых волокон, которые собраны в пучки различной толщины и образуют единую сложную сетчатую структуру вязь. Коллаген составляет около 30% всех белков животного организма. Он содержится в костях, хрящах, сухожилиях, связках, фасциях. Коллаген является основой коллагеновых волокон (диаметр их 2—10 мкм), состоящих из пучков мельчайших фибрилл с высокой механической прочностью. Фибриллы же состоят из элементарных волоконец — протофибрилл, обладающих поперечной исчерченностью.

На основании рентгеноструктурного анализа установлено, что молекула коллагена построена из трех полипептидных цепочек (триплет), скрученных вместе вокруг общей оси. Они образуют третичную структуру коллагена с молекулярной массой 360 000, длиной 280 и диаметром 1,4 нм. Такую молекулу называют тропоколлагеном. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном (конец с концом) и поперечном направлениях происходит образование четвертичной структуры коллагена — протофибрилл. Роль стабилизирующего вещества при построении фибрилл и их составных частей играют глюкоза и различные мукополисахариды.

Функция коллагена в тканях мяса является чисто структурной и осуществляется в основном благодаря исключительной механической стойкости волокон. Способность этих волокон противостоять определенной нагрузке зависит от системы ковалентных поперечных связей между отдельными тропоколлагеновыми молекулами, образующими волокно.

Консистенция мяса в известной мере зависит от свойств внутримышечных коллагеновых волокон, в частности от содержания лабильных ковалентных поперечных связей между компонентами коллагеновых молекул. Установлено, что доля лабильных поперечных связей с возрастом животных сокращается. Соединительная ткань, органически входящая в состав мяса, снижает его пищевую ценность и увеличивает жесткость. Сопротивление резанию различных мышц тем выше, чем больше в них соединительной ткани. Мышечная ткань, содержащая большое количество соединительной ткани, имеет более низкую усвояемость, что может усугубляться неправильным способом приготовления мясных блюд.

Ученые изучают зависимость нежности мяса от содержания в нем коллагена. В последнее время утверждается точка зрения, что не весь коллаген, а лишь та его часть, которая нерастворима в воде (или растворима в солевых растворах), влияет на нежность мяса.

Коллаген обладает высокой набухаемостью; при этом его масса увеличивается в $1^1/_2$—2 раза. Связывание воды коллагеном достигается гидратацией функциональных групп, пептидных связей белка за счет образования водородных связей: ОН-группа связывает 2—3 молекулы воды; COOH — 3—4; CO — 2; NH_2 — 1; NH — 2. Способность коллагена к набуханию имеет важное значение для формирования качества при производстве ряда мясопродуктов.

От других белков коллаген отличается повышенным содержанием азота, отсутствием в нем триптофана, цистина, цистеина; в небольшом количестве в нем находятся тирозин и метионин и в большом количестве — пролин, оксипролин, глинокол. Содержание оксипролина является достоверным показателем качества мясного сырья, так как лишь по общему содержанию белковых веществ невозможно судить о количестве полноценных белков.

Нативный коллаген не растворяется в воде и в очень слабой степени подвергается воздействию разведенных кислот, щелочей и про-

теолитических ферментов. Он медленно переваривается пепсином и почти не перевариваемся трипсином и панкреатическим соком. Переваримость нативного коллагена увеличивается в измельченном состоянии и при снижении pH среды. Натрев усиливает его переваривание. Пищевое использование коллагена несколько повышается, когда он находится в составе мяса в смеси с высокоценными мышечными белками. Сваренный и перешедший в глютин коллаген легко переваривается трипсином и, следовательно, усваивается организмом.

При натреве коллагена с водой происходит гомогенизация его структуры. В результате нарушения водородных связей у молекулы коллагена и потери пространственной ориентации полипептидных цепей, разрушения четвертичной и третичной структуры увеличивается доступность пептидных связей белка для ферментативного воздействия. При разрыве большинства поперечных связей коллаген переходит в водорастворимое вещество — глютин. Длительное натревание глютина при высокой температуре ведет к дальнейшему гидролитическому распаду молекулы белка и образованию более мелких продуктов распада — желатоз. Раствор желатоз обладает плохой желатинирующей способностью. Поэтому для получения хорошего студня процесс варки коллагенсодержащего сырья не следует вести при высокой температуре и очень длительное время.

Эластиновые волокна имеют желтоватый цвет. Их длина в отличие от коллагеновых может увеличиваться вдвое. Много эластиновых волокон и в связках, для которых характерны длительные напряжения и возвращение по окончании растяжения в первоначальное состояние. В чистом виде эластическая ткань встречается лишь в затылочно-шейной (выйной) связке. Эластиновые волокна содержатся в стенках кровеносных сосудов, в желтой фасции брюшных мышц.

В противоположность коллагену эластин обладает аморфной структурой, является высокоэластичным и поэтому содержится в тканях, в которых возникает необходимость эластичного растяжения и полного упругого восстановления. Эластическая ткань образуется из скопления эластиновых волокон, механические свойства ее зависят в основном от эластина.

По аминокислотному составу эластин сходен с коллагеном; в нем содержатся оксипролин, валин, гликокол, пролин и др. В эластине имеются специфические аминокислоты, отсутствующие в других белках, — десмозин и изодесмозин. Они образуют поперечные связи между полипептидными цепями эластина.

Эластин является неполноценным белком. В нем отсутствуют триптофан, метионин, а лизин содержится в небольшом количестве. Эластин гидролизуется фицином, папаином, бромелаином. Он устойчив к действию кислот, щелочей и ферментов, расщепляющих белок, не растворяется в воде, растворах разведенных кислот и щелочей; даже крепкая серная кислота оказывает на него слабое действие. Это объясняется низким электрическим зарядом и прочными поперечными связями молекул эластина.

При варке эластин не образует глютина. Подвергнутый натреванию (кулинарной обработке), а также измельченный в порошок эластин не поддается действию трипсина и пепсина, т. е. практически не усваивается организмом и не имеет пищевой ценности. Однако в последнее время удалось выделить из поджелудочной железы фермент эластазу (панкреапептидазу), которая за 42 ч. при температуре 37° С полностью растворяет эластин.

Поэтому качество мяса зависит не только от количества содержащейся в нем соединительной ткани, но и от соотношения в ней эластиновых и коллагеновых волокон, строения и толщины последних.

Ретикулиновые волокна — самые малочисленные в организме животного. Они находятся в структуре соединительной и ретикулярной ткани и содержат ретикулин. Ретикулярная ткань, в которой ретикулиновые волокна образуют сетку, находится в легких, лимфатических узлах, селезенке, костном мозге. Ретикулин состоит из тонких фибрилл. Он практически не усваивается организмом.

Муцины и муконды — сложные белки (глюкопротеиды) имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. Они входят в состав основного (межклеточного) вещества и образуют комплексы, назначение которых — удерживать фибриллярные и клеточные элементы в определенном структурном взаиморасположении. В соединительной ткани содержатся мукополисахариды, являющиеся цементирующим компонентом межклеточного вещества; они участвуют в образовании межмолекулярных связей пептидных цепей белков соединительной ткани и находятся в свободном виде.

КОСТНАЯ И ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ

Костная ткань является одним из видов соединительной ткани. Кости состоят из плотного основного вещества, образующего поверхностный слой, и внутреннего губчатого (или пористого) вещества. В состав основного вещества входит органическая часть, пропитанная минеральными солями. Основное вещество костной ткани содержит 20—25% воды, 75—80% сухих веществ, в том числе 35% белков и 45% неорганических соединений.

Основное вещество включает оссеиновые волокна, которые по строению и составу близки коллагеновым. К неорганическим соединениям костной ткани относят в основном фосфорнокислый и углекислый кальций.

При небольшом количестве жировых клеток костный мозг окрашен в красный цвет, а при большом он приобретает желтоватый оттенок. В желтом костном мозге содержатся в основном жиры и в меньшем количестве холинфосфатиды, белки и минеральные вещества. В сухом остатке желтого костного мозга содержится: жира 97—98%, белков 1—2%, холестерина и лецитина 0,5% и золы 0,17%. В красном костном мозге воды 67--68%, белков 11--12%, жира 17—18%, минеральных веществ 3%. В составе жиров костного мозга преобладают пальмитиновая, олеиновая и стеариновая кислоты.

Пищевая ценность кости зависит от костного мозга и губчатого вещества, содержащих большое количество жира. Количество костей в мясной туше зависит от вида, породы, пола, возраста и упитанности животного.

Хрящевая ткань состоит из плотного основного вещества, в котором располагаются клеточные элементы, коллагеновые и эластиновые волокна. В мясной туше различают гиалиновый и волокнистый хрящи. Гиалиновый хрящ покрывает суставные поверхности всех костей, и из него состоят реберные хрящи. Он имеет молочный цвет. Из волокнистого хряща состоят связки между телами позвонков и связки, крепящие сухожилия к костям. Волокнистый хрящ имеет вид полупрозрачной массы.

В хрящевой ткани содержится: воды 60--70%, белков 19—22%, жира 3—5%, гликогена и мукополисахаридов 1,0—1,5%, минеральных веществ 3—10%. Хрящи используют в пищевых целях или для выработки клея и желатина. Однако значительное содержание мукополисахаридов и мукопротеидов в хрящах не позволяет получать из них желатин и клей высокого качества.

КРОВЬ

В туше крупного рогатого скота и овец количество крови составляет в среднем 7,6—8,3%, у свиней—4—5% к живой массе. В процессе обескровливания животных удаляют 40—60% крови; остальная часть крови остается в капиллярах тканей, органов и шкуры.

В составе крови содержится 16,4--18,5% белков; 79—82% воды; 0,6--0,7% небелковых органических веществ (в том числе углеводы и липиды) и 0,8—1% минеральных веществ. Кровь состоит из форменных элементов и кровяной плазмы. Форменные элементы состоят из 59—63% воды и 37--41% сухого остатка. Около 80% сухого вещества содержится в гемоглобине, который входит в состав эритроцитов.

Гемоглобин является сложным белком, состоящим из белка — глобина и небелковой (простетической) группы — гема. Гем представляет собой комплекс протопорфирина с двухвалентным (закисным) железом. Присоединение кислорода происходит за счет дополнительной молекулярной связи между двухвалентным железом и кислородом. Образуется производное гемоглобина — оксигемоглобин ярко-красного цвета. Гемоглобин--неполноценный белок, так как не содержит изолейцина. Однако употребление продуктов, содержащих гемоглобин, способствует увеличению количества гематина в крови человека. Кроме того, в гемоглобине имеется много других незаменимых аминокислот. Белки крови, в том числе и гемоглобин, перевариваются пепсином и трипсином.

Кровяная плазма--жидкость соломенного цвета — содержит 91—92% воды и 8—9% сухого вещества. В состав сухого вещества плазмы входят полноценные белки: фибриноген, сывороточные альбумин и глобулин.

Кровь убойных животных является ценным продуктом. Она — источник многих витаминов; по содержанию витамина А кровь может быть использована и для лечебных целей. Наряду с большим количеством белка она содержит оптимальное количество минеральных веществ.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА МЯСА

Важной группой веществ, относящихся к незаменимым факторам питания и оказывающих влияние на качество и пищевую ценность мяса и изделий из него, являются минеральные вещества, которые обязательно должны поступать в организм человека с пищей. Поступление минеральных веществ с пищей является необходимым условием для нормального развития и функционирования организма. Исходя из потребностей человека

в минеральных веществах, мясо считают одним из основных источников фосфора.

Среди минеральных элементов мышечной ткани наиболее распространенными являются натрий, калий, кальций, магний. В меньших количествах содержатся марганец, цинк, никель, кобальт, медь, ионы которых активируют ферментные системы мышц. Содержание железа зависит от вида мяса; оно наиболее высокое в говядине и мясе кроликов. Установлены статистически достоверные различия в содержании меди, цинка и марганца в различных видах мяса [62].

В табл. 27 приведено содержание минеральных ве-

Таблица 27

Показатели	Свинина	Говядина	Баранина	Мясо телят	Мясо кроликов
Зола, %	0,9	1	0,9	1,1	1,15
Макроэлементы, мг					
калий	316	355	329	345	335
кальций	8	10,2	9,8	12,5	19,5
магний	27	22	25,1	23,7	25
натрий	64,8	73	101	108	57
сера	220	230	165	213	225
фосфор	170	188	168	206	190
хлор	48,6	59	83,6	72	79,5
Микроэлементы, мкг					
железо	1940	2900	2090	2920	3300
йод	6,6	7,2	2,7	2,7	5,0
кобальт	8	7	6	5	16,2
марганец	28,5	35	35	33,9	13
медь	96	182	238	228	130
молибден	13	11,6	9	—	4,5
никель	12,3	8,6	5,5	1,3	—
олово	30	75,7	—	—	—
фтор	69,3	63	120	88	73
хром	13,5	8,2	8,7	—	8,5
цинк	2070	3240	2820	3170	2310

ществ в мясе на 100 г. съедобной части мяса [128]. Оно увеличивается при посоле (введение натрия), термической обработке (за счет потери влаги). Различия в содержании микроэлементов в мясе обусловлены в основном географической зоной разведения скота, а также и биологическими особенностями животных. Увеличение

содержания жировой ткани в мясе сопровождается снижением содержания минеральных веществ.

Минеральные вещества мышечной ткани входят в состав структурных элементов волокна и участвуют во многих процессах обмена между клеткой и межклеточной жидкостью. Они используются для создания буферных систем, среди которых важную роль играют бикарбонатная и фосфатная. Минеральные вещества влияют на растворимость и набухание белков мышечной ткани.

Микроэлементы мяса участвуют в построении ферментных систем и входят в состав витаминов и гормонов. При недостатке железа в организме развивается анемия. Это имеет место при преимущественном потреблении молочных и растительных пищевых продуктов, в которых железо находится в трудно усвояемой форме. Только мясные белки способны обеспечить потребность организма во всех жизненно важных веществах. Необходимо сбалансировать количество поступающих в организм животного и растительного белков.

Исследования на животных показали, что исключение минеральных веществ из кормового рациона приводит к более быстрой гибели животного, чем полное голодание. Минеральные вещества обеспечивают построение опорных тканей скелета (кальций, фосфор, магний), поддержание необходимой осмотической среды клеток в крови, в которой протекают все обменные процессы (натрий, калий), образование пищеварительных соков (хлор), гормонов (йод, цинк, медь) и переносчиков кислорода в организме (железо, медь).

Количество минеральных веществ в мышцах достигает 1,5%. Основное значение имеют калий, фосфор и железо, содержание которых мало отличается в различных видах мяса, за исключением железа.

Из минеральных веществ мяса большое значение имеют также натрий, магний, кальций, цинк, медь. Минеральные вещества, поступающие в организм человека с мясом, где эти вещества связаны в форме, наиболее близкой к той, в которой они связаны в организме человека, усваиваются наилучшим образом. Железо, содержащееся в мясе, усваивается организмом на 30%, тогда как железо, содержащееся в других продуктах, — на 10 — 20%. Предполагают, что это связано не столько с высоким процентом железа в белках мяса, сколько со сбалан-

сированным содержанием питательных веществ в нем. Другие микроэлементы мяса также легко усваиваются организмом. При ежедневном потреблении 200 г мяса (физиологическая норма) потребность взрослого человека в железе удовлетворяется примерно на $^1/_3$. Основная масса других минеральных веществ поступает в организм с немясной пищей. Суточная потребность человека [171] в минеральных веществах составляет [в мг]: K - 1000; Na - 1000; Mg — 200 - 300; Ca — 500 800; Zn - 12 -20; Fe - 3—20; Cu - 1,0 - 1,5.

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В МЯСЕ

Доминирующим в количественном отношении компонентом мяса и большей части мясопродуктов является вода. Содержание ее в мясе обусловливает его переваримость, усвоение организмом и соответствующие органолептические свойства. Вода служит средой, в которой протекают все процессы, объединяемые понятием «обмен веществ». Следовательно, она участвует в процессах пищеварения.

Предполагается, что количество воды в составе продукта должно быть близким к ее содержанию в тканях, за исключением тех случаев, когда ее количество ограничивается необходимостью длительного хранения продукта. Вода в мышечной ткани содержится как в самих клетках, так и в межклеточном пространстве, причем возможна диффузионная миграция воды из клеток в межклеточное пространство и наоборот.

Содержание воды в мясе, хотя и колеблется в довольно узких пределах, но также подвержено влиянию целого ряда факторов. Оно зависит от тканевого состава, и прежде всего от содержания жировой и соединительной ткани. В жировой и мышечной ткани с увеличением содержания жира снижается содержание воды. Установлена тенденция обратно пропорциональной зависимости между содержанием жира и воды, однако между ними отсутствует строго линейная зависимость.

За рубежом для практических целей принят показатель активной воды a_w, характеризующийся отношением P_1/P_0, в котором P_1 - парциальное давление водяных паров над поверхностью мяса и P_0 - парциальное давление водяных паров над чистой водой. Показатель a_w характеризует, в частности, подверженность продукта микробиальной порче. Активность воды мясопродуктов влияет на жизнедеятельность бактерий, содержащихся в них, а также на их стойкость к тепловой обработке. Активность воды влияет на микробиальные, ферментативные, химические и физические изменения в мясе и мясопродуктах. Традиционные технологические способы консервирования (посол, сушка, замораживание) влияют на активность воды и увеличивают стойкость при хранении.

СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В МЯСЕ

Важной группой веществ, отнесенных к незаменимым факторам питания, являются витамины. Значение их в питании в настоящее время общепризнано. Они — участники и биологические катализаторы химических реакций, протекающих в живых клетках. Присутствуя в тканях в очень малых количествах, витамины катализируют реакции превращения аминокислот и белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Витамины необходимы для нормального функционирования всех органов и систем, роста и развития организма, кроветворения и др.

Основным источником витаминов в пищевом рационе являются растительные пищевые продукты. Мясо витаминами небогато, но является основным источником витаминов группы В. Наряду с этим в составе сырого мяса имеется достаточно полный набор водо- и жирорастворимых витаминов.

Содержание витаминов в мясе различных животных неодинаково. Вместе с тем в различных отрубах туши оно колеблется в небольших пределах. Количество водорастворимых витаминов выше в мясе с меньшим содержанием жира. В мясопродуктах содержание витаминов зависит от соотношения тканей и технологической обработки. В табл. 28 приведено содержание витаминов в мясе на 100 г съедобной части [128]. Свинина отличается особенно высоким содержанием тиамина и уступает другим видам мяса по наличию рибофлавина. В мясе свиней, направляемых на убой в январе, количество тиамина больше, чем в мясе свиней, забиваемых в июне. Содержание рибофлавина не подвержено сезонным колебаниям. Среди пищевых продуктов мясо является одним из основных источников ниацина. Наиболее высокое содержание ниацина в печени и почках.

Таблица 28

Показатели	Говядина			Баранина			Свинина			
	мышечная ткань	I категории	II категории	мышечная ткань	I категории	II категории	мышечная ткань	беконная	мясная	жирная
Витамины, мг										
A	—	Следы	Следы	—	Следы	Следы	—	Следы	Следы	Следы
E	—	0,57	—	—	0,7	—	—	0,54	—	—
C	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы
B_6	0,42	0,37	0,39	0,35	0,3	0,32	0,5	0,4	0,33	0,3
B_{12}, мкг	3	2,6	2,8	3	—	—	1,1	—	—	—
Биотин, мкг	3,5	3,04	3,25	3	—	—	4,5	—	—	—
Никотин, мг	5,4	4,7	5	4,5	3,8	4,1	3,9	2,8	2,6	2,2
Пантотеновая кислота, мг	0,6	0,5	0,56	0,65	0,55	0,59	0,7	0,5	0,47	0,37
Рибофлавин, мг	0,2	0,16	0,18	0,2	0,14	0,16	0,2	0,16	0,14	0,1
Тиамин, мг	0,1	0,06	0,07	0,11	0,08	0,09	0,84	0,6	0,52	0,4
Фолацин, мкг	9,6	8,4	8,9	6	5,1	5,5	6,1	4,4	4,1	3,1
Холин, мг	—	70	—	—	90	—	—	—	75	—

При технологической обработке мяса и субпродуктов с целью доведения их до готовности к употреблению имеют место потери витаминов. Оставшееся количество витаминов не покрывает потребностей человека. Однако это существенно не обесценивает продукт, так как недостающая часть витаминов поступает в организм вместе с другими компонентами рациона питания. В процессе варки от $^1/_3$ до $^2/_3$ витаминов переходит в воду. При варке потери тиамина составляют 50%, рибофлавина—35%. Потери витамина B_1 и B_2 составляют: при варке 15—40%, при жарении 40—50%, при тушении 30—60%, при консервировании 50—70%. В процессе хранения мороженой свинины в течение 2 мес потери тиамина составили 19%, а в течение 6 мес — 34%.

Глава IV. ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ, ПРЕДУБОЙНОЙ ВЫДЕРЖКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СКОТА НА ТОВАРНЫЙ ВИД ТУШИ И КАЧЕСТВО МЯСА

Проблема получения высококачественного мяса охватывает широкий круг вопросов как биологического, так и технологического порядка. На качество мяса влияют не только послеубойные факторы, т. е. процессы первичной переработки, холодильной обработки и хранения, но и такие прижизненные факторы, как транспортировка и предубойная выдержка животных. Создание соответствующих условий транспортировки, приемки на предприятии, содержания и подготовки животных к убою имеет важное значение для получения мяса высокого качества, стойкого при хранении.

Качество мяса зависит от соблюдения технологических и санитарно-гигиенических условий первичной переработки скота, создания совершенных технологических приемов и оборудования для оглушения, обескровливания, шпарки, съемки шкуры, распиловки.

УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИВОТНЫХ

Транспортировка животных имеет важное значение для сохранения качества мяса, особенно в связи с различной восприимчивостью животных к стрессу и в связи с ее влиянием на послеубойные изменения и конечное качество мяса.

На снижение качества мяса при транспортировке животных влияют колебания температуры и влажности окружающей среды, продолжительность, расстояние,

скорость и условия транспортировки, виды транспортных средств, методы подгона животных к месту погрузки, размещение животных в транспортных средствах и др.

Перед транспортировкой животных подвергают ветеринарному осмотру и санитарной обработке. К транспортировке допускают только здоровых животных. На каждую партию транспортируемого скота выдают ветеринарное свидетельство, в котором указывают количество и вид животных, хозяйство и благополучие его в отношении заразных заболеваний.

Главное условие транспортировки скота — это соблюдение ветеринарно-санитарных и зоогигиенических правил, обеспечивающих отсутствие потерь и травм животных. Практика и научные исследования показали, что транспортировка вызывает ухудшение физиологического состояния животных и качества мяса, получаемого после убоя.

При транспортировке животные возбуждаются при выгоне к месту погрузки, погрузке на транспортные средства, длительной транспортировке в неблагоприятных условиях. Стрессовые факторы у животных могут возникать под воздействием тепла, холода, ветра, солнечной радиации, голодания, адаптации к условиям транспортировки и непривычным кормам. Вибрация транспортных средств и скученность усиливают стресс животных. Характерным показателем влияния стрессовых факторов, возникающих при транспортировке, являются потери живой массы животных, зависящие от условий и длительности транспортировки. Неблагоприятные условия транспортировки животных могут вызвать их гибель, особенно в летнее время года. За последние годы в ряде стран увеличилась смертность свиней во время транспортировки, в частности в Бельгии она составляет 2,3%, ФРГ — 1,5, Голландии — 0,5, ГДР — 0,11, Болгарии — 0,5%. Увеличение смертности свиней во время транспортировки объясняют большой восприимчивостью к транспортным нагрузкам свиней, выращенных в промышленных комплексах. Это обусловлено также развитием мясности свиней, вследствие чего ослабляется сердечная деятельность организма [170].

Для создания нормальных условий транспортировки животных в жаркое время года автоскотовозы снабжены

душевыми установками и принудительной вентиляцией. В некоторых странах время предубойной выдержки животных зависит от расстояния и продолжительности их транспортировки. В ряде стран предубойный отдых животных не производится.

Причиной стресса является повышенная температура и недостаток кислорода внутри транспортных средств. Эффективным способом понижения температуры внутри кузова является принудительная вентиляция. В этом случае даже при высокой температуре окружающей среды не наблюдается стресса животных и ухудшения качества мяса. Ведутся работы, в частности в Болгарии, по выведению пород животных, устойчивых к стрессу. Установлена [163] взаимосвязь между физиологическим состоянием животных, влиянием условий перевозки, средствами подачи на убой и качеством мяса. После длительной транспортировки отдых может быть важным фактором для восстановления адаптируемости животного. Существует мнение, что стрессовые явления при транспортировке животных в большей степени влияют на качество мяса, чем при предубойной выдержке [182].

При применении для транспортировки несовершенных транспортных средств имеют место значительные повреждения кожного покрова, что обусловливает снижение качества шкур и туш. Установлено, что травматические повреждения у крупного рогатого скота, доставленного обычными бортовыми автомашинами, составляют 36—82%, а при доставке животных на автоскотовозах — 23,5%.

В зависимости от упитанности, типа и времени кормления, ухода и условий транспортировки потери живой массы могут составить для крупного рогатого скота 3,9—19,7%, свиней — 0,69—10,6% [19]. Потери живой массы при транспортировке связаны в основном с уменьшением содержания гликогена. При наличии травм животных имеют место потери от удаления поврежденных тканей. В мышечной ткани, расположенной на расстоянии 3—5 см от места травмы, содержится почти в 2 раза меньше гликогена, чем в неповрежденных участках туши.

С целью ликвидации травм, падежа и снижения качества мяса необходимо при транспортировке создать оптимальные условия в скотовозах. Например, температура в кузове не должна выходить за пределы —5÷20° С

в любое время года. Особое внимание следует уделять транспортировке молодняка ввиду возможности падежа. Проведенные в ГДР исследования показали, что при соблюдении условий транспортировки и расстоянии не более 70 км нет необходимости проводить предубойный отдых свиней. Это позволяет снизить необходимые площади баз предубойного содержания скота.

При транспортировке животных важное значение имеет температура воздуха. Высокая температура окружающей среды является одной из главных причин снижения качества мяса, а иногда гибели животных, чувствительных к стрессу, в частности свиней. Степень смертности животных при транспортировке возрастает в летнее время; установлена связь между смертностью и температурой окружающего воздуха в дневное время [143]. Поэтому в летнее время года автотранспортировку животных, особенно свиней, рекомендуется проводить в ночное время или утром.

В том, что свиньи трудно переносят нагрузки при транспортировке, определенную роль играет форма тела. По сравнению с другими видами животных у свиней в меньшей степени благоприятно соотношение между массой сердца и туши. Существенной нагрузкой для животных является их перекармливание перед транспортировкой. Поэтому свиней не следует кормить в течение 12 ч до транспортировки.

Утомление животных во время транспортировки по железной дороге в 30% случаев привело к обсеменению мышц и внутренних органов кишечной микрофлорой, обнаруживалась также кокковая микрофлора. При эндогенном обсеменении первым органом, в который проникают микробы, является печень.

Транспортировка свиней машинами на расстояние до 100 км не влияет существенно на потери живой массы и выход мяса. Однако она может отрицательно влиять на pH мяса. Длительные перевозки животных снижают резервы гликогена в тканях и приводят к повышению pH мяса. Как показали работы ВНИИМПа, увеличение расстояния транспортировки с 40 до 100 км вызывает у свиней стрессорное состояние, которое проявляется уже после 60 км, что отмечено по увеличению массы надпочечников на 2,82% и снижению содержания в них аскорбиновой кислоты на 12,4%. При доставке скота автотранспортом на небольшие расстояния его можно направить на убой без предварительного отдыха.

При больших нагрузках при транспортировке происходит снижение водосвязывающей способности мяса, которое исчезает после 5 дней выдержки мяса. При чрезмерно больших нагрузках низкая водосвязывающая способность сохраняется при последующем хранении.

Для предупреждения травматизма при перевозках скота скорость движения автомобиля не должна превышать 60 км/ч по дорогам с асфальтобетонным покрытием; 45 км/ч — с булыжным и щебенчатым покрытием и 25 км/ч по грунтовым дорогам.

Основным условием современной транспортировки является конструирование транспортных средств, отвечающих всем требованиям. В настоящее время в связи с широким развитием специализированного автомобилестроения и строительством шоссейных дорог, возрастанием доли автотранспортировок и оснащением мясной промышленности специализированным автотранспортом создаются условия для сохранения качества скота. Практика доставки животных на мясокомбинаты показала, что транспортировка скота автомашинами, особенно при малом и среднем радиусе доставки, имеет ряд преимуществ перед железнодорожным транспортом: увеличение скорости доставки, возможность подъезда машин непосредственно в хозяйство, что ликвидирует лишние перегоны животных к месту погрузки. При загрузке и транспортировке животных специализированным автотранспортом они в меньшей степени подвергаются влиянию стрессов.

Для транспортировки свиней применяются специальные скотовозы, оснащенные гидравлическими подъемниками, автоматическими весами, вентиляцией, рифленым металлическим полом, передвижными перегородками для отделения животных, что предотвращает их сдавливание и скучивание. При конструировании скотовозов важнейшим условием является вентиляция.

При транспортировке животных автомобильным транспортом и по железной дороге важное значение имеют правильная погрузка и размещение животных в кузовах автомобилей и в вагонах и содержание их в пути следования. Транспортировку скота производят в обычных товарных или специализированных вагонах, которые обо-

рудованы кормушками, корытами для воды, полками для запаса кормов. Погрузка животных на автотранспорт должна производиться на специальных эстакадах и мостиках; угол подъема в машину не должен превышать 30 - 35°.

Отрицательное воздействие стрессов на свиней устраняется при транспортировке их в контейнерах; предложено выращивание свиней в контейнерах по 10—12 голов с доставкой животных в контейнере к месту оглушения; при этих условиях животные до момента оглушения находятся в привычных для себя условиях, что исключает стрессовые явления, покусы. После доставки на мясокомбинат контейнеры вместе с животными сгружают на базе предубойного содержания или животных непосредственно из контейнеров без предубойной выдержки перегоняют в бокс для оглушения. Оглушение может производиться также в контейнере. Доставка свиней в контейнерах позволяет сократить число погрузочно-разгрузочных операций и уменьшить транспортные расходы. Транспортировка свиней в контейнерах с использованием механизированных средств погрузки и разгрузки облегчается, в частности, при промышленном откорме животных.

Для снижения стрессов и повреждений туш животных и потерь массы предложен также ряд других мероприятий [120]. В настоящее время осуществляется строительство современных мясокомбинатов в непосредственной близости от сырьевой базы и строительство благоустроенных дорог, что обеспечивает сокращение радиуса и улучшает условия доставки. Рекомендуется во избежание нанесения травм крупный рогатый скот обезрожить в хозяйствах, в каждый вагон или автомашину грузить животных одного вида, пола, возраста и в тех же группах, в которых их выращивали. Недогрузка кузова тоже приводит к стрессу, так как животным трудно сохранять равновесие. Для снижения укусов и повреждений кожного покрова свиней при их транспортировке и подаче на убой на них надевают специальный недоуздок с резиновыми удилами. Для погрузки свиней рекомендуется применять лифты, так как погрузка с применением обычных средств возбуждает животных.

В ряде стран проводились эксперименты по применению при транспортировке транквилизаторов — препаратов успокаивающего действия, предотвращающих транспортные и предубойные стрессы. Однако установлено, что клинические симптомы, являющиеся основой при обнаружении заболеваний животных, изменяются при введении транквилизаторов, что вызывает затруднения в идентификации заболеваний. Кроме того, затруднено определение остаточных количеств препаратов, нет сведений о их безвредности для человека, инъецирование препаратов является трудоемким. Но при длительных транспортировках, возможно, целесообразно применение этих препаратов.

При транспортировке установлена связь между интенсивностью вентиляции и процентом падежа. Частота дыхания и температура тела являются показателем состояния животных. Улучшение качества мяса достигается при привязывании крупного рогатого скота. Расход гликогена в мышцах при этом сокращается на 8—41% [136].

В настоящее время стала настоятельной необходимость развития и укрепления прямых связей предприятий промышленности с колхозами и совхозами, приемка животных непосредственно в хозяйствах. Это позволит значительно ускорить продвижение продукции от места производства к местам переработки и лучше сохранить качество продукции, более равномерно снабжать предприятия сырьем.

УСЛОВИЯ ПРЕДУБОЙНОЙ ВЫДЕРЖКИ ЖИВОТНЫХ

Цель предубойного содержания — отдых, подготовка к убою, восстановление физиологического состояния животных и обеспечение ритмичной работы цеха убоя скота. Необходимость в предубойной выдержке вызывается тем, что утомление во время транспортировки подавляет защитные функции организма животного, вследствие чего микроорганизмы проникают через стенки кишечника в кровяное русло и распространяются в различные органы и ткани. Качество и сохраняемость мяса утомленных животных ниже, чем мяса, полученного от отдохнувших животных.

Современный взгляд на предубойное содержание скота охватывает комплекс вопросов, начиная от целенаправленного откорма и условий транспортировки до специальной обработки животных с целью повышения то-

варных, технологических свойств и пищевой ценности мяса.

Подготовка животных к убою является одним из приемов сохранения качества сырья, но этот процесс в настоящее время не отвечает задачам промышленного производства мяса. Система предубойного содержания, являющегося первым звеном технологического процесса переработки, должна быть направлена на комплекс мероприятий, способствующих сохранению качества мяса. Важное значение сохранения качества сырья мясной промышленности и снижения его потерь на всех этапах переработки обусловлено тем, что в себестоимости готовых продуктов сырье составляет свыше 93%.

Совершенствование технологии подготовки животных к убою необходимо в связи с возможностью снижения качества мяса в период, когда животные попадают из сферы сельского хозяйства в сферу промышленного производства мяса. Разработка и внедрение в практику научно обоснованных режимов предубойного содержания позволят успешно решить задачу получения мяса высокого качества.

В последнее время все больше внимания уделяется проблеме стресса животных перед убоем, а не только во время транспортировки. Эта проблема связана с сохранением и повышением качества мяса.

Впервые понятие «Dark cutting meat», т. е. мяса темного, матового, липкого, крошливого, было введено Кидуэллом. Такое мясо зачастую получали от животных, подвергнутых предубойным стрессам. При транспортировке, приемке и предубойной выдержке стрессовые факторы обусловлены значительными физическими усилиями, психическими нагрузками при неправильном обращении с животными, изменениями кормовых рационов, предубойной выдержкой дольше установленного срока, неблагоприятными изменениями температуры, влажности воздуха. Причинами стрессового состояния могут быть также биркование животных, измерение температуры, содержание без водопоя, перегоны животных, применение недопустимых средств подгона, в том числе электрических погонялок с напряжением, не отрегулированным для данного вида животных.

Необходимость совершенствования подготовки животных к убою и самого убоя обусловлена тем, что стрессовые воздействия, которым подвергаются животные, приводят к нарушению направленности биохимических процессов, в результате чего снижается качество мяса. Животные, подвергаемые убою, в стрессовом состоянии дают мясо с нарушением хода гликолиза, более быстрым снижением величины pH, что ускоряет в неохлажденных мышцах денатурационные изменения в белках, способствующие ухудшению качества мяса, в частности снижению водосвязывающей способности.

Предполагается, что изменение цвета мускулатуры при стрессе обусловлено большой скоростью гликогенолиза при относительно высокой температуре. В тушах свиней в течение 30—60 мин после убоя температура в мышцах поддерживается от 42 до 45° С при пониженной величине pH, а это приводит к химическим изменениям миоглобина. По данным Брискей, именно скорость, а не степень уменьшения величины pH обусловливает снижение качества свинины [147]. Установлено [174], что различные свойства мышц говядины обусловлены скоростью снижения величины pH.

В развитии стресса основное значение отводится функциональному состоянию и сдвигам активности гипофиза и надпочечников, продуцирующих адаптивные гормоны. При стрессе усиливается выделение адреналина, физиологическая роль которого проявляется в регулировании процессов обмена, в частности углеводного. При нарушении (под влиянием предубойных факторов) цепи гипофиз — надпочечники изменяется гистогематический барьер организма, регулирующий переход веществ из крови в межтканевое пространство. Это влияет на показатели качества мяса в послеубойный период, особенно в тех случаях, когда продолжительность времени между стрессом и убоем незначительна.

Стрессовые явления приводят к усиленному выбросу в кровь гормонов, в частности гормонов коры надпочечников, которые координируют работу желез внутренней секреции, участвуют в биохимических изменениях белковых веществ, жиров и углеводов. Экспериментально доказана [144] зависимость между функционированием коры надпочечников и качеством мяса. Посредством прижизненного введения адреналина было получено темное, липкое мясо. Прижизненным введением адреналина и хлористого кальция был значительно ускорен процесс

гликолиза. Под влиянием стресса высвобождается мышечный гликоген, являющийся резервным материалом. Если в момент убоя в мышечной ткани отсутствует гликоген, то затормаживается развитие гликолиза и сохраняется высокий pH мяса. Установлена связь между pH мышечной ткани и функционированием митохондрий. В ткани с высоким pH митохондрии потребляют значительное количество кислорода, что увеличивает активность энзима митохондрий, приводит к концентрированию миоглобина в ткани, лишенной кислорода, и обусловливает темный цвет мяса.

Способности животного к адаптации зависят от его физиологического состояния, качества и количества стрессов. Изменение кормового рациона и голодание, кроме снижения массы животного, не вызывают явно выраженных неблагоприятных изменений качества мяса. Однако сочетание голодания и физического утомления приводит к образованию темного, липкого мяса [162]. Это подтверждается зависимостью между содержанием молочной кислоты и окраской мяса. При стрессовом состоянии животного под действием адреналина расширяются кровеносные сосуды в мышцах. При этом в капиллярах и мелких кровеносных сосудах остается значительная часть крови, что снижает товарный вид мяса [120]. Мясо животных в состоянии стресса отличается повышенной микробиальной обсемененностью, которая исчезает после 24—48-часового отдыха животных.

Снижение или исключение стрессовых воздействий на животных предотвращает ухудшение окраски и консистенции мяса. Скот, доставленный на мясокомбинат, подлежит обязательному ветеринарному осмотру на площадках доставки или при выгрузке из вагонов. При приемке скот должен быть нормально накормлен и напоен. Правильное размещение животных на скотобазе обеспечивает снижение потерь массы животных.

При термометрии скота необходимо учитывать, что колебания температуры у животных зависят не только от состояния здоровья, но и от возраста, пола, породы, наружной температуры, нервного возбуждения. Повышение температуры животного может вызвать мышечная работа. Поэтому у животных температуру измеряют через 1 ч после доставки. Животных с повышенной температурой тщательно обследуют.

Определение упитанности животных и новая система сдачи-приемки. Степень упитанности животных характеризуется жировыми отложениями на определенных участках и развитием мускулатуры. В промышленной практике упитанность определяется товароведом мясокомбината. Разработаны различные методы и приборы для определения упитанности животных. В частности, для определения упитанности свиней предложены ультразвуковые приборы, принцип действия которых основан на том, что ультразвуковой импульс, проходя через слой жировой ткани, отражается от слоев мышечной ткани. Зная время и скорость прохождения ультразвука, можно определить пройденный им путь, т. е. толщину слоя жировой ткани. В Австралии создан ультразвуковой прибор, позволяющий определять толщину отдельных мышц в туше животного в прижизненном состоянии и после убоя. Это облегчает определение мясных качеств туш убойных животных. В СССР создан ультразвуковой прибор для определения упитанности, но испытания его показали, что для создания плотного контакта между щупом прибора и поверхностью туши необходимо удаление волосяного покрова, что значительно затрудняет проведение измерений.

Проблема определения упитанности решена в связи с предложенной ВНИИМПом системой сдачи-приемки скота по массе и качеству мяса. Существовавшая ранее система сдачи-приемки скота по живой массе не учитывала ценности скота как сырья мясной промышленности. При сдаче животных по массе и качеству мяса скот доставляют на мясокомбинаты ритмично специализированным автотранспортом непосредственно от поставщиков строго по графику, исходя из суточной мощности мясокомбината. Важным условием введения новой системы является сохранение принадлежности поставщику каждого животного на всем пути от приемки скота до взвешивания туш. Эффективным способом сохранения животных за определенным поставщиком является размещение партиями, предубойное содержание и убой скота одного поставщика. Это обеспечивает создание лучших условий предубойного содержания и получение более высокого качества мяса. При сдаче скота по массе и качеству мяса сдатчик заинтересован в повышенной массе туши и поэтому более тщательно организует до-

ставку скота, предохраняя животных от побитостей. В результате улучшается товарный вид туш и исключаются потери за счет срезок с туши травмированных участков. Новая система сдачи-приемки способствует развитию прямых связей промышленности с хозяйствами.

Условия содержания животных. На возможность загрязнения продукции в цехах первичной переработки влияет подготовка животных к убою. Цель предубойной выдержки скота — частичное освобождение желудочно-кишечного тракта от содержимого, способствующее улучшению съемки шкур и облегчению нутровки. Режим предубойной выдержки влияет на качество мяса. При выборе технологических режимов предубойного содержания необходимо учитывать характер обменных процессов. Наличие процессов распада, происходящих в организме животных при предубойной выдержке, в результате более интенсивного окислительного метаболизма подтверждено изменением в углеводном, минеральном и белковом составе мышечной ткани [136].

При переработке перекормленного скота или без предубойной выдержки затруднена нутровка туш, имеют место порезы и разрывы желудочно-кишечного тракта, вследствие чего туши загрязняются содержимым. В случае передержки крупного и мелкого рогатого скота более суток и свиней более 12 ч в цехе предубойного содержания производят кормление. При этом непродуктивно расходуется большое количество кормов, так как в этих условиях не могут быть получены истинные привесы у животных и увеличение массы туши.

В области совершенствования подготовки животных к убою определенная работа проведена в ГДР. Прекращают кормление животных за 6 ч до транспортировки, выгон животных из стоел за 2—3 ч до выгрузки и обработки животных в душевой установке. Разработан проект механизированной скотобазы.

Для сохранения нормального физиологического состояния и массы туш важное значение имеет поение животных. Водопой прекращают за 2—3 ч до убоя; поение животных непосредственно перед убоем вызывает эстерацию легких капьгой и загрязнение мяса и субпродуктов содержимым желудка. Нарушение водного режима организма в течение суток перед убоем сопровождается изменением водно-солевого состава мышечной ткани.

Исследованиями И. Врхлабского[22] установлена важность регулярного поения свиней во время длительной транспортировки и предубойного содержания. Потери массы тканей после выдержки без кормления и поения достигают 0,8; 1,5; 2,4 и 3,2% соответственно через 24, 48, 72 и 96 ч.

Предубойная выдержка крупного рогатого скота не должна сопровождаться снижением массы, так как жвачные животные сохраняют запасы пищи в желудочно-кишечном тракте. Во время предубойной выдержки свиней снижается содержание влаги в мышечной ткани. Это происходит и при водопое животных во время предубойной выдержки.

Водосвязывающая способность белков зависит, в частности, от содержания минеральных солей; потребление воды приводит к снижению содержания солей и увеличению потерь влаги. Для улучшения гидратации и качества мяса крупного рогатого скота рекомендуется в течение суток перед убоем спаивать животным 1,5%-ный раствор NaCl. При повышенном содержании гликогена в мышечной ткани значительно увеличивается количество натрия в ней. При этом улучшается качество мяса, возрастает его водосвязывающая способность, но снижается интенсивность окраски.

Продолжительность предубойной выдержки должна быть определена с учетом требований производства к качеству сырья. Существующая технологическая инструкция предусматривает сроки предубойной выдержки скота на мясокомбинатах с обязательным водопоем: для крупного и мелкого рогатого скота —24 ч, для свиней — 12 ч.

Исследованиями ВНИИМПа (Ю. В. Татулов) установлено положительное влияние на физиологическое состояние организма животных предубойной выдержки в течение 7—12 ч после транспортировки на расстояние 100 км. При этом изучали изменение массы надпочечников и содержания в них аскорбиновой кислоты. При 24-часовой выдержке наблюдается снижение массы надпочечников, что указывает на наступление стадии истощения. Таким образом, применяемая в настоящее время продолжительность предубойной выдержки недостаточно обоснована. При коротких расстояниях транспортировки (до 50 км) предубойная выдержка приводит не только к

снижению массы животных и выхода мяса, но и к потерям массы печени, легких и жира. Одновременно снижается уровень гликогена в тканях. В связи с этим с целью сохранения количества и качества мяса возникает необходимость пересмотра сроков предубойной выдержки животных. Проведенные экспериментальные работы показывают на целесообразность сокращения или полного исключения предубойной выдержки животных. Предлагаются следующие сроки предубойной выдержки (или исключение ее) при транспортировке: крупного рогатого скота на расстояние до 50 км—без предубойной выдержки или 1—2 ч - - время, необходимое на приемку, подгон и нахождение в бухте; до 50—200 км —3—9 ч; свиней на расстояние до 40 км - - без предубойной выдержки; до 40- 100 км — 4 ч; мелкого рогатого скота на расстояние до 100 км — без предубойной выдержки (практически 1—2 ч); до 100 250 км — 6 ч.

В зарубежной практике применяется дифференцированная технология предубойного содержания, которая имеет ряд преимуществ; ее продолжительность зависит от расстояния, вида транспорта и времени транспортировки. Выдержку животных без подачи кормов перед убоем производят в течение нескольких часов (3—5), а в ряде стран животных направляют на переработку без предварительной выдержки [178].

Рядом исследований установлено [123], что при нормальных условиях и непродолжительной транспортировке, в частности автомобильным транспортом, нет необходимости в предубойной выдержке животных. В настоящее время, особенно в Прибалтике, применяется убой животных без предубойной выдержки, так как приемка по массе и качеству мяса позволяет строго соблюдать график поставки животных на мясокомбинат. В этом случае выдержка начинается в хозяйстве. Кормление проводится только при скоплении скота на базе, когда невозможно переработать всех принятых животных в предусмотренные сроки.

Практика зарубежных предприятий показывает отсутствие разницы в количестве и качестве мяса от животных с предубойной выдержкой и без нее. Однако имеется мнение, что при значительных радиусах доставки (более 50—100 км) у животных, направленных на убой без выдержки, возможно обсеменение туши патогенной

микрофлорой за счет проникновения ее из желудочно-кишечного тракта. При небольших расстояниях транспортировки не обнаружено ухудшения санитарного состояния мяса, полученного от свиней без предубойной выдержки.

Неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия в цехах предубойного содержания и на скотобазах приводят к утомлению скота, потерям массы мяса и ухудшению его качества. Загрязненная шкура является главным источником обсеменения мяса во время съемки шкуры. Отсутствие мойки животных перед убоем приводит к значительному увеличению обсемененности воздуха цеха убоя скота и разделки туш (в 2—3 раза) и заражению поверхности туш. Крупный рогатый скот зачастую сдается на мясокомбинаты в загрязненном виде. Наличие навала приводит к попаданию загрязнений и микроорганизмов на тушу и внутреннюю поверхность шкуры; загрязняются руки, одежда рабочих, инструмент, которые становятся источником дальнейшего распространения микроорганизмов на все продукты, получаемые при переработке скота.

По действующим правилам скот должен поступать на убой в чистом виде. При поступлении загрязненных животных на мясокомбинате должна производиться очистка их в душевых установках. Предложены также очистка механическими щетками и моечный агрегат, состоящий из увлажнителя и системы щеток-ершей на вертикальных и горизонтальных осях. Для получения чистой шкуры свиней, подаваемых на убой, моют не менее 10 мин в специально оборудованном душе. На ряде мясокомбинатов свиней не моют, вследствие чего туша и жир на шкуре загрязняются, что делает невозможным использование на пищевые цели жира, снятого со шкуры на мездрильных машинах.

Установлено, что перевод животных перед убоем в холодное помещение способствовал улучшению качества мяса. При этом важное значение имеет не только температура, но и относительная влажность воздуха. Предполагается, что это обусловлено более интенсивным обменом веществ в этих условиях.

Перегоны животных, и в частности подгон к месту убоя, вызывают травмы их, что может привести к стрессорному состоянию и снижению качества мяса. При на-

рушении условий подгона свиней к убою имеет место падеж. Практика показала, что наиболее сильный стресс у животных возникает на участке подгона их от места выдержки к месту оглушения. В связи с этим при проектировании и строительстве новых предприятий, а также создании устройств для оглушения необходимо в максимальной степени сократить расстояние от баз предубойной выдержки до места переработки животных. Оправданной следует признать механизированную подачу животных к месту убоя с помощью конвейеров. В ряде стран (Дания, США, ЧССР) доставка свиней на убой механизирована и осуществляется специальными транспортными устройствами.

При приемке, размещении в загонах, перегонах из одного загона в другой, подаче на переработку с целью избежания травмирования разрешается пользоваться только хлопушками или электроногонялками. Для улучшения условий подгона животных к месту убоя разработано электронное устройство [39]. Электронное устройство ЭПУ-4 с зарядным устройством ЗУ-4 для подгона животных отвечает требованиям, предъявляемым к устройствам подобного типа. Оно обеспечивает снижение количества кровоподтеков и улучшение товарного вида туш.

МЕТОДЫ ОГЛУШЕНИЯ

Работники мясной промышленности практически не могут воздействовать на прижизненные факторы, определяющие качество мяса, но играют решающую роль в формировании его качества во время убоя и сохранения после убоя животного. Качество мяса зависит от технологии переработки скота. Одним из наиболее важных процессов технологии является оглушение животных перед заколом. Оглушение влияет на степень обескровливания, которая в свою очередь влияет на качество мяса. Зачастую же процесс оглушения рассматривают только с технической стороны, т. е. с точки зрения облегчения последующих операций и создания безопасных условий для работающих.

В настоящее время отсутствует единое мнение о преимуществах того или иного способа анестезии, особенно при электрооглушении животных. Между тем решение этого вопроса имеет большое значение, в частности для направленного влияния на повышение качества мяса. Изучение стрессовых факторов, влияющих на качество мяса при анестезии убойных животных, в зависимости от параметров и методов оглушения является весьма важной задачей.

В настоящее время одним из эффективных методов обездвиживания животных является электрооглушение, так как при правильном его проведении сердце продолжает работать, в результате чего достигается достаточно полное извлечение крови при одновременном отсутствии существенных влияний на качество мяса.

Электрический ток поражает центры головного мозга и соответствующие участки спинного мозга, регулирующие кровяное давление, и особенно тормозящие центры. Вследствие этого снижается подача крови сердцем. Сердце не может принять всю поступающую кровь, в результате в два раза повышается давление в венозной и артериальной части системы кровообращения по сравнению с нормальным. В артериях кровяное давление повышается также вследствие увеличения сопротивления току крови, вызванного сокращением мышц.

Процесс электрооглушения может быть разделен на три фазы. На первой вследствие раздражения мозга наступают тонические судороги мышц, тормозящие кровообращение в капиллярах. Наступает периодическое торможение сердечной деятельности и удвоение величины кровяного давления в венозном кровообращении. Поэтому возрастает и артериальное давление. На второй фазе после прекращения воздействия тока мускулатура несколько секунд расслабляется, затем 30—40 с длятся клинические судороги. Третья стадия характеризуется общим параличом. После этого животное медленно возвращается в обычное состояние.

Практика применения электрооглушения показала отрицательное его влияние на качество туш, а частности установлено наличие точечных кровоизлияний в туше, в легких, повышение жесткости мяса и снижение его стойкости при хранении. Точечные кровоизлияния могут быть во всех мышцах, но наиболее часто обнаруживаются в бедренной и лопаточной части. Работами, проведенными в Дании, установлено, что при электрооглушении 6—9% свиней имеют точечные кровоизлияния. Появление кровоизлияний возможно вследствие значительного по-

вышения кровяного давления и разрыва кровеносных сосудов; особенно оно наблюдается при физиологическом предрасположении к нему животного. Предполагается, что причиной точечных кровоизлияний является также повышенная вязкость и свертываемость крови. При электрооглушении резко возрастает количество туш с легочными кровоизлияниями, что также обусловлено высоким кровяным давлением в мельчайших легочных капиллярах при оглушении.

Имеются данные, что при оглушении электрическим током вследствие возбуждения освобождается больше протромбина, что вызывает более интенсивное свертывание крови, менее полное обескровливание и ухудшение внешнего вида туш.

Время прохождения тока через организм, необходимое для достижения наркоза, зависит от индивидуальных особенностей животного и обычно составляет 5—10 с. Практически очень трудно добиться точной дозировки электрического тока, особенно если учесть индивидуальную чувствительность каждого животного, наличие волосяного покрова, щетины, грязи, затрудняющее проникновение тока к местам установки электродов.

Воздействие электрического тока на живой организм может вызвать фибрилляцию сердца, что является причиной смерти. Установлена минимальная сила тока, при которой не наблюдается смертельный исход:

$$J \leqslant 30 + 3{,}76G,$$

где G — масса животного, кг; J — сила тока, мА.

Учитывая, что сила тока обратно пропорциональна внутреннему сопротивлению тканей животных, а этот показатель не всегда коррелирует с массой убойных животных, имеют место случаи мгновенной смерти при оглушении.

Появление судорог (оцепенение) туш при оглушении затрудняет выполнение последующих технологических операций съемки шкуры и удаления щетины, что снижает качество обработки туш и сортность шкур за счет порезов их при забеловке и механической съемке. После оглушения мышцы животного должны быть в расслабленном состоянии. Животное не должно испытывать боли и производить конвульсивных движений. Это важно прежде всего для качества мяса.

Возможна разработка такого метода и устройства для оглушения током высокой частоты, которое сделает оглушение безболезненным для животных. Необходимо тщательно контролировать режимы электрооглушения для предотвращения умерщвления животных или же неполного оглушения. При соответствующем режиме оглушения отсутствуют спазмы и судороги, следствием которых могут быть внутренние кровоизлияния, ушибы и переломы костей. Параметрами, которые необходимо учитывать при электрооглушении, являются напряжение, сила тока, частота, модуляция и продолжительность воздействия тока в зависимости от вида, массы и возраста животных. При оглушении крупного рогатого скота сила электрического тока, проходящего в области сердца, не должна превышать 0,02 А, при силе тока 0,1 А наступает смерть.

Сокращение продолжительности оглушения животных за счет повышения напряжения до 180 В способствует повышению скорости и степени обескровливания туш и снижению pH мяса, что благоприятно сказывается при длительном хранении мяса [154]. В результате сравнительных исследований установлено, что при повышении напряжения со 190 до 300 В качество мяса выше, а эффект оглушения наступает через 1½ с вместо 5 с. Доказано, что качество мяса повышается при сокращении времени оглушения током напряжением 300 В.

Электронаркоз может быть достигнут воздействием тока разнообразного характера. Определяющей при оглушении является сила тока, а не напряжение. Для эффективного оглушения необходимы соответствующая сила тока и время его воздействия. Сила тока, проходящего через организм животного, определяется при постоянном напряжении величиной омического сопротивления животного, которое значительно колеблется у различных животных. Омическое сопротивление значительно снижается, если животное находится в отдохнувшем состоянии. Сопротивление организма животного может варьировать от 100 до 2000 Ω при постоянном напряжении; сила тока при этом может измениться. Наряду с этим определенный эффект достигают изменением частоты тока и формы сигнала. При изучении действия импульсного тока с различной формой импульса выявлено, что наиболее эффективной формой является прямоуголь-

ная или трапецневидная форма импульсного тока, а не синусоидальная. По данным венгерских ученых [121], использование электрического тока повышенной частоты, прямоугольной формы и техники коротких интервалов не сопровождается кровоизлияниями в мышцы и внутренние органы. Снижение количества кровоизлияний установлено при использовании электрического тока с трапецневидной формой импульса. Таким образом, форма импульса и образование емкостных токов влияют на точечные кровоизлияния. Состояние животных, оглушенных током с прямоугольным сигналом и повышенной частотой, было удовлетворительным. После стадии конвульсии, продолжающейся 2—3 с, наступает расслабление (через 3—5 с) мышц. В таком состоянии они находятся и после обескровливания. Исследования по применению импульсных токов для оглушения проведены также ВНИИМПом; предложены режимы и устройства для оглушения.

Установлено [121], что способ подвода электрического тока к туше животных влияет на гистологическую структуру мышц и, следовательно, на качество мяса. Мышечные волокна животных, оглушенных электрическим током через голову, длительное время (24 ч) находятся в расслабленном состоянии, и мясо остается более нежным, чем мясо животных, оглушенных током через конечности. Анестезия свиней производится несколькими способами: электрооглушение при одновременном обескровливании полым ножом; электрооглушение с пропусканием тока через конечности; анестезия током повышенной частоты (230—260 В, частота 2400—2600 Гц, время 8—12 с).

П. Г. Ван-дер-Валем изучено влияние различных методов электрооглушения на некоторые показатели качества мяса свиней. Для выявления оптимального режима оглушения были использованы три режима: 75 В, 20 с; 190 В, 5 с; 300 В, 1½ с. При использовании напряжения 190 В качество мяса было довольно хорошим, но этот метод сопровождался интенсивным мускульным сокращением. Автор считает, что оглушение свиней электрическим током напряжением 300 В имеет больше преимуществ.

Переменный ток различной частоты дает различную эффективность оглушения свиней. Нежелательные явления особенно проявляются при применении электрического тока частотой до 200 Гц: сильная контрактура мышц, разрывы тканей, кровоизлияния и повышенный pH мяса. При частоте 600 Гц снижаются отрицательные эффекты оглушения, но на шпике сохраняются точечные кровоизлияния и повышается pH мяса до 6,3. Оптимальной частотой оказались 2400—2600 Гц, и в этом случае pH свинины не превышал 5,9—6,1. При оглушении током напряжением 95—110 В и частотой 50 Гц обнаруживали наличие кровоизлияний в 60—80% туш вокруг плечевого сустава. Не установлено зависимости количества кровоизлияний от состояния животного перед убоем.

Применение тока частотой 1300 Гц приводило к значительному снижению кровоизлияний, т. е. до 20% от общего числа туш при воздействии электрического тока в течение 9 с и 10% при воздействии в течение 3 с. Не установлено влияния параметров и продолжительности действия электрического тока на цвет, водосвязывающую способность и pH мяса. При оглушении током повышенной частоты воздействие тока на животное в течение 8—12 с обеспечивает полное анестезирование. Более длительное воздействие (1—2 мин) значительно ухудшает качество свинины: появляются точечные кровоизлияния и повышается pH мяса.

Установлено [184], что при оглушении током повышенной частоты качество мяса выше, чем при газовой анестезии. При сравнительной оценке влияния электрического тока различной частоты на физиологическое состояние свиней и некоторые показатели качества установлено, что у животных, оглушенных электрическим током частотой 50 Гц и обескровленных без предварительного оглушения, увеличено число сердечных сокращений (соответственно 107 и 137,3 сокращений в минуту). При оглушении током повышенной частоты (2400 Гц) этот показатель находится в пределах физиологической нормы (78,6 сокращений в минуту). При оглушении переменным током повышенной частоты (2400—2600 Гц), напряжением 200—250 В и силой 1,2—1,5 А в течение 5—10 с через расположенные битемпорально контакты достигаются лучшие результаты по анестезированию свиней. Электронаркоз у свиней сохраняется в течение 3—5 мин. При оглушении токами повышенной частоты исключаются переломы позвоночника и трубчатых костей, внутри-

мышечные кровоизлияния и разрывы мышц, снижается количество травматических повреждений, значительно сокращается количество точечных кровоизлияний в мышцах, в шпике и паренхиматозных органах, происходит хорошее обескровливание туш.

При разработке метода оглушения током повышенной частоты установлено, что сокращение и расслабление скелетных и сердечной мышц, а также стенок кровеносных сосудов наступает в разное время, в результате чего количество крови в кровеносных сосудах и капиллярах меняется. При этом часть крови в виде плазмы может переходить в ткани животного, что способствует увеличению массы туши и изменению ее качества. Оглушение крупного рогатого скота током повышенной частоты (по сравнению с механическим оглушением) способствует увеличению скорости обескровливания и выхода мяса [53]. Обескровливание туш улучшается, а внутренних органов ухудшается, что указывает на то, что ток повышенной частоты не приводит к раздражению животных во время оглушения.

Оглушение животных током повышенной частоты прямоугольной формы обеспечивает качественное оглушение, при котором стадия конвульсий заканчивается через 2—3 с после снятия электродов и наступает расслабленное состояние мышц, которое сохраняется и после закола до наступления посмертного окоченения. В Англии используют электрический ток высокой частоты напряжением 60—80 В, подводимый с помощью электрощипцов, накладываемых на обе стороны шеи животного. Концы щипцов смачивают 20%-ным раствором NaCl. Длительность оглушения 5- -10 с.

Имеются данные, что количество кровоизлияний снижается при максимальном сокращении промежутка времени от оглушения до вскрытия кровеносных сосудов. Исходя из этого, разработан способ, в соответствии с которым обескровливание производят спустя 5 с после оглушения.

Недостатком электрооглушения является также то, что при наличии плохих контактов оглушение может быть неполным и возможно появление мышечных сокращений эпилептического характера, вызывающих кровоизлияния. При неполном оглушении затруднен закол свиней.

При умерщвлении во время оглушения истечение крови из кровеносных сосудов животного при обескровливании происходит без участия толчков сердца и стенок кровеносных сосудов, так как деятельность их безвозвратно прекращается. Вследствие неполного оглушения и резких движений свиней на конвейере обескровливания часто туши срываются с путовой цепи и падают на пол или в желоб для сбора крови. Это приводит к снижению качества мяса и загрязнению поверхности туш.

Во время электрооглушения из-за сильных сокращений мышц в ряде случаев, в частности при оглушении молодняка крупного рогатого скота, возникают переломы позвоночника, трубчатых костей и разрывы кровеносных сосудов и мышечных волокон с последующим внутритканевым кровоизлиянием. Особенно часто это имеет место у животных жомового откорма. Переломы обусловлены низким содержанием минеральных солей в кормовом рационе. Такие туши ввиду ухудшения товарного вида направляют на промышленную переработку. Применение механического оглушения при переработке такого скота значительно сокращает количество переломов, но этот метод трудоемок и не обеспечивает надежного оглушения.

В настоящее время значительное число поголовья убойных животных поступает из промышленных комплексов. При электрооглушении таких животных имеют место случаи перераздражения их, в результате чего наступает мгновенное окоченение (оцепенение), которое способствует снижению качества мяса и ухудшению обработки туш.

При изучении влияния электрооглушения на стойкость мяса при хранении установлено, что микробиальная обсемененность оглушенных и неоглушенных туш примерно одинаковая. Однако в конце посола окороков выявлено повышение количества микроорганизмов в тушах с электрооглушением, что указывает на пониженную стойкость их при хранении, обусловленную, по-видимому, наличием точечных кровоизлияний. Обнаружена разница в pH мяса животных, переработанных с оглушением и без оглушения. Установлено, что электрооглушение вызывает некоторое повышение pH, что может неблагоприятно влиять на сохранность продуктов из мяса таких животных. Исследование влияния pH мяса,

определяемого через 24 ч после убоя, на сохранность (т. е. время до достижения численности бактерий 10^7) мяса показало, что при pH 5,6 она вдвое больше, чем при pH 6,0. Разницы в сохранности туш с pH 6,0 и 6,3 не установлено. Величина pH мяса животных после электрооглушения больше на 0,11 (табл. 29).

Таблица 29

Свинина	Способ оглушения	Средняя масса печени, кг	Средний pH	Средний логарифм количества микроорганизмов на 1 см² полутуши
От животных, предварительно выдержанных перед убоем	Электрический ток	1,35	5,8	5,37
	Без электрического тока	1,46	5,75	4,86
От животных без предварительной выдержки	Электрический ток	1,48	5,66	4,6
	Без электрического тока	1,61	5,57	3,99

Состояние свиней во время убоя существенно влияет на качество мяса. Утомленное животное даст мясо с более высоким pH и низкой сопротивляемостью к размножению бактерий. Влияние электрооглушения на pH мяса зависит от состояния животного. Одну группу животных содержали без корма в загонах 12 ч перед убоем, а вторую аналогичную направляли на убой сразу после доставки. В обеих группах часть животных оглушали электрическим током. В последнем случае снижается масса печени (табл. 29), что свидетельствует о расходовании резервов гликогена, мясо получается с более высоким pH, менее устойчивое при хранении. Влияние оглушения менее выражено, чем влияние голодания.

Группа свиней без предварительной выдержки после электрооглушения имела более низкий pH и меньшее бактериальное обсеменение, чем неоглушенная группа свиней с предварительной выдержкой. Предполагается, что причиной более высокого pH мяса являются более выраженные судороги у животных при электрооглушении. Хранение туш свиней в течение 4 дней при температуре 7—10° С показало более интенсивный рост обсемененности туш после электрооглушения.

Исследования влияния CO_2 на нервную систему недостаточны, но имеются данные, что изолированный нерв в сердце с высоким давлением CO_2 значительно менее раздражим. Углекислота 30%-ной концентрации отчасти блокирует связи между нервными клетками, что затрудняет переход импульса из одной клетки в другую. В отличие от других методов оглушения действие CO_2 на живой организм вызывает постоянно одни и те же симптомы.

Оглушение смесью CO_2 (65%) и атмосферного воздуха (35%), применяемое в зарубежных странах, обеспечивает улучшение качества мяса. Смесь подают на конвейер оглушения животных; через 1—2 мин свиньи засыпают, достигается глубокое оглушение. Оглушение углекислым газом устраняет мышечные и легочные кровоизлияния, а также облегчает шпарку и удаление щетины со свиных туш. При использовании CO_2 для оглушения свиней достигается высокая степень обескровливания туш. Выход крови при газовой анестезии на 0,4% выше по сравнению с электрооглушением.

Концентрация CO_2 влияет не только на интенсивность отдельных фаз оглушения свиней, но и на степень достигнутого оглушения. Газовая анестезия обеспечивает качественную переработку туш свиней, что достигается за счет расслабленного состояния мышц животных в оглушенном состоянии и интенсивного дыхания во время обескровливания. Однако этот метод несколько дороже, чем электрооглушение. Углекислый газ является эффективным средством для оглушения свиней, но требуется надежное автоматическое поддержание оптимальной его концентрации. При понижении концентрации CO_2 происходит недооглушение, а при повышении мышцы становятся жесткими и плохо обескровленными, а pH мяса повышается. Увеличение концентрации CO_2 вызывает резкие рефлекторные движения конечностей, оценение туш и переломы костей. При газовой анестезии количество гликогена выше, чем при электрооглушении, и pH мяса через 24 ч после убоя ниже (рис. 5), что указывает на благоприятное влияние этого метода на ход физико-химических процессов [122].

Применение для обездвиживания пистолетов различных конструкций, стилетов, молота приводит к плохому обескровливанию и получению туш, нестойких при

хранении. За рубежом для оглушения используются стреляющие пистолеты специального типа, не повреждающие головного мозга. На Киевском мясокомбинате разработан способ пневматического оглушения и конструкция пневмомолота для оглушения животных с вращающимся боксом. Однако при этом затрудняется регулировка силы удара в зависимости от возраста и массы животных.

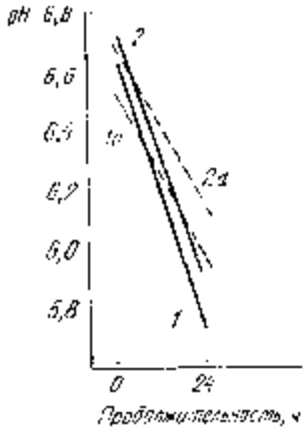


Рис. 5. Зависимость pH мышечной ткани свиней, оглушенных в атмосфере 70% CO_2 + + 30% воздуха, и контрольных животных:

1 — M. gracilis экспериментальных животных; *1а* — M. gracilis контрольных животных; *2* — M. pectoralis экспериментальных животных; *2а* — M. pectoralis контрольных животных

Предложен метод оглушения, основанный на облучении мозга энергией магнитных волн, которые при воздействии на мозг способны мгновенно повысить его температуру на 10° С, что приводит к частичной денатурации белка. Это является недостатком данного способа, так как снижает качество мозга. С другой стороны, этот метод может обеспечить механизацию процесса оглушения.

Предубойное обездвиживание миорелаксантами деполяризующего действия (дитилин, бродитилин и их смесь) задерживает наступление окоченения в 2 раза по сравнению с электрооглушением. Этот способ может быть использован для целенаправленной переработки мяса.

Автолитические превращения в 24 ч после убоя зависят от способа оглушения. Наибольшее количество гликогена в первые 30 мин после обескровливания сохраняется в мышечной ткани животных, обездвиженных дитилином, наименьшее — электрическим током. При автолизе гликоген наиболее интенсивно расщепляется в мясе животных, оглушенных электрическим током. В мясе животных, оглушенных дитилином, послеубойное окоченение менее выражено, наступает позднее, и

мясо в начале автолиза сохраняется в состоянии, близком к парному, что важно для ряда технологических процессов. Миорелаксанты снимают возбуждение животных, при этом отсутствуют травматические повреждения и кровоизлияния туш, увеличивается выход крови. Однако этот способ не нашел применения в практике мясной промышленности из-за длительности времени до наступления обездвиживания после введения препарата.

На предприятиях Эстонии применяют для оглушения крупного рогатого скота газовый пистолет. Полное оглушение достигается в течение 5—6 мин, и за это время выполняют операции наложения путовых цепей, подъема животного на путь обескровливания и вскрытия кровеносных сосудов.

На некоторых предприятиях анестезия свиней автоматизирована с помощью панелей, на которых крепятся электроды, или при помощи свободно висящих электродов. При этом нарушается основное условие, при котором предполагается действие электрического тока на мозг животного. Получая первый электрический удар, животное ложится на бок, и через электроды действие электрического тока распространяется на все тело животного. При таком способе анестезии имеет место большое количество кровоизлияний.

В зависимости от физиологического состояния животного изменяется внутреннее сопротивление его тканей. Предложен [8] аппарат для автоматизации дозировки напряжения с учетом внутреннего сопротивления животного. Применяется импульсный ток — 200 периодов в секунду с минимальным выходным напряжением 300 В и регулируемый ток 0,1—1 А. Продолжительность оглушения 1 ½ с. При таком способе оглушения исключаются точечные кровоизлияния на поверхности туш и внутренних органов.

Для обеспечения оптимального режима оглушения, исключающего неполное оглушение или летальный исход, разработан способ и устройство [10], основанные на непрерывном измерении внутреннего сопротивления животного и в зависимости от него установлении напряжения, обеспечивающего протекание через тело животного тока, необходимого для его обездвиживания.

При подъеме оглушенных животных, при неправиль-

ном наложения путовой цепи или работе рывками возможно (особенно у свиней) кровоизлияние в области сочленений берцовых костей с бедренной и тазовой с бедренной костью, что в процессе охлаждения и последующего хранения вызывает порчу мяса.

С целью совершенствования обездвиживания убойных животных создаются фиксирующие устройства для фиксации животных при оглушении, совершенствуется сам процесс оглушения, изучается влияние различных способов оглушения на созревание мяса и способность его к длительному хранению.

Снижение переломов позвоночника и конечностей достигается при применении боксов с зажимным устройством V-образной формы. В США разработан фиксирующий конвейер для крупного рогатого скота, обеспечивающий надежную фиксацию животных при оглушении. При такой системе фиксации животных исключаются переломы и побитости туш, образующиеся при выгрузке из бокса. Однако конструкция фиксирующего конвейера сложна в эксплуатации и громоздка.

Основным недостатком применяемых боксов является травмирование животных (переломы позвоночника) при выгрузке туш из бокса и доставке к месту наложения путовых цепей. Конструкции боксов разрабатываются без учета влияния на физиологическое состояние животных. Таким образом, существующие конструкции боксов не отвечают современным требованиям промышленности по получению высококачественных продуктов убоя.

Разработано фиксирующее устройство, позволяющее исключить переломы и побитости на тушах, образующиеся при выгрузке их из бокса. Это устройство удобно в эксплуатации и обеспечивает производительность 120 голов в час. С точки зрения конструктивно-геометрической формы имеет неоспоримое преимущество бокс с двумя боковыми закругленными стенками. На основании изучения поведения и возбуждения животных от следующих факторов: конструктивно-геометрических характеристик бокса, уровня освещенности в боксе, уровня шума в камере бокса - - разработана конструкция бокса, оптимальные режимы и параметры.

Бокс состоит из платформы с роликами (рис. 6), перемещающимися по роликовому рельсу. Платформа

разделена перегородкой на две части, равные по размерам. В центре платформы установлен цилиндр, диаметр которого равен $^1/_6$ диаметра платформы. С одной стороны платформы установлено полукольцевое ограждение, образующее вместе с перегородкой и цилиндром замкнутую камеру, в которой производят оглушение животных. Платформа приводится в движение от приводной станции от электродвигателя через редуктор и вал. К полукольцевому ограждению прикреплена площадка с бортом, на которой находится рабочий, производящий оглушение животных. Для закрытия камеры после загона животных служит шибер, перемещающийся вертикально или горизонтально. На площадке рабочего расположены пульт управления, который обеспечивает работу бокса в автоматическом режиме, и аппарат ФЭОР для оглушения. Платформа совершает периодические вращательные движения, чем обеспечивается непрерывность процесса и заданный ритм цеха убоя скота.

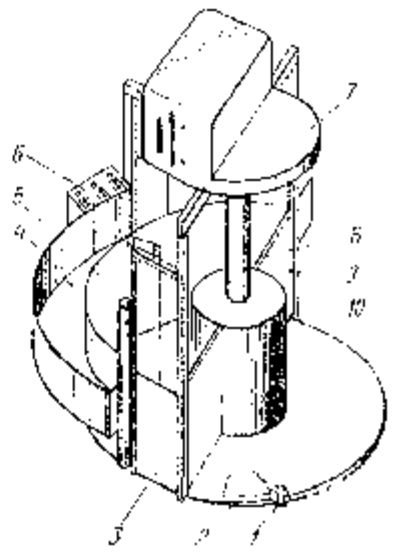


Рис. 6. Бокс ротационного типа для оглушения крупного рогатого скота:

1 — ролики; *2* — роликовый рельс; *3* — шибер; *4* — площадка; *5* — полукольцевое ограждение; *6* — пульт управления; *7* — приводная станция; *8* — вал; *9* — перегородка; *10* — платформа.

Таблица 30

Бокс	Выход мяса, % к живой массе	Выход крови		Количество переломов на 100 голов, %
		% к живой массе	% к массе мяса	
АБ-50М	50,31±0,1	3,63±0,03	7,21±0,02	6
Ротационного типа	50,40±0,12	3,87±0,02	7,64±0,05	2

Продолжительная эксплуатация бокса ротационного типа на ряде предприятий показала на значительное снижение количества переломов за счет того, что животные не вываливаются из бокса. При этом увеличивается выход мяса за счет уменьшения зачисток в местах кровоизлияний (табл. 30).

СТЕПЕНЬ ОБЕСКРОВЛИВАНИЯ

Для сохранения качества мяса при первичной переработке животных следует избегать значительных интервалов между отдельными производственными операциями. Обескровливание производят немедленно после оглушения. Степень обескровливания в значительной мере предопределяет сохранность цвета мяса как одного из главных показателей товарного вида туш. При неполном обескровливании имеет место потемнение мяса на разрезе, поверхностные мелкие сосуды переполнены кровью. Степень обескровливания туш зависит от комплекса факторов: технологических приемов убоя, физиологического состояния животного перед убоем, времени вскрытия сосудов после оглушения животных при обескровливании.

Наблюдения показывают, что стрессы, утомление животных перед убоем усиливают приток крови к мышцам, время свертывания крови сокращается, что ухудшает обескровливание. Усиленно работающие мышцы снабжаются кровью больше, чем мало работающие, так как в работающих мышцах капиллярная сеть гуще. При физических нагрузках работающие мышцы получают в 8 -10 раз больше крови, чем в спокойном состоянии. В спокойном состоянии животных основное количество крови находится в крупных сосудах и паренхиматозных органах. Практические наблюдения показывают, что плохое обескровливание при правильно проведенном убое является показателем того, что у животного перед убоем были физиологические отклонения от нормы.

Основными факторами предубойного периода, влияющими на степень обескровливания, являются продолжительность транспортировки и физическая нагрузка. Даже столь небольшие нагрузки, как перегон свиней из цеха предубойного содержания, подъем в цех убоя, влияют на степень обескровливания.

Исследования по определению степени обескровливания мышечной ткани показали, что вертикальное положение туш при обескровливании способствует повышению выхода крови по сравнению с горизонтальным на 33—44%. На отдельных мясокомбинатах США применяется комбинированное обескровливание свиней: сначала в горизонтальном положении, а затем после выхода из туши основной части крови — в вертикальном. Такой способ обеспечивает равномерное удаление крови из всей туши. В настоящее время обескровливание осуществляют в течение 8—10 мин в вертикальном положении туш. В процессе обескровливания извлекается 50—60% всей крови из туши животного, что составляет около 4,5% к живой массе. Остальная кровь остается в туше, органах и шкуре. Известно, что при обычных условиях полное обескровливание туш неосуществимо. Истечение крови при обескровливании животных происходит из крупных кровеносных сосудов и сердца и, по-видимому, в незначительном количестве из капилляров.

В СССР, а также во Франции и США после оглушения животных производят максимальное удаление крови из организма, а в таких странах, как Англия, Венгрия, ГДР, предпочитают максимально сохранять кровь в мясной туше. Существуют различные точки зрения на степень обескровливания животных. Сторонники неполного обескровливания животных предлагают увеличить массу туши за счет оставления крови в крупных и средних кровеносных сосудах и в максимальных количествах в депонирующих органах (селезенка, печень). Предлагается использовать эту кровь в комплексе с другими тканями мясной туши. Это достигается посредством убоя, а не оглушения. При этом сердце животного перестает работать и кровь вытекает медленно и в небольшом количестве. При целенаправленном снижении степени обескровливания выход мяса после убоя можно увеличить в среднем на 2%. Однако на основании экспериментальных данных и практики промышленности эти предложения отклонены. Выявлена более низкая стойкость мяса при плохом обескровливании, так как кровь является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Установлено также, что из неполностью обескровленных туш при дальнейшем их передвижении в убойном цехе и остывочных постепенно вытекают остат-

ки крови, создавая антисанитарные условия на всем пути передвижения туш. Существенного увеличения массы туш при этом не достигается.

Для сокращения количества кровоизлияний на тушах в Дании рекомендовано закол свиней производить через 4—5 с после оглушения. На предприятиях ВНР, США закол животных осуществляют в течение 3—5 с после оглушения при горизонтальном положении туш на движущемся цепном горизонтальном конвейере в течение 1 мин, а затем туши поднимают на конвейер обескровливания и придают им вертикальное положение [20]. При соблюдении равных условий при вертикальном обескровливании в мышцах туш в среднем остается крови на 40% меньше, чем при горизонтальном обескровливании.

Наиболее совершенным методом обескровливания признано применение вакуума или специальных насосов. При этом кровь можно отбирать закрытым способом в сосуды и резервуары, находящиеся под разрежением. Это обеспечивает необходимую полноту сбора крови, исключает ее обводнение и загрязнение. В зарубежной практике обескровливание зачастую осуществляют полым ножом в закрытую систему. Бактериальная обсемененность крови свиней при закрытом способе обескровливания $1{,}3 \cdot 10^2$ при условии стерилизации системы обескровливания паром при 130° С и обработке места зареза пламенем газовой горелки. Использование полого ножа с автоматической подачей антикоагулянта исключает случаи загрязнения крови.

Для смягчения ударов туши оглушенного животного о пол при выгрузке из бокса рекомендуется у боксов размещать резиновые коврики. При падении животного после оглушения появляются кровоподтеки от механических повреждений. При подвешивании животных на обескровливание после оглушения не рекомендуется накладывать путы только на одну заднюю ногу, так как может произойти разрыв мышечной ткани и кровоизлияние.

При обескровливании в полость раны и в кровь попадает значительное количество микробов; обсеменение происходит также при несоблюдении правил перевязки пищевода.

Кровь при сборе на пищевые и лечебные цели подвергается экспертизе вместе с тушей животного. В связи с тем, что ряд заболеваний животных может стать известным лишь после убоя и большинство возбудителей болезней могут быть обнаружены и в крови, правильная оценка качества крови может осуществляться только вместе с тушей. При сборе крови в бидоны или другие емкости от нескольких животных в случае обнаружения патогенных микроорганизмов она может быть использована для производства сухих животных кормов.

Важное значение имеет соблюдение санитарных правил сбора крови. Необходимо следить, чтобы собиралась кровь без мочи, слюны и грязи с поверхностного покрова туш; это достигается при применении полого ножа и соответствующих устройств для сбора крови. Следует избегать загрязнения крови при транспортировке и быстро охлаждать ее. Случаи брака колбасных изделий, содержащих кровь, как правило, обусловлены использованием обсемененной крови.

Важное значение имеет сохранение качества крови после обескровливания. Разработан метод сохранения качества крови, основанный на охлаждении непосредственно после обескровливания и замораживания плазмы при минус 10 — минус 20° С или же замораживании цельной крови. В значительной степени современным требованиям удовлетворяет автоматическая установка фирмы В. Франке (Швейцария) для сбора крови и последующей переработки ее в жидкую или замороженную плазму. Использование замороженной плазмы в производстве колбас позволяет исключить применение чешуйчатого льда. Таким образом, эффективное использование крови на пищевые цели связано с совершенствованием технологии ее сбора и консервирования.

СЪЕМКА ШКУР

Одной из ответственных операций, влияющих на качество обработки туш, является съемка шкур. От ее качества зависит товарный вид туши. Съемку шкур следует производить сразу после обескровливания. При этом не следует допускать порезов, подрезей, выхватов мяса, а также задиров жира и разрывов шкуры. В выхваты и порезы мышечной ткани проникают гнилостные микроорганизмы, плесени, вызывающие порчу мяса.

При механической съемке шкур важное значение имеет забеловка. На операции забеловки необходимо ставить наиболее квалифицированных рабочих. Глубокая забеловка туш крупного рогатого скота дает меньше прирезей мяса и жира к шкуре, так как при недостаточной забеловке периметр сдирания механическим агрегатом больше и в зависимости от топографии забеловки выше усилия сдирания.

Установлено, что задиры жира имеют место чаще, чем задиры мышечной ткани. В связи с этим чем упитаннее животное, тем меньше должна быть скорость съемки шкуры (2—3 м/мин). Для менее упитанных животных рекомендуется более высокая скорость съемки. На скорость съемки шкур влияет также количество прижизненных пороков. По данным ВНИИМПа [5], общая масса прирезей мяса и жира при забеловке туш крупного рогатого скота колеблется в пределах 0,12—0,17% к живой массе животного. При съемке шкур с туш свиней количество срывов подкожного жира составляет до 2,9%.

Съемка шкур с крупного рогатого скота должна производиться в двух направлениях: вначале до момента отделения шкуры у последнего спинного позвонка со скоростью до 4—5 м/мин, а затем по касательной к поверхности туши со скоростью не выше 8—10 м/мин. Угол отрыва между тушей и шкурой должен быть минимальным и составлять при съемке шкур с туш крупного рогатого скота от 0 до 20°, с мелкого рогатого скота — от 0 до 45° и со свиней — 0°.

При механической съемке шкур в результате нарушения правил эксплуатации часто имеют место срывы мышечной ткани и задиры подкожного жира, а также разрывы кожи. Это обусловлено местным превышением усилий в результате несоблюдения установленного для каждого агрегата угла и скорости съемки. При съемке шкур со свиней количество прирезей возрастает при скорости съемки выше 7 м/мин. Эти дефекты могут быть устранены правильной подсечкой шкуры.

Необходимо, чтобы направление сдира шкуры соответствовало направлению волокон мышц; сдирание поперек направления волокон вызывает разрушение пленки соединительной ткани и задиры мышц.

Применяемые при съемке шкур агрегаты не должны сильно встряхивать шкуру в момент отрыва от туши.

При встряхивании шкуры пыль, шерсть и загрязнения попадают на поверхность туши и загрязняют цех убоя скота.

Съемка шкур с туш свиней более трудоемкая и сложная операция, чем съемка шкур с других видов животных. Существующий метод съемки шкур со свиней не удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям, так как на шкуре остается много прирезей жира и туши теряют товарный вид. Не допускается механическая съемка шкур с туш хряков и с туш, имеющих рыхлую и мягкую консистенцию шпика. В этом случае образуются большие выхваты подкожного жира с туши.

Высокое качество свиной туши характеризуется относительно гладкой ее поверхностью, без выхватов жира, образующихся при съемке шкуры. Выхваты, ухудшающие качество и товарный вид туш, образуются в большинстве случаев на корейке и лопатке, реже — в области поясницы и окорока. Площадь выхватов регламентируется стандартом, и превышение ее более 15% от поверхности полутуши делает последнюю нестандартной.

Причиной большого количества выхватов жира на тушах жирной упитанности являются низкие прочностные свойства шпика. Подкожная клетчатка у свиней значительной толщины, наполнена жировыми отложениями, поэтому при съемке шкуру необходимо отделять непосредственно от подкожного жира. Оставлению прирезей жира при шкуре способствует также само строение внутренних слоев дермы, имеющих большое количество углублений, наполненных жиром, отделить которые от дермы при съемке невозможно.

Связь между шкурой и жиром больше, чем между жировой и соединительной тканью. Средние величины усилия разрыва составляют соответственно 0,312 и 1,12 кг/см . Важным фактором, влияющим на качество съемки шкур, с туш свиней, является также распределение усилий, возникающих при съемке. Величина этих усилий по всей длине туши неодинакова и зависит от массы свиней и анатомического участка туши. Чем больше масса животного, тем больше усилий требуется при съемке шкур. Максимальные усилия возникают на туше по линии выступающей части живота и по линии паха. Чем больше усилий затрачивается на механическую съемку шкуры, тем чаще образуются выхваты жира из туши.

Прирези жира к шкуре с увеличением угла съемки от 0 до 60° возрастают для туш жирной упитанности в 3 раза, а для туш мясной упитанности увеличение угла съемки не вызывает существенных изменений в качестве съемки. Практический опыт и теоретические расчеты показывают, что при съемке шкур с туш свиней лучшие качественные показатели получаются при нулевом угле. Нулевой угол съемки является оптимальным, и любое его увеличение приводит к значительному росту усилия съемки. При съемке шкуры со свиней для уменьшения угла сдира шкуру плотно прижимают руками к туше; при этом улучшается качество съемки.

На качество съемки шкур с туш свиней большое влияние оказывает структура подкожного жира, зависящая от породы свиней, характера откорма и других особенностей животных. Известно, например, что свиньи, кормленные ячменем, горохом, пшеницей, рожью и молочными отходами, дают плотный жир. Напротив, овес, кукуруза, жмыхи, барда, свекловичный жом отрицательно влияют на качество жира, который делается рыхлым.

Прирези жира на участке забеловки обычно в 2—3 раза больше, чем на участке механической съемки, поэтому, уменьшение площади забеловки при съемке шкур со свиней будет способствовать снижению потерь жира в виде прирезей и улучшению товарного вида туш. При съемке шкур необходимо улучшить качество ручной забеловки, не допуская прирезей жира к шкуре. При ручной забеловке съемщик затрачивает больше усилий на натягивание шкуры, причем на шкуре остаются большие прирези жира и нередко шкура надрезается. Минимально допустимыми прирезями для свиней жирной упитанности кукурузного откорма считаются 0,7%, а для пищевых отходов — 0,9%.

Съемку шкур при переработке крупного рогатого скота осуществляют на установках различных конструкций. Установка «Москва-4» обеспечивает высокое качество съемки шкур с туш крупного рогатого скота [117].

В настоящее время широко применяется съемка шкур со свиней методом крупонирования с предварительной шпаркой только головы, ног и живота со специальными приспособлениями в шпарильных чанах. Крупонирование дает возможность уменьшить потери шпика при съемке шкуры.

Снижение задиров жира при съемке шкур достигается предварительным охлаждением туш в холодной воде. Наибольший эффект получен при охлаждении свиных туш перед съемкой шкуры при низких плюсовых температурах. Однако внедрение этого метода требует изменения технологического процесса. После забеловки необходимо удалить внутренние органы и тушу охладить в специальной камере, после чего производить съемку шкуры. При этом возможно загрязнение мяса микрофлорой шкуры. В связи с этим предварительное охлаждение туш не нашло практического применения.

На ряде предприятий мясной промышленности СССР внедрена съемка шкур со свиней с поддувом воздуха под шкуру в брюшную полость. Подается сжатый воздух давлением 39,2—58,8·10⁴ Па, во время и после забеловки. При этом туша вздувается, шкура натягивается, складки распрямляются; при съемке снижаются сдиры подкожного жира до 300—500 г на тушу и улучшается товарный вид туш. Количество туш с выхватами подкожного жира снижалось в 2 раза. Установлено [26], что поддувка воздуха в брюшную полость не оказывает отрицательного влияния на качество мяса и жира, а также санитарное состояние туш и органов. При поддувке иглу для подачи сжатого воздуха вводят под шкуру таким образом, чтобы воздух не попадал в мышечную ткань. Применение поддувки позволило снизить массу прирезей мяса и жира в среднем на 0,06% к массе животного. Поддувка сжатого воздуха под шкуру не приводит к разрыву подкожного слоя, но растягивает и разрыхляет его, что ослабляет связь шкуры с тушей, облегчает механическую съемку шкуры. Применение при забеловке свиней поддувки сжатого воздуха давлением 29,4—39,2·10⁴ Па ликвидирует прирези мяса на шкурах и улучшает качество забеловки туш.

ШПАРКА СВИНЫХ ТУШ

При переработке свиней без съемки шкуры туши подвергают шпарке. Основное значение для качества шпарки и последующей очистки свиных туш на скребмашине имеет соблюдение режима шпарки — температуры и продолжительности. Шпарку производят при 62—64°С в течение 3—5 мин в зависимости от породы свиней, массы,

вида откорма, возраста и других факторов. За этот промежуток времени под действием горячей воды эпидермис размягчается, благодаря чему луковица щетины легко выходит из своей сумки. Можно удалить щетину, применяя и более мягкие режимы шпарки. В зарубежной практике оптимальными считаются температура 58 - 59°С в время 5,5—6,5 мин в зависимости от толщины шкуры и жесткости щетины.

Изучение влияния температурных режимов шпарки показало, что нативные свойства шкур сохраняются в наибольшей степени при температуре 56 -58°С и более продолжительной экспозиции (8—10 мин). Однако для интенсификации процесса рекомендовано также проводить шпарку при 70--75°С в течение 60—100 с. По данным гистологических исследований [183], наиболее благоприятные изменения в дерме происходят при шпарке в течение 5,5 мин при температуре 61°С.

При температуре и продолжительности выше оптимальных происходит зашпарка, деформация дермы вследствие ее сваривания, в результате чего увеличивается удерживаемость щетины и затрудняется ее последующее удаление. При этом ухудшается товарный вид туш, появляются трещины на коже. Происходит размягчение стержня волоса и на скребмашине удаляется лишь часть его, расположенная над волосяной сумкой. При температуре шпарки выше 65°С шкура размягчается, снижается ее эластичность и при снятии щетины на скребмашине имеют место разрывы шкуры, выдергивание вместе со щетиной кусочков кожи. При удалении щетины сразу после шпарки волосы удаляются вместе с корневым влагалищем. После некоторого времени удаляется лишь выступающая часть волоса. При заниженной температуре и продолжительности шпарки значительно затруднено снятие щетины. Внедрение автоматического регулирования температуры в шпарильном чане обеспечивает более строгое соблюдение режима.

В Швеции с целью снижения температуры при шпарке применяют подщелачивание среды путем добавления извести и полифосфатов. Для улучшения шпарки и последующего удаления щетины с туш свиней предложены синтетические активные вещества на основе гидроокиси кальция. При правильном их применении на туше отсутствуют остатки щетины. Для шпарки рекомендуется про-

водить мягчение воды. Шпарка более эффективна при мытье свиней под душем перед оглушением: удаляется грязь и смачивается поверхность шкуры. Предложено применение дезинфицирующих веществ при шпарке.

Более эффективная шпарка достигается при циркуляции воды в чане; это позволяет при более низкой температуре получить лучший эффект шпарки.

При шпарке туш погружением легкие наполняются загрязненной водой, увеличиваются в объеме и изменяют окраску, вследствие чего снижается их качество, а также качество туш. Микробиальное обсеменение свиной туши через воду для шпарки может быть значительным. Это исключается при тампонировании или перевязке дыхательного горла. Перевязка трахеи взрослых свиней затруднена ввиду того, что хрящевые кольца дыхательного горла с возрастом становятся жесткими. Для тампонирования применяют также резиновую пробку на алюминиевой основе. Пробку вставляют в дыхательное горло до погружения туши в шпарильный чан, что препятствует проникновению воды в легкие. По окончании шпарки пробку вынимают и вновь используют.

Предложен метод предотвращения попадания в легкие горячей воды посредством наполнения грудной полости перед шпаркой сжатым воздухом, вызывающим двусторонний пневмоторакс. Для введения воздуха используют специальный пистолет, оснащенный инъекционной иглой. В соответствии с технологической инструкцией сжатый стерильный воздух под давлением 29,4—49·10⁴ Па в течение 5—7 с подают пистолетом в грудную полость в области 5--6 ребер. Легкие, полученные от свиней, переработанных со шпаркой без предварительной поддувки, имеют неестественную окраску и вид вареной ткани. При использовании поддувки легкие полностью могут быть использованы на пищевые цели.

При шпарке происходит быстрое загрязнение воды в шпарильном чане (от 10^4 до 10^6 бактерий на 1 см³). Целесообразно производить частую замену воды в шпарильном чане или же ее очистку, но не менее одного раза в смену. По ряду причин многократная смена воды в шпарильном чане затруднена, поэтому резко возрастают ее загрязнение и обсемененность микробами шкуры свиней. Загрязненная вода проникает в надрезы ран, наносимых животным при транспортировке и убое. Применя-

емые при шпарке температуры недостаточны для уничтожения попавших в воду микробов, в частности спор анаэробов. При фильтровании шпарильной воды удаляются лишь нерастворимые загрязнения и не устраняется опасность обсеменения туш.

При температуре шпарки погибают не все сальмонеллы, если они защищены белоксодержащими веществами, в частности если они находятся в шляме шпарильного чана. Инфекция поверхности туш сальмонеллами происходит в основном в воде шпарильного чана. Таким образом, при шпарке может происходить инфицирование шкуры микроорганизмами, которые играют решающую роль в порче мясопродуктов.

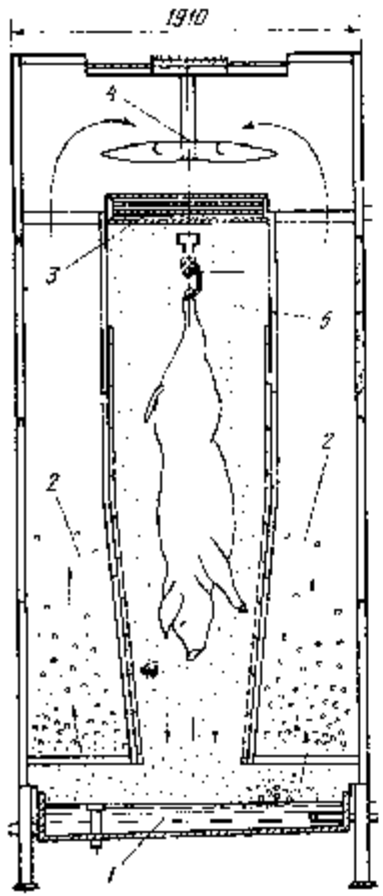


Рис. 7. Установка для вертикальной шпарки снизых туш:

1 — поддон; *2* — туннельное пространство; *3* — конденсатор; *4* — вентилятор; *5* — туннель.

Усовершенствование методов убоя свиней необходимо из гигиенических соображений и возможно путем полного изменения технологии шпарки. Значительное улучшение санитарно-гигиенических условий достигается при вертикальной шпарке, когда туши, находясь в вертикальном положении, обрабатываются паром и горячей водой из форсунок. Пар размягчает щетину и ускоряет растворение грязи, находящейся на поверхности шкуры. Вертикальная шпарка обеспечивает отсутствие контакта туш свиней с грязной водой. Загрязненная вода не попадает в легкие свиньи. В этом случае отпадает необходимость в очистке и дезинфекции оборотной воды. Установка для вертикальной шпарки представлена на рис. 7. Насыщенный пар подается снизу установки в поддон и по изолированному туннельному пространству поступает к вентилятору, которым через конденсатор нагнетается в туннель. В конденсаторе, который представляет собой закрытые водяные батареи, пар охлаждается до температуры 62—64° С и конденсируется. Конденсат стекает сверху на туши, ошпаривая их. Продолжительность шпарки 6,5—7 мин. Вода, применяемая для охлаждения пара в конденсаторе, остается чистой и может быть использована для мойки туш на этой линии.

Установка вертикальной шпарки фирмы «Норипродукт» (Дания) изготовлена в виде туннеля и оснащена форсунками, в которые горячая вода поступает под давлением. Вода для обрызгивания туш фильтруется, нагревается и используется вторично. Недостатком этой установки является большой расход воды, так как очистка многократно используемой воды от микроорганизмов невозможна, ввиду наличия в ней значительного количества взвешенных частиц. Этот способ не всегда дает нужный эффект шпарки, в частности внутренние поверхности окороков водой не омываются и, следовательно, недостаточно ошпариваются.

Хороший эффект шпарки получен в насыщенном влагой горячем воздухе. При этом в различных частях камеры создаются одинаковые температурные условия (63—65°С) с относительной влажностью 98%. Отсутствие шпарильной воды при таком способе устраняет опасность инфицирования туш во время шпарки.

Предложен способ шпарки свиней посредством нагрева инфракрасным излучением. Поверхностные слои кожного покрова нагреваются в специальной камере, и щетина легко выдергивается. При этом отпадает необходимость в применении воды. Вращение туш обеспечивает их равномерную обработку. Удаление щетины после такой обработки производится обычным способом. Однако, этот способ не нашел применения, т. к. возможны местные ожоги, особенно при использовании лучей несоответствующих длин волн. Затененные участки шкуры не подвергаются действию ИК-лучей в должной степени.

Удаление щетины производят в вертикальных и горизонтальных скребмашинах. В существующих горизонтальных скребмашинах рабочие органы ударного действия выполняют две функции: съемку щетины и

поворачивание туши вокруг ее оси. Скребмашины горизонтального типа имеют тот недостаток, что вследствие поворачивания туши вокруг оси и удаления щетины скребками на шкуре тяжеловесных свиней появляются царапины и побитости. После этих машин на туше остается около 10% щетины, которая удаляется вручную. Качество удаления щетины зависит от правильной эксплуатации скребмашины; необходимо проводить своевременную замену скребков. Скребок работает тогда, когда он сохраняет необходимую жесткость и гибкость. После снятия щетины туши должны обильно омываться водой с соответствующей температурой (59° С). В противном случае обезволашивание будет неполным.

Очистка туши от щетины на вертикальных скребмашинах позволяет организовать поточную переработку свиней, устраняет порчу лицевой поверхности шкуры, которая неизбежна при горизонтальной очистке во время поворачивания туши в горизонтальной скребмашине.

Предложены специальные составы в виде горячей клейкой массы, которую наносят на поверхность туш в виде пленки. Тепло превращает влагу в шкуре и на поверхности ее в пар, который проникает до корней волос и ослабляет их. После охлаждения клейкое вещество снимают с поверхности туш вместе с остатками щетины и оставшимися после скребмашины корнями волос. Этот способ обработки применяется после обычной очистки на скребмашине, которая не удаляет полностью щетину; на туше остаются короткие волоски и корни, ухудшающие товарный вид туши.

При первичной переработке свиней имеет место загрязнение поверхности кожного покрова, источником которого являются шпарильная вода, инструмент, руки и спецодежда рабочих. Обсемененность поверхности туш значительно снижается при опалке. При этом важное значение имеют температура и продолжительность обработки. Температура в опалочных печах достигает 1000° С, продолжительность опалки 15—20 с. При продолжительности опалки бутановым газом 20—30 с обеспечивается удовлетворительный эффект обеззараживания поверхности туш. При опалке обсемененность поверхности снижалась с нескольких миллионов до тысяч на 1 см² либо достигалась стерильность. При опалке поверхности туш паяльными лампами снижается товарный вид туш. На

Минском мясокомбинате разработано механическое переносное устройство для очистки эпидермиса свиных туш после опалки, позволяющее улучшить товарный вид туш. Снятие эпидермиса производится продвижением устройства по поверхности туши. Величина слоя снимаемого эпидермиса регулируется усилением или уменьшением прижима устройства к туше.

ПУТРОВКА, РАСПИЛОВКА И ЗАЧИСТКА

Извлечение внутренностей является также ответственной операцией, влияющей на качество и сохраняемость мяса. Путровку туш производят при непрерывном движении их по конвейеру; продолжительность времени между оглушением и путровкой должна быть минимальной и не должна превышать 30 мин. При путровке туш со снятой шкурой имеют место загрязнения их поверхности, особенно в грудной части. Туши могут загрязняться содержимым кишечника из-за нарушения технологии обработки. Для предотвращения загрязнения мяса содержимым желудочно-кишечного тракта нельзя допускать порезов желудка при вскрытии брюшной полости.

При распиловке говяжьих и свиных туш необходимо избегать дробления позвонков или припуска целых позвонков к какой-либо полутуше. Линия распила (разруба) должна быть прямой и проходить в 7—8 мм от средней линии позвоночника. Это позволяет вскрыть спинно-мозговой канал без повреждения спинного мозга, который можно извлечь. Для улучшения товарного вида линии распила туш предложено в зону распила подавать струю воды для удаления раздробленных косточек. Разработаны устройства для автоматической распиловки туш, состоящие из приспособления для полной их фиксации, подачи пилы, ее возврата, опуска и подъема. В соответствии с санитарными требованиями в Дании пилы после распиловки туш направляются для стерилизации в специальных установках. Товарный вид полутуш после распиловки значительно улучшается при применении для распиловки специальных устройств, созданных с использованием принципа виброрезания. При этом отсутствуют случаи дробления позвонков и резко сокращаются потери мяса в виде опилок и крошки.

Для придания соответствующего товарного вида полутушам и предотвращения порчи мяса важное значение имеет зачистка туш. После распиловки необходимо производить тщательную зачистку. Должны быть полностью удалены побитости, кровоподтеки, абсцессы, тщательно зачищены зарезы; удалены диафрагма, сгустки крови, обрывки неснятой шкуры, бахромки, почки, отделен хвост, а также должен быть изъят спинной мозг, весь остаток внутреннего жира и паховый жир.

При мойке с поверхности мясных туш удаляют значительное количество микробиальных загрязнений. Обычно производят промывку только внутренней поверхности туши с целью удаления загрязнений мяса кровью и содержимым желудочно-кишечного тракта. Наружную поверхность рекомендуется промывать, когда она загрязнена. При промывке наружных поверхностей туш проникшую и оставшуюся под пленкой воду удаляют, проводя сверху вниз затупленным ножом. Не рекомендуется протирка туш тряпками, так как при этом происходит дополнительное обсеменение. При мойке лучшие результаты получают при низком давлении воды. Различные типы душевых установок, форсунок дают лучшие результаты, чем мойка тряпками. Вместе с тем при мойке обсеменяются участки туши, которые до этого находились в достаточно хорошем санитарном состоянии. В результате отмочки подкожная клетчатка разрыхляется и с грязью в нее попадают микроорганизмы. В настоящее время, учитывая санитарно-гигиенические условия переработки животных, необходимо применение мойки туш. При мойке вымываются экстрактивные вещества и пигменты из мяса, что ухудшает его вкус и цвет. На увлажненной поверхности мяса ускоряется развитие микрофлоры. Применяемая при мойке вода может оказаться источником обсеменения патогенными микроорганизмами.

Клеймение является критерием оценки товарного вида туши и ее потребительной ценности. Клеймение производят согласно действующим правилам. Клейма должны быть четкими, не расплывающимися. После клеймения необходимо следить, чтобы туши не соприкасались друг с другом, так как невысохшая краска клейм может их загрязнить. Использование электроклеймения туш исключает необходимость последующего удаления клейм, как это имеет место с пищевой краской. Предложены

также устройства для выжигания клейм с газовым обогревом. Для снижения потерь мяса от срезания клейма полутуши, перерабатываемые на предприятии, разрешено маркировать одним клеймом на лопаточной части.

В цехе убоя скота имеется ряд источников обсеменения туш: шкуры и прилипшие к ним загрязнения, содержимое желудочно-кишечного тракта (при небрежной нутровке шкур), микроорганизмы, попадающие из окружающей среды, воды, инструментов, применяемых при разделке туш, рабочие. Соблюдение высокого санитарного уровня в цехах убоя и разделки скота устраняет потенциальные источники инфекции, позволяет получать туши с низкой обсемененностью и увеличить стойкость мяса. Снижение обсеменения туш при нормальном убое достигается улучшением техники убоя и повышением личной гигиены персонала. Высокое санитарное состояние при убое скота достигается установкой постов для обезвреживания инструмента, местной мойки туш, мойки и дезинфекции рук около каждого рабочего места.

После клеймения рекомендуется производить оценку качества обработки туш, что позволяет установить соответствие их товарных показателей и степень соблюдения технологических режимов при убое и разделке туш. Оценку производят по 100-балльной системе. При отсутствии дефектов обработки туши оценивают в 100 баллов. Оценку каждой туши производят в отдельности и на основании полученных результатов выводят среднюю оценку всей партии мяса. В зависимости от качества обработки производят скидку баллов в соответствии с требованиями стандарта. При первичной переработке возможны следующие дефекты, которые учитываются по 100-балльной системе [118]:

Перечень дефектов	Снижение баллов за дефекты
Порезы и разрывы мышц на поверхности туши	2
Неправильный распил или разруб грудной клетки	3
Прирези на тушке шкуры или неполное удаление щетины	5
Остатки внутренних органов (почек, печени, кишечника, легких, жорты)	6
Вохваты мяса и подкожного жира при съемке шкуры на площади >15%	7
Зигзагообразный распил или разруб по хребту (с припуском целых тел позвонков к одной полутуше и с дроблением позвонков)	7
Остатки половых органов	10
Бахромчатость по краям туш	3

Перечень дефектов	Снижение баллов за дефекты
Остатки диафрагмы шире 1 см	3
Сгустки крови или загрязнение туши кровью	5
Побитости и кровоподтеки	7
Неудаленные абсцессы	7
Плохо зачищенные от бахромы и сгустков крови шейные разрезы	7
Загрязнение туш содержимым желудочно-кишечного тракта	8
Загрязнение туш посторонними веществами (ржавчиной, маслом и др.)	10
Неясное обозначение сортности и растекающаяся по туше краска от клейма	6
Неполное количество клейм или наложение их на несоответствующие части туши	4

Всего для зачистки отведено 50 баллов и для клеймения 10 баллов.

Глава V. ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО МЯСА ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В НЕМ ПОСЛЕ УБОЯ ЖИВОТНЫХ

После убоя животного существенно меняются важнейшие свойства мяса. Направление этих изменений характеризуется распадом прижизненных биологических систем, образующих живые ткани. Процессы распада обусловлены прекращением обмена веществ в нежизненных тканях и переходом обратимых ферментативных биохимических процессов в необратимые. Процессы синтеза прекращаются и основное значение приобретает разрушительная деятельность ферментов [18].

Происходящие в мясе в послеубойный период биохимические процессы можно разделить на две основные группы: к первой относятся изменения белковых веществ, обусловливающие изменение консистенции (нежности) мяса. Вторую группу процессов составляют изменения экстрактивных веществ, вызывающие образование и накопление продуктов, сообщающих мясу определенный вкус и аромат. Эти две группы процессов взаимосвязаны. Некоторые органические экстрактивные и минеральные вещества оказывают определенное влияние на механические свойства белков мяса. Одновременно изменения экстрактивных веществ связаны не только с распадом углеводов мяса, но и с появлением и накоплением

продуктов распада белков — свободных аминокислот и прочих.

В результате выдержки в течение определенного времени при низких положительных температурах мясо приходит в состояние зрелости, которое характеризуется более высокими пищевыми достоинствами. Созревшему мясу присущи нежная консистенция и сочность, приятный вкус и аромат.

В зависимости от времени, истекшего от убоя и изменения качественных показателей, автолитические изменения мяса условно разделяют на три последовательных фазы: посмертное окоченение, созревание и глубокий автолиз.

ПОСМЕРТНОЕ ОКОЧЕНЕНИЕ МЯСА

Мышечная ткань парного мяса расслаблена, обладает наибольшей влагоемкостью, имеет реакцию среды 6,8—7,0, не обладает выраженным ароматом и вкусом. Такое мясо является нежным, однако его кулинарные свойства далеки от оптимальных. После прекращения жизни животного в мышечной ткани наступает посмертное окоченение, начинающееся с мышц шеи. Внешне оно выражается в отвердении, снижении эластичности, растяжимости и некотором укорочении мышц. Сроки полного развития окоченения различны и зависят от свойств мяса и от окружающих условий. В говяжьем мясе при температуре, близкой к 0° С, полное развитие окоченения наступает через 18—24 ч. Развитие окоченения сопровождается увеличением жесткости мяса примерно на 25% и увеличением сопротивления мяса резанию в 2 раза. Такое мясо является жестким и после варки. Замечено, что степень изменения прочностных свойств мяса при окоченении будет более высокой при хранении мясных полутуш в неполовиненном состоянии, т. е. когда отсутствует влияние собственной массы туши. Влагосвязывающая способность мяса во время окоченения достигает минимума, и ее величина на 25% ниже, чем у мяса через 2 ч после убоя.

Во время развития окоченения разваримость коллагена (его переход в глютин) при нагреве снижается, достигая минимума к моменту его наибольшего развития, а затем снова увеличивается. Такое мясо плохо пе-

реваривается пепсином и почти лишено присущих ему в вареном состоянии аромата и вкуса.

Посмертное окоченение мышц обусловлено развитием сложных ферментативных биохимических процессов, отличающихся от прижизненных. Это преимущественно процессы распада. В их числе следующие: 1) распад гликогена; 2) распад креатинфосфорной кислоты (КФ) и аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ); 3) ассоциация актина и миозина в актомиозиновый комплекс; 4) изменение гидратации мышц. Некоторые из этих процессов являются непосредственной причиной наступления окоченения, другие оказывают на него косвенное влияние.

Гликолиз. Распад гликогена проходит путем фосфорилирования с участием АТФ. Анаэробные процессы распада гликогена, накопления молочной кислоты и снижения величины pH с 7,0 до 5,7—5,8 в основном заканчиваются в мясе через 24 ч хранения при 4° С. pH мышечной ткани приближается к изоэлектрической точке белков мышечного волокна. Сдвиг реакции среды в кислую сторону оказывает тормозящее действие на развитие гнилостных микроорганизмов.

Содержание молочной кислоты и величина pH являются важными показателями, характеризующими качество мяса, в значительной степени определяющими важнейшие его свойства — стойкость при хранении и ряд физико-химических показателей, обусловливающих технологические и потребительские свойства мяса (способность к влагосвязыванию, уровень потерь воды при тепловой обработке, количество мясного сока, выделяющегося при размораживании, и т. д.). При снижении величины pH создаются также более благоприятные условия для действия мышечных катепсинов, участвующих в развитии последующего процесса созревания мяса.

Содержание гликогена в мышцах здоровых, отдохнувших животных до 0,8%. В этом случае при распаде гликогена образуется большое количество молочной кислоты, а конечная величина pH лежит в границах 5,5—5,6. При утомлении и истощении животных снижается содержание гликогена в мышцах и уменьшается количество молочной кислоты; конечная величина pH находится в пределах 6,2 - 6,5. На процессы гликолиза в мясе весьма существенное влияние оказывают условия предубойной выдержки животных. При снижении pH существенно

увеличивается стойкость мяса против гнилостной микрофлоры. Физические нагрузки на мышцы приводят к увеличению запаса мышечного гликогена. Поэтому при убое животных пастбищного содержания получают мясо с более низкой конечной величиной pH, чем при убое животных стойлового содержания, и, следовательно, такое мясо более устойчивое при хранении. Установлено [169], что высокая скорость послеубойных изменений pH играет основную роль в формировании процесса послеубойного мягчения мяса и конечной его нежности. Предлагается использовать показатель pH для классификации туш по их нежности. Для определения влагосвязывающей способности и окраски мяса важное значение имеет конечная величина pH.

Амилолиз гликогена. Наряду с развитием гликолиза установлен также амилолитический распад гликогена в мышечной ткани. Амилолизу подвергается около $^{1}/_{10}$ части гликогена. На первых стадиях автолиза мышц параллельно с распадом гликогена и накоплением молочной кислоты наблюдается лишь незначительное образование мальтозы, глюкозы и несбраживаемых полисахаридов. На более глубоких стадиях окоченения, после 24 ч хранения мяса, дальнейший распад гликогена обусловлен в основном амилолизом.

Распад АТФ и креатинфосфата (КФ). Распад АТФ и КФ играет важную роль в автолитических процессах, происходящих в мясе. Под влиянием миозиновой аденозинтрифосфатазы АТФ гидролизуется с образованием аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и свободного неорганического фосфата, а освобождающаяся химическая энергия превращается в механическую энергию мышечного сокращения. В разных мышцах животного содержится неодинаковое количество креатинфосфата. В наибольшем количестве он содержится в мышцах, выполняющих при жизни животного большую физическую работу. Сразу после убоя до появления первых признаков окоченения происходит быстрый распад креатинфосфата.

Учитывая значение АТФ в развитии гликолиза и при сокращении мускулов, установлено, что скорость развития окоченения зависит от количества АТФ, содержащейся в мускулах. АТФ непрерывно синтезируется в процессе гликолиза в количестве 1,5 моля на каждый моль

образующейся молочной кислоты. Однако этот синтез в некоторой степени уравновешивается расщеплением АТФ миозином. Поэтому при наличии в тканях резервов гликогена не может произойти полный распад АТФ и мускул не переходит в состояние полного окоченения. При высоком содержании гликогена в мышцах распад АТФ задерживается из-за большой продолжительности гликолитического цикла, поэтому развитие процесса окоченения задерживается.

Образование актомиозинового комплекса. После прекращения жизни животного происходит резкое уменьшение количества экстрагируемого миозина в течение первых суток хранения мяса. Непосредственно после убоя при достаточно высоком содержании АТФ актин находится в глобулярной форме и не связан с миозином. При этом волокна мышечной ткани расслаблены, сократительные белки обладают высокой степенью гидратации, что объясняется большим количеством свободных гидрофильных центров в их структуре. Процесс образования актомиозина в результате взаимодействия актина с миозином сопровождается снижением числа гидрофильных центров в их молекулах в результате взаимной блокировки активных групп белков. Это обусловливает снижение водосвязывающей способности мышечной ткани соответственно снижению реактивности гидрофильных кислых и основных групп в белках мышц.

При развитии окоченения начинается укорочение миофибрилл в результате втягивания нитей актина между нитями миозина. Образуется комплекс актомиозин и происходит дальнейшее сокращение миофибрилл. Развитие посмертного окоченения сопровождается изменениями миофибрилл — уменьшением длины и увеличением толщины саркомеров. Уменьшение длины саркомеров происходит в результате резкого снижения длины *I*-дисков и *A*-дисков. Реактивность *SH*- и дисульфидных групп снижается до минимума при максимальном развитии окоченения. Отдельные волокна мышечной ткани неравномерно переходят в состояние посмертного окоченения, что обусловлено различной локализацией ферментов.

Изменения гидратации мышц. После убоя мышцы находятся в состоянии очень высокой гидратации. В процессе развития посмертного окоченения происходит сильное падение водосвязывающей способности мышечной ткани. Изменения гидратации мяса определяют направленность его переработки и оказывают влияние на его жесткость. Мясо с минимальной степенью гидратации обладает наибольшей жесткостью. В окоченевшем состоянии содержание в мясе прочно удерживаемой воды уменьшается с 90 до 72—75% к общей влаге мяса. Снижение водосвязывающей способности мышечной ткани в течение первых суток после убоя обусловлено снижением pH и образованием актомиозина [158]. Оно вызывает снижение выхода при тепловой обработке мяса и изделий из него. Это является одним из важнейших практических последствий окоченения.

Различные мускулы крупного рогатого скота отличаются по содержанию гликогена, АТФ, креатинфосфорной кислоты, по начальной и конечной величинам pH. Это обусловливает различие в продолжительности периода развития окоченения и зависит от различных функций мускулов в организме животного. Вместе с тем направленность биохимических процессов одинаковая при окоченении мускулов различных видов животных. Однако развитие процесса окоченения и сопутствующие ему биохимические изменения несколько отличаются в мясе различных видов животных.

Во время окоченения происходят изменения структурных элементов мышечной ткани. После убоя животного мышечные волокна мяса прямые или с незначительной волокнистостью. При появлении первых признаков окоченения обнаруживаются многочисленные участки деформированных мышечных волокон и прилегающей к ним соединительной ткани. Впоследствии деформация мышечных волокон постепенно исчезает. При дальнейшем хранении обнаруживаются признаки разрушения структуры саркоплазмы. Все это свидетельствует о начале созревания.

При разрешении окоченения происходит удлинение изотропных дисков. Саркомеры миофибрилл удлиняются до первоначальной величины и уменьшаются в диаметре. Установлена связь между жесткостью мяса и степенью сокращения миофибрилл. Состояние сокращений мышечной ткани определено установлением длины саркомеров. Коэффициент корреляции между длиной саркомеров и нежностью (определяемой объективным мето-

дом) составляет $r=0{,}64$. Таким образом, изменение длины саркомеров при технологической обработке может влиять на изменение нежности.

СОЗРЕВАНИЕ МЯСА

Процесс созревания мяса – это совокупность изменений его свойств, обусловленных развитием автолиза, в результате которых мясо приобретает хорошо выраженный аромат и вкус, становится мягким и сочным, более влагоемким и более доступным действию пищеварительных ферментов в сравнении с мясом в состоянии посмертного окоченения. Формирование качества мяса при созревании обусловлено комплексом ферментативных процессов. При созревании изменяется состав и состояние основных компонентов мяса.

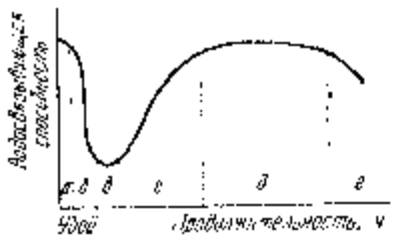


Рис. 8. Послеубойные изменения водосвязывающей способности мяса:

а — парного мяса; *б* — во время развития посмертного окоченения; *в* — в процессе посмертного окоченения; *г* — в начальной стадии созревания; *д* — созревшего мяса; *е* — во время гнилостного распада мяса.

При созревании начинаются частичная диссоциация актомиозина на актин и миозин и переход актомиозина из сокращенного в расслабленное состояние. Увеличение нежности мяса обусловлено изменением структуры миофибрилл. Между фрагментированием и увеличением нежности мяса существует тесная связь, которая свидетельствует о большом значении распада миофибриллярных структур при созревании для нежности мяса. Значительное снижение жесткости мяса при низких положительных температурах достигается в период между 48 и 72 ч после убоя животного.

При распаде актомиозина увеличивается число гидрофильных центров миофибриллярных белков, что обусловливает рост водосвязывающей способности мышечной ткани. После 6 дней выдержки она достигает 85—87% водосвязывающей способности парного мяса и в дальнейшем не изменяется. Изменение водосвязывающей способности мяса в процессе созревания см. на рис. 8.

Происходящее при созревании дальнейшее размягчение мышечной ткани обусловлено разрушением структурных элементов мышечного волокна под влиянием протеолитических ферментов. Увеличение в мышцах протеолитической активности происходит вследствие высвобождения протеолитических ферментов — катепсинов из лизосом. Под их воздействием наиболее заметным изменениям подвергаются белки саркоплазмы. Вместе с тем ограниченному протеолизу подвергаются и миофибриллярные белки. Расщепление небольшого количества пептидных связей в этих белках достаточно для разрыхления структур и увеличения нежности мышечной ткани.

В изменении нежности мяса важную роль играют количество и состояние компонентов соединительной ткани. В мясе в состоянии окоченения белки соединительной ткани (коллаген, эластин) и основное вещество становятся менее лабильными по сравнению с их состоянием сразу после убоя. Лабильность компонентов соединительной ткани увеличивается в период созревания мяса, когда из лизосом высвобождаются гидролитические ферменты. Это в значительной степени определяет гидротермическую устойчивость коллагена: чем более лабильно основное вещество, тем легче разваривается коллаген. Обнаружена легкая деполимеризация коллагена при хранении в течение 21 дня, которая обусловлена изменением его молекулярной структуры.

В процессе созревания различные компоненты мяса претерпевают неодинаковую степень превращений, характерным образом влияющих на изменение нежности. Поэтому при равных условиях созревания различных отрубов мяса одного и того же животного, а также одинаковых отрубов разных животных нежность оказывается различной. В мясе, содержащем много соединительной ткани, нежность относительно невелика. Такое мясо требует более длительного созревания.

Созревание мяса молодых животных протекает быстрее, чем старых. В мышцах молодняка более интенсивны процессы прижизненного метаболизма и более высокая концентрация гидролитических ферментов. Вместе с этим у них более высокая лабильность соединительной ткани. Вот почему в мясе молодняка более интенсивны превращения внутриволоконных и соединительнотканных белков, что обусловливает повышение нежности мяса в

более короткие сроки. Например, необходимая нежная консистенция достигается при температуре 0--2° С у говядины от взрослых животных через 10—12 сут созревания, а говядины молодняка -через 3--4 сут. Схожие причины предопределяют более медленное созревание мяса быков по сравнению с мясом коров.

Предложен показатель степени созревания мяса a по величине его нежности в виде индекса, характеризующего отношение работы среза продукта (W) к максимальной силе резания (F_m): $a = \frac{W}{F_m}$. Во время сокращения мышц $a = 0{,}5 \div 0{,}6$, после созревания $a = 0{,}15 \div 0{,}20$.

Автолитические изменения в мясе больных и усталых животных менее глубоки и менее выражены, чем в мясе здоровых и отдохнувших животных. Удаление мускула из туши приводит при последующем созревании к замедлению улучшения консистенции.

При созревании одновременно с увеличением нежности улучшаются вкусовые и ароматические свойства мяса и полученного из него бульона, существенным изменениям подвергаются экстрактивные вещества мяса, от которых зависят аромат, вкус и другие свойства мяса *.

Важная роль в образовании вкуса мяса принадлежит глютаминовой кислоте, обладающей, как и ее соли глютаминаты, специфическим вкусом мясного бульона. Глютаминовая кислота образуется при дезаминировании ее амида — глютамина как в процессе созревания, так и при варке мяса. Особенно интенсивный распад глютамина с образованием глютаминовой кислоты происходит при нагревании мяса. В течение всего срока хранения мяса при плюсовых температурах в мышечной ткани происходит увеличение аммиачного азота за счет дезаминирования адениловой кислоты и глютамина.

В процессе созревания в мясе существенно увеличивается содержание свободных аминокислот: гистидина аспарагиновой кислоты, глицина, треонина, тирозина, фенилаланина и др. Увеличивается также содержание моносахаридов: глюкозы, галактозы, рибозы.

Изменения белковых веществ, вкусовых и ароматических свойств мяса при созревании, а также расщепление белковых систем под действием тканевых ферментов делают мясо более доступным действию пищеварительных ферментов, поэтому созревшее мясо лучше переваривается и усваивается. По мере созревания мяса повышаются его сокогонные свойства, в результате чего сокращается скрытый период желудочного сокоотделения с 17 мин для мяса односуточного хранения до 8 мин для того же мяса через 7 дней созревания. В результате этого созревшее мясо быстрее переваривается в желудке (6 ч 30 мин для односуточного мяса и 4 ч 10 мин для 10-суточного мяса). Таким образом, созревшее мясо имеет более высокую пищевую ценность, чем находящееся в состоянии окоченения [6].

Установлены оптимальные сроки созревания, гарантирующие максимальную нежность мяса и его наилучшие вкусовые и ароматические свойства. Однако каждое из свойств мяса достигает оптимума в разные сроки. Поэтому в практике для различных направлений использования мяса рекомендуются различные сроки созревания. Более продолжительные сроки созревания (10 - 14 сут) рекомендуются при использовании мяса в кулинарии. При таких сроках созревания мясо приобретает оптимальные органолептические свойства. Продолжительность выдержки может быть сокращена до 1—2 сут, если переработка мяса предполагает на первых этапах автолитические процессы — посол при производстве изделий из свинины и колбасных изделий. Если ферментативные процессы приостанавливаются в самом начале переработки (в консервном производстве) или же мясо реализуется в нарезанном виде (фасованное мясо, полуфабрикаты), рекомендуется выдержка в течение 5--7 сут.

При посоле парного мяса изменяется направление автолитических превращений. Ионы хлора, связываясь с актином и миозином, препятствуют их ассоциации и подавляют АТФ-ную активность миозина. Благодаря этому сохраняется высокая гидратация указанных белков и тормозится развитие окоченения. Однако в присутствии соли ускоряется амилолиз гликогена, в результате чего в мясе увеличивается содержание редуцирующих сахаров.

Интенсивность изменений свойств мяса и, следовательно, продолжительность созревания зависит от температуры среды, причем при плюсовых температурах общее направление автолиза полностью сохраняется,

* Эта проблема изложена в гл. II (прим. автора).

меняется только скорость отдельных процессов. Для говядины при нормальном состоянии животного перед убоем примерные сроки полного созревания для различных температур таковы: 1—2° С — 10—14 сут; 10—15° С — 4—5 сут и 18° С — 3 сут. Увеличение нежности достигается в течение определенного времени, и выдержка мяса с целью дальнейшего созревания нецелесообразна. Продолжительность полного созревания мяса зависит также от вида, пола, возраста и индивидуальных свойств животного, например степени упитанности, физиологического состояния животного непосредственно перед убоем [172]. По данным Куприянова, зависимость продолжительности созревания от температуры определяется уравнением

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

где Z_t — продолжительность созревания, дни; t — температура процесса, °С.

Глубокий автолиз. При хранении созревшего мяса в асептических условиях при низких положительных температурах под влиянием внутриклеточных ферментов будут продолжаться автолитические процессы. Эту стадию принято называть глубоким автолизом. На стадии глубокого автолиза происходит распад основных частей тканей — белковых веществ и жиров. Во время созревания при распаде не происходит существенного уменьшения количества белковых веществ. В течение глубокого автолиза тканевые ферменты — катепсины и пептидазы усиленно катализируют разрыв пептидных связей белковых частиц, разрушая тем самым белки. При распаде белков некоторые их продукты имеют токсические свойства. При глубоком автолизе под действием липаз происходит интенсивный гидролитический распад липидов. Процессы распада белков и липидов приводят к снижению пищевой ценности мяса. При распаде белковых веществ происходит разрушение морфологических структурных элементов мышечной ткани, что обусловливает снижение жесткости мяса и увеличение отделения мясного сока. Изменяются окраска и вкус мяса; мясо приобретает коричневый оттенок и неприятный кислый вкус. На определенном этапе глубокого автолиза мясо может стать непригодным для употребления в пищу. В практике промышленности и торговли глубокий автолиз практически не встречается, так как микробиальная порча наступает раньше глубокого автолиза.

Автолитические процессы в жировой ткани мяса. Послеубойные изменения жиросырья обусловлены теми же причинами, что и автолитические изменения мяса, однако они играют второстепенную роль в формировании качества мяса. Изменения жировой ткани характеризуют процессы, происходящие в самом жире, так как содержание белков в нем незначительное. Химические продукты, образующиеся при послеубойных изменениях жировой ткани, ухудшают качество жира. По качественным показателям лучшим считается жир непосредственно после убоя животного. Параллельно с изменениями жира изменяются также белки, входящие в состав жировой ткани.

Послеубойные изменения жира могут быть разделены на физические и химические [99]. К первой группе относится кристаллизация жира. Сразу после убоя жир находится в полужидком состоянии; при понижении температуры в результате кристаллизации глицеридов и насыщенных жирных кислот происходит уплотнение жировой ткани. К химическим изменениям относят гидролиз и окислительную порчу жира.

УСКОРЕННЫЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КОНСИСТЕНЦИИ МЯСА

В связи со значительной продолжительностью созревания были предприняты попытки разработать способы ускорения этого процесса. В первую очередь обращалось внимание на нежность мяса. Разработка способов интенсификации процесса созревания мяса чрезвычайно важна, так как около 50% мякоти говяжьей туши составляет мясо задней ноги, лопатки и плечевой части, являющееся полноценным по белковому составу, но обладающее высокой жесткостью из-за большого содержания соединительной ткани. Для производства натуральных полуфабрикатов, из которых изготовляются вторые блюда, применяют вырезку и длиннейший мускул спины, проходящий через спинную и поясничную части. В целом это составляет лишь 14—17% к массе всей туши.

Исходя из теоретических основ процесса созревания, возможно применение ряда способов интенсификации улучшения консистенции мяса при созревании. В ряде стран выпускают порошкообразные и жидкие размягчители мяса, представляющие собой препараты, содержащие протеолитические ферменты и другие компоненты, усилители их действия (молочную кислоту) и консерванты спирт, глицерин. Эти вещества улучшают органолептические показатели качества мяса. Применение протеолитических ферментов (папаин — содержится в млечном соке плодов тропического дынного дерева; фицин — получают из сока листьев инжира [109]; бромелин и бромелаин — из ананасов; трипсин и вноказа — препараты, изготовленные из поджелудочной железы убойных животных) дает возможность использовать более низкие сорта мяса для производства кулинарных изделий. Ряд ферментов (терризин и др.) получают с помощью плесневых грибов и микроорганизмов.

При применении ферментов важное значение имеет их коллагеназная активность, способность воздействовать на коллаген соединительной ткани [105]. Истинной коллагеназной активностью обладают лишь некоторые протеазы, в частности фицин способен гидролизовать нативный эластин, панкреатин — эластин и коллаген. Большинство ферментов не гидролизуют нативный коллаген. Под коллагеназной активностью понимают также последовательное суммарное действие ферментов на соединительную ткань: при температурах ниже сваривания коллагена, когда происходит растворение основного вещества коллагеновых и эластиновых волокон, и при высоких температурах, когда фермент гидролизует коллаген, денатурированный нагреванием [111].

На активность ферментных препаратов влияют pH, наличие активаторов и ингибиторов, характер субстрата, продолжительность протеолиза, температура, концентрация ферментного препарата. Из этой группы протеолитических ферментов в промышленных условиях вырабатывают папаин, фицин, бромелин. Для обработки мяса наибольший интерес представляют ферменты, обладающие протеолитической активностью в широком интервале pH среды 3,9—9,0. В этом случае смещение pH среды не вызывает инактивации ферментов. Эффективность обработки мяса в значительной степени зависит от температуры. Повышение температуры до 40—60° С резко активирует ферменты растительного происхождения; они проявляют слабую активность при температурах ниже 20- 30° С. Ферменты животного и микробиального происхождения обладают максимальной активностью при температуре 40—50° С.

Предложены различные способы введения ферментных препаратов: прижизненное внутривенное; шприцеванием в мясную ткань после убоя животного; орошением; окунанием. Растворы фермента можно вводить шприцеванием в тушу полой иглой струей жидкости под давлением безигольным методом до наступления посмертного окоченения. Эти способы наиболее приемлемы в условиях промышленности. Малоэффективной является поверхностная обработка мяса раствором фермента посредством погружения кусков мяса или напыления на поверхность.

Практическое применение получил папаин, температурный оптимум действия которого 60—80° С. Этот фермент вызывает гидролиз коллагена и эластина, в то время как трипсин действует на белки мышечной ткани. Растительные ферменты, изменяя структуру внутримышечной соединительной ткани, влияют также на мышечные белки, в частности на актомиозин. Папаин нашел применение в ряде стран. В США его вводят животным в жидком виде за 2—30 мин до убоя. Количество вводимого фермента зависит от массы и упитанности туши. Тушам крупного рогатого скота массой 420 кг вводят 80 мл раствора фермента.

Микробные ферментные препараты, получаемые из спатогенных бактерий или плесневых грибов, сильнее воздействуют на мышечные волокна и в меньшей степени на соединительную ткань.

Основной проблемой при применении ферментов для ускорения созревания мяса является неравномерное распределение их в структуре продукта. Равномерное распределение фермента достигается при обработке сублимированного мяса ферментами или погружением его в раствор фермента. В этом случае распределение фермента в мясе совмещается с его регидратацией.

Ферментными препаратами можно снизить жесткость мяса, но нельзя повысить его белковую питательную ценность, обусловленную соотношением количества полно-

ценных белков и незаменимых. Достоверные данные о влиянии обработки ферментами на вкус и аромат мяса отсутствуют.

Введение растворов ферментных препаратов в колбасный фарш улучшает органолептические показатели — нежность и сочность готовых колбасных изделий, особенно вареных колбас низших сортов, изготовленных из мяса с высоким содержанием соединительной ткани.

Перспективны методы механического мягчения мяса. Предложены ряд способов и устройств, основанных на применении режущих, растягивающих и сжимающих усилий, а также конструкции устройств, представляющие собой игольную систему для прокалывания тканей мяса. Последние устройства обеспечивают улучшение структуры мяса по всей толще. Их недостатком является неполная обработка изделий по всей массе, так как мягчение происходит только в местах уколов.

Значительный интерес представляют достаточно простые устройства — тумблеры, барабаны, мешалки — для отбивки и массирования кусков мяса. Отбивка происходит при механических ударах по куску мяса или при падении его с высоты (самоотбивание).

Разработан способ мягчения нанесением насечек на поверхность мяса острыми ножами. Размягчение достигается в результате разрушения соединительной ткани. Предложен также способ [93] улучшения консистенции мяса методом растяжения. В условиях разности скоростей вращения пар вальцев, в образце мяса, локализованного между ними, происходит деформация его растяжением; величина этой деформации определяется отношением скоростей вращения пар вальцев. Создана установка механической тендеризации говядины деформациями сжатия, сдвига-растяжения. Установлена более нежная консистенция такого мяса: средняя балльная оценка консистенции тендеризованного мяса 4,41±0,12 балла, при мягчении ферментами – 3,5±0,18 балла.

Физические методы мягчения мяса представляют большой практический интерес, так как требуют небольшого срока времени. Однако для их осуществления необходима достаточно сложная аппаратура.

Обработка мяса ультразвуком увеличивает его нежность, что установлено органолептической оценкой, определением механической прочности продукта (сопротивления резанию и напряжения смещения), а также изучением изменений структуры мяса [38]. Основной фактор, дающий увеличение нежности мяса при ультразвуковой обработке, — механическое разрушение волокон мышечной ткани и соединительнотканных образований. При воздействии ультразвуковых колебаний высокой интенсивности механическое действие может вызвать нарушение структуры клеток, их повреждение и изменение свойств тканей, причем с увеличением интенсивности эффект воздействия возрастает. Применение более мощных источников ультразвука позволит увеличить степень тендеризации.

Механизм действия ультразвука на мясную ткань раскрыт гистологическими исследованиями изменений структуры ткани. В обработанных образцах интенсивно выражены характерные изменения структуры, свойственные полному развитию процесса созревания мяса. Поперечная и продольная исчерченность мышечных волокон нечетко выражена, наблюдается набухание волокон, нарушение связи между ними, образование трещин, разделяющих волокна на отдельные сегменты — саркомеры. Отмечены разрывы соединительнотканных волокон. Эти изменения не обнаружены в необработанных образцах. Электронно-микроскопическими исследованиями [42] установлены деструктивные явления в мышечном волокне при обработке ткани ультразвуком, сопровождающиеся нарушением целостности субмикроструктуры волокна, множественными разрывами миофибрилл с образованием отдельных фрагментов, состоящих из одного, двух или трех саркомеров. Разрывы происходят по анизотропным и изотропным дискам миофибрилл. Множественная деструкция миофибрилл распространена по всей ширине среза. Обнаружены поперечные, продольные и косые разрывы миофибрилл.

Разница в органолептической оценке между обработанными и необработанными ультразвуком партиями составила 1,0–1,3 балла. Данная закономерность подтверждена определением прочностных свойств мяса (табл. 31). Остальные органолептические показатели качества мяса не изменяются.

Эффект воздействия ультразвука на изменение структуры мышечной ткани зависит от длительности его действия и не зависит от того, находятся ли образцы в ста-

Таблица 31

Продолжительность обработки, мин	Органолептическая оценка, баллы	Сопротивление резанию, кг	Напряжение сжатия, кг/см²	Примечание
3	4,0	1,81	5,21	Обработка мяса, замороженного до - -30° С
5	4,4	1,57	4,76	
Контроль	3,1	2,27	5,67	
5	4,2	1,86	5,08	Ультразвуковые волны параллельно волокнам
5	4,3	1,82	5,14	Ультразвуковые волны перпендикулярно волокнам
Контроль	3,2	2,16	5,43	

ционарном положении или перемещаются конвейером. Это создает возможность получения эффекта тендеризации при конвейерной обработке мяса ультразвуком. Степень тендеризации не зависит от направления ультразвуковых волн к расположению мышечных волокон; эффективность мягчения одинакова при параллельном и перпендикулярном направлении ультразвуковых волн к мышечным волокнам.

Предложен способ мягчения мяса воздействием электрического тока. Установлено увеличение длины саркомеров при обработке электрическим током, что указывает на отсутствие значительного сокращения мышц при холодильной обработке мяса (табл. 32).

Обработкой говяжьих мясных полутуш электрическим током напряжением 100 В при частоте 50 Гц, силе тока 5 А получили мясо с лучшим вкусом и нежностью. Установлено, что воздействие электрического тока снижает холодильное сокращение мышц.

Таблица 32

Вид мяса	Длина саркомеров, мкм	
	Воздействие электрического тока на туши	Без воздействия электрического тока на туши
Баранина	1,83	1,8
Говядина	1,83	1,84
»	1,96	1,84

ГНИЛОСТНАЯ ПОРЧА МЯСА

Охлажденное мясо является благоприятной средой для развития микроорганизмов, выделяющих во внешнюю среду ферменты, которые расщепляют компоненты тканей мяса. Разнообразие микроорганизмов, развивающихся на мясе, различные условия хранения (температура, влажность, свет, санитарное состояние) обусловливают различную скорость и характер химических изменений компонентов мяса. Происходящие в мясе процессы приводят к накоплению нежелательных и токсических продуктов распада, в результате чего мясо приобретает неудовлетворительные органолептические свойства и делается опасным для употребления. Целью почти всех приемов при технологической обработке и хранении мяса является повышение его устойчивости к микробиальной порче.

При микробиальной порче мяса основную роль играют изменения белковых веществ, заключающиеся в распаде, обусловленном жизнедеятельностью протеолитических микроорганизмов, которые для своего питания разлагают белок или продукты его частичного гидролиза. Устойчивость мяса к гнилостному разложению зависит в основном от сохранности прижизненной структуры саркоплазмы, на стабильность которой влияют скорость обработки и характер технологических операций при разделке туш, техника убоя (например, вертикальное или горизонтальное обескровливание), а также условия хранения мяса. Установлено, что сохранность мяса возрастает со снижением интенсивности обмена веществ в организме животного. В связи с этим мясо старых и упитанных животных более устойчиво, чем мясо молодняка и тощих животных.

Сохранность мяса зависит от содержания в нем воды. Мясо телят, лошадей и коз более подвержено гнилостному разложению, чем свинина и говядина. Водянистое мясо менее устойчиво, чем мясо с небольшим содержанием капиллярной воды. Мясо животных, которым скармливали комбинированные корма, более устойчиво, чем мясо животных, получавших сочные корма.

Установлены условия обсеменения мяса микроорганизмами до убоя животного: больное животное, недоста-

точное питание и слишком длинный период предубойной выдержки без кормления.

После убоя животного обсемененность мяса зависит от ряда факторов. Микроорганизмы могут находиться на поверхности туши и в более глубоких слоях. Во внутренние слои тканей они проникают при жизни животного или во время убоя. Поверхностное обсеменение происходит в основном после убоя. Обсемененность тканей при жизни животного незначительная и во время убоя обычно небольшая. Поэтому на устойчивость мяса влияет в основном обсеменение при охлаждении, хранении и транспортировке.

Важным условием получения мяса, устойчивого к порче, является соблюдение санитарных требований подготовки животных к убою (предубойная выдержка, мойка животных), санитарных требований при убое (чистота оборудования, исключение порезов стенок кишок и желудка) и хранении мяса (дезинфекция камер).

При технологической переработке мяса источником обсеменения являются воздух производственных помещений, оборудование, руки и одежда рабочих, вводимые в мясо компоненты.

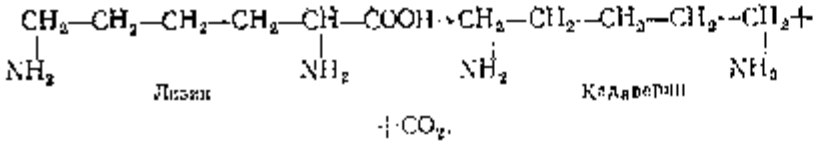
На устойчивость мяса при хранении в большей степени влияет влажность, чем температура. В летнее время мясо при хранении в камерах без кондиционирования воздуха быстро подвергается гнилостной порче, так как при попадании в камеру теплого воздуха резко возрастает его относительная влажность. Максимальная скорость развития бактерии на мясе наблюдается при относительной влажности воздуха больше 90--95%. Значительное увеличение периода устойчивости мяса к гнилостному разложению достигается при образовании на поверхности охлажденного мяса корочки подсыхания.

Температура является одним из важных факторов, влияющих на развитие микроорганизмов и характер изменений мяса. Снижение температуры тормозит развитие микроорганизмов, и этот прием используется в качестве способа консервирования мяса (охлаждение и замораживание мяса).

Гнилостный распад белковых веществ под действием ферментов микроорганизмов может протекать различно в зависимости от свойств разлагающихся белков, внешних условий и вида микроорганизмов. На начальной стадии гнилостного разложения происходит гидролиз пептидных цепей и образование крупных и мелких фрагментов белковых молекул (полипептидов) и некоторого количества аминокислот. Затем процессы дальнейшего расщепления белков и полипептидов продолжаются и вместе с тем начинаются процессы распада аминокислот. Аминокислоты подвергаются дезаминированию, декарбоксилированию, окислению и восстановлению. Преобладание при этом тех или других процессов зависит от вида микроорганизмов, а также от температуры и влажности воздуха в камерах хранения.

Наиболее часто встречающимся процессом распада аминокислот является их дезаминирование, которое может быть окислительным, гидролитическим, восстановительным и внутримолекулярным. В процессе дезаминирования в мясе накапливаются продукты химических превращений, в том числе оксикислоты, кетокислоты, спирты, аммиак, альдегиды, другие аминокислоты (в частности, глютамин превращается в глютаминовую кислоту), насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, в том числе летучие кислоты, из которых более 90% приходится на уксусную, масляную, муравьиную и пропионовую. Накопленный при дезаминировании аминокислот аммиак образует соли с кислотами мяса, и происходит сдвиг реакции в щелочную сторону. Благоприятные условия для развития гнилостных микробов создаются при реакции среды, близкой к нейтральной (6,8—6,9). Это имеет место, в частности, при убое утомленных и больных животных. В некоторых случаях при большом накоплении кислых продуктов распада аминокислот наблюдается сдвиг pH в кислую сторону и начальная стадия разложения принимает форму закисания.

Распространенным процессом распада аминокислот под воздействием декарбоксилаз микроорганизмов является их декарбоксилирование и образование углекислого газа и аминов. Амины имеют основной характер, и многие из них токсичны. Это прежде всего амины таких аминокислот, как фенилаланин, тирозин, гистидин (фенилэтиламин, тирамин, гистамин), или амины основного характера — аргинин, лизин, орнитин (агматин, кадаверин, путресцин); например, кадаверин образуется из лизина:



В результате накопления органических оснований происходит сдвиг реакции среды в щелочную сторону, так как выделяющийся при декарбоксилировании углекислый газ в незначительной части улетучивается.

Амины подвергаются дальнейшим химическим превращениям, продукты которых отличаются меньшей физиологической активностью. Этим объясняется более интенсивное отравляющее действие мяса, находящегося на ранних стадиях гнилостной порчи, по сравнению с мясом, находящимся на более глубоких стадиях. Аминокислоты могут подвергаться одновременно дезаминированию и декарбоксилированию, в результате чего могут быть получены различные органические вещества. При воздействии на аминокислоты микроорганизмы разрушают в основном боковую алифатическую цепь, оставляя неразрушенным ароматическое кольцо, в связи с чем в мясе образуются соединения, лишенные аминной и карбоксильной групп. Так, из тирозина образуются крезол и фенол, а из триптофана — индол и скатол.

Накопление H_2S в более значительных количествах наблюдается только на глубоких стадиях гнилостного разложения в результате отщепления от аминокислот серы. К числу сероодержащих аминокислот относятся: цистин, цистеин и метионин. В результате постепенного восстановления сульфгидрильных групп цистина и цистеина образуются меркаптаны. Индол, скатол, крезол, H_2S, меркаптаны — дурнопахнущие и ядовитые вещества, особенно индол и скатол. Распад аминокислот под воздействием ферментов микроорганизмов приводит также к образованию ряда простых органических соединений, например, метана.

Азотистые экстрактивные вещества под воздействием ферментов микроорганизмов подвергаются окислительному распаду, дезаминированию и декарбоксилированию с выделением NH_3 и CO_2. Из некоторых экстрактивных веществ могут образоваться ядовитые соединения, например, из креатина образуется метилгуанидин, из карнозина — гистамин.

В процессе микробной порчи мяса происходит образование ряда веществ (H_2S, перекиси), которые влияют на изменение окраски мышечной ткани до коричневой, серой или зеленой. Это обусловлено окислительными превращениями гемовых пигментов (Mb и Hb). Окисление в геме железа с двухвалентного до трехвалентного приводит к образованию МетMb и МетHb коричневого цвета. Окисление Mb в присутствии сульфидов ведет к образованию сульфмиоглобина, имеющего зеленый цвет. Окисление Mb другими редуцирующими веществами также приводит к позеленению вследствие образования холемиоглобина. При дальнейшем окислении сульфмиоглобин и холемиоглобин распадаются, что приводит к появлению коричневой или желтой окраски или обесцвечиванию.

Превращения липидов при хранении мяса в основном не микробного происхождения. Однако некоторые микроорганизмы (например, Pseudomonas) имеют ферментные системы, вызывающие окислительные и гидролитические превращения липидов. Легче всего окислительным превращениям подвергаются липиды, содержащие ненасыщенные жирные и низкомолекулярные жирные кислоты. Липазы микроорганизмов катализируют гидролиз липидов. Распад триглицеридов, обусловленный гидролизом и окислением, приводит к накоплению в мясе свободных жирных кислот, органических перекисей, а на более поздних стадиях — альдегидов, кетонов, низкомолекулярных жирных кислот и оксикислот.

В аэробных условиях некоторые микробы, плесени и дрожжи обычно окисляют углеводы мяса полностью до CO_2 и H_2O. Однако иногда могут накапливаться промежуточные продукты — различные органические кислоты. Это обусловливает некоторое подкисление тканей, но мало влияет на запах и вкус мяса. При анаэробных превращениях углеводов мяса могут образоваться: пировиноградная и молочная кислоты, CO_2, водород, этанол и бутанол, ацетон, уксусная и масляная кислоты. Некоторые из этих веществ оказывают влияние на вкус и аромат мяса. Следовательно, в процессе гнилостного разложения многие вещества мяса разрушаются, в нем появляются новые химические соединения или изменяется количественное содержание имеющихся. Все это существенно влияет на изменение цвета, запаха, вкуса, консис-

стенции и пищевой безвредности мяса в сторону их ухудшения.

При определенных условиях в мясе возможно развитие процессов брожения, однако ввиду низкого содержания углеводов оно бывает редко. Молочнокислому брожению наиболее быстро подвергаются печень и мясо лошадей ввиду высокого содержания гликогена. Такое мясо характеризуется кисловатым и неприятным запахом, вкусом и измененной окраской. Развитие брожения может привести к непригодности мяса для потребления и переработки.

Гнилостное разложение мяса характеризуется изменением комплекса органолептических показателей, зависящих от вида микрофлоры, вызывающей разложение мяса, вида тканей, подвергшихся разложению, и степени развития необратимых изменений.

Анаэробное разложение распространяется в туше очень быстро и начинается обычно внутри толстых слоев мышц, вблизи костей и суставов и сопровождается газообразованием. Происходит накопление газов между волокнами и пучками волокон и разрыв соединительнотканных прослоек. Мясо приобретает пористую структуру, сине-красный или серо-зеленоватый цвет, резкий и отталкивающий запах. Реакция среды колеблется в пределах pH 8,0—9,0.

Анаэробное гнилостное разложение может возникнуть при вынужденном убое, а также при чрезмерно продолжительном времени, прошедшем от оглушения до нутровки. В этом случае развивающиеся бактерии вначале проникают в толщу стенок кишок, а затем во внутренние слои брюшной полости. При благоприятных условиях через час после убоя в тушах животных без нутровки можно обнаружить значительное количество анаэробных микроорганизмов пищеварительного тракта.

Анаэробное гнилостное разложение обусловлено обсеменением мяса при его охлаждении и хранении. В поверхностных слоях мясных туш содержится кислород, поэтому в них развиваются в основном аэробные микроорганизмы. При поверхностном разложении процесс постепенно проникает в более глубокие слои. Аэробные микроорганизмы проникают в глубь мяса со скоростью 2—10 см в течение 1—2 сут при комнатной температуре и до 1 см за 30 сут при температуре, близкой к 0° С.

Характерным признаком развития аэробной гнилостной порчи является образование слизи на поверхности мясных туш. Она обнаруживается, когда на 1 см² поверхности насчитывается около $10^{7,5}$ микроорганизмов [95]. При низких плюсовых температурах срок появления ослизнения зависит от первоначальной микробной обсемененности поверхности мяса и относительной влажности воздуха [130]. Высокая относительная влажность воздуха ускоряет слизеобразование. При температуре, близкой к —1° С, слизеобразование резко тормозится [33]. Ослизнение является одним из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при хранении и транспортировке. Мясо, пораженное ослизнением, теряет товарный вид, вкус и аромат, его поверхность становится увлажненной и на ощупь липкой. Из красного мясо становится вначале бледным, а затем приобретает зеленоватый оттенок. В тушах с развитием процесса гнилостной порчи прежде всего зеленеет поверхность шеи. Мясо, находящееся в состоянии аэробной гнилостной порчи, обладает неприятным, но не столь резким и отталкивающим запахом, как при анаэробной порче. Реакция среды pH 7,0—8,0. Консистенция мяса при аэробном разложении становится дряблой и тягучей.

Ткани мясной туши обладают различной устойчивостью к гнилостному разложению. Сохранность мяса обусловлена содержанием в тканях воды, белков, минеральных солей, а также pH среды.

Обычно анаэробное и аэробное гнилостное разложение мяса в чистом виде встречается относительно редко и оба вида порчи протекают одновременно. Важно обнаружить гнилостное разложение на ранней стадии. Это можно сделать с использованием ряда субъективных и объективных показателей. В начальной стадии порчи органолептические показатели изменены в столь незначительной степени, что трудно обнаруживается характерный запах разложения белковых веществ. Эффективный способ выявления порчи — варка проб, так как при повышении температуры возрастает испаряемость летучих соединений. Рекомендуется также растирать кусок мяса между пальцами, особенно при оценке образцов жирного мяса. Запах разлагающегося мяса значительно возрастает при нанесении на его поверхность разбавленных кислот (соляной, серной) или щелочей. При развитии

процесса анаэробной порчи эффективным способом проверки является исследование запаха, цвета и консистенции более глубоких слоев мяса, например разрезание окорока, подрезание лопатки или разрезание неудаленной почки. Можно также прокалывать эти части деревянной палочкой или ножом.

ПЛЕСНЕВЕНИЕ МЯСА

Мясо подвержено плесневению; на поверхности мяса и мясных изделий образуется белый, серый или серо-зеленый налет плесени со специфическим неприятным и относительно сильным запахом. Так как плесневые грибы являются типичными аэробами, то развитие их ограничивается исключительно поверхностью мяса. Плесени очень хорошо развиваются на созревшем мясе, pH которого 5,6—6,0. Они отличаются высокой устойчивостью к воздействию кислой среды. При pH, близком к 2,0, плесень не погибает. На развитие плесени влияет скорость циркуляции воздуха в камерах хранения. Плесени развиваются в первую очередь на участках туши, около которых затруднена циркуляция воздуха — на внутренней поверхности ребер, на паховых складках, на зарезе. Установлено, что количество плесени возрастает при увеличении общей обсемененности при убое животных и переработке мяса.

Плесени развиваются на продуктах в условиях широкого температурного и влажностного диапазона. Поэтому они могут развиваться на поверхности мяса, высушенного до такой степени, когда развитие бактерии на нем невозможно. Этим объясняется, в частности, подверженность сушеного мяса плесневению и устойчивость его против гнилостного разложения.

Плесень поражает только поверхность мяса, проникая в ткани на глубину более 2 мм. В связи с тем, что при развитии плесени возможно образование токсина, непригодным для потребления считается мясо, в котором под влиянием плесеней произошли заметные изменения. Эти участки мяса следует удалять. При плесневении в результате гидролиза белков, дезаминирования аминокислот снижается пригодность мяса для потребления. Образующийся при этом аммиак вызывает сдвиг реакции среды в щелочную сторону. В связи с этим при развитии плесени резко снижается устойчивость мяса к гнилостному разложению. Некоторые виды плесени могут быть опасными для потребителя, в частности, установлено, что плесень Mucor, обнаруженная на мясе и в пряностях, обладает сильным токсическим действием. Некоторые микотоксины обладают канцерогенным действием.

ФОСФОРЕСЦЕНЦИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ МЯСА

Фосфоресцирующее мясо излучает лучи средней длины волны. Окраска их голубоватая, зеленовато-желтая, изумрудно-серебряная, сине-белая. Фосфоресценция обусловлена развитием светящихся бактерий, являющихся типичными аэробами; мясо заражается ими при хранении в камерах хранения. Светящиеся бактерии поражают не только свежее мясо, мясные полуфабрикаты, но и колбасные изделия. Фосфоресценция появляется при наличии влажной среды через 3—4 сут после убоя. При появлении первых признаков гнилостного разложения фосфоресценция прекращается, так как протеолитические бактерии инактивируют фосфоресцирующую микрофлору. Фосфоресценции противодействуют циркуляция воздуха, сдвиг реакции среды в кислую сторону и снижение температуры.

На поверхности мяса возможно развитие пигментации. Изменения окраски поверхности мясных туш обусловлены развитием пигментирующих бактерий. Условием появления цветных пятен на поверхности туш является быстрое их обсеменение после убоя, т. е. до образования корочки подсыхания и полного охлаждения. На мясе образуются голубые пятна под действием голубого пигмента пиоцианина. Развитие Chromobacterium prodigiosum способствует появлению красно-пятнистой окраски. Обсеменение цветообразующими бактериями может привести к нежелательным, резким изменениям окраски и запаха мяса.

Мясо с наличием фосфоресценции и с измененной окраской пригодно для потребления, так как в этом случае не установлено образование токсинов. В связи с тем, что фосфоресцирующее мясо покрыто слоем слизи, его необходимо промыть водой, подкисленной уксусной кислотой, или срезать поверхностные слои мяса.

В некоторых случаях на мясе появляется беловатый или сероватый налет, внешне напоминающий плесень. Появление «инея» обусловлено развитием дрожжей и микрококков. Мясо с «инеем» на поверхности пригодно для промышленной переработки. Однако перед использованием мяса налет необходимо удалить промывкой водой или слабым раствором NaCl.

ЗАГАР МЯСА

Загар — это комплекс изменений, обусловливающих значительное снижение, а иногда полную потерю пригодности мяса для потребления. Загар обнаруживается почти исключительно при медленном охлаждении мяса в условиях плохого газообмена. Необходимо достаточно быстро охладить мясо до температуры ниже 18 –20° С, чтобы не было его порчи. Загар быстрее развивается при соприкосновении туш друг с другом во время охлаждения, при недостаточной циркуляции охлаждающего воздуха, транспортировке не полностью охлажденных туш, при укладке их навалом. Задержка процесса охлаждения возникает по ряду причин, в частности когда на подвесных путях на одном крюке подвешивают несколько туш или их частей, загар развивается и при медленном замораживании парного мяса, чаще — в тушах с хорошо развитой жировой тканью, так как жир замедляет охлаждение туш и снижает скорость диффузии газов из внутренних слоев тканей. Непосредственной причиной загара является быстрое накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, которые не могут нейтрализоваться содержащимися в мясе буферными веществами. Основной причиной, обусловливающей накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, является высокая активность тканевых ферментов. Существует также предположение, что причиной загара является развитие анаэробных микроорганизмов в глубоких слоях мускульной ткани, что подтверждается возникновением этого процесса в мясе утомленных и вынужденного убоя животных.

Признаки загара сходны с признаками гнилостного разложения. Поверхность разреза такого мяса влажная, окраска изменена, она обычно светлая, с различными оттенками. При свободном доступе воздуха мясо приобретает зеленоватый оттенок. В мясе, находящемся в глубокой стадии загара, зеленый сульфмиоглобин образуется в результате воздействия H_2S. Сероводород образуется из аминокислот, содержащих серу (цистина, цистеина, метионина). Кроме H_2S, в мясе образуются меркаптаны.

Мясо в состоянии загара имеет слабую связь между волокнами с низким сопротивлением на разрыв, тестообразную консистенцию, кислый и удушливый запах. Вкус мяса неприятный, реакция среды кислая. Мясо с загаром подвержено плесневению и быстро подвергается гнилостному разложению.

Пригодность мяса с загаром для переработки зависит от степени его развития и от направления использования мяса. При слабо выраженном загаре окорока непригодны для производства ветчины. Не допускается выпуск мяса с загаром в торговую сеть или переработка на изделия длительного хранения; такое мясо можно использовать в качестве добавки при изготовлении вареных и линерных колбас. Для определения пригодности для переработки мяса с загаром его нарезают на полоски и укладывают в один слой в холодильной камере с интенсивной циркуляцией воздуха, облегчающей проникновение кислорода в мясо. В результате этого ускоряется окисление редуцирующих летучих соединений или они удаляются из мяса. Если через 24 ч выдержки мяса в таких условиях неприятный запах не исчезает, то мясо считается непригодным для переработки и потребления.

ПИЩЕВЫЕ ТОКСИКОИНФЕКЦИИ

Мясо может быть источником пищевых отравлений, вызываемых продуктами жизнедеятельности микроорганизмов (токсинами). Пищевые токсикоинфекции по природе их возбудителей можно разделить на 4 группы: 1) токсикозы, вызываемые бактериями группы сальмонелла; 2) токсикозы, вызываемые банальной микрофлорой; 3) стафило-стрептококковые токсикозы; 4) токсикозы, вызываемые анаэробами.

Мясные отравления возникают при употреблении в пищу мяса истощенных, утомленных и вынужденно убитых животных, у которых понижается сопротивляемость организма и микробы проникают в ткани и органы. При

хранении такого мяса или субпродукта при температуре выше 3° С возможно образование токсинов.

Бактерии группы сальмонелла распространены во внешней среде, а также встречаются в кишечнике здоровых и больных животных и людей. Возбудители сальмонеллезных токсикоинфекций попадают в мясо чаще при жизни животного и реже при обработке туш (загрязнение содержимым кишечника). В фарше бактерии размножаются быстрее, чем в неизмельченном сырье. При обнаружении в органах или в туше сальмонелл органы направляют на техническую утилизацию или уничтожают, а тушу после нарезания на куски варят в течение 2,5 ч и используют при изготовлении студней и ливерных колбас. Такое мясо не допускается для производства вареных колбас, так как термический режим не гарантирует уничтожения сальмонелл.

К банальной микрофлоре, вызывающей токсикоинфекции, относят микробы из группы протея и кишечной палочки. Обсеменение мяса ими происходит при жизни и после убоя животного при нарушении санитарно-гигиенических условий при убое и хранении мяса. При подозрении на обсеменение мяса банальной микрофлорой его подвергают бактериологическому исследованию и проверяют на свежесть. При сильном обсеменении мяса протеем и кишечной палочкой и при несоответствии его требованиям ГОСТа по органолептическим показателям мясо утилизируют. При наличии кишечной палочки, но при хорошей органолептике мясо перерабатывают на вареные колбасы.

Стафилококки и стрептококки обычно бывают на тушах, имеющих гнойные воспалительные очаги. При больших гнойных поражениях животных их мясо утилизуется. При закрытых гнойных очагах мясо можно допускать в пищу после основательной проверки в кусках.

К анаэробам, вызывающим токсикоинфекции, относят бактерии ботулинус и перфрингенс. Ботулинус — типичный термофил; при температуре 22—37° С он продуцирует очень сильный токсин. Ниже 20° С токсин не образуется. Мясные, мясо-растительные и другие консервы, вареные и особенно ливерные колбасы являются благоприятной средой для роста ботулинуса. В присутствии молочнокислых бактерий и при концентрации NaCl в среде более 10% ботулиническая палочка не раз-

вивается и токсина не образует. Токсин инактивируется в пищевых продуктах после 15—20 мин кипячения. Кислая среда (pH 2,0 - 3,0) так же, как и кислотность желудочного содержимого (pH 4,0), активизирует действие токсина.

Бактерии перфрингенс встречаются в той же среде, что и ботулинус. Его споры выдерживают нагревание до 105° С более 1 ч, при 115° С разрушаются через 35 мин. Токсин этого микроба вызывает тяжелые расстройства желудочно-кишечного тракта.

Глава VI. КАЧЕСТВО СУБПРОДУКТОВ

Пищевые субпродукты имеют важное значение в снабжении населения мясом, являясь дополнительным ресурсом белкового питания, и занимают в пищевом балансе существенное место. Некоторые субпродукты обладают высокой пищевой ценностью. Более 50% субпродуктов направляют на выработку мясопродуктов, которые обладают своеобразным вкусом и пользуются большим спросом у населения.

По виду скота различают субпродукты говяжьи, бараньи и свиные. В зависимости от пищевой ценности субпродукты подразделяют на две торговых категории — I и II.

К I категории относят: язык, печень, почки, мозги, сердце, вымя, диафрагму, мясо-костный хвост крупного и мелкого рогатого скота, мясную обрезь. Субпродукты I категории приравниваются к мясу и реализуются по фондам мяса.

Ко II категории относят менее ценные в пищевом отношении субпродукты: рубец свиной, желудок, калтык, пикальное мясо, сычуг, легкие, головы без языков и мозгов, трахею, селезенку, свиные ноги и уши, путовый сустав говяжий, губы, уши, мясо-костный хвост свиной.

В соответствии с морфологическим строением субпродукты делят на мясо-костные, мякотные, шерстные и слизистые.

Многие субпродукты существенно отличаются по составу и строению от мясной туши. К таким субпродуктам следует отнести группу паренхиматозных органов — легкие, печень, головной мозг, вымя, селезенку. При

жизни животного они не выполняли двигательных функций, поэтому имеют специфическое строение и состав. Эти органы состоят из остова (основы), разделяющего орган на отдельные участки, в которых имеется паренхима (железистая ткань), характерная для данного органа.

Вторая группа органов, включающая язык, сердце, диафрагму, желудки, осуществляла при жизни животного двигательные функции. Эти органы наряду с соединительной тканью содержат мышечную ткань (гладкую и поперечнополосатую).

Третья группа субпродуктов включает: головы, ноги (путовый состав), губы, хвосты, уши. По строению и тканевому составу эти субпродукты близки к строению и составу мясной туши, отличаясь лишь количественным соотношением отдельных тканей.

Обработка различных субпродуктов может быть различной и зависит от их состава и особенностей.

Субпродукты	Содержание, г на 100 г продукта				
	воды	белков	жиров	экстрактивных веществ	золы
Свиные					
Легкое	78,6	14,8	3,6	2	1
Печень	71,4	18,8	3,6	4,7	1,5
Почки	80,1	13	3,1	2,7	1,1
Сердце	78	15,1	3,2	2,7	1
Уши	60,9	21	14,1	3,3	0,7
Язык	66,1	14,2	16,8	2,1	0,8
Кровь сухая	8,1	83,7	--	—	8,2
Говяжьи					
Вымя	72,6	12,3	13,7	0,6	0,8
Головы	67,8	18,1	12,5	0,9	0,7
Легкое	77,5	15,2	4,7	1,6	1
Мозги	78,9	9,5	9,5	0,8	1,3
Печень	72,9	17,4	3,1	5,3	1,3
Почки	82,7	12,5	1,8	1,9	1,1
Рубец	80	14,8	4,2	0,5	0,5
Сердце	79	15	3	2	1
Уши	69,8	25,2	2,3	2	0,7
Хвост мясо-костный	71,2	19,7	6,5	1,6	0,8
Язык	71,2	13,6	12,1	2,2	0,9

Недостаточно глубоко изучен химический состав субпродуктов, хотя они широко используются и в виде натуральных продуктов, и как сырье для изготовления различных изделий. Приведенные в табл. 33 данные [129] показывают, что все субпродукты являются важным источником белка и витаминов. Каждый вид субпродуктов имеет свои особенности морфологического и химического состава. Одноименные субпродукты мало отличаются друг от друга по химическому составу. По общему содержанию белковых веществ они почти не уступают мясу, однако по полноценности белков резко различаются. По количественному содержанию полноценных белков на первом месте стоят печень, языки, сердце, почки, на последнем — уши и трахея [100].

В табл. 34 приведен аминокислотный состав отдельных субпродуктов (в мг на 100 г их съедобной части) [128].

Сравнивая аминокислотный состав субпродуктов, следует отметить высокое содержание в некоторых из

Таблица 33

Содержание витаминов, мг на 100 г продукта					Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
A	B_1	B_2	PP	C	
0	--	—	—	—	385
3,45	0,24	2,18	8	21	452
0,1	0,29	1,56	3,6	10	335
Следы	0,36	0,69	4,1	Следы	372
—	--	--	—	—	883
Следы	0,15	0,86	3,2	Следы	870
--	—	--	—	—	1402
—	—	—	—	—	724
--	—	--	--	—	774
0	0,1	0,4	3,2	2	431
0,01	0,12	0,19	3	Следы	519
3,83	0,3	2,19	6,8	33	410
0,10	0,39	1,8	3,1	10	276
—	—	0,15	1,6	--	406
0,02	0,36	0,65	4	1	364
—	--	--	—	--	510
—	-	—	—	—	573
Следы	0,12	0,3	3	Следы	682

Таблица 34

Показатели	Субпродукты говяжьи				
	мозги	печень	почки	сердце	язык
Вода, %	77,6	71,8	79,0	78,5	68,8
Белок, %	11,8	17,9	15,2	16,4	16,9
Незаменимые аминокислоты	4 464	7 606	5820	6 537	6 124
В том числе:					
Валин	602	1 247	857	911	845
Изолейцин	546	926	714	838	766
Лейцин	970	1 594	1 240	1 408	1 215
Лизин	841	1 433	1 154	1 359	1 373
Метионин	232	438	326	383	345
Треонин	540	812	638	740	708
Триптофан	164	258	214	222	176
Фенилаланин	569	928	677	676	696
Заменимые аминокислоты	7 082	10 262	8 292	8 825	9 049
В том числе:					
Аланин	772	1 015	682	1 030	1 047
Аргинин	674	1 246	971	677	955
Аспарагиновая кислота	1 138	1 347	943	1 271	1 216
Гистидин	623	847	687	459	616
Глицин	610	943	971	743	788
Глутаминовая кислота	1 426	1 951	1 563	2 064	1 684
Оксипролин	32	187	280	235	281
Пролин	732	1 019	938	965	1 117
Серин	555	658	534	617	568
Тирозин	375	731	434	496	481
Цистин	245	318	289	268	296
Общее количество аминокислот	11 546	17 878	14 112	15 362	15 173
Нуклеиновые кислоты	258	822	791	311	—
Лимитирующая аминокислота, скор. %	—	—	—	—	—

них отдельных незаменимых аминокислот; так, в языке содержится значительное количество лизина и лейцина, в сердце — метионина, в печени — триптофана. В целом печень превосходит другие субпродукты по содержанию незаменимых аминокислот.

Содержание жира в отдельных субпродуктах (мозгах, языках) больше, чем в мясе. В состав жира субпродуктов входят в основном нейтральные жиры с большим количеством жироподобных веществ — фосфатидов, холестерина, цереброзидов. В жире субпродуктов относительно высокое содержание арахидоновой и линолевой кислоты.

Содержание минеральных веществ (в мг на 100 г съедобной части субпродуктов) приведено в табл. 35 [128].

Таблица 35

Показатели	Субпродукты говяжьи				
	мозги	печень	почки	сердце	язык
Зола, %	1,3	1,4	1,1	1	0,9
Макроэлементы, мг					
калий	281	277	237	260	255
кальций	10,5	8,7	12,5	7,3	8,1
магний	16	18	18	23	19
натрий	167	104	218	100	100
сера	138	239	161	—	—
фосфор	321	314	239	210	224
хлор	174	100	256	—	251
Микроэлементы, мкг					
железо	2600	6900	5950	4790	4050
йод	—	6,3	—	7,3	—
кобальт	6	19,9	8,8	5	—
марганец	25	315	139	59	53
медь	200	3830	450	—	94
молибден	19,2	110	89	18,6	16
никель	—	63	—	—	—
олово	—	—	—	12,5	9
фтор	—	230	—	50	—
хром	6	32	31	29	19
цинк	3120	5000	2320	2120	4840

Мозги, печень, сердце содержат большое количество фосфора, железа и витаминов, особенно группы В; поэтому они рекомендуются для лечебного питания. Легкие, почки и свиная печень по сравнению с другими субпродуктами содержат значительное количество железа. В 100 г свиной печени содержится 12 мг железа.

По своей пищевой ценности субпродукты резко отличаются друг от друга. Наряду с высокоценными и деликатесными продуктами (языки, мозги, печень, почки) имеются субпродукты с низкой пищевой и энергетической ценностью, содержащие в своем составе большое количество соединительной ткани (губы, легкие, рубец и др.).

Автолитические изменения субпродуктов специфические для каждого вида, например в печени происходит быстрый распад гликогена со снижением pH до 6,3—6,5, окраска становится темно-коричневой в результате окисления Hb в MetHb. При хранении резко уменьшается способность печени к набуханию. В почках вследствие распада гликогена pH снижается до 6,5. Печень, почки и легкие менее стойки при хранении, чем мясо, что обусловлено спецификой их строения, состава, более высоким pH, наличием более активных ферментов.

Языки. При посоле говяжьих языков следы меди в рассоле могут вызвать их почернение, так как в коже языка медь может скапливаться в 10-кратном количестве. Заметное обесцвечивание происходит при содержании Cu в рассоле 0,05 мг%. Медь из языков рекомендуется удалять укладкой их в емкости с кислыми растворами (0,5-ный раствор лимонной кислоты).

Печень относится к специфическим продуктам деликатесного и диетического назначения. Основная масса белков печени относится к альбуминам. В белковом составе печени содержатся также глобулины и характерные для печени железосодержащие белки — ферритин, феррин и пигмент гемосидерин, из которых наиболее изучен ферритин, содержащий 17—23% железа, 10—11% азота и 1—2% фосфора. Ферритин играет важную роль в образовании пигментов Mb и Hb. Из печени выделен также медьсодержащий белок гематокупреин, в котором содержится 0,34% меди. Железо и медь печени легко усваиваются организмом. Белки печени перевариваются пепсином хуже, чем белки мяса. Печень богата витаминами (табл. 33) и гормональными веществами и поэтому имеет не только пищевую, но и лечебную ценность.

Из липидов в состав печени входят главным образом фосфатиды и холестерин; остальное составляют нейтральные жиры. В печени содержится большое количество гликогена — от 8—10 до 18% в зависимости от состояния животного.

Весьма разнообразен состав ферментов печени; в значительном количестве содержатся ферменты углеводного, белкового и липидного обмена. Печень быстро подвергается протеолизу и порче, так как протеолитическая активность катепсинов ее примерно в 60 раз выше активности мышечных катепсинов. Она обсеменена в большей

степени, чем другие органы, так как является санитарным барьером организма; в нее в первую очередь проникают бактерии по лимфатическим путям из кишечника. Кроме этого, в печени остается значительное количество крови, поэтому микробиальная порча печени начинается значительно быстрее, чем мяса.

При варке печени значительно теряется влага, в результате чего ткань уплотняется, однако она способна поглощать жир.

Головной мозг. Пищевая ценность мозгов определяется в основном содержащимися в них липидами, а не белковыми веществами. Среди липидов основное количество (45—50%) принадлежит фосфатидам (лецитины, кефалины, сфингомиэлины); несколько меньше цереброзидов (20%); еще меньше стеридов и стеринов (14—15%). Остальное приходится на нейтральные жиры. Жирнокислотный состав липидов мозга характеризуется высокой степенью ненасыщенности. В числе ненасыщенных жирных кислот присутствуют арахидоновая и клупанодоновая. Белки мозга в основном полноценные и содержат такие дефицитные для других продуктов аминокислоты, как лизин, метионин, валин, треонин. В составе мозга содержатся ценные для питания микро- и ультрамикроэлементы, в частности фосфор и железо. В результате автолиза pH ткани мозга сдвигается с 6,0—6,3 до 6,5. В связи с развитием при хранении охлажденных мозгов физико-химических процессов, снижающих их качество, срок хранения мозгов не должен превышать 3—5 сут.

Вымя обладает невысокой пищевой ценностью вследствие большого содержания неполноценных белков, однако большое содержание жира обусловливает высокую энергетическую ценность вымени. В связи с большим содержанием жира и молока вымя является нестойким при хранении.

Легкие вследствие высокого содержания коллагена и эластина обладают низкой пищевой ценностью и отличаются жесткой консистенцией, малоизменяющейся и после варки.

Субпродукты в соответствии с действующими техническими условиями должны быть доброкачественными, обезжиренными, без сгустков крови, слизи, остатков шкуры, волоса и щетины, иметь запах, свойственный

свежему продукту, а опаленные субпродукты — приятный запах слабого копчения.

Основными причинами снижения качества, а иногда порчи субпродуктов являются плохая обработка, небрежная зачистка и задержка в неохлаждаемых помещениях.

Одним из способов переработки субпродуктов II категории является производство белковых пищевых гидролизатов, представляющих собой смесь различных аминокислот, применяемых в качестве добавки в мясопродукты.

Белковые препараты, полученные из субпродуктов, обладают высокой биологической ценностью, хорошими водосвязывающими и эмульгирующими свойствами.

В технологической схеме переработки скота обработка субпродуктов занимает одно из важных мест как по объему производства, так и по многообразию сырья. В цехи по переработке этого продукта поступает от 10 до 20 наименований субпродуктов от каждого вида скота. Субпродукты должны быть обработаны в день их получения, так как задержка в обработке вызывает снижение их качества. Повышение их качества достигается при проведении технологического процесса обработки на поточно-механизированных линиях.

В настоящее время на мясокомбинатах шерстные, а также слизистые субпродукты обрабатываются на поточно-механизированных линиях, где производится технологическая обработка субпродуктов. Технологическая обработка заключается в обезжиривании, удалении посторонних тканей и образований — шерсти, щетины, волоса, слизистой оболочки, а также различного рода загрязнений, снижающих пищевую ценность и стойкость субпродуктов при хранении.

Предложена новая конструкция вращающегося моечного барабана БСН-1М с пятью выступами, расположенными перпендикулярно боковым стенкам. Выступы увеличивают трение между продуктом и стенкой барабана, что позволило улучшить качество очистки субпродуктов. Линия Московского мясокомбината по обработке свиных голов обеспечивает полную обработку голов и высокое качество.

Применение в опалочной печи газовых горелок с керамическими вкладышами обеспечило равномерную опалку субпродуктов.

Глава VII. ВЛИЯНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО МЯСА И СУБПРОДУКТОВ

Холодильная обработка мяса и субпродуктов и их хранение при соответствующих низких температурах являются одним из наиболее совершенных приемов предупреждения или замедления порчи этих продуктов. При холодильной обработке достигается наиболее полное сохранение первоначальных натуральных свойств мяса и субпродуктов. Хранение на холоде обеспечивает минимальные изменения пищевой ценности и вкуса мяса. Обработка холодом обусловливает подавление жизнедеятельности микроорганизмов, а также замедление химических и биохимических процессов, происходящих в продукте под действием собственных ферментов, кислорода воздуха, тепла и света.

КОНСЕРВИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

В промышленной практике пользуются следующими способами холодильной обработки и хранения мяса и субпродуктов при температуре:

на 1—4°С выше точки замерзания тканевой жидкости — это охлаждение и хранение охлажденного мяса;

на 1- 2°С ниже точки замерзания тканевой жидкости — это подмораживание и хранение подмороженного мяса;

значительно ниже точки замерзания тканевой жидкости — это замораживание и хранение мороженого мяса.

Первоначальные натуральные свойства мяса наиболее полно сохраняются в охлажденном мясе, которое по качеству превосходит замороженное и подмороженное.

Мышцы здоровых животных непосредственно после убоя обычно обсеменены в небольшой степени. Вместе с тем мясо и субпродукты являются хорошей питательной средой для развития микробов, плесеней, дрожжей.

Охлаждение мяса до точки замерзания тканевой жидкости замедляет жизнедеятельность микроорганизмов, а также вносит качественное изменение в состав микро-

флоры. Уменьшается доля термофилов и мезофилов до 2—5% от общего количества. При замораживании снижение температуры и отнятие влаги в результате кристаллообразования приводят к прекращению жизнедеятельности микроорганизмов. Психрофильные бактерии теряют способность к размножению при температуре ниже —5°С, психрофильные дрожжи при —10°С; при —18°С и ниже замороженное мясо не может подвергаться порче в результате развития микроорганизмов. Уже при —10° С рост психрофильных микроорганизмов отсутствует. Однако некоторые микроорганизмы способны развиваться и при отрицательных температурах. Так Achromobacter и Pseudomonas развиваются при —3÷—5°С.

Различные возбудители порчи, плесневые грибки, дрожжи прекращают свою деятельность при температуре ниже —10°С. Наибольшей устойчивостью к низким температурам обладают плесени, в том числе вызывающие образование слизи на поверхности мяса. Некоторые из них развиваются при температуре —9 и —12° С.

Высокая жизнеспособность микроорганизмов обусловлена тем, что важнейшим фактором их развития является вода, без которой обмен веществ у микроорганизмов невозможен. При замораживании мяса и субпродуктов вода тканевой жидкости превращается в лед. Существует зависимость количества вымораживаемой воды от температуры (рис. 9). Если температурный интервал —25÷—30° С сравнить с интервалом —5÷—10°С, то ясно видно, что существует большая разница в количестве вымораживаемой воды в пределах этих двух температурных интервалов. Полное вымерзание воды происходит в мясе при —55÷—65° С. При недостаточно низкой температуре замораживания вода в мясе остается, а следовательно, остаются главнейшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

При замораживании продуктов наряду с замедлением или прекращением жизнедеятельности микроорганизмов происходит и их отмирание. Гибель микроорганизмов при замораживании вызывается существенным нарушением обмена веществ вследствие вымерзания влаги и существенным повреждением структуры клетки. Максимальная степень повреждения микробных клеток отмечается при медленном замораживании до температур от —6°С до —12°С. При очень быстром замораживании около 10% клеток остаются живыми. Это объясняется образованием при быстром замораживании большого количества мельчайших кристаллов льда и вследствие этого меньшим повреждением структуры клетки. Однако процесс холодильной обработки мяса и субпродуктов следует вести ускоренно, так как чем быстрее понижается температура продукта, тем скорее подавляется жизнедеятельность микроорганизмов и активность ферментов и тем меньше структурные и химические изменения в продукте. При медленном снижении температуры рост микроорганизмов может происходить в течение продолжительного периода времени, что приводит к снижению стойкости продукта.

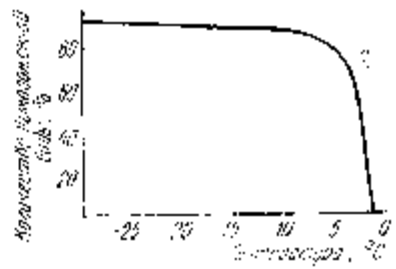


Рис. 9. Зависимость количества замороженной воды от температуры мяса.

Холодильная обработка может производиться в воздушной и жидкой среде. При обработке в жидкой охлаждающей среде мясо и субпродукты теряют часть ценных солерастворимых белков, обесцвечиваются и слегка просаливаются. Отрицательное влияние на мясо жидкой охлаждающей среды можно исключить посредством изолирования продукта в металлических формах или путем создания искусственной оболочки. Этот метод нашел широкое применение при замораживании мяса в блоках в скороморозильных аппаратах различных конструкций. При холодильной обработке продуктов в воздушной среде происходит подсушивание их поверхности; кислород воздуха вызывает изменение цвета мяса и окисление жиров. Воздушная среда в меньшей степени, чем жидкая, вызывает нежелательные изменения в мясе.

ОХЛАЖДЕНИЕ МЯСА И ЕГО ХРАНЕНИЕ В ОХЛАЖДЕННОМ ВИДЕ

Постоянно увеличивается доля реализуемого мяса в охлажденном виде. Охлаждение мяса и субпродуктов заключается в отводе от них тепла с понижением темпе-

ратуры до уровня, близкого к криоскопической точке. В камерах охлаждения необходимо следить за санитарным состоянием помещений, состоянием продуктов, размещением туш на подвесных путях, соблюдением температурного и влажностного режима.

При охлаждении в специальных охлаждаемых камерах туши и полутуши не должны соприкасаться друг с другом. На одном погонном метре подвесного пути размещают 2—3 говяжьи или 3—4 свиные полутуши, в зависимости от их размеров. Внутренняя сторона полутуши должна быть обращена навстречу движению холодного воздуха.

Процесс охлаждения парного мяса может осуществляться одностадийным или двухстадийным, медленным или быстрым методами. Медленное охлаждение мяса имеет ряд недостатков. При нем вследствие значительных потерь массы поверхность туш покрывается сплошной, чрезмерно толстой корочкой подсыхания, которая не всегда сохраняется и под действием влажного воздуха может набухать, что снижает устойчивость мяса, на поверхности туш существуют благоприятные условия для развития микроорганизмов, что также снижает стойкость охлажденного мяса при последующем хранении.

Быстрый метод охлаждения мяса имеет ряд принципиальных достоинств: обеспечивает хороший товарный вид (в частности, цвет), получение корочки подсыхания, резкое снижение потерь массы мяса и достаточно высокую стойкость при хранении. При нем на поверхности туши корочка подсыхания небольшая, проницаемая и прозрачная, обеспечивает поглощение кислорода, что способствует стабилизации красного цвета мяса в течение длительного времени. При этом способе (он обычно двухстадийный) уменьшается продолжительность процесса и ускоряется оборачиваемость камер охлаждения.

Скорость охлаждения туш после убоя влияет на количество сока, выделяемого из мяса после разделки туш. Быстрое охлаждение способствует снижению потерь сока. Из сортовых отрубов, полученных от быстро охлажденных туш, сок выделяется значительно медленнее, чем от медленно охлажденных.

Необходимость применения отрицательных температур при охлаждении объясняется также тем, что в процессе посмертного окоченения в мясе высвобождается

значительное количество тепла и температура мяса повышается на 2—3°С. При этом создаются благоприятные условия для развития микрофлоры мяса. Быстрое охлаждение мяса выгодно отличается с санитарно-гигиенической точки зрения, так как важное значение имеет доведение в течение небольшого промежутка времени температуры мяса до 8° С и ниже; при этом замедляются или полностью прекращаются процессы развития микрофлоры. Обсемененность мяса быстрого охлаждения значительно ниже, чем медленного. Наряду с этим, по имеющимся данным [115], после 7 дней хранения более высокие органолептические показатели получили образцы мяса медленного охлаждения. Однако при более длительном хранении, до 21 дня, мясо сверхбыстрого охлаждения получало оценки в среднем на 0,5 балла выше, чем медленно охлажденное. Таким образом, применение жестких режимов охлаждения и хранения охлажденного мяса способствует удлинению сроков хранения.

Ю. Бендаллом проведены исследования физических и биохимических процессов, происходящих при быстром охлаждении говядины, баранины и телятины, т. е. при осуществлении процесса при минусовых температурах. Установлено, что вследствие изменения направленности биохимических процессов происходит образование более жесткой консистенции мяса, обусловленное развитием так называемого холодильного сокращения (сжатия) мышц. При очень быстром охлаждении снижается скорость развития автолитических процессов. Значительное увеличение жесткости мяса установлено [9], в частности, при быстром охлаждении туш телят убойной массой 40 кг. На основании органолептической оценки и определения усилия резания установлено отличие качества мяса различных режимов охлаждения. Результаты органолептической оценки коррелировали с измерениями усилия резания. Усилие резания образцов мяса, охлажденных быстрыми способами, в 2 раза выше, чем медленными способами. Мясо медленного охлаждения получило органолептическую оценку (в баллах) 4,33; быстрого — 3,66 и сверхбыстрого — 2,96.

Сокращение мышечных волокон более чем на 20% длины мышцы в спокойном состоянии увеличивает жесткость мяса независимо от факторов, вызвавших это сокращение. Холодильное сжатие, сопровождающееся уве-

личением жесткости мяса, обусловлено значительным сокращением длины саркомеров. Процесс холодильного сокращения может быть зафиксирован посредством измерения длины саркомера. Имеются данные, что между длиной саркомеров и нежностью существует корреляция, хотя она выражена в небольшой степени. Холодное сокращение саркомеров влияет также на водосвязывающую способность мяса. Мышцы с более длинными саркомерами обладают более высокой водосвязывающей способностью и во время тепловой обработки они сокращаются больше, чем мышцы с более короткими саркомерами. Имеются также попытки объяснить эффект холодильного сжатия ненормальным биохимическим состоянием мышц; при низких температурах нарушается связь ионов Са с белками миофибрилл. В результате этого ионы Са высвобождаются из саркоплазменного ретикулума и попадают в саркоплазму. Это способствует интенсивному сжатию мышечных волокон.

Холодное сокращение возникает при охлаждении говядины, если температура снизилась ниже 11°С прежде, чем величина pH стала ниже 6,2. В тушах свинины происходит быстрое послеубойное снижение pH, что предотвращает холодильное сокращение.

Для снижения холодильного сокращения предложено механическое растягивание туш. При этом диаметр волокон уменьшается, а длина саркомер увеличивается. Быстрое охлаждение уменьшает скорость проникновения соли в мясо при посоле изделий и неблагоприятно влияет на соленые мясопродукты. При быстром охлаждении влияние относительной влажности воздуха на потери массы значительно меньше, чем при медленном.

Эффект холодильного сокращения не обнаружен в свинине. Отложение повышенного количества подкожного и внутримышечного жира увеличивает нежность вследствие изменений скорости охлаждения после убоя. Повышенное количество жира снижает скорость охлаждения, повышает активность автолитических ферментов в мышцах, уменьшает сокращение миофибрилл и повышает тем самым нежность мяса.

При одностадийном (медленном) методе мясо доводят до 4°С в толще мышц бедра непосредственно в камере охлаждения. При этом в камере поддерживается температура —1 ÷ —2°С и относительная влажность

90—92%. Ускорение процесса достигается с помощью небольшой циркуляции воздуха —0,5—1 м/с и снижения температуры до —3°С (ускоренное охлаждение). Повышенная циркуляция воздуха увеличивает усушку мяса.

При быстром двухстадийном охлаждении мясо на первой стадии охлаждают воздухом с интенсивной циркуляцией при температурах (—4÷—12°С) в течение 6—10 ч до достижения температуры —1°С на поверхности бедра. В это время температура в толще бедра составляет 10—20°С. Вторая стадия осуществляется в камере хранения мяса с температурой от —1 до —1,5°С. Здесь мясо доохлаждается до 4°С по всему объему полутуши за счет выравнивания температуры поверхностных и глубинных частей. Предназначенное для быстрого охлаждения мясо равномерно размещают в камере, избегая перегрузок, и следят за его поверхностью, чтобы не допустить подмораживания.

Охлажденные полутуши хранят в подвешенном состоянии или разделывают на отрубы и хранят в упакованном виде при температуре —1°С. Исследования [133] показали, что мясные отрубы от полутуш, охлажденных быстрым способом, хранившиеся в вакуум-упаковке в ящиках, сохраняются примерно в 2 раза дольше, чем без упаковки.

Быстрое охлаждение производят в различных странах при разных температурных условиях (от —4 до —30°С) и скоростях движения воздуха (от 0,1 до 3 м/с). Процесс охлаждения осуществляют одностадийным и двухстадийным методами. Продолжительность охлаждения зависит от температуры и скорости движения воздуха.

ВНИИМПом разработан способ быстрого двухстадийного охлаждения мяса с дальнейшим хранением после вакуумной упаковки в сарановую пленку. Охлаждение мясной туши на первой стадии производится при температуре —10°С и скорости циркуляции 1—2 м/с до температуры на поверхности туши 1—2°С и в толще до 16—18°С. На второй стадии туши доохлаждают при температуре воздуха —1÷—1,5°С до температуры в толще 2°С, после чего из туши выделяют мякоть из лопаточной, спинно-поясничной и тазобедренной частей.

В Дании разработан двухстадийный метод охлаждения мяса, обеспечивающий ускорение процесса: первая стадия — охлаждение мяса при —15°С в течение

1—1,5 ч до температуры на поверхности туши 10°С; вторая стадия — охлаждение в камерах с температурой 0—4°С в течение 1 сут. Температура мяса в толще мышц не контролируется. Мясо считается охлажденным при температуре поверхности туш 0 —4°С, поверхность не подморожена, имеется корочка подсыхания.

Современным методом послеубойного охлаждения туш свинины является охлаждение при температуре —12° С и интенсивной циркуляции воздуха с последующим доохлаждением при температуре —5° С и менее интенсивной циркуляцией воздуха. Конечным этапом является выдержка при температуре 0—2°С в течение 6—8 ч для выравнивания температуры. Быстрое охлаждение может осуществляться в туннельных охладителях или же в специально оборудованных камерах. Проведены исследования быстрого и сверхбыстрого охлаждения мяса с применением метода воздушного душирования.

Разработан метод быстрого охлаждения мяса в перенасыщенном влагой воздухе. Мясо охлаждалось при большой скорости движения перенасыщенного влагой воздуха, что способствует лучшей теплопередаче. Частицы тумана не осаждаются на поверхности мясных полутуш. Получают мясо с хорошей корочкой подсыхания; при хранении такое мясо лучше сохраняло товарный вид, а потери массы в течение 3 сут меньше на 0,3%. Эффективным оказалось охлаждение туш парами азота. Применяется охлаждение мяса в отрубах после их герметической упаковки с наполнением пакетов инертным газом.

Для сохранения качества мяса полутуши необходимо охлаждать равномерно, что затруднено ввиду неравномерности их толщины. С целью равномерного охлаждения всех участков полутуши ВНИИМПом предложен метод воздушного душирования. Струи холодного воздуха обдувают с наибольшей скоростью (1,5м/с) сначала бедренные части, а затем с меньшей скоростью реберные и лопаточные части полутуш. Этим достигается сокращение продолжительности охлаждения мяса. Для равномерного охлаждения наиболее тяжелые и жирные туши размещают около охлаждающих приборов; в разрез грудной кости бараньих туш надо вставлять распорку.

Охлаждение субпродуктов производят в отдельных камерах. Субпродукты укладывают в тазики или в противни в один ряд или слоем толщиной не более 10 см отдельно по видам скота и наименованиям и размещают на стеллажах, передвижных рамах или этажерках.

При охлаждении в мясе происходят физические, химические и биохимические изменения. Физические изменения мяса сводятся к изменениям консистенции, цвета и массы. Консистенция мяса изменяется в связи с происходящими в этот период процессами окоченения и началом созревания мяса. Цвет поверхности мяса темнеет вследствие ее высыхания, увеличения концентрации красящих веществ и перехода Hb крови и Mb мышц в MetHb и MetMb. Потемнение окраски наблюдается в первую очередь в местах скопления крови (зарез) и на полутушах низкой упитанности. Увеличение поверхности мяса, продолжительности охлаждения, скорости движения, температуры и степени сухости воздуха содействует испарению и, следовательно, уменьшению массы. Однако при подсушивании поверхности туш достигается более высокая сохранность мяса от порчи, так как образуется защитная корочка подсыхания, которой приписывается полезное влияние на стойкость мяса; она снижает испарение влаги с поверхности туш; корочка подсыхания препятствует проникновению микроорганизмов внутрь мышц. Сухой слой является неактивной белковой субстанцией, которая, однако, может набухать под влиянием влажного воздуха и при этом образовать хорошую питательную среду для роста бактерий и плесени.

Потери массы мяса при охлаждении в результате испарения значительно больше для туш, не содержащих на поверхности слоя жировой ткани. С целью сокращения этих потерь предложено применение перенасыщенного воздуха. Однако этот способ не дал ощутимых результатов, так как определяющая испарение разница между давлением пара на поверхности мяса и в воздухе холодильной камеры достаточно велика. В результате перенасыщения она не становится значительно меньше, чем при нормальной высокой влажности воздуха в камерах быстрого охлаждения. В некоторых странах (США, Англия) для снижения усушки мясные полутуши перед охлаждением обертывают в простыни, смоченные раствором NaCl. Для сохранения цвета простыни должны плотно прилегать к поверхности полутуш. После окончания охлаждения простыни снимают, а туши направляют в камеры хранения.

Химические изменения при охлаждении мяса выражаются главным образом в окислении Mb и Hb кислородом воздуха. Биохимические изменения связаны с процессами посмертного окоченения и разрешения окоченения мяса. Ввиду небольшой продолжительности охлаждения значительных микробиальных изменений в мясе в период охлаждения не происходит.

Охлажденное мясо хранят в охлаждаемых камерах хранения при температуре воздуха от 0 до —2° С и относительной влажности 85%. При этих условиях срок хранения охлажденного говяжьего мяса нормальной обработки (с учетом времени на транспортировку) составляет 10—16 сут; свинины и баранины 7—14 сут, субпродуктов — 3 сут.

Технологическая инструкция разрешает хранить мясо при температуре —2÷—3° С, т. е. с частичным его подмораживанием. Такое мясо называют переохлажденным, хотя правильнее его называть подмороженным. Это мясо в начале хранения имеет подмороженный слой на глубину 2—2,5 см от поверхности, но за 10—15 сут хранения подмораживаются более глубокие слои. Технология производства подмороженного мяса разработана проф. Головкиным Н. А. Им проведены комплексные исследования влияния подмороженного состояния на направленность биохимических, биофизических и других процессов и на качество мяса. Выявлена одинаковая направленность процессов, происходящих в мясе как во время хранения его при положительной низкой температуре, так и при отрицательной, близкой к криоскопической. В начальный период хранения биохимические и биофизические процессы протекают примерно с такой же скоростью, как и в охлажденном мясе, что обусловлено активизацией ферментных систем, вследствие повышения концентрации минеральных солей. В дальнейшем температурный фактор замедляет скорость процессов окоченения и расслабления в подмороженном мясе. Это проявляется общим снижением скорости автолитических процессов, увеличением стойкости мяса при хранении. По данным автора, мясо длительное время не подвергается структурным и биохимическим изменениям, приводящим к ухудшению его качества. При производстве подмороженного мяса и его хранении при субкриоскопических температурах выдерживают парные полутуши

говядины в морозильных камерах с температурой —25÷—35° С в течение 6—10 ч; свинины — 4—8 ч и баранины — 2—3 ч. Подмораживание считается законченным при достижении температуры в толще бедра 1—2°С, температура поверхностного слоя на глубине 0,5—1 см достигает —4° С. При такой температуре полутуши становятся упругими. После этого подмороженное мясо направляют в камеры с температурой —2° С, где выдерживают 2—3 сут для выравнивания температуры по всей толще мяса. Подмороженное мясо непосредственно из камер направляется на транспортировку. При температуре хранения —2° С сроки хранения удлиняются в среднем в 2 раза. Допускается транспортировка в течение до 7 сут в вагонах с машинным охлаждением или авторефрижераторах. Подмороженное мясо можно укладывать в штабель при транспортировке, что повышает коэффициент загрузки транспортных средств, однако режим хранения подмороженного мяса требует непрерывного и тщательного контроля температуры, так как снижение температуры вызывает промерзание мяса, а при небольшом отеплении — оттаивание. При этом поверхность мяса увлажняется, что требует последующей подсушки, связанной с потерей массы. Внешний вид увлажненных туш ухудшается, возможность же микробиального обсеменения их увеличивается.

При хранении охлажденного мяса параметры температуры и относительной влажности в камерах хранения должны предотвращать образование слизи на поверхности мяса, которая появляется прежде всего в местах распила туш, в пахах и на лопатках. Необходимо поддержание стабильной температуры, так как в связи с высокой относительной влажностью воздуха даже небольшие колебания температуры оказываются достаточными для достижения точки росы и увлажнения поверхности. Происходит набухание корочки подсыхания, и она перестает являться препятствием для развития микрофлоры. Наличие повреждений полутуш также снижает их устойчивость к микробам при хранении в охлажденном виде.

Во время хранения в охлажденном мясе происходят физические, химические, биохимические, гистологические и микробиальные изменения. Происходит улучшение консистенции, вкуса и запаха мяса, обусловленное развитием процесса созревания. В результате дальнейшего образо-

вания MetMb и MetHb и повышения концентрации красящих веществ продолжается потемнение цвета поверхности мясных туш.

Усушка при хранении зависит от вида и упитанности мяса, условий и продолжительности хранения. Для свинины она меньше, чем для говядины и баранины, для более упитанных туш меньше, чем для туш низкой упитанности. Чем ниже температура и выше относительная влажность воздуха при хранении, тем меньше усушка.

При хранении охлажденного мяса во всех местах помещения необходимо поддерживать постоянную оптимальную температуру и относительную влажность воздуха. Это достигается циркуляцией воздуха в помещении, что, однако, вызывает дополнительную усушку продуктов. При хранении охлажденного или мороженого мяса поверхностное высыхание происходит по законам психрометрического испарения. Если влажность продукта выше равновесной, то температура его поверхности всегда ниже температуры окружающего воздуха вследствие расхода тепла на испарение воды, и поэтому упругость водяного пара над поверхностью выше упругости пара в окружающем воздухе, который обычно не насыщен водяными парами. Вследствие этого возникает непрерывный приток тепла из окружающего воздуха и отвод влаги в окружающую среду.

В зависимости от вида мяса, категории упитанности и условий хранения величина усушки может колебаться в значительных пределах. При хранении в течение 3 сут усушка для говядины и баранины составляет 0,7—0,9%, для свинины — 0,5 - 0,8%, для субпродуктов — 0,7 — 1,1%.

Биохимические изменения при хранении охлажденного мяса обусловлены процессом созревания, который завершается примерно через 10—12 сут хранения мяса в охлажденном виде. Из химических изменений следует отметить гидролитическую и окислительную порчу жира, протекающую под действием тканевых ферментов и кислорода воздуха.

Деятельность микроорганизмов при температуре, близкой к 0° С, хотя и замедляется, но не прекращается. Поэтому через определенный срок при любых условиях хранения мясо начинает портиться. При температурах хранения выше или около 0° С микробиальные процессы

в мясе и субпродуктах с высоким содержанием воды и богатых белками приводят к ухудшению качества или порче за такое короткое время, что снижение качества, обусловленное другими процессами, не имеет существенного значения. В связи с этим мясо и субпродукты хранят в охлажденном состоянии лишь в том случае, когда задерживается их реализация или переработка или когда возникает потребность в некотором резерве.

Микрофлора мяса при его хранении в охлажденном виде обычно некоторое время не изменяется как в количественном, так и в качественном отношении. Этому содействует наличие корочки подсыхания на поверхности туши, а также снижение pH мяса в кислую сторону. Продолжительность фазы задержки роста бактерий возрастает со снижением исходной обсемененности мяса. Продолжительность хранения охлажденного мяса обратно пропорциональна логарифму количества микроорганизмов на поверхности мясных туш после завершения первичной переработки.

Решающее значение для сроков хранения охлажденного мяса и субпродуктов имеют температура и относительная влажность воздуха. Охлажденные продукты целесообразнее хранить при возможно более низкой температуре и высокой относительной влажности воздуха. Сроки хранения находятся в следующей зависимости от температуры:

Температура хранения, °С	20	15	10	5	0
Хранение мяса, сут	2	3	5	8	15

СПОСОБЫ УДЛИНЕНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА

В связи с большим спросом на охлажденное мясо, а также со значительным удалением сырьевых районов от центров потребления возникают задачи удлинения сроков его хранения и длительной транспортировки без ухудшения качества мяса. Назрела необходимость разработки способов хранения и транспортировки, обеспечивающих его сохранность в течение достаточно продолжительного срока. Эти задачи могут быть решены комбинированием охлаждения мяса с другими способами обработки, губительно действующими на микрофлору. К числу

таких способов относят обработку углекислым газом, антибиотиками, ультрафиолетовыми и радиоактивными лучами, озоном, замену воздушной среды газообразным азотом.

Антибиотики и ионизирующее излучение для удлинения сроков хранения мяса ввиду отрицательного влияния на пригодность мяса для потребления в СССР запрещены. Продолжительное потребление продуктов, обработанных антибиотиками, может привести к образованию в кишечнике штаммов, в том числе и патогенных, устойчивых к действию антибиотиков. Остаточное количество антибиотиков в продукте может вызвать нарушение физиологических процессов в организме.

Применение углекислого газа. Углекислый газ при низких положительных температурах подавляет или полностью прекращает жизнедеятельность микроорганизмов. Он останавливает развитие плесеней, а также гнилостных микроорганизмов и бактерий Achromobacter и Pseudomonas, чаще всего вызывающих ослизнение мяса, очень сильно подавляет паратифозные бактерии. Рост плесеней, очень распространенных на мясе, замедляется при 10%-ной концентрации CO_2, а при 20%-ной прекращается.

Сущность угнетающего воздействия CO_2 на микроорганизмы состоит не только в уменьшении количества кислорода в газовоздушной среде, но и в специфическом действии CO_2 на бактерии, вызывающие порчу мяса. CO_2 оказывает избирательное действие на различные микроорганизмы, эффективность его воздействия на микроорганизмы возрастает с понижением температуры. Углекислый газ обладает высокой растворимостью, которая возрастает со снижением температуры, и хорошо проникает через оболочки животного происхождения. Жиры, белки и вода мяса хорошо поглощают CO_2, поэтому в относительно короткий срок концентрация CO_2 увеличивается до такой степени, которая достаточна для угнетения роста микроорганизмов не только на поверхности, но и в глубине тканей. В связи с высокой растворимостью углекислого газа в жире уменьшается содержание в нем кислорода и замедляются процессы окисления и гидролиза жира. После окончания хранения CO_2 быстро десорбируется и первоначальные свойства мышечной ткани восстанавливаются.

Метод углекислотного хранения обладает некоторыми недостатками. При концентрации CO_2 выше 20% происходит необратимое потемнение цвета мяса вследствие образования карбгемоглобина и карбмиоглобина. Говяжий жир также несколько теряет свою естественную окраску. Для углекислотного хранения мяса требуются камеры специальной конструкции.

Хранение охлажденного мяса при температуре 0° С и концентрации CO_2 в пределах 10—20% обеспечивает удлинение сроков хранения в 1,5-2 раза, т. е. больше, чем хранение в среде азота. По рекомендациям Международного института холода, охлажденное мясо можно хранить в атмосфере с наличием 10% углекислоты при —1,5° С до 7 нед, тогда как в обычных условиях при температуре — 1,5° С÷0° С — 4 нед.

Применение CO_2 может быть рекомендовано не только для удлинения сроков хранения охлажденного мяса, птицы, но и субпродуктов, колбасных изделий, изделий из свинины и других продуктов.

Применение ультрафиолетовых лучей. Эффективным способом борьбы с микрофлорой мяса является облучение ультрафиолетовыми лучами (УФ-лучами).

Эффект облучения зависит от интенсивности, однако слабое облучение в течение длительного времени равноценно кратковременному интенсивному.

Степень обезвреживания продукта зависит также от стадии развития микрофлоры; при облучении больших колоний бактерицидный эффект ниже, чем при воздействии УФ-лучей на небольшие колонии. С увеличением возраста микроорганизмов смертельное воздействие УФ-лучей несколько ослабевает; смертельная доза облучения может быть достигнута однократным облучением или многократным, равным по дозе однократному, т. е. действие УФ-лучей носит кумулятивный характер. Потомство от ранее облученных микроорганизмов приобретает некоторую (но не стабильную) устойчивость к УФ-облучению.

Рекомендуются следующие условия обработки охлажденного мяса УФ-облучением: температура воздуха 2—8° С, относительная влажность 85—95%, непрерывная циркуляция воздуха со скоростью 2 м/мин. Сроки хранения охлажденного мяса при обработке УФ-лучами удлиняются в 2 раза.

Рекомендуется применение УФ-облучения для обеззараживания воздуха, стен и потолков холодильных камер, рабочих мест, оборудования, спецодежды, тары, транспортных средств, воды, идущей на технологические цели, рассолов. Наряду со стационарными облучателями можно использовать переносные установки с различным количеством ламп. Проницаемость воды для УФ-лучей зависит от ее прозрачности. Мутная вода плохо пропускает лучи. Для облучения лампы помещают над свободной поверхностью тонкого слоя воды или в специальных установках, где их защищают кварцевыми чехлами (кварц пропускает УФ-лучи), омываемыми водой. Отмечено, что из облученных УФ-лучами помещений уходят грызуны.

УФ-облучение имеет ряд недостатков. УФ-лучи проникают на глубину, равную долям миллиметра, и обезвреживают только поверхностные слои продукта, в мельчайшие неровности, щели и складки УФ-лучи не проникают, поэтому споры и клетки защищены от их воздействия. Не подвергаются воздействию УФ-лучей микроорганизмы, находящиеся в более глубоких слоях продукта. Недостаточно эффективно обезвреживание больших колоний, так как значительная часть клеток продолжает развиваться, особенно после прекращения облучения. При обработке УФ-облучением инактивируются некоторые витамины (например, B_6). Имеет место потемнение поверхности мяса в связи с изменениями Mb и Hb, а также переходом MbO_2 в МетMb. В результате образования озона значительно интенсифицируются окислительные процессы в жирах. Весьма трудно добиться равномерного облучения туш; на мясной туше неизбежно наличие затененных участков. При применении УФ-облучения необходимо соблюдать соответствующие меры предосторожности ввиду его вредного влияния на глаза и кожу человека. Необходимо применять экранирование ламп или располагать их на расстоянии не менее 1,5—2 м от рабочего места. Поверхность стен, потолков рекомендуется покрывать краской с низкой отражательной способностью.

Применение озона. Молекула озона легко расщепляется с образованием атомарного кислорода, который губительно действует на микроорганизмы. При изучении влияния озона на поверхностную микрофлору охлажденного и размороженного мяса установлено, что сопротивляемость бактерий действию озона изменяется в зависимости от вида бактерий, а также от свойств окружающей среды и продолжительности действия озона. Кроме того, при обработке холодильных камер озоном устраняются посторонние запахи. Являясь сильным окислителем, озон ускоряет окислительную порчу жира мяса и гемовых пигментов. Жиры прогоркают, а мышечная ткань темнеет. Озоном рекомендуется обрабатывать только пустые камеры перед загрузкой продукции или же применять низкие его концентрации. Озонирование пустых камер при 0° С и концентрации озона 20—25 мг/м³ обеспечивает практически полное уничтожение микроорганизмов в течение 3 сут, а при концентрации озона до 40 мг/м³ — в течение 2 сут. При дальнейшем хранении мясопродуктов озонирование может производиться через определенные промежутки времени (1—3 сут), однако концентрация озона не должна превышать 10 мг/м³.

Следует иметь в виду, что озон при концентрациях в воздухе 2 мг/м³ вредно действует на организм человека, поэтому озонирование камер должно проводиться в отсутствии обслуживающего персонала, либо он должен пользоваться предохранительными масками. После окончания озонирования концентрация озона в воздухе сравнительно быстро падает и через 4—7 ч достигает допустимой нормы. Озон получают с помощью озонаторов, где под действием тихого (не искрового) электрического разряда высокого напряжения из кислорода воздуха образуется озон.

Хранение и транспортировка мяса в среде газообразного азота. Азот является инертным газом, не обладающим выраженным вкусом и запахом; не вступает в реакции с компонентами пищевых продуктов. В ряде стран жидкий азот находит широкое применение для охлаждения камер и транспортных средств (трюмов кораблей, вагонов, кузовов автомашин). Жидкий азот впрыскивается в охлаждаемый объем и при испарении поглощает большое количество тепла от окружающей среды, в том числе от продуктов, весьма эффективно и надежно поддерживая необходимый температурный режим хранения. Температура испарения жидкого азота—195,8° С, теплота испарения 200 кДж/кг. Кроме того, жидкий азот, испаряясь, создает атмосферу с пониженным содержанием кислорода, что угнетает жизнедеятельность аэробных

микроорганизмов и снижает вероятность окисления жиров и гемовых пигментов.

Работами ВНИХИ установлено, что применение атмосферы, содержащей 99% азота при температуре 0° С, способствует продлению срока хранения охлажденного мяса до 20 сут. При этом обеспечивается сохранение цвета мяса и затормаживается развитие аэробной психрофильной микрофлоры. Разработана система, предназначенная для охлаждения кузова авторефрижератора при транспортировке мяса и мясопродуктов, путем впрыскивания жидкого азота и автоматического поддерживания температуры в кузове в пределах от 12 до - 20° С. При хранении и перевозке мяса с системой охлаждения жидким азотом значительно снижается усушка по сравнению с традиционными способами хранения и перевозки. Усушка охлажденной говядины при транспортировке в течение 2 дней в 2—3 раза ниже, чем в авторефрижераторе с машинным охлаждением.

Недостатком указанного способа хранения является необходимость поддерживать очень высокую концентрацию азота (не менее 99%), создавать новую конструкцию камер хранения, обеспечивающую безопасность работы обслуживающего персонала, иметь бесперебойное обеспечение жидким азотом, цена которого сравнительно высокая (420 руб. за 1 т).

Другие способы удлинения сроков хранения мяса. Значительный интерес представляет использование антибактериальных веществ, содержащихся в тканях убойных животных. Эти вещества белковой природы должны подвергаться гидролитическому распаду под действием пищеварительных ферментов и не должны оказывать отрицательного действия на иммунобиологические процессы в здоровом организме. Рядом исследователей установлено наличие в животных тканях антибактериальных веществ. Из селезенки крупного рогатого скота выделено антибактериальное вещество, подавляющее стрептококки.

Обработка крупных охлажденных отрубов говядины 4%-ным раствором уксусной кислоты посредством орошения эффективно снижает скорость микробиальных процессов в поверхностных слоях мяса. Разработан способ обработки поверхности мясных туш слабым хлорным раствором, значительно снижающим развитие бактерий на поверхности туш. Концентрация хлора в растворе

0,005 -0,02%. Одновременно снижается усушка туш. При орошении поверхности туш 1%-ным раствором акрилата натрия также удлиняются сроки хранения мяса.

Эффективным средством увеличения стойкости мяса являются защитные покрытия; они предохраняют мясо от загрязнения, микробиальной порчи, уменьшают или исключают окисление и усушку. В качестве пленкообразующих покрытий могут использоваться материалы, полученные на основе компонентов пищевых продуктов: белков — желатин; жиров ацетоглицериды; производных целлюлозы; синтетических полимеров - - альгинаты, поливиниловый спирт. Эти материалы обладают комплексом свойств, необходимых для сохранения мяса и мясопродуктов. Положительными защитными свойствами обладают покрытия, полученные на основе ацетилированных моноглицеридов. Они пригодны для образования покрытия на охлажденном и мороженом мясе. Покрытия обеспечивают сохранение цвета мяса при длительном хранении в замороженном виде. Преимущество покрытия на основе моноглицеридов состоит в том, что оно заполняет все вмятины и трещины в мясе и полностью вытесняет воздух из них. Это замедляет усушку и препятствует обесцвечиванию поверхности мяса, замедляются окислительные процессы. Защитное покрытие обладает достаточной прочностью и адгезией при минусовых температурах.

Имеются данные о применении сульфита натрия в качестве стабилизатора цвета мяса и средства увеличения продолжительности его хранения. В Англии и Швеции разрешено применение сернистого ангидрида при производстве рубленого мяса или сырокопченых колбас в количестве 45 мг% в теплое время года. Сульфит натрия способствует сохранению цвета мяса и не придает ему постороннего привкуса.

ЗАМОРАЖИВАНИЕ МЯСА И СУБПРОДУКТОВ

Замораживание мяса и субпродуктов является одним из наиболее совершенных методов консервирования, обеспечивающих длительное хранение продукта. Необходимость замораживания мяса и субпродуктов с целью длительного их хранения обусловлена сезонностью заготов-

ки и убоя скота. Наличие развитой кормовой базы животноводства позволяет вести откорм скота таким образом, чтобы обеспечить равномерное поступление его на убой в течение всего года для снабжения населения охлажденным мясом.

Замораживание сопровождается дополнительными потерями массы мяса (около 1%) и снижением качества продукта. При последующем размораживании также происходят значительные потери массы. Однако по сравнению с другими методами значительное увеличение длительности хранения мяса и субпродуктов при высоком уровне сохранения их качества лучше всего достигается замораживанием и хранением их в замороженном виде.

Замораживание является одним из наиболее дешевых методов длительного сохранения качества мяса, сохранения натуральных свойств продукта — его пищевой ценности и вкусовых качеств. При сравнении замораживания с тепловым консервированием видно, что консервирование в 3 раза дороже в результате высокой стоимости тары.

Важное значение для сохранения пищевой ценности продуктов имеет сам процесс замораживания. Конечной целью технологии замораживания, недостигаемой в настоящее время, является сохранение обратимости процесса. Глубина замораживания обусловливается предполагаемым температурным режимом хранения, который находится в пределах— 10÷ −50° С. Эти границы обусловлены тем, что при температуре выше —10° С некоторые микроорганизмы способны развиваться, а при температуре ниже —50° С мясо и субпродукты становятся хрупкими; техническая возможность получения столь низких температур затруднена и экономически не оправдана.

При замораживании мяса и субпродуктов в них образуются кристаллы льда. В тканях сначала наступает небольшое переохлаждение (для мышечной ткани до —4° С), после чего возникают кристаллические зародыши. В момент образования зародышей выделяется скрытая теплота кристаллизации, поэтому температура несколько повышается и достигает криоскопической точки, при которой становится невозможным образование новых зародышей. Начинается вторая фаза кристаллообразования, рост выделившихся кристаллов. Возникновение новых центров кристаллизации зависит от скорости отвода

тепла во внешнюю среду. При достаточно высокой скорости теплоотвода обеспечивается переохлаждение мясного сока во время кристаллизации и могут образоваться новые зародыши. При отсутствии интенсивного теплоотвода новые центры кристаллизации не образуются, а происходит только рост кристаллов [114].

Тканевый мясной сок представляет собой раствор минеральных солей (Na, K, Ca, Mg, Fe и др.) и органических веществ, в том числе экстрактивных и белковых. Кристаллы, образующиеся в начале замерзания, состоят из чистой воды, а минеральные вещества, растворенные в мясном соке, собираются в оставшейся жидкой фазе, криоскопическая точка которой по мере замерзания льда снижается. В результате требуются все более низкие температуры для замораживания следующих порций воды. При снижении температуры в результате кристаллизации на образовавшихся кристаллах намораживаются все новые количества воды и происходит увеличение размеров кристаллов. Этот процесс продолжается до достижения уровня концентрации растворенных в жидкой фазе веществ, соответствующего составу эвтектической смеси; после этого раствор замерзает полностью.

В технологическом и товарном отношении замораживание вызывает изменения в продукте, препятствующие при размораживании полному восстановлению первоначальных свойств. Существует понятие о неполной обратимости свойств мяса при замораживании в отличие от охлаждения его. Причинами этого являются: частичное перераспределение влаги при замораживании, травмирование мышечных волокон кристаллами льда, частичная денатурация белков и другие изменения.

Различают медленное и быстрое замораживание. Медленное замораживание сопровождается образованием в мышечной ткани небольшого количества центров кристаллизации, а зарождаются они в первую очередь в межклеточном пространстве, т. е. между волокнами. Такой характер кристаллообразования обусловлен тем, что концентрация кислот, солей и других веществ тканевой жидкости в межволоконном пространстве ниже, чем в волокнах. Поэтому межклеточная жидкость замерзает при более высокой температуре, чем содержащаяся в клетках. В процессе роста образовавшихся кристаллов льда и повышения концентрации тканевой жидкости в

межволокониом пространстве влага из волокон мигрирует в межволокониое пространство и вызывает дальнейший рост кристаллов. Крупные кристаллы льда расширяют межволокониые пространства и разрушают соединительнотканные прослойки своими острыми гранями. Ткань разрыхляется, мышечные волокна деформируются, а иногда и разрушаются, что сопровождается большими потерями мясного сока. Эти разрушения выражены в большей степени в тканях с менее прочными оболочками клеток (например, в печени).

При медленном замораживании также заметна миграция влаги из более глубоких слоев мяса к поверхности, а растворенные в мясном соке вещества продвигаются в противоположном направлении. Это обусловлено возникающей разностью концентрации между более концентрированным (вследствие частичного вымораживания воды) мясным соком поверхностного слоя и менее концентрированным соком нижележащего слоя. Следовательно, количество вымерзшей воды всегда больше в поверхностных слоях, чем в толще мяса.

При быстром замораживании в тканях возникает большое количество центров кристаллизации, причем они возникают как в межволокониом пространстве, так и внутри волокон. Это объясняется большой скоростью снижения температуры. Образование большого количества центров кристаллизации обусловливает небольшое увеличение размеров кристаллов и отсутствие разрушения оболочек волокон. Исследованиями, проведенными на говядине после длительного хранения, показано [1], что при быстром замораживании образуется множество мелких межфибриллярных и межмышечных кристаллов льда. Внешние очертания и взаимное расположение мышечных пучков, волокон и сарколеммы сохраняется. Высокая степень сохранности морфологической структуры обеспечивает более лучшее восстановление первоначальных свойств, чем при медленном замораживании. Таким образом, влияние замораживания на качество мяса обусловлено характером процесса кристаллизации.

При быстром замораживании скорость образования кристаллов выше скорости перемещения влаги, поэтому значительная часть жидкости замораживается там, где она находилась до замораживания. Для предотвращения повреждения клеточной структуры необходимо применять температуру замораживания — 40° С и температуру хранения —15° С и ниже.

При замораживании мяса в нем происходят физические, гистологические, коллоидно-химические, биохимические и биологические изменения, имеющие чрезвычайно важное значение для качества мяса, особенно для обратимости процесса замораживания. При замораживании создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов и резко снижается скорость биохимических процессов, протекающих под влиянием ферментов.

К физическим изменениям относятся изменения цвета и массы. Окраска разруба замороженного мяса бледно-красная, менее интенсивная, чем охлажденного мяса. Это обусловлено рассеиванием света кристаллами льда. Цвет замороженного мяса зависит от состояния и концентрации пигментов мяса. Окраска мяса зависит также от скорости замораживания. Потемнение поверхности мясных туш вызывается повышением концентрации пигментов мяса вследствие подсушивания поверхности, а также образования МетМЬ и МетНЬ. Замораживание мяса сопровождается увеличением его объема до 10% и, следовательно, растяжением и частичным разрывом волокон поверхностных слоев и сжатием волокон внутренних слоев.

Гистологические изменения при замораживании мяса связаны с нарушением межволокониой структуры и мышечных волокон в связи с образованием кристаллов льда, и чем больше скорость замораживания, тем мельче кристаллы и менее заметны разрушения естественной структуры тканей. Изменения структуры тканей, в частности соединительной, с одной стороны, способствуют увеличению нежности мяса, что особенно важно для жесткого мяса, с другой, способствуют вытеканию мясного сока при размораживании.

При замораживании в мясе происходят коллоидно-химические и биохимические изменения. Оценивая влияние этих изменений на качество мяса, необходимо учитывать, что мясной сок представляет собой систему истинных и коллоидных растворов. По мере вымерзания воды в остатке жидкого коллоидного раствора увеличивается концентрация солей, в связи с чем усиливается их коагулирующее действие на коллоиды. Изменение коллоидной структуры тканей мяса влияет на его водосвязывающую

способность после размораживания. При более низкой температуре замораживания мясо сохраняет более высокую водосвязывающую способность. Наибольшее влияние на изменение коллоидной структуры тканей мяса при замораживании оказывает частичное разрушение структурированных гидратных оболочек макромолекул и перераспределение воды в связи с кристаллообразованием. Эти изменения тем меньше, чем больше скорость замораживания. В процессе замораживания возможно разрушение белковых молекул, сопровождающееся дезагрегацией белковых частиц, увеличением поверхностного натяжения и электропроводности тканевой жидкости.

Замораживание сопровождается изменением свойств мяса, не восстанавливающихся при последующем размораживании, т. е. отмечается неполная обратимость процесса. При образовании крупных кристаллов льда вследствие механических повреждений тканей исходные свойства восстанавливаются еще в меньшей степени, ускоряются окислительные и гидролитические реакции и изменяется характер ферментативных процессов в мясе. На степень изменений белковых веществ влияет скорость замораживания. Наиболее значительные изменения белков происходят при медленном замораживании в пределах температур от —4 до —9° С.

Вследствие биохимических и коллоидных изменений при замораживании и хранении снижается водосвязывающая способность мяса, растворимость контрактильных белков, реактивность тиоловых групп миозина, реактивность кислых и основных групп белков. Характер изменений белков несколько отличается от происходящего при посмертном окоченении. При замораживании свойства саркоплазматических белков, в том числе их растворимость, не изменяются.

Увеличение концентрации тканевого сока при замораживании обусловливает денатурацию и распад белковых структур, прежде всего липопротеидов. Отрицательное влияние концентрированных растворов предотвращается очень быстрым замораживанием и хранением мяса при температуре — 35 ÷ 40° С, когда основная часть солей не находится в растворенном виде. Поэтому нативные свойства белков в наибольшей степени сохраняются при быстром замораживании парного мяса. При существующих режимах замораживания увеличение концентрации тканевых растворов приводит к ингибированию биохимических процессов.

При замораживании и хранении наибольшим изменениям подвергается миозин — снижается его растворимость, обусловленная структурными изменениями и вымораживанием воды; снижение растворимости миозина неодинаково для различных мышц. Эти процессы продолжаются и при размораживании мяса.

Учеными проведены исследования боковых цепей белков, особо важных для сохранения их нативной структуры. При этом большое значение придавали боковым неполярным цепям. Замораживание разрушает установившуюся систему кристаллической сетки частиц воды вокруг гидрофильных групп и вызывает ее переход в гексагональную структуру льда, что обусловливает исчезновение внутримолекулярных гидрофобных связей, разрыв водородных мостиков в частицах и потери белковыми веществами их нативных свойств. Внешним признаком денатурации белковых веществ является выделение мясного сока при размораживании, обусловленное снижением влагоудерживающей способности. Основной составной компонент выделяющегося сока — вода, не подвергшаяся десорбции при размораживании. Мясной сок содержит ценные белковые и экстрактивные вещества.

Происходящие в белковой системе мяса процессы могут несколько снизить пищевые, вкусовые достоинства и товарный вид продукта после его размораживания. Вместе с тем при высоком исходном качестве мяса ухудшение его вкусовых свойств при замораживании незначительно.

При замораживании протекают автолитические изменения в тканях вследствие существования незамерзшего центрального слоя. Замораживание увеличивает переход актина из глобулярной в фибриллярную форму. В мышечной ткани продолжается накопление молочной кислоты со сдвигом pH в кислую сторону, происходит распад органических соединений фосфора. Изменение pH мяса обусловлено также изменениями белковых веществ. При быстром замораживании биохимические изменения менее значительны; сдвиг pH в кислую сторону меньше, pH дальше от изоэлектрической точки белков мышечного волокна, уменьшается механическое разделение фаз при льдообразовании, сохраняется высокая способность бел-

ков ткани к набуханию. Таким образом, при быстром замораживании биохимические изменения менее интенсивны и достигается большая обратимость процесса при размораживании.

К важным биохимическим изменениям при замораживании следует отнести распад АТФ мышечной ткани, протекающий интенсивно лишь на первой фазе замораживания. При быстром замораживании мяса основная часть фосфорорганических соединений остается в первоначальном виде и скорость их распада зависит в основном от температуры хранения. При замораживании и хранении мяса при температуре -35° С к концу 5-го мес хранения количество гликогена и молочной кислоты было ближе к их содержанию в незамороженном мясе, чем в замороженном и хранившемся при температуре —10° С.

Замораживание не обеспечивает полной стерилизации мяса, так как отдельные микроорганизмы приспосабливаются к низкой температуре, переходя в состояние анабиоза.

Существенным технологическим эффектом применения быстрого способа замораживания является моментальное прекращение развития микрофлоры на поверхности туш, в результате чего такое мясо отличается большей стойкостью при хранении в замороженном виде и после размораживания. Вследствие интенсивного отвода тепла при быстром замораживании отсутствуют случаи загара мяса.

Мясо можно замораживать в парном (однофазное) и охлажденном состоянии (двухфазное замораживание). Не рекомендуется замораживать мясо в стадии окоченения, когда белки имеют самый низкий уровень гидратации. После размораживания такого мяса отмечаются большие потери мясного сока. При замораживании созревшего мяса потери мясного сока также значительны, что объясняется нарушением структуры тканей в процессе созревания. В связи с этим мясо необходимо замораживать до наступления посмертного окоченения (в парном состоянии) или к моменту его разрешения (в охлажденном виде), т. е. через 30—36 ч после убоя. Охлажденное мясо, замороженное после 48 ч выдержки, теряет при размораживании больше сока, белковых и экстрактивных веществ, чем мясо, замороженное в парном состоянии, т. е. однофазным способом. Установлено, что

мясо однофазного способа замораживания менее нежное, чем замороженное после предварительного созревания. Вкусовые свойства мяса однофазного замораживания такие же, как замороженного двухфазным способом.

Продолжительность замораживания полутуш зависит не только от их начальной температуры, но и от температуры и скорости движения воздуха в камере, вида, размеров мясных полутуш и колеблется для говядины с массой полутуш 75—105 кг от 20 до 44 ч. На скорость замораживания мяса влияет степень упитанности туш. Теплопроводность мышечной ткани примерно в 2 раза больше, чем жировой, и, следовательно, чем жирнее туша, тем меньше скорость замораживания. Скорость замораживания мяса в полутушах в морозильных камерах при средней температуре воздуха —20° С и естественной его циркуляции не превышает 0,5 см/ч. В туннельных морозилках при температуре —25° С и скорости движения 5 м/с скорость замораживания мяса составляет 0,91 см/ч, а при -35° С и скорости 9 м/с — 1,3 см/ч. В скороморозильных аппаратах для замораживания продуктов в блоках при непрямом контакте с хладоносителем температурой —25° С скорость замораживания равна 1,5—1,9 см/ч. Следовательно, при наличии современных технических средств быстрым считают замораживание при скорости замораживания 1—2 см/ч. В этом случае полутуши с толщиной бедра 20 см замораживаются в течение 5—10 ч, а блоки толщиной 10 см — за 2,5 ч. Скорость замораживания может быть увеличена посредством уменьшения толщины или диаметра замораживаемых продуктов, увеличения коэффициента теплоотдачи от поверхности продукта к теплоотводящей среде, понижения температуры охлаждающей среды.

Замораживание мяса сопровождается усушкой. Усушка при замораживании мяса и субпродуктов в воздушной среде зависит от вида и упитанности мяса и вида субпродуктов, а также от температуры замораживания. Чем ниже температура и больше скорость замораживания, тем меньше потери массы. При быстром замораживании парного мяса убыль массы сократилась с 2,92—3,08 до 1,07—1,5% [116].

При быстром замораживании мяса на его поверхности образуется тонкий подсохший слой, который в дальнейшем исчезает при размораживании мяса после крат-

ковременного хранения. Однако при длительном хранении пленка полностью не исчезает и на наиболее обезвоженных местах сохраняется беловатый налет. Побеление поверхности мяса при быстром замораживании носит название ожога. При медленном замораживании наблюдалось уменьшение ожогов, особенно если замораживание производили после предварительного охлаждения. Холодные ожоги или другие дефекты, обусловленные высыханием поверхности, могут появляться при сильных колебаниях температуры хранения. Ожоги при замораживании — явление чисто поверхностное, вызываемое дегидратацией. В некоторых случаях невозможно избежать ожогов даже при применении упаковочного материала, обладающего высокой водонепроницаемостью, но не прилегающего плотно к продукту. Холодные ожоги влияют на качество мяса. На участках продукта с наличием ожога происходят глубокие изменения тканевой структуры продукта. Кроме изменений окраски, образование ожога может быть также причиной нежелательных изменений вкуса, запаха и консистенции продукта. Образование ожогов может быть предотвращено упаковкой мяса в водопаронепроницаемую, плотно прилегающую к нему упаковку. Если форма мяса не дает возможности избежать воздушных карманов в упаковке, то можно защитить мясо, нанося различные покрытия, или панировкой.

Сниженне величины потерь массы и сохранение товарных качеств мяса при замораживании достигаются посредством заключения мяса в естественную или искусственную оболочку. Это обеспечивает также сохранение качества мяса при дальнейшем его хранении в замороженном состоянии, в частности предотвращает ожог.

При замораживании мяса после жиловки в специальных формах получают замороженные блоки, упакованные в пленку.

Для замораживания в формах используют бескостное мясо, мякотные субпродукты; возможно также замораживание мяса на костях. Для производства блочного мяса применяют различные технические средства, к которым разработана соответствующая технология. Замораживание блоков производят в металлических формах, картонных коробках и деревянных ящиках до температуры в толще мяса - 6° С. Замораживают главным образом в туннельных и многоплиточных скороморозильных аппаратах, а также в скороморозильных и обычных морозильных камерах.

Для замораживания в блоках непрямым контактом во ВНИИМПе созданы роторные блочно-плиточные скороморозильные аппараты МАР и АРСА.

Разработаны также скороморозильные аппараты ФМБ и ФБМ, получившие применение в мясной промышленности [132].

Скороморозильные агрегаты, созданные в СССР, обладают рядом преимуществ, в частности, выемка блоков из аппаратов зарубежных фирм осуществляется после обогрева продукта, что снижает его товарное качество.

Прогрессивная технология замораживания мяса в блоках в максимальной степени обеспечивает сохранение исходного качества мяса вследствие замедления окислительных процессов и отсутствия контакта замораживаемого мяса с хладоносителем.

Качество свиного мяса, замороженного в блоках и упакованного, выше, чем замороженного в полутушах [4]. Поверхностные изменения блочного мяса незначительны. Производство блочного мяса в 1,5—2 раза сокращает потери. При переработке блочного мяса на колбасные изделия отсутствует необходимость размораживания, что позволяет улучшить качество и повысить выход готового продукта.

В настоящее время развивается прогрессивный метод замораживания — криогеника — замораживание мяса при сверхнизких температурах, получаемых с помощью жидкого азота. Этот способ в максимальной степени позволяет сохранить исходные свойства продукта.

Предложено погружение мяса перед замораживанием в 20—25%-ный раствор глюкозы, обеспечивающее сохранение его органолептических свойств. Некоторые зарубежные фирмы выпускают мороженое мясо в оболочке, состоящей из пластичной восковой массы, которая заменяет упаковку. Восковая масса светло-коричневого цвета, не имеет запаха, вкуса, легко удаляется. Сортовые порции пропускают через аппарат для покрытия воском, упаковывают в коробки и хранят.

ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНОГО МЯСА И СУБПРОДУКТОВ

Мороженое мясо хранят в камерах, охлаждаемых пристенными и потолочными батареями непосредственного испарения хладагента. В камерах замораживания и хранения контролируют правильность размещения туш и субпродуктов, контролируют соблюдение температурного и влажностного режима и состояние качества мяса. Температура воздуха в камере и в толще мяса должна быть тем ниже, чем более продолжителен предполагаемый срок хранения. Оптимальные условия хранения мороженого мяса и субпродуктов — это сохранение постоянной низкой температуры воздуха, высокая относительная влажность его и правильное размещение продуктов.

Продолжительность хранения мороженого мяса и субпродуктов может колебаться в значительных пределах. Замороженные продукты, прежде чем попасть к потребителю, проходят три стадии хранения: на холодильнике по месту производства, на распределительном холодильнике и в камерах хранения в розничном магазине. Продолжительность хранения мороженого мяса и субпродуктов зависит от вида и упитанности мяса, вида субпродуктов, температуры хранения и других факторов (табл. 36).

Таблица 36

Продукт	Срока хранения (в мес) при температуре, °С			
	—22	—18	—15	—12
Говядина и баранина				
I категории	18	12	9	6
II категории	15	10	7	5
Свинина				
в шкуре	15	10	7	5
без шкуры	12	8	6	4
Субпродукты	Не более 4—6 мес			

Возможная длительность хранения при определенной температуре зависит также от исходного качества продукта, закладываемого на хранение после замораживания. Главными факторами, определяющими состояние мороженого мяса при хранении, являются температура, относительная влажность и циркуляция воздуха. Наилучшей является естественная циркуляция воздуха.

В мороженом мясе при достаточно низких температурах продолжаются химические, биохимические и физические процессы. Непосредственные и побочные эффекты этих процессов ограничивают срок хранения мяса.

К физическим изменениям относят изменение цвета и массы мяса. Цвет мяса темнеет вследствие испарения влаги и повышения концентрации пигментов, а также благодаря продолжающемуся переходу Mb и Hb в MetMb и MetHb. Результаты исследований [24], представленные на рис. 10, показывают, что при снижении температуры хранения от —18 до —30° С замедляется образование MetMb и лучше сохраняется цвет мяса. При более низких температурах (—40 и —50° С) разница в скорости образования MetMb в 1,5—1,7 раза меньше.

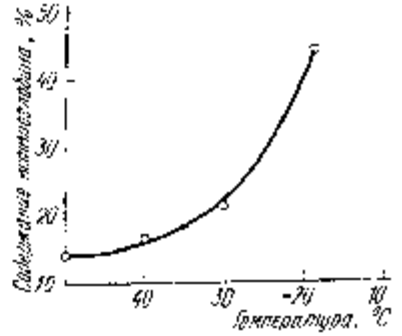


Рис. 10. Зависимость образования метмиоглобина мяса от температуры хранения через 12 мес. хранения

В процессе хранения происходит ожелтение жировой ткани. Испарение влаги из хранившегося мороженого мяса вызывает не только уменьшение массы, но и снижение качества продукта. В поверхностном слое мяса происходит сублимационное испарение, в результате чего на поверхности туш образуется множество пор, заполненных воздухом. Поверхностный пористый слой постепенно распространяется в глубь ткани. В этом слое протекают окислительные необратимые процессы, а также адсорбируются посторонние запахи. Содержание влаги в этом слое значительно ниже, и после варки он остается суховатым, жестким, без характерного аромата и вкуса мяса.

Сублимация льда в поверхностных слоях мяса при замораживании и хранении может привести к ожогу. Поверхностные слои продукта с наличием ожогов теряют

способность к ресорбции воды во время размораживания, что указывает на необратимые изменения белков под влиянием концентрированных растворов минеральных солей, растворимых в тканевых соках. Размеры ожогов зависят от величины усушки. На образование ожогов влияет температура хранения. Потери, обусловленные усушкой, необходимые для образования ожога определенной интенсивности, при - 20° С значительно ниже, чем при —10° С. Образование ожога на поверхности хранившейся мороженой печени наблюдается при усушке 2,3 г на 100 см² поверхности печени. На примере говяжьей печени установлено, что подверженность к образованию ожогов возрастает с увеличением возраста животного и содержания жира.

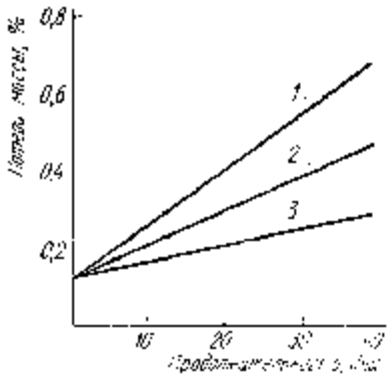


Рис. 11. Зависимость потерь массы мяса от продолжительности и температуры хранения: 1 — при —18° С±3° С; 2 — при —18° С÷0° С; 3 — при —25° С±0° С.

Скорость сублимации зависит от различий в парциальном давлении водяных паров над поверхностью продукта и воздуха в камере хранения. При увеличении относительной влажности воздуха и снижении температуры хранения скорость сублимации снижается. При —30° С скорость сублимации составляет всего $^1/_3$ скорости при —18° С. Следовательно, посредством снижения температуры можно в некоторой степени регулировать скорость процесса сублимации. На обезвоживание при хранении влияют также колебания температуры. Зависимость между потерями массы мяса, температурой хранения и колебаниями температуры (рис. 11) указывает на важность сведения до минимума колебаний температуры. Мясо хранилось в упаковке, материал которой неплотно прилегал к продукту.

Потери массы мороженого мяса при хранении зависят от ряда факторов. Они тем меньше, чем больше степень загрузки камеры, плотность укладки мяса и размеры

штабелей, чем лучше теплоизоляция камер. Потери при хранении зависят также от расположения охлаждающих батарей, времени года, этажности холодильника, места расположения камеры в холодильнике (этаж, южная или северная сторона), географического расположения самого холодильника. В июле усушка в 4—5 раз больше, чем в январе, в одноэтажном холодильнике в 2 раза больше, чем в четырехэтажном той же мощности. В камерах, расположенных на верхних этажах и на южной стороне холодильника, размеры потерь массы мороженого мяса больше, чем в камерах средних этажей и северной стороны. Размеры потерь зависят от теплопритока в камеру. Проникновение в камеру хранения 4,19 кДж тепла приводит к потере 0,15—0,20 г влаги из мяса. Действующие в СССР нормы усушки мяса и субпродуктов учитывают большинство из перечисленных выше факторов.

Для препятствия миграции влаги из продукта к приборам охлаждения штабеля мороженого мяса укрывают брезентовыми чехлами. Обмен воздуха между штабелем и окружающей средой почти прекращается; под брезентом создается микроклимат, воздух насыщается до 100%-ной влажности, что замедляет усушку примерно в 2 2,5 раза.

Эффективным способом снижения усушки является экранирование пристенных батарей ледяной стенкой. Около наружных стен камер хранения на расстоянии 0,4 м от батарей на брезентовые занавески намораживается ледяная стенка, укрепленная на рейках. Экраны образуют вокруг наружных стен теплозащитную воздушную рубашку, и в камере устанавливается более высокая относительная влажность и понижается температура воздуха. Усушка мяса при таком способе хранения снижается в 2 раза.

Упаковка мясопродуктов в картонную тару значительно снижает усушку. Однако наиболее прогрессивным способом борьбы с усушкой является применение паронепроницаемых пленочных материалов, обеспечивающих надежную герметизацию упаковки и плотное прилегание пленки к поверхности продукта. Если пленка прилегает неплотно, то в результате колебаний температуры воздуха в камере возникает разность температур между пленкой и поверхностью продукта, и следовательно, между ними начинается влагообмен. Свободное пространство

внутри упаковки с течением времени заполняется кристаллами льда в виде снега вследствие высыхания продукта. Плотное прилегание обеспечивают термопластические пленки типа саран и крехалон, дающие усадку при нагревании. Их широко используют при упаковке тушек птицы и некоторых полуфабрикатов и порционных блюд. Продукт, упакованный в такую пленку, погружают на несколько секунд в горячую воду, под действием которой пленка сжимается. Затем проводится герметизация упаковки с вакуумированием внутреннего объема, после чего продукт поступает на заморозку и последующее хранение. При хранении мяса в блоках, обернутых влагонепроницаемыми пленками, потери массы минимальны.

Эффективным приемом снижения потерь массы мяса является насыпание снега на поверхность штабелей, что способствует повышению влажности воздуха в камере в результате сублимации снега. Потери массы при хранении мяса можно также снизить введением в камеры хранения пара, намораживанием корочки льда или инея на поверхности туш, нанесением покрытий, получаемых из коллагена или глицеридов. Однократное глазирование не предотвращает ухудшения качества мороженого мяса при длительном хранении, так как происходит сублимационное испарение льда с поверхности, поэтому при длительном хранении глазировку необходимо повторять.

В процессе хранения мяса в мороженом виде могут меняться его органолептические свойства и пищевая ценность. Они проявляются ухудшением консистенции, вкуса, водосвязывающей способности. Минимальное снижение пищевой ценности происходит при хранении мяса однофазного замораживания. При снижении температуры на 10° С скорость химических реакций снижается в 2 – 3 раза.

До последнего времени считалась достаточной температура хранения —18° С. Однако ряд ученых доказывают необходимость применения более низких температур хранения. Основой временных и температурных допусков являются следующие положения:

— для каждого замороженного продукта существует некоторая зависимость между температурой хранения и временем, после истечения которого при данной температуре в продукте произойдут обнаруживаемые изменения качества;

— изменения качества при хранении и реализации при различных температурах носят кумулятивный и необратимый характер, и их последовательность не влияет на степень общего изменения качества.

Скоропортящиеся продукты с высоким содержанием белка, в частности мясо, следует хранить и транспортировать в низкотемпературных условиях. Преимущества низкотемпературного хранения видны на рис. 12.

Практический опыт, а также многочисленные исследования показали, что чем ниже температура хранения и короче продолжительность, тем меньше изменения, вызывающие ухудшение качества продукта. В связи с этим на современных холодильниках, а также за рубежом температура хранения —28÷÷—32° С. Установлено, что разница в капиталовложениях на строительство холодильника с температурой —30 и —20° С составляет 3% (по данным ВНИХИ, 4%) за счет увеличения капиталовложений на изоляцию на 1% и увеличения расхода электроэнергии на 2%. Эксплуатация холодильника при —30° С на 4– 5% дороже, чем при —20° С. По данным ВНИХИ, эксплуатационные расходы возрастают на 6%. На рис. 13 представлена сравнительная стоимость хранения, потерь массы и ухудшения качества при различных температурах. Несколько более высокие капитальные и эксплуатационные затраты на хранение при —30° С в сравнении с хранением при —20° С компенсируются более высоким качеством и меньшими потерями массы. Потери массы при —20° С в сравнении с потерями при —30° С при прочих равных условиях почти в 3 раза больше.

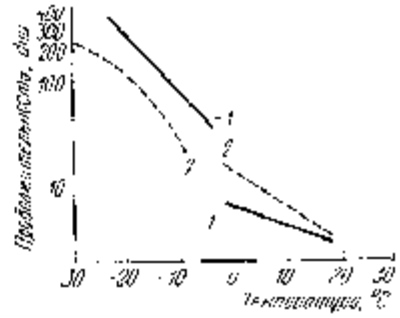


Рис. 12. Зависимость температуры от продолжительности хранения мяса:

1 – мясо цыплят; *2* — мясо говядины.

Хранение мяса свинины при —15° С в течение 3 и 6 мес сопровождается обесцвечиванием, ожогами и прогорклостью жира. При —22° С эти изменения менее выражены, а при —30° С едва заметны. Усушка после от-

ного года хранения при —8° С составила 7%, а при —30° С — лишь 1%.

При хранении мяса в мороженом виде [24] устойчивость белков мяса к воздействию протеолитических ферментов (пепсина, трипсина) повышается. Для всех температур хранения установлено снижение переваримости белков мяса in vitro с увеличением продолжительности хранения (рис. 14). При температуре хранения —30° С значительно лучше сохраняется качество мяса, чем при

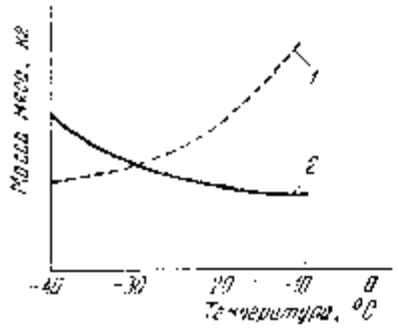


Рис. 13. Кривые, характеризующие зависимость потери массы мяса от температуры хранения:

1 — сравнительная стоимость потерь качества и массы за год; 2 — сравнительная стоимость хранения за год.

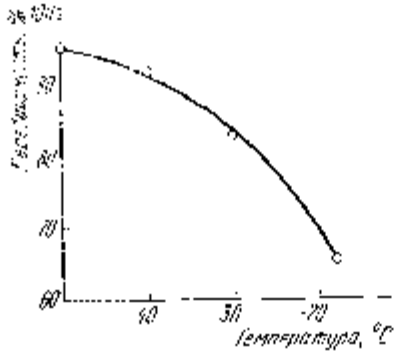


Рис. 14. Влияние температуры хранения на переваримость белков мяса после 12 мес хранения.

температуре —20° С — замедляется окисление Mb, лучше сохраняются нативные свойства белков, их переваримость. Уравнение, связывающее скорость образования МетMb ($v_{мет}$) и температуру хранения T, в пределах температур от —18 до —50° С имеет вид

$$v_{мет} = 9{,}6 \cdot 10^4 \cdot 1^{\frac{-6806}{RT}},$$

а скорость снижения переваримости белков мяса $v_{пер}$ и температурой T

$$v_{пер} = 3{,}24 \cdot 10^7 \cdot 1^{\frac{-6906}{RT}},$$

где R — газовая постоянная [$R = 8{,}325$ кДж/(моль·град)].

Сохранность качества мороженого мяса и субпродуктов при хранении, а также усушка зависят от постоянства температуры воздуха. Колебания температуры при хранении мороженого мяса приводят к потерям массы и ухудшению качества. Допустимое отклонение температуры воздуха при хранении составляет ±2° С, а во время загрузки и выгрузки мяса допускается повышение температуры воздуха в камере на 3—4° С. Однако даже небольшие колебания температуры воздуха вызывают перекристаллизацию льда в тканях мяса. При повышении температуры мяса происходит частичное оттаивание более крупных кристаллов льда. Наиболее мелкие кристаллы льда внутри мышечных волокон оттаивают полностью, и выделившаяся влага частично мигрирует в межволоконное пространство. Полное оттаивание мельчайших кристаллов обусловлено более низкой температурой замерзания внутри клеточной жидкости. При понижении температуры новые центры кристаллизации не образуются, а выделившаяся влага намерзает на имеющиеся кристаллы, причем в первую очередь и в большей степени на более крупные. Следовательно, при колебаниях температуры в основном увеличиваются размеры более крупных кристаллов льда, расположенных между волокнами. Колебания температуры в процессе хранения приводят к постепенному исчезновению кристаллов льда в мышечных волокнах и к значительному увеличению размеров кристаллов в межволоконных пространствах. При этом происходит разрушение структуры мышечных волокон. Колебания температуры при хранении мороженого мяса могут привести к тому, что по обратимости процесса быстро замороженное мясо станет равноценным медленно замороженному мясу.

Разрушающему действию растущих кристаллов льда подвергается также соединительная ткань, но поскольку основу ее структуры составляют волокнистые элементы, их разрушение приводит к появлению некоторого количества гидрофильных групп коллагена и других белков. Поэтому гидрофильность мороженого мяса, содержащего большое количество соединительной ткани, в процессе хранения несколько возрастает.

При хранении мороженого мяса при температуре ниже —10° С микробиальные процессы не происходят. Однако при продолжительном хранении или при нарушении

условий, в частности при наличии увлажнения поверхности туш, при температуре —11÷ -14° С наблюдается появление на мороженом мясе плесеней. Для предотвращения их развития необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия обработки и укладки туш, проводить дезинфекцию камер, озонирование воздуха и обеспечить поддержание возможно низкой температуры.

Низкие температуры оказывают губительное действие на паразитов, что обусловлено повреждением клеточных структур. Для уничтожения мышечных трихинелл и финн мясо необходимо выдерживать при отрицательных температурах в соответствии с правилами ветеринарно-санитарной экспертизы.

При длительном хранении в жировой ткани мороженого мяса происходят химические изменения. Деятельность ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при весьма низких температурах, например липаза не теряет активности при —35° С. Разрушения ферментов не наблюдается даже при —79° С. В некоторых случаях их активность после размораживания возрастает. Образование губчатого поверхностного слоя мяса и воздействие на него кислорода воздуха приводят к значительным изменениям свойств продукта. Окислительные процессы затрагивают белковые вещества, липиды и некоторые экстрактивные вещества и обусловливают изменение органолептических показателей и пищевой ценности мяса. Наибольшим изменениям подвергаются липидные компоненты мяса. Происходит гидролиз и окисление жиров, в результате чего изменяется цвет жировой ткани и могут накапливаться вещества, вредные для организма человека. Все больше ослабляются присущие продукту вкус и запах, которые со временем приобретают старый или лежалый оттенок. Затем они становятся неприятными, салистыми, прогорклыми.

Окисление жира является важным показателем качества при хранении мяса, субпродуктов и мясопродуктов, содержащих большое количество жира. Продолжительность хранения мороженого мяса в основном определяется стойкостью жира. Жировая ткань говядины обладает большей стойкостью, чем жировая ткань свинины. Качество мороженой свинины при хранении быстро ухудшается. При окислении снижается пищевая ценность жира, в нем разрушаются жирорастворимые витамины (А, Е,

D), распадаются непасыщенные жирные кислоты, а в местах соприкосновения окисленного жира с мышечной тканью в последней разрушаются витамины группы В. Процесс окисления жира катализируется пигментами мышечной ткани и крови (Mb и Hb). Вследствие этого при плохом обескровливании животного жировая ткань в большей степени подвержена окислительной порче.

Скорость процессов окисления зависит от температуры. При хранении мяса в течение 10 мес при —18° С накопление перекисей происходит в 4 раза медленнее, чем при —7° С. Жиры, содержащиеся в замороженных продуктах, предварительно прошедших термическую обработку, менее подвержены окислительным изменениям, чем жиры продуктов, замороженных в сыром виде. Это обусловлено инактивацией ферментов при термической обработке.

Введение в корм свиней антиокислителей — токоферола и бутилокситолуола замедляет окислительные процессы в шпике. В процессе холодильного хранения при температуре —18° С окисление происходит очень медленно вследствие низкой температуры, а также действия антиокислителей (рис. 15). После 27 мес хранения перекисное число шпика от свиней, получавших бутилокситолуол, было наименьшим, характерным для свежих жиров. Жир от животных, получавших токоферол, оценили как свежий, но непригодный для длительного хранения, от животных контрольной группы — как сомнительной свежести [135, 137].

Для стойкости мороженой свинины и колбас при хранении важное значение имеет кормовой рацион. У мяса свиней, откормленных на пищевых отходах, появлялся неприятный вкус после хранения в течение 6 мес при —20° С. Мясо свиней, откормленных на обрате, ячмене, сохранило хорошие вкусовые свойства.

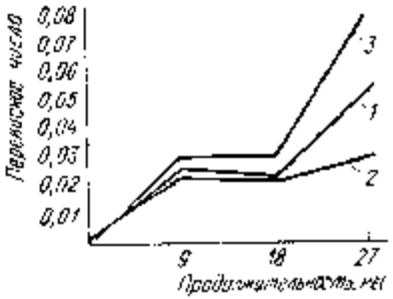


Рис. 15. Зависимость перекисного числа жира от длительности хранения шпика:

1 — токоферол; *2* — бутилокситолуол; *3* — без добавки антиокислителей.

Изменения белковых веществ мяса при длительном хранении в замороженном состоянии недостаточно изучены; белковая система мяса претерпевает некоторые химические изменения; имеются данные об агрегировании белков с постепенным снижением растворимости в электролитах. Увеличивается количество растворимого и остаточного азота, полипептидов и азотистых оснований. При хранении мяса в замороженном виде в течение 3 мес снижалось содержание незаменимых аминокислот, причем снижение содержания валина и лейцина было статистически существенным. Отмечено повышение содержания аммиака, что указывает на вероятность процессов, обусловленных действием протеолитических ферментов.

Свободные жирные кислоты, образующиеся в результате гидролиза жиров, могут быть причиной денатурации структурных белков мороженого мяса. Установлено существование зависимости между гидролизом жиров и денатурацией белков в мышцах [149]. Белковые вещества в денатурированном виде быстрее атакуются как собственными тканевыми, так и микробиальными ферментами и подвергаются гидролитическому распаду с образованием более простых соединений.

В мороженом мясе при длительном хранении происходят процессы, по характеру близкие старению коллоидов. Эти процессы также приводят к снижению растворимости и гидрофильности белков, что снижает их водосвязывающую способность. В парной говядине растворимость актомиозина составляет 6,6%. При замораживании парного мяса и дальнейшем его хранении при —18° С растворимость актомиозина снижается и к концу 2-го мес доходит до 5%, а 12-го — до 3,2%. Если перед замораживанием созревшего мяса растворимость актомиозина составила 5,1%, то к концу 12-го мес хранения — 1,82%. Следовательно, при длительном хранении мороженого мяса, даже с соблюдением наилучших условий, наблюдается уменьшение обратимости его свойств по сравнению с свежезамороженным мясом.

При хранении мороженого мяса в результате ферментативного распада гликогена продолжается накопление молочной кислоты; скорость этого распада тем меньше, чем ниже температура хранения. Увеличиваются фракции общего и кислоторастворимого фосфора. Это обусловливает смещение реакции среды в кислую сторону,

т. е. ближе к изоэлектрической точке белков. При этом снижается водосвязывающая способность белков.

При быстром замораживании парного мяса процесс окоченения задерживается и разрушение окоченения наблюдается к 10—12-му мес хранения при —18÷—20° С. Различные биохимические процессы в мороженом мясе тормозятся в неодинаковой степени и поэтому не протекают аналогично процессам в охлажденном мясе.

Температура и продолжительность хранения влияют на степень инактивации водорастворимых витаминов мороженого мяса. Однако после длительного хранения (до 8 мес) потери тиамина, рибофлавина, пантотеновой и никотиновой кислот не выходят за пределы 18—34% к начальному содержанию. Жирорастворимые витамины обладают меньшей устойчивостью к действию низких температур и длительных сроков хранения, в частности происходит почти полное разрушение токоферола, что снижает стойкость жира к окислению. Каротин сохраняется длительное время. При хранении мороженого мяса снижается содержание витаминов группы В. Показателем, характеризующим состояние всех витаминов, принято считать содержание витамина B_1. Если потери этого витамина незначительны, то остальные физиологически активные вещества сохранились в той же или большей степени.

В мороженых субпродуктах при хранении происходят такие же изменения, что и в отрубах мясных туш. Однако в субпродуктах происходят в основном необратимые изменения, так как они (кроме сердца, в котором волокна и пучки волокон испытывают изменения подобно скелетным мышцам) существенно отличаются по строению от мышечной ткани. Степень обратимости свойств зависит также от длительности и температуры хранения. Витамины субпродуктов, в особенности печени, разрушаются быстрее, чем витамины мяса. В процессе хранения мороженых субпродуктов их просматривают и в зависимости от состояния сроки их хранения могут быть изменены. Не допускают в реализацию, а используют на промышленную переработку субпродукты оттаявшие, вторично замороженные, с изменившимся цветом на поверхности, имеющие порезы и разрывы. При продолжительном хранении мягких и мороженых субпродуктов (при —18° С) ухудшаются их органолептические свойства.

При хранении ухудшение качества возможно при нарушении очередности отгрузки продуктов из холодильника; в первую очередь должны отгружаться партии мяса, хранившиеся наиболее длительное время.

ВНИИМПом разработана технология хранения мороженых полутуш и четвертин в упакованном виде на стоечных поддонах, обеспечивающая лучшее сохранение качества мяса и повышение санитарно-гигиенических условий хранения, а также лучшее использование грузовых емкостей холодильника.

РАЗМОРАЖИВАНИЕ МЯСА

В товароведной и технологической практике под размораживанием понимают отепление мяса до температуры −1÷+4° С в глубине наиболее толстой его части. Процесс размораживания по своей природе обратен процессу замораживания. При размораживании происходит восстановление свойств мяса, которыми оно обладало до замораживания. Однако в связи с тем, что при замораживании и хранении мясо подвергается необратимым изменениям, полное восстановление его первоначальных свойств невозможно. Способы и режимы размораживания мяса должны обеспечить возможно бо́льшую обратимость процесса. Для мяса наиболее достоверным показателем обратимости свойств при размораживании является величина потерь сока.

Мясо, размороженное любым способом, имеет ярко-красный цвет и не обладает упругостью. Вследствие высыхания поверхностных слоев при замораживании и хранении они становятся гигроскопичными и при повышенной влажности окружающей среды поглощают влагу. Сопротивление резанию размороженного мяса меньше, чем охлажденного. Размороженное мясо по органолептическим показателям уступает охлажденному и обычно не направляется на хранение. В случае крайней необходимости оно может храниться при температуре 0° С не более 2—3 сут.

Образовавшаяся при таянии кристаллов льда вода частично поглощается тканями мяса, связываясь с активными группами белковых молекул. Для того чтобы влага в процессе размораживания могла занять в мышечной ткани положение, имевшее место до замораживания, ей

необходимо проникнуть и связаться с белковыми веществами и коллоидными системами, из которых она была извлечена диффузионно-осмотическими силами при замораживании. Способность белковых веществ и коллоидных систем абсорбировать эту влагу определяется их биологической активностью, которая в свою очередь зависит от условий холодильной обработки и скорости размораживания мяса.

Удерживание при размораживании мяса клеточной жидкости в значительной степени зависит от способности белков задерживать свободную воду и от состояния белков миофибрилл. Значительное снижение водосвязывающей способности происходит уже при небольших денатурационных изменениях белков миофибрилл и их дегидратации. Таким образом, образование и выделение мясного сока при размораживании мяса обусловлено отделением воды от белковых веществ в результате денатурационных изменений, увеличения концентрации солей в растворах, содержащихся внутри и вне клеток. Определенное влияние оказывает также механическое воздействие кристаллов льда на стенки мышечных волокон и на соединительнотканные межволоконные пространства.

Часть воды размороженного мяса остается в несвязанном состоянии. Она растворяет минеральные, экстрактивные, а также белковые вещества, не связанные со структурами тканей, образуя так называемый мясной сок. Небольшая часть мясного сока вытекает из мяса во время размораживания, а значительно бо́льшая часть теряется в процессе обработки мяса (обвалки, жиловки, порционирования). Мясной сок содержит в своем составе до 9% белковых, экстрактивных и минеральных веществ, а также водорастворимые витамины. С мясным соком, выделяющимся из мяса при размораживании, теряется до 30% некоторых аминокислот и 8—15% витаминов, в частности витаминов группы В. Потери витаминов с соком составляют (в %): тиамина 12,2; рибофлавина 10,3; ниацина 14,5; пантотеновой кислоты 33,3.

Отсутствует единое мнение о том, какой из способов размораживания (медленное или быстрое) обеспечивает минимальное выделение мясного сока. По одним данным, при медленном размораживании в мышечной ткани повышается концентрация тканевых растворов, что способствует денатурации и разрушению коллоидных сис-

тем; это сопровождается увеличением выделения мясного сока. При высокой скорости размораживания концентрация минеральных солей тканевых растворов увеличивается в меньшей степени, что приводит к снижению выделения мясного сока. В связи с этим качество мяса снижается в большей степени, если медленное размораживание сочетается с медленным замораживанием.

Качество и состав мясного сока, вытекающего из размороженного мяса, зависят от глубины биохимических изменений, скорости замораживания, продолжительности и температуры хранения в замороженном виде и способа размораживания, а также от размера отрубов мяса. При больших скоростях замораживания потери мясного сока при размораживании снижаются. При увеличении срока хранения и уменьшении размера отрубов потери мясного сока возрастают.

Потери сока при размораживании зависят также от вида мяса и возраста животного; максимальные потери сока установлены в говядине, более низкие — в телятине и баранине и минимальные — в свинине. При почти одинаковой скорости размораживания потери сока при размораживании в воздухе температурой 1° С составляют 1,5% для говяжьего мяса от животных возрастом 4—5 лет и в 4 раза больше для мяса очень старых животных. Повышение температуры размораживания мяса выше определенных пределов сопровождается увеличением потерь мясного сока и ухудшением органолептических свойств: при 10° С — 11,5%; при 7° С — 4,35% и при 1° С — 2,55%.

С увеличением продолжительности хранения замороженного мяса потери мясного сока несколько возрастают, главным образом в результате снижения набухаемости белковых веществ мяса. Степень потерь сока и содержание в нем белков зависят от глубины автолиза до замораживания. Однофазное замораживание затормаживает развитие процессов гликогенолиза и явление сжатия при размораживании, которое связано с особенно высоким выделением тканевых соков. При быстром размораживании мяса может наблюдаться увеличение на 40% количества выделяющегося мясного сока.

Потери сока мясных полуфабрикатов после размораживания зависят от степени развития автолитических процессов до замораживания. Потери сока для мяса,

замороженного после 2 ч от убоя, составляют 6,1%. Эти потери постепенно увеличиваются до максимального значения 11,3% после 48 ч выдержки и затем вновь снижаются до 8% при созревании в течение 8 сут [104]. Существует мнение, что оптимальную эффективность размораживания получают, если продолжительность замораживания и размораживания примерно одинаковы. Из этого следует, что для отрубов небольших размеров, которые подвергаются замораживанию в течение небольшого промежутка времени, следует рекомендовать методы быстрого размораживания.

Для приближенного расчета продолжительности размораживания мяса в воздушной среде можно пользоваться некоторыми эмпирическими формулами. Существует, в частности, эмпирическая формула в общем виде полученная Планком для определения времени τ размораживания мяса в туннелях в пределах внутренних температур от —8 до 0,5° С при температуре воздуха t_0 и естественной циркуляции ($v = 0{,}05 \div 0{,}1$ м/с):

$$\tau = \frac{m}{t_0 \div n},$$

где m, n — экспериментальные постоянные (для полутуш свинины $m = 325$, $n = 1{,}5$; для передних четвертин говядины $m = 455$, $n = 1{,}8$; для задних четвертин говядины $m = 575$, $n = 1{,}8$).

Для задних четвертин говядины расчетная продолжительность размораживания колеблется в границах от 21 ч (масса 30 кг при температуре воздуха 20° С) до 89 ч (масса 70 кг при температуре воздуха 5° С). Эти значения совпадают с экспериментальными данными, приведенными Касая [168] и представленными на рис. 16.

Во время размораживания масса мяса изменяется не только в связи с потерями мясного сока, но и вследствие испарения воды с поверхности, если ее температура выше точки росы, или, наоборот, конденсации влаги, когда температура поверхности ниже точки росы. Следовательно, масса мяса может даже увеличиваться. Однако при последующих операциях разрезания мяса имеют место более высокие потери мясного сока.

В связи с отеплением мяса и высвобождением ферментов из структур в нем активизируются протеолитические ферменты и, следовательно, интенсифицируется

автолиз. Общий ход автолиза в размороженном мясе напоминает течение этого процесса в охлажденном, однако скорость изменений несколько выше. Чем ниже температура замораживания и хранения замороженного мяса, тем меньше скорость и степень распада гликогена. Однако после размораживания скорость гликолиза в 2 раза выше в размороженном мясе по сравнению с охлажденным. Ускоряется также амилолиз гликогена и распад АТФ с одновременно происходящим ресинтезом АТФ, обусловленным гликолитическими процессами.

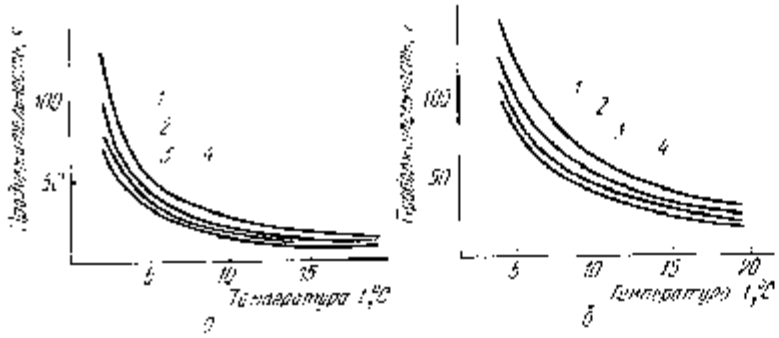


Рис. 16. Зависимость продолжительности размораживания полутуш от температуры и скорости движения воздуха:

а — говяжьих полутуш (толщина бедра 28 см), *б* — свиных полутуш (толщина бедра 16 см); *1* — 0 м/с; *2* — 1 м/с; *3* — 2 м/с; *4* — 3 м/с.

При размораживании важное значение имеет санитарное состояние и сохранность мяса, а также продуктов, изготовленных из него. Во время размораживания температура поверхности мяса на несколько градусов выше криоскопической. Вследствие этого на поверхности мяса развиваются микроорганизмы, и особенно интенсивно, если поверхность увлажнена. Иногда к концу размораживания мясо покрывается слизью или плесенью и обесцвечивается. Это особенно заметно при большой продолжительности размораживания. Такое мясо является нестойким при хранении.

При размораживании мяса в условиях сравнительно низких температур воздуха (0÷6° С) процесс размораживания является длительным (3=4 сут) и при высокой относительной влажности воздуха (85—95%) может привести к микробиальной порче, а при низкой относительной влажности = к значительным потерям массы. Размораживание при более высоких температурах (16—25° С) значительно ускоряется (до одних суток), однако при последующей выдержке такого мяса также возможна микробиальная порча.

В результате увеличения содержания свободной воды создаются более благоприятные условия для развития микрофлоры. Установлено, что мясной сок, выделенный из размороженного мяса, является более благоприятной средой для развития микроорганизмов, чем выделенный из охлажденного.

Интенсивность качественных изменений размороженного мяса зависит прежде всего от динамики ферментативных и микробиальных процессов. Причиной увеличения скорости ферментативных процессов после размораживания является высвобождение из клеточных структур так называемых десмоэнзимов и их переход в лиоэнзимы. Исследования Р. Хамма показали, что замораживание мышц непосредственно после убоя и после 48 ч выдержки, а затем последующее их размораживание обусловливает увеличение ферментативной активности тканевых соков. Влияние размораживания на ферментативную активность продуктов зависит от ряда факторов, в частности от pH, концентрации электролитов и других веществ, растворимых в незамороженной фракции тканевых жидкостей, а также от положения ферментов в тканях, состояния и стабильности ферментов. При размораживании мяса происходит разрушение его гистологической структуры.

Существующие способы размораживания мяса продолжительны, не обеспечивают получения мяса с исходными свойствами и качеством и сопровождаются значительными потерями массы мяса.

Значительный интерес представляет разработка способа размораживания, при котором сокращается продолжительность процесса и сохраняется высокое товарное качество мяса. В промышленной практике мясо в основном размораживают в воздушной или паровоздушной среде. При размораживании в воздухе перепад температур между воздухом и продуктом должен обеспечить отсутствие точки росы с целью предотвращения конденсации влаги.

При размораживании в воздушной среде важное значение имеет также такая система размещения мяса в камерах, при которой не происходит чрезмерный нагрев поверхностных слоев продукта и обеспечивается возможно равномерный ход процесса размораживания по всей партии мяса и в отдельных тушах.

Положительные результаты получены при размораживании мясных туш методом душирования, основанным на направленной подаче струи теплого воздуха к наиболее толстым участкам туши. При размораживании говяжьих полутуш, подвешенных на подвесных путях, движение воздуха около бедренной части является наиболее интенсивным и температура выше, чем в остальных частях. В результате этого продолжительность размораживания отдельных частей туши примерно одинаковая. Достигается равномерное размораживание различных частей говяжьих полутуш; при температуре воздуха 20° С и относительной влажности 85—90% продолжительность размораживания составляет 10—12 ч. Мясо, размороженное до температуры 1° С имеет сухую поверхность и отличается упругой консистенцией, цвет мяса на разрезе ярко-красный, а на поверхности туш — розовый без темных участков.

При размораживании мяса в паровоздушной среде достигается значительное ускорение процесса, так как отепление происходит конденсирующимся паром. При этом достигается увеличение массы мяса, однако поверхность такого мяса влажная, серого цвета, консистенция дряблая; потери мясного сока имеют место в большом количестве, особенно при последующей разделке, обвалке и жиловке. На поверхности такого мяса интенсивно развивается микрофлора, в связи с чем оно становится нестойким при хранении. Применение высоких температур паровоздушной среды приводит к значительному снижению качества мяса.

Размораживание в жидкой среде происходит в несколько раз быстрее, чем в воздухе. При этом происходит некоторое увеличение массы мяса за счет поглощения влаги поверхностным слоем. Однако размораживание мяса в жидкой среде не может быть рекомендовано, так как при этом теряется часть белковых и экстрактивных веществ, происходит обесцвечивание мяса, ослабление аромата и увлажнение поверхности. При размораживании в рассоле происходит и просаливание поверхностных слоев мяса. Этот способ применим для размораживания мяса, подвергаемого посолу; в этом случае посол совмещается с размораживанием. Свиные отрубы при температуре рассола 6° С размораживаются в течение 10 ч. Потери мясного сока достигают 0,9%.

Товарное качество мяса может быть сохранено при размораживании в результате непрямого контакта между греющей средой и продуктом, посредством упаковки полутуш в полиэтиленовые мешки. Однако ввиду сложности осуществления этот способ не может быть рекомендован для применения.

Проведены исследования по использованию энергии электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ) для размораживания мясных блоков [43]. Разработан новый способ размораживания блоков мяса и субпродуктов в электромагнитном поле СВЧ, предложены оптимальные режимы размораживания, обеспечивающие сокращение процесса до 4—5 мин, устранение потерь мясного сока, улучшение санитарно-гигиенических условий размораживания, способствующих повышению качества продукта. Этот способ может быть также применен для размораживания полутуш и четвертин.

При размораживании СВЧ-энергией наиболее существенными факторами, влияющими на протекание процесса и конечный результат, являются мощность СВЧ-энергии, масса размораживаемого продукта и продолжительность процесса. Остальные факторы, в частности температура окружающей среды, ее относительная влажность, играют незначительную роль и в некоторых случаях вообще не влияют на процесс размораживания в СВЧ-поле.

При размораживании мясных блоков на конвейерной СВЧ-установке с частотой возбуждения 433 мГц установлен оптимальный режим: скорость движения конвейера 0,05 м/с, продолжительность воздействия СВЧ-энергии 4 мин, мощность СВЧ-энергии 6 кВт. При размораживании в оптимальном режиме блоки мяса нагревались равномерно (температура блока 0±1° С). Микроволновой нагрев по равномерности повышения температуры по всему объему продукта положительно отличается от всех поверхностных методов размораживания, характеризующихся неравномерностью нагрева. При применении

микроволнового нагрева теоретически одновременному нагреву подвергаются все частицы продукта и процесс теплопроводности отсутствует. В связи с этим редко наблюдаются местные перегревы поверхности и появление нежелательного изменения качества продуктов, главным образом в случае размораживания продуктов больших размеров. Степень равномерности микроволнового размораживания возрастает с увеличением однородности состава продукта, содержания в нем воды, уменьшением его размеров и увеличением регулярности формы. Некоторое повышение равномерности нагрева можно получить погружением продукта перед обработкой в воду.

Цвет мяса, размороженного микроволнами, соответствует цвету свежего мяса. Различия в изменении pH, содержании гликогена и водосвязывающей способности показали, что гликолитические процессы в мясе обычного размораживания протекают несколько быстрее, чем в мясе, обработанном СВЧ-энергией. Исследование качественных показателей размороженного мяса показало, что размораживание СВЧ-энергией позволяет исключить нежелательные изменения, имеющие место при традиционном методе размораживания. Исключение потерь массы способствует сохранению белковых и экстрактивных веществ в мясе. Общая микробиальная обсемененность мяса опытных и контрольных партий составила соответственно до размораживания 33,0 и 95,6 тыс./г; после размораживания она составила соответственно 55,0 и 1207 тыс/г.

При размораживании степень поглощения микроволновой энергии и глубина проникновения электромагнитного излучения определяются частотой и диэлектрическими свойствами продуктов. Поглощение микроволновой энергии жиром отличается от поглощения мышечной тканью. Предполагается, что способность поглощения энергии жиросодержащими продуктами зависит от длины цепи и степени насыщенности жирных кислот. Неравномерность поглощения микроволновой энергии наиболее высокая в мясе с костью.

Различия в скорости поглощения электромагнитных волн наблюдаются также между замороженными и размороженными частями продукта. Это обусловлено значительной разницей величин диэлектрической постоянной воды ($\varepsilon=88$) и льда ($\varepsilon=35$) и сопровождается образованием в продуктах участков неравномерного размораживания вследствие различной скорости размораживания отдельных составных элементов, а также увеличения скорости нагрева во время развития процесса размораживания.

При микроволновом размораживании упаковочные материалы должны обладать соответствующими диэлектрическими свойствами и достаточной стойкостью к воздействию высоких температур. Не допускается применение металлической фольги. Высокие потери имеют место при использовании многослойного материала полиэтилен—целлофан—вискоза. Лучшим материалом считается полиэтилен, особенно полиэтилен низкого давления ($\lg\delta$ при широком диапазоне частот составляет 0,0005). Допускается также применение упаковок из полистирола и ламинированного картона.

Разработан метод размораживания мяса с применением вакуума, основанный на использовании скрытой теплоты конденсации пара при температурах, не вызывающих существенных изменений на поверхности продуктов. Размораживаемый продукт помещают в горизонтальную цилиндрическую вакуумную камеру.

Одним из главных преимуществ конденсации в вакууме является очень высокий коэффициент теплоотдачи. Температура пара, образующегося в вакууме, соответствует равновесному давлению паров, что в связи с простотой регулирования давления обеспечивает полную гарантию соблюдения заданной температуры продукта. В практических условиях допускаются колебания температур размораживания в пределах $\pm 1^\circ$ С. Основным преимуществом метода является равномерность процесса размораживания и отсутствие усушки продукта. Установлено [35], что в результате удаления газов из капилляров тканей и конденсации паров на поверхности продукта создаются условия для интенсивной диффузии влаги в мясо. Предполагается, что это способствует более полному восстановлению исходной структуры мяса. Продолжительность размораживания зависит от вида продукта и толщины блоков. Говядина при толщине 0,09 м и массе 31 кг размораживается в течение 60 мин.

Размораживание мясных туш в контролируемых условиях [104] внедрено фирмой «Хельсингборге Фрищус» (Швеция) и позволяет в значительной степени исклю-

чить отрицательные последствия обычного размораживания мяса — рост обсемененности, усушку поверхностного слоя и потери тканевых соков. При контролируемом размораживании мяса высокий эффект достигается в результате бактерицидного действия УФ-облучения, создания в камерах размораживания очень высокой относительной влажности воздуха, увеличения скорости оттаивания в результате создания более интенсивного движения воздуха и повышения его температуры. Обработка УФ-излучением обеспечивает обеззараживание микрофлоры на поверхности туш. Бактерицидный эффект достигается в результате непосредственного воздействия УФ-лучей и частично лучей, отраженных от алюминиевых панелей на стенах туннеля. Продолжительность размораживания в зависимости от вида мяса, размера туш и степени загрузки туннеля 24—40 ч. Процесс размораживания управляется автоматически посредством закладки соответствующей программы в специальных приборах центрального распределительного пульта. На рис. 17 представлено запрограммированное и фактическое изменение температур и относительной влажности в туннеле во время размораживания. После 10 ч размораживания температура внутри мышц составляет 5° С, т. е. продолжительность процесса сокращается на 40%. Кроме этого полностью устраняются потери массы мяса, которые при обычном размораживании колеблются в пределах 1—2%, и наблюдается некоторое ее увеличение в результате ресорбции воды поверхностным слоем туши в условиях высокой относительной влажности воздуха. Мясо, размороженное в туннелях, имеет низкую микробиальную обсемененность, и состояние поверхности является близким к поверхности охлажденного мяса.

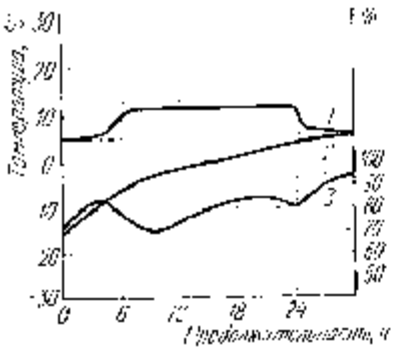


Рис. 17. Кривые, характеризующие запрограммированный и расчетный ход контролируемого процесса размораживания мяса.

При поступлении в торговую сеть мясо всех видов и категорий упитанности должно быть правильно обработанным, иметь маркировку и быть, безусловно, свежим. Говядину выпускают в реализацию в виде продольных полутуш и четвертин, с оставлением или без оставления поясничных мышц (вырезки). Разделение полутуш на четвертины производят между XI и XII ребрами. Баранину выпускают в реализацию целыми тушами с хвостом или без него, с наличием внутри туш почек и околопочечного жира, свинину — в виде продольных полутуш без головы, ног, внутренних органов и внутреннего жира. Допускается реализация свинины с частичным оставлением шкуры на туше, т. е. со снятым крупоном, а также свиных туш массой менее 34 кг (туши подсвинков) без разделения на полутуши. От свиных полутуш и туш должны быть отделены баки с шейным зарезом по прямой линии в поперечном направлении к положению шеи непосредственно впереди 1-го шейного позвонка.

В реализацию не допускается мясо со следующими дефектами: побитостями, кровоподтеками, сгустками крови, остатками внутренних органов, шкуры или щетины, с неправильным разделением туши по позвоночнику (с оставлением целых тел позвонков), с наличием льда на мороженых тушах, с зачистками и срывами подкожного жира, превышающими 15% поверхности полутуши говядины, конины и свинины и 10% — баранины. Только для промышленной переработки на пищевые цели используется мясо тощее, замороженное более одного раза, свинина с пожелтевшим шпиком, мясо бугаев, хряков, жеребцов, мясо свежее, но потемневшее в области шеи.

Важнейшим показателем качества мяса является его свежесть. Различают мясо следующих категорий: свежее, сомнительной свежести и несвежее. Доброкачественность мяса определяют путем органолептического, химического и бактериоскопического исследования туши или ее части. Химическое и бактериоскопическое исследование проводят в том случае, когда по органолептическим показателям мясо отнесено к сомнительной свежести. Мясо, забракованное на основании органолептической оценки, химическим и бактериоскопическим исследованиям не подвергают.

При органолептической оценке мяса определяют его внешний вид, цвет, консистенцию, запах, состояние подкожного жира, костного мозга, сухожилий, суставов, качество бульона после варки. Полутуши и четвертины свежего мяса должны быть покрыты снаружи корочкой подсыхания. Поверхность разреза такого мяса не увлажняет пальцев и приложенной фильтровальной бумаги. Консистенция рыхлая, но упругая. При надавливании пальцем на поверхность разреза мяса, образующаяся ямка быстро выравнивается. Запах и цвет — характерные для каждого вида мяса с учетом возраста и пола животного. Жир белый или желтоватый, в зависимости от вида животного.

Мясо сомнительной свежести и несвежее имеет признаки гнилостной порчи, обнаруживаемые органолептически, и может явиться источником пищевых отравлений. Поверхность мяса сомнительной свежести или несвежего имеет темный или коричневый цвет, липкая, влажная, иногда покрыта плесенью. Поверхность разреза влажная на ощупь, при более сильном разложении — мокрая и липкая, консистенция рыхлая или дряблая. При надавливании пальцем на поверхность разреза ямка не выравнивается или выравнивается очень медленно. Запах затхлый, кисловатый, снаружи гнилостный. У мяса сомнительной свежести запах глубинных слоев нормальный. Жир матовый, сероватый, иногда покрыт плесенью, ослизнен. Консистенция говяжьего жира мажущаяся, тогда как у свежего жира она крошливая. В трубчатых костях мяса сомнительной свежести имеет место отставание костного мозга от стенок кости, его цвет матовый или серый, без блеска на изломе.

Бульон при варке свежей говядины, баранины — янтарного цвета, прозрачный, приятного запаха; из телятины и свинины — белого цвета, прозрачный. На поверхность всплывают большие капли жира. Бульон из несвежего мяса мутный, опалесцирующий, неприятного, иногда гнилостного запаха и такого же привкуса. На поверхности капли жира мелкие, как бы эмульгированные, или совершенно отсутствуют.

При химических исследованиях свежести мяса в нем определяют содержание летучих жирных кислот, аминоаммиачного азота и проводят качественную реакцию с сернокислой медью в бульоне. При бактериоскопическом исследовании определяют количество микробов (кокков и палочек) в поле зрения микроскопа на мазках-отпечатках, снятых со срезов мяса.

О степени свежести мяса судят на основании комплекса органолептических, химических и бактериоскопических показателей по 25-балльной системе, где каждому показателю отводится предельное количество баллов. При отклонении какого-либо показателя от нормы снижается число баллов; мясо сомнительной свежести оценивают от 10 до 20 баллов; несвежее мясо — до 10 баллов и свежее — от 21 до 25 баллов.

Соблюдение технологического режима холодильной обработки и оценку свежести мяса, отгружаемого из холодильника, можно проводить по 100-балльной системе.

Перечень дефектов	Снижение баллов за дефекты
Деформация туши или вырезы из мяса и жира	5
Температура в толще мышц охлажденного мяса выше 4° С или мороженого выше — 5° С	10
Легкое изменение цвета поверхности мяса и жира (без ослизнения)	5
Отсутствие корочки подсыхания на охлажденной туше или наличие инея, снега, льда на мороженой туше	10
Незначительное ослизнение поверхности туши	10
Загрязнение поверхности туши	15
Повреждение и загрязнение туши грызунами	15
Легкий кисловатый или затхлый запах	20

Недопустимые пороки: запах загара, значительное развитие плесени, проникшей в мышечную ткань, резкое изменение цвета поверхности мяса и жира, наличие ослизнения, сильно выраженный запах закисания или резкий затхлый запах. За каждый из этих дефектов снижают 100 баллов.

Перед выпуском мяса в реализацию оценивают каждую тушу и полутушу и выводят среднюю оценку (в баллах) всей партии продукции.

Мясо без дефектов холодильной обработки получают 100 баллов.

Глава VIII. КАЧЕСТВО ТОПЛЕНЫХ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

Основным направлением в развитии техники и технологии производства топленых животных жиров является выработка высококачественного пищевого жира с сохранением в нем физиологически ценных ненасыщенных жирных кислот, фосфатидов, витаминов, а также получение шквары высокого качества. Среди топленых животных жиров наибольшее распространение получили свиной, говяжий и бараний высшего, I сорта, а также костный жир. Животные топленые жиры отличаются по свойствам, например говяжий и бараний жиры обладают повышенной тугоплавкостью и твердостью. Это обусловлено составом триглицеридов, в которых значительную часть занимают высокомолекулярные насыщенные жирные кислоты. В связи с ростом уровня жизни населения и изменением характера питания снижается спрос на животные жиры. Вместе с тем они имеют важное значение как составная часть мясопродуктов.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОПЛЕНЫХ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

Основным направлением исследований жиров является изучение физико-химических свойств липидов различного химического состава в процессе выпойки, переработки и хранения. Химический состав свиного, говяжьего, бараньего, костного жира и шпика, а также содержание в них витамина А, Е, β-каротина приведено в табл. 37 [129].

Таблица 37

Жир животный	Содержание, г на 100 г продукта				Содержание витаминов, мг в 100 г продукта			Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
	воды	белков	жиров	золы	Е	А	β-каротин	
Топленые жиры								
Бараний	0,3	0	99,7	0	0,5	0,06	0	3753
Говяжий	0,3	0	99,7	0	1,3	0,03	0,4	3753
Костный	0,3	0	99,7	0	—	—	0,3	3753
Свиной	0,3	0	99,7	0	1,7	0,01	0	3753
Шпик свиной								
без шкурки	5,7	1,4	92,8	0,1	—	0,01	0	3519
соленый	5,5	1,4	90	3,1	—	0,01	0	3414

В образовании глицеридов топленых жиров участвуют многие жирные кислоты, соотношение которых определяет основные свойства жиров. В табл. 38 приведен жирнокислотный состав, содержание фосфолипидов и холестерина в жирах (в г на 100 г съедобной части продукта) [128]. Кроме данных, приведенных в табл. 38, в говяжьем жире содержатся в незначительных количествах все низкомолекулярные жирные кислоты, включая с не-

Таблица 38

Показатели	Жир		
	говяжий	свиной	бараний
Сумма липидов	99,7	99,7	99,7
Триглицериды	98,3	99,2	98,1
Фосфолипиды	1,25	0,33	1,4
Холестерин	0,11	0,1	0,1
Жирные кислоты (сумма)	94,7	95,8	94,2
Насыщенные кислоты	50,9	39,64	51,2
В том числе:			
$C_{10:0}$ (каприновая)	0,1	0,12	0,1
$C_{12:0}$ (лауриновая)	0,6	0,2	0,2
$C_{14:0}$ (миристиновая)	3,4	1,4	3,2
$C_{15:0}$ (пентадекановая)	0,7	0,02	0,5
$C_{16:0}$ (пальмитиновая)	24,7	24,3	24,8
$C_{17:0}$ (маргариновая)	1,4	0,3	1,4
$C_{18:0}$ (стеариновая)	20	12,5	21
$C_{20:0}$ (арахиновая)	—	0,8	—
Мононенасыщенные кислоты	40,6	45,56	38,9
В том числе:			
$C_{14:1}$ (миристолеиновая)	1,1	0,01	0,5
$C_{16:1}$ (пальмитолеиновая)	3	2,5	1,5
$C_{18:1}$ (олеиновая)	36,5	43	36,9
Полиненасыщенные кислоты	3,2	10,6	4,1
В том числе:			
$C_{18:2}$ (линолевая)	2,5	9,4	3,1
$C_{18:3}$ (линоленовая)	0,6	0,7	0,9
$C_{20:4}$ (арахидоновая)	0,1	0,5	0,1

четным числом атомов — уксусную, пропионовую, масляную, валериановую, каприновую.

Пригодность жиров, получаемых при убое животных, для различных технологических целей зависит главным образом от их физических свойств.

Пищевая ценность жиров зависит от ряда факторов, и для ее характеристики применяют ряд показателей, учитывающих содержание свободных жирных кислот, растворимых и нерастворимых в воде, количество двойных связей в жирных кислотах, содержание перекисей и др.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛЕНЫХ ЖИРОВ

Объем производства животных пищевых жиров зависит от выработки мяса и упитанности перерабатываемого скота. При выборе метода вытопки жира основным критерием должно быть высокое качество продукта при возможно низкой себестоимости производства. На предприятиях мясной промышленности проводится работа по улучшению качества жиров. Жиры высокого качества могут быть получены при строгом соблюдении технологических режимов, внедрении высокоэффективных методов их производства. Для получения жира высокого качества, стойкого при длительном хранении, наряду со способом его вытопки и технологией обработки важнейшее значение имеет качество жира-сырца, которое зависит от ряда факторов.

Качество жира во многом зависит от тщательности сбора жира-сырца на конвейере нутровки и зачистки туш. При переработке жира-сырца, загрязненного содержимым желудка, получают жир низкого качества. Жир-сырец освобождают от прирезей посторонних тканей (мышечной, внутренних органов, лимфатических узлов, хрящей, остатков кишок) и рассортировывают. Прирези мышечной ткани являются причиной темной окраски топленого жира. Прирези желудочно-кишечного тракта сообщают жиру неприятный специфический запах и серо-ватый оттенок.

После извлечения из туши животного жировую ткань тщательно промывают в проточной воде температурой 10—15° С. При этом удаляют основную часть загрязнений и одновременно происходит частичное охлаждение жира. Промывка в воде обеспечивает удаление веществ, сообщающих жиру посторонний запах. Промывку заканчивают, если промывная вода теряет розовый цвет. Затем дают воде стечь и сырье быстро охлаждают. Сортировка жиросырья производится с учетом необходимости обеспечения высокого выхода жира высшего сорта. Охлаждение жира-сырца, вытапливаемого в открытых котлах, способствует устранению постороннего запаха и лучшему измельчению на волчке.

При переработке на установках непрерывного действия жир-сырец можно передавать на вытопку в парном, остывшем или охлажденном состоянии. Свиной жир, вытапливаемый из парного сырья на непрерывнодействующих линиях, отличается значительно более высоким качеством, чем полученный из охлажденного шпика.

Качество жира, получаемого при вытопке, зависит от продолжительности и условий хранения жиросырья перед вытопкой; при более высокой температуре ускоряется гидролитический распад и действие протеолитических ферментов. Повышенное содержание влаги в сырье ухудшает качество готового продукта. При поступлении в цех жирового сырья органолептически определяют его свежесть и чистоту. При необходимости поступившее в жировой цех сырье подвергают дополнительной оборке от нежировых прирезей.

Перед вытопкой все виды жира-сырца измельчают для более быстрого и полного выделения жира при вытопке. Степень измельчения влияет на продолжительность вытопки, качество и выход жира. Процесс производства жира включает в основном физические операции — разрушение гистологической структуры жировой ткани, разделение полученной массы на фракции жир — белок — вода. Основным фактором, разрушающим жировую ткань и извлекающим жир из клеток, является тепловая энергия. Под ее воздействием увеличивается скорость движения частиц и ослабевает связь между ними. Это приводит к снижению вязкости и поверхностного натяжения жира. В результате термогидролиза снижается прочность соединительнотканных пленок. Метод вытопки жира влияет на его состав и стойкость при хранении. Жиры в процессе производства претерпевают изменения, которые существенно влияют на качество и сроки хране-

ния. При вытопке жира увеличивается его кислотность. Степень увеличения кислотности тем больше, чем выше температура и более продолжительна вытопка. На первом этапе переработки гидролиз обусловлен действием липаз. При вытопке липаза жировой ткани инактивируется при температуре 60° С.

При производстве жиров происходят окислительные изменения, типичные для начальной стадии окисления жиров. При современных способах производства трудно получить жир, не содержащий перекисей, обнаруживаемых аналитически.

Изменения жира при производстве связаны также с изменениями окраски и запаха вследствие гидролитического распада белковых веществ жировой ткани в процессе вытопки. Воздействие на жир высоких температур при вытопке обусловливает потемнение жира, увеличение количества свободных жирных кислот, неприятный запах.

В пищевых продуктах, подвергнутых воздействию высокой температуры, обнаружены канцерогенные вещества, в частности 3,4-бензпирен. Большое внимание уделено возможной канцерогенной активности перегретых жиров. При кормлении животных жиром, предварительно нагретым до 350° С, отмечали развитие множественных опухолей желудка. Ряд авторов приписывают образовавшимся при значительном нагреве жиров гидроперекисям и кетонам канцерогенные свойства, а перекисям, карбонильным соединениям и оксигруппам, гидроксильным и гидрофильным углеводным группам — коканцерогенную активность.

Получение жира высокого качества в процессе вытопки может быть обеспечено:

вытопкой при низкой температуре в тонком слое в течение нескольких десятков секунд с инактивацией ферментов, вызывающих гидролиз жира;

степенью измельчения сырья, при которой достигается максимальное вскрытие жировых клеток и разрыв прослоек соединительной ткани, а также высокая степень извлечения жира;

переработкой жиросырья в антикоррозионной аппаратуре замкнутого типа, что уменьшает контакт жира с воздухом и металлом, обеспечивает высокую стойкость жира и сохранение биологически ценных компонентов.

При различных методах вытопки различают три стадии процесса: отделение вещества клеточных стенок, состоящего из белков, под влиянием нагрева;

разделение жиромассы на жир и белковые вещества центрифугированием;

выделение из жира остаточных белков и влаги центрифугированием.

Жиры, полученные методом сухой вытопки, отличаются бо́льшей стойкостью, чем полученные в результате мокрой вытопки, что обусловливается более высоким содержанием в них фосфатидов (синергетическое действие вместе с токоферолом, действующим как антиокислитель).

В процессе вытопки содержание токоферола изменяется незначительно: до вытопки 277 мкг на 100 г, в полученном сухим методом жире — 230 мкг на 100 г и мокрым — 290 мкг на 100 г. Токоферол содержится в незначительном количестве, поэтому он не влияет существенно на стабильность жира.

Антиокислительным действием обладают также аминокислоты. Качественный анализ показал, что содержание азотистых веществ при сухой вытопке в 5 раз больше, чем при мокрой. Общий азот содержится соответственно в количестве 21,1 и 4,2 мг на 100 г; азот растворимый в воде — соответственно 5,4 и 0,4 мг на 100 г. Проведены исследования влияния аминокислот на стабильность жира. Содержание свободных аминокислот в жирах относительно небольшое. В свином жире, полученном мокрым методом, содержание свободных аминокислот значительно ниже, а треонин, лизин, аргинин, аспарагиновая кислота полностью отсутствуют. Отсутствие этих аминокислот и более низкое содержание других обусловлено потерями при промывке жира в сепараторе. Введением значительного количества отдельных аминокислот в жир мокрой вытопки с доведением до уровня, равноценного сухому способу, не подтверждено антиокислительное действие этих аминокислот. Однако при одновременном введении соответствующих количеств свободных аминокислот и лецитина в свиной жир, полученный мокрым способом, существенно увеличена стабильность жира при хранении. Следовательно, антиокислительное действие аминокислот увеличивается присутствием фосфорных соединений.

Тепловые методы вытопки жиров сухим и мокрым способом в периодически действующей аппаратуре (открытых котлах и автоклавах) ухудшают цвет, запах и вкус продукта, не обеспечивая высокой сортности жира и высоких выходов. Ввиду значительной продолжительности (до 4 ч) вытопка в открытых котлах отрицательно влияет на качество жира. При вытопке в открытых котлах недостаточное перемешивание сырья во время загрузки не обеспечивает равномерного нагрева и приводит к повышению кислотного числа жира. При медленном нагреве создаются благоприятные условия для действия липазы. При чрезмерно продолжительной вытопке и повышенной температуре жир темнеет и приобретает поджаристый запах вследствие длительного контакта со шкварой. Характерный вкус жира при вытопке в открытых котлах обусловлен происходящими при 100—120° С процессами распада белковых веществ. Таким образом получают жир пониженного качества. При вытопке жира сухим методом значительно увеличивается содержание железа в готовом жире по сравнению с вытопкой мокрым методом. В табл. 39 приведено содержание железа, меди,

Таблица 39

Вещество	Содержание, мкг на 100 г жира		
	в жире в начале вытопки	в жире сухого метода вытопки	в жире мокрого метода вытопки
Железо	364	1129	834
Медь	78	81	81
Фосфор	83	157	70
Натрий	233	713	186
Калий	83	683	47
Кальций	933	1033	1066

фосфора, натрия, калия и кальция в жире, полученном различными методами.

Повышение качества жира достигнуто в результате совершенствования процесса вытопки — введением механического тонкого измельчения сырья, скоростной непрерывной паровой вытопки в тонком слое при интенсивном перемешивании, тонкослойной очисткой жира на саморазгружающихся сепараторах, обработкой жиросырья щелочью, ферментами.

Применяемые установки для вытопки могут быть разделены на два типа. К первому относят непрерывнодействующие установки, основанные на принципе мокрой вытопки,— эжекционные установки «Титан», «Хинко», центробежные—«Де Лаваль» и АВЖ. Процесс вытопки осуществляется при сравнительно высоких температурах, но в течение короткого времени. Образовавшиеся в этих установках мыла эмульгируют жир, чему способствует большое количество воды. Поэтому осветление жира и отделение белково-водной эмульсии производят на 2—3 сепараторах. В табл. 40 приведены данные по эффек-

Таблица 40

Показатели	Установки	
	АВЖ	«Де Лаваль»
Степень извлечения жира к содержанию его в сырье, %		
свиного	98,7	98
говяжьего	98	94,3
Выход влажной отжатой шквары на 1 т сырья, %		
свиного	8,65	9
говяжьего	10,1	22,5
Качество свиного жира		
кислотное число	0,4	0,3—0,4
перекисное число	0	0
сорт	Высший	Высший
Качество говяжьего жира		
кислотное число	0,6	0,5—0,7
перекисное число	0	0
сорт	Высший	Высший

тивности вытопки жира и качественным показателям жира, полученного на установках АВЖ и «Де Лаваль» [79].

Сравнительная оценка линий вытопки жиров показала, что кратковременное нагревание жиросырья (в течение 1– 2 с) при относительно невысокой температуре дает возможность получать жир высокого качества. В процессе вытопки и разделения жира на линии кислотные и перекисные числа практически не изменяются. При переработке парного жиросырья перекисные числа в жире были очень низкими или отсутствовали, что свидетельствует о сохранении в продукте индукционного периода

и высокой стойкости при хранении. Установлено [17], что жир с линии АВЖ имел кислотное число 0,54, т. е. на 0,2 ниже, чем полученный в открытом котле. Это обусловлено уменьшением времени вытопки в центробежной машине до нескольких секунд и более быстрой инактивацией липазы. Степень извлечения жира при вытопке свиного жира составляет 98,0—98,8%. Стойкий при хранении жир получают на установках «Де Лаваль» и АВЖ, что объясняется кратковременным воздействием на него тепла при вытопке. Жир высокого качества и пищевую шкварку получают на усовершенствованной установке «Титан», работающей при более низкой температуре, чем эксцентриковая установка «Титан». На установке осуществлен контроль качества жира перед поступлением на охлаждение. Если качество жира ниже стандартного, то он автоматически возвращается в бак для повторной вытопки. В состав установки входит оборудование с фотоэлементом, монтируемым на разгрузочном трубопроводе центробежного насоса, для проверки качества готового продукта.

Ко второму типу относят непрерывнодействующие установки, основанные на применении сухого метода вытопки,— «Кинган», «Шарплес», отличающиеся тем, что в результате полного отсутствия введения воды применяют только 1—2 сепаратора. Эти установки обеспечивают при низкотемпературной вытопке получение высококачественного жира, а также пищевых белкового осадка и шквары. На установке «Шарплес» жиросырье нагревается только до температуры 40° С, т. е. ниже температуры коагуляции белка. Получаемая шкварка может быть использована при производстве мясных продуктов низших сортов, в частности колбасных изделий.

Получаемая при вытопке хорошо отпрессованная шкварка после сжатия в руке не должна оставлять на ней следов жира и воды. Шкварка может использоваться для различных целей. Технологическая пригодность шквары тем выше, чем ниже температура и меньше время вытопки жира, т. е. чем меньше тепловые изменения белков.

Метод вытопки жира низкими температурами предлагает вместо тепловой вытопки преимущественно механическое растворение жировых клеток при умеренном нагревании, которое понижает вязкость жира на предельное значение центрифугирования.

Высокое качество жира получают при вытопке на установке «Супратон» (ФРГ). Вытопка производится острым паром, подача которого осуществляется быстро и равномерно. Качество сырья и непродолжительное время соприкосновения расплавленного жира с белковыми веществами имеют решающее значение для качества готового продукта. Процесс вытопки, начиная с поступления сырья и кончая подачей жира в танк, продолжается 4 мин. В машине «Супратон» измельченное на волчке сырье подвергается механической обработке при частоте вращения ротора 3000 мин$^{-1}$. При этом жир извлекается из клеток. В результате постепенного сужения поперечного сечения потока и изменения давления оболочки жировых клеток лопаются. Температура в зоне вытопки достигает 100° С. В линии вытопки после второго сепаратора установлены фотоэлектрические устройства для контроля качества жира. После второго сепаратора жир охлаждают на пластинчатом охладителе. Установка обеспечивает высокую степень извлечения жира — 96—99%.

В установке фирмы «Вестфалия» для вытопки жира сухим способом процесс производится в аппарате с мешалкой, обогреваемом глухим паром. Процесс может производиться под вакуумом, что позволяет снизить температуру вытопки и получить жир высокого качества с лучшим цветом и вкусом. Качество жира после сепарирования контролируется автоматически фотоэлементом; при снижении мутности жира до определенного предела подается импульс к разгрузке барабана.

Капельный метод вытопки позволяет быстро отделить жир от шквары и получить жир высокого качества. Вытопка жира и отделение его от шквары проводятся под вакуумом в вертикальном аппарате, в котором имеются расположенные друг под другом и разделенные решеткой две части, снабженные мешалкой и отдельными паровыми рубашками. При использовании метода сокращается продолжительность контакта жира со шкварой и повышается его качество [81]. Жир, более стойкий при хранении, получают на установках с минимальной продолжительностью нагревания (АВЖ, «Де Лаваль», «Шарплес»). При этом получают более светлые жиры, содержащие меньшее количество свободных жирных кислот. Однако все применяемые методы вытопки не лишены общего недостатка: протекают нежелательные процессы

в связи с воздействием высокой температуры, наличием кислорода воздуха, высокой степенью дисперсности жира, разбрызгиванием горячей жировой эмульсии при выходе из машины.

Очистка жира. Примеси и свободные жирные кислоты, содержащиеся в жире после вытопки, снижают его качество. При вытопке в аппаратах периодического действия жир освобождают от воды и взвешенных частиц отстаиванием в течение не менее 5—6 ч при 60—65° С, тщательной отсолкой солью или сепарированием. Перед отстаиванием жира разрушают образовавшуюся эмульсию воды в жире введением NaCl в количестве 1 -2% к массе жира. При недостаточном количестве соли или неравномерном ее распределении в жире эмульсия не разрушается полностью и жир содержит завышенное количество влаги. Поваренная соль, растворяясь в воде, увеличивает плотность водяной фазы, благодаря чему ускоряется ее оседание.

Важное значение имеет температура жира, подаваемого на сепаратор.

Колебания температуры в сторону снижения от оптимальной вызывают увеличение вязкости жира и снижение скорости оседания частиц. При повышении температуры возникают конвекционные токи, препятствующие оседанию частиц. Поэтому температура жира в отстойнике не должна быть выше температуры жира при сливе из котла. Более быстрая и полная очистка жира достигается сепарированием при 85 –100° С с добавлением 10—15% воды температурой 70—80° С. Между отдельными сепараторами производятся подогрев массы до 95 -98° С, что снижает вязкость жира и облегчает сепарирование; промывка острым паром, в конденсате которого растворяются посторонние примеси, неудаленные в предыдущем сепараторе.

Охлаждение топленых животных жиров. Для получения однородной структуры, пластификации, а также быстрого торможения окислительных процессов жиры охлаждают. Охлаждение рекомендуется проводить быстро для предотвращения образования твердой и жидкой фракций, которые могут расслаиваться. Основная трудность заключается в том, что глицериды насыщенных и ненасыщенных жирных кислот приобретают необходимую пластичность при различных температурах.

Костные жиры. Высокой пищевой ценностью обладают костные пищевые жиры. Они отличаются высокой усвояемостью, большим содержанием лецитина и эссенциальных жирных кислот. В костном говяжьем жире содержание диеновых, триеновых и тетраеновых конъюгированных кислот составляет 25—30% содержания эссенциальных кислот. Установлено высокое содержание в жире мононенасыщенных жирных кислот. Содержание токоферолов (в мг %) в говяжьем костном жире составило осенью 1,0±0,26, зимой 0,97±0,20, каротина осенью 0,34±0,058, зимой 0,26±0,044. В осеннем жире содержание каротина несколько выше.

Извлечение костного жира тепловой обработкой в водной и паровой среде продолжительно, происходит при высокой температуре, что приводит к гидролизу триглицеридов, приобретению жиром поджаристого вкуса и бульонного запаха. Предложен [107] способ производства костного пищевого жира, по которому измельченную кость обрабатывают в термошнеке в течение 11 мин при температуре 80—85° С. Выделяющаяся при нагреве жиромасса непрерывно удаляется из аппарата, собирается в сборнике и направляется в жироотстойник, из которого после подогрева до 90—95° С подается на сепаратор. В термошнеке кость нагревается в результате контакта с греющими поверхностями аппарата. Обезжиренную кость повторно измельчают на частицы размером до 30 мм и обезжиривают на фильтрующей центрифуге 3—4 мин при температуре 80—85° С. Полученный фугат после подогрева направляют на сепаратор. Разработанная технология комплексной переработки кости, обеспечивающая применение умеренного температурного режима и кратковременность процесса, позволяет получать костный пищевой жир с высокими органолептическими и физико-химическими показателями, соответствующими высшему сорту (содержание влаги 0,1%, кислотное число 0,8—1,1 мг КОН). Этот жир может быть использован для выработки кулинарных пищевых жиров.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ГИДРОЛИЗ ЖИРОВ

В жировой ткани сразу после убоя не обнаруживаются перекиси, так как они не являются нормальным продуктом обмена в организме животного. При производстве

и хранении жиров возможны окислительные процессы в жире, скорость и направленность которых зависит от природных свойств жира и условий окисления. Большое влияние на стойкость жиров к окислению оказывает способ их производства. Наличие перекисей обнаружено в свежеизготовленных жирах, так как окисление происходит при подготовке сырья и вытопке жира. Накопление перекисей зависит от способа производства жиров. Глубина изменений, происходящих при производстве жира, определяет в дальнейшем скорость порчи жиров при хранении. Чем выше исходное качество жира, тем больше его стойкость при хранении. Небольшие количества прогорклого жира, попавшие в свежий, могут привести к быстрой его порче. Высокой стойкостью к окислению обладают жиры, изготовленные с применением вакуума или инертного газа.

Перекисное число жира, вытопленного в открытом котле, 0,013—0,035, а в центробежной машине = 0 – 0,025% йода [140]. Скорость порчи жира при хранении зависит от химического состава сырья. Многочисленными исследованиями установлены основные факторы, влияющие на подверженность жира окислению: состав жира, в частности содержание ненасыщенных жирных кислот, содержание катализаторов, легко окисляющихся металлов (солей железа, меди, свинца, олова), а также органических веществ, содержащих железо (белков, гемоглобина и др.); парциальное давление кислорода, поверхность, находящаяся в соприкосновении с кислородом; условия хранения жиросодержащих продуктов (температура, освещенность, содержание влаги); равновесие окислительных и антиокислительных веществ в жире.

Образование в жире перекисей ускоряется при передержке жиросырья перед вытопкой, повышенной температуре, присутствии кислорода, контакте с металлическим оборудованием. Загрязнение медью и железом, происходящее при коррозии оборудования, резко ускоряет окисление. Предполагается, что металлы, особенно медь и двухвалентное железо, катализируют окисление природных антиокислителей и этим сокращают индукционный период. Медь ускоряет окисление жира при концентрации от 0,002 до 0,005 мг% от массы жира. Если расплавленный говяжий жир пропускают через краны, изготовленные из бронзы, скорость окисления жира возраста-

ет в 6 раз. Кинетические кривые окисления свиного топленого жира при температуре 110° С приведены на рис. 18.

Свет не только ускоряет окисление при непосредственном воздействии, но и способствует увеличению образования перекисей после прекращения его воздействия. Самоокисление жира ускоряется благодаря ультрафиолетовому свету. Даже сравнительно желтый свет лампы с вольфрамовой нитью накала воздействует на жир; значительно активнее флюоресцентное освещение. Колебания интенсивности света при обработке, хранении и реализации жира могут быть значительны, начиная с солнечного света до искусственного освещения, которое в 1000 раз слабее. Особо следует избегать воздействия на жир дневного света из-за высокой интенсивности и воздействия ультрафиолетового облучения.

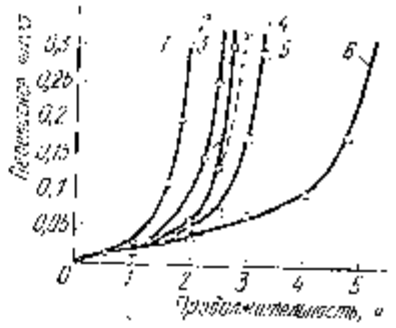


Рис. 18. Кинетические кривые окисления свиного топленого жира при температуре 110° С:

1 — углеводы; *2* — органические основания; *3* — нейтральные соединения; *4* — без добавления контролируемых компонентов; *5* — кислоты; *6* — фенолы.

Окислительная порча начинается с присоединения активированных молекул кислорода и образования перекисей и развивается по принципу цепных реакций. Окисление жира может происходить в результате его контакта с кислородом воздуха и при воздействии с ранее адсорбированным кислородом.

Современные представления о механизме реакции окисления основаны на перекисной теории Баха — Энглера и теории вырожденно-разветвленных цепных реакций Н. Н. Семенова. Торможение процессов окисления антиокислителями подтверждает цепной характер реакции окисления. Согласно теории окисления первым продуктом окисления являются перекиси; аналитически обнаруживаются гидроперекиси:

$$R-\overset{\alpha}{\underset{\underset{OOH}{|}}{CH}}-CH=CH-(CH_2)_7-COOH.$$

Перекиси стимулируют окисление других молекул, что обусловливает цепной характер окисления:

$$A + O_2 \rightleftarrows AO_2,$$

$$AO_2 + B \rightleftarrows AO + BO.$$

Окисление жиров происходит через образование свободных радикалов и относится к классу медленно развивающихся цепных разветвленных реакций. В цепной реакции могут быть выделены следующие стадии: зарождение цепи (образование свободного радикала), развитие цепи и обрыв ее, а в разветвленных цепных реакциях — еще и разветвление цепи.

В результате поглощения света молекула жирной кислоты получает энергию $h\nu$ и переходит в возбужденное состояние:

$$RH + h\nu \rightarrow R^*H.$$

Возбужденное состояние обусловливает нестабильность молекулы (R^*H) и распад на радикалы:

$$R^*H \rightarrow \dot{R} + \dot{H}.$$

Получаемые свободные радикалы обладают высокой активностью, и если в системе имеется кислород, то его молекулы вступают в реакцию и образуются реактивные перекисные радикалы:

$$\dot{R} + O_2 \rightarrow R{-}O{-}\dot{O}.$$

Образовавшиеся радикалы реагируют с новыми молекулами окисляемого вещества и образуются гидроокиси и новый свободный радикал $\dot{R}$:

$$R{-}O{-}\dot{O} + RH \rightarrow ROOH + \dot{R},$$

который вновь вступает в реакцию с кислородом, и, таким образом, возникает цепная реакция.

С молекулой кислорода может также взаимодействовать свободный атом водорода, в результате чего образуется свободный радикал:

$$\dot{H} + O_2 \rightarrow \dot{O}{-}OH.$$

Обрыв цепи может произойти в результате рекомбинации свободных радикалов, при развитии которой два свободных радикала образуют одну неактивную молекулу:

$$\dot{O}{-}OH + \dot{O}{-}OH \rightarrow H{-}O{-}O{-}O{-}\dot{O}{-}H \rightarrow HOOH + O_2.$$

В процессы автоокисления жиров легче всего вовлекаются ненасыщенные жирные кислоты, содержащие двойные связи и активно поглощающие кванты света:

$$R_1{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}R_2 + h\nu \rightarrow R_1{-}\dot{C}H{-}CH{=}CH{-}R_2 + \dot{H},$$

При взаимодействии свободного радикала с кислородом образуется перекисный радикал:

$$R_1{-}\dot{C}H{-}CH{=}CH{-}R_2 + O_2 \rightarrow R_1{-}\underset{\displaystyle O{-}\dot{O}}{CH}{-}CH{=}CH{-}R_2,$$

который реагирует с новой молекулой ненасыщенной жирной кислоты, отрывая от нее атом водорода, превращается в гидроперекись:

$$R_1{-}CH{-}CH{=}CH{-}R_2 + R_1{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}R_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \underset{\displaystyle OOH}{R_1{-}CH{-}CH{=}CH{-}R_2} + R_1{-}\dot{C}H{-}CH{=}CH{-}R_2.$$

Гидроперекись

Свободный радикал, образовавшийся из новой молекулы жирной кислоты

При образовании гидроперекиси появляется новый свободный радикал, вступающий в реакцию и продолжающий цепь окислительных изменений. При этом в реакции включаются все новые молекулы жирной кислоты. Гидроперекиси отличаются низкой стойкостью, и в результате разнообразных реакций из них образуются вторичные продукты распада — альдегиды, кетоны, низкомолекулярные кислоты, сообщающие жиру прогорклый вкус и резкий, неприятный запах. В химии жиров карбонильным соединениям уделяется большое внимание и «карбонильный индекс» предлагается как показатель прогорклости пищевого жира взамен перекисного числа.

Высокой подверженностью к окислению отличаются ненасыщенные жирные кислоты (особенно арахидоновая) и насыщенные жирные кислоты с короткой цепью (C_6—C_{10}). Подверженность окислению различных видов жира обусловлена различным содержанием ненасыщенных жирных кислот. Жир свиней и птицы окисляется быстрее, чем говяжий и бараний. Высокомолекулярные жирные кислоты более устойчивы к таким изменениям. Модельные эксперименты (табл. 41), проведенные с отдельными жирными кислотами, показали [156], что чем больше в составе молекулы двойных связей, тем более

Таблица 41

Жирные кислоты	Число двойных связей	Индукционный период, ч	Относительная скорость окисления
Стеариновая	0	- -	1
Масляная	1	82	100
Линолевая	2	19	1200
Линоленовая	3	1,34	2500

коротким является индукционный период и тем быстрее протекает окисление.

На рис. 19 показана зависимость скорости окисления эфиров ненасыщенных жирных кислот от количества двойных связей. В жировой ткани убойных животных важное значение имеет окисление, катализируемое гематином. Некоторые авторы [140] считают, что окислительные процессы в липидах мышечной ткани почти всецело зависят от Mb и Hb и их производных. Гемовые соединения Mb и Hb и цитохромы являются главными катализаторами окисления жиров, особенно в гетерогенных системах, содержащих водную и липидную фазы. При содержании в жиросырье остатков крови при вытопке Mb и Hb разрушаются с образованием парагематинов, что вызывает потемнение жира.

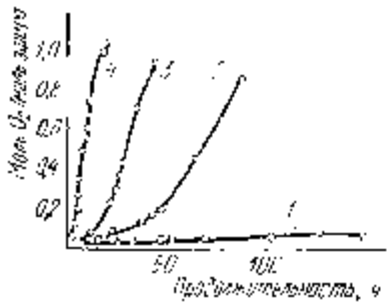


Рис. 19. Зависимость скорости окисления эфиров жирных кислот на воздухе при температуре 37° С от количества двойных связей в них:

1 — этиллинолеат; *2* — этиллиноленат; *3* — этиларахидонат; *4* — метиларахидонат.

Катализируемое гематином окисление не имеет столь большого значения для топленых жиров длительного хранения, так как в них не содержится гемовых соединений в количествах, необходимых для развития процессов окисления. Такое окисление может играть определенную роль в шпике, особенно если в результате шкарки при чрезмерно высоких температурах в кожных и подкожных кровеносных сосудах остается значительное количество крови, которая при хранении медленно проникает в жировую ткань, вызывая каталитическое действие гемоглобина.

Особенно подвержены окислению липиды мышечной ткани, которые представляют собой составные части различных клеточных структур: мышечных волокон, митохондрий и микросом. Катализированное гематином окисление обладает более коротким индукционным периодом, чем самоокисление, что объясняется относительно низкой энергией активации катализированного гематином окисления. Коагуляция белков уменьшает каталитическую активность пигментов мяса. После замораживания окисление жира, катализируемое гематином, практически прекращается, но оно ускоряется после размораживания мяса.

Установлено, что фосфаты тормозят катализируемое Mb и Hb окисление жиров в мясе, причем даже 0,01%-ный раствор трифосфата тормозит окисление жиров в вареном мясе. Нитрозомиоглобин также является катализатором окисления. Однако его окислительная активность снижается при нагреве в результате денатурации. Попытки создать ингибиторы гемовых окислителей пока не имели успеха. Наряду с этим аскорбиновая кислота является хорошей защитой от способности Hb катализировать окисление жира. Посол мяса, увеличивая сопротивляемость к гнилостной порче, одновременно часто увеличивает чувствительность жира к окислению. Это обусловлено окислительным действием соли.

Окислительные изменения жиров ускоряются ферментами микроорганизмов. Развитие микрофлоры на жиросырье значительно снижает стабильность топленого жира к атмосферному окислению. Говяжье жиросырье после трехдневного хранения при повышенной влажности приобретает запах порчи и при вытопке дает жир с индукционным периодом от 3 до 15 ч при 70° С. В то же время при вытопке в парном состоянии индукционный период составил 150 ч при 70° С.

В начальной стадии окисления отсутствуют изменения органолептических и химических показателей жира. Этот период, различный по продолжительности, обусловлен тем, что в начальной стадии в жире содержится значительное количество возбужденных молекул или сво-

бодных радикалов. Кроме этого, в нем содержатся естественные антиокислители, препятствующие окислению.

При окислении жиров образуются вещества, обусловливающие прогорклый, металлический или другой посторонний оттенок аромата и вкуса продуктов. Продукты окисления — перекиси, альдегиды, кетоны, оксикислоты и свободные низшие жирные кислоты ухудшают вкус и запах жира. Гептиловый альдегид обнаруживается органолептически при концентрации 1 мг%. В формировании вкуса и запаха жира, подвергнутого окислительной порче, участвуют также жирные кислоты: капроновая, каприловая, масляная, акриловая, уксусная, муравьиная и др.

Снижение пищевой ценности жиров при окислении обусловлено тем, что сопровождается снижением содержания в жире ненасыщенных жирных кислот, распадом витаминов, все это происходит до появления обнаруживаемых органолептически признаков порчи. В окисляющихся жирах снижается содержание витаминов А и Е; разрушается каротин. Окисление каротина и других липохромов проходит быстрее при температуре вытопки выше 60° С. При окислении в результате контакта с пигментами мяса и крови разрушаются витамины комплекса В. Предполагается, что отрицательное влияние на организм окисленных жиров обусловлено их прямым токсическим действием или разрушением ими жизненно важных компонентов продукта. В прогорклых жирах содержатся токсические вещества, вызывающие нарушение обмена, расстройство нормальной жизнедеятельности организма. Установлена токсичность гидроперекисей, выделенных в чистом виде. Имеются данные, что образование глубоких продуктов распада жиров сопровождается накоплением канцерогенных веществ [23].

Употребление в пищу окисленных жиров может явиться причиной атеросклероза, так как окисленные липиды образуют комплексы с белками, которые откладываются в аорте, а холестерин и его эфиры осаждаются на этих комплексах [119].

Важным показателем, характеризующим качество жира, показывающим степень его окисленности во всех случаях, когда нет условий для разложения перекисей, является перекисное число. Наиболее широко в промышленности применялась шкала зависимости между перекисным числом и качеством жира, разработанная А. А. Зиновьевым. По этой шкале качество топленых животных жиров определяют по перекисному числу. При перекисном числе выше 0,1 животные жиры по органолептическим показателям непригодны для хранения.

Качество жиров	Перекисное число, % иода
Свежий	не >0,03
Свежий, непригодный к длительному хранению	от 0,03 до 0,05
Сомнительной свежести (порча, обнаруживаемая органолептически)	от 0,06 до 0,1
Испорченный	выше 0,1

Величина предельного перекисного числа в ГОСТе для топленого жира может быть уменьшена при создании более совершенного оборудования. Снижение интенсивности окислительных процессов достигается охлаждением, ограничением доступа воздуха, хранением в темноте, дезактивацией металлических примесей, способствующих окислению, инактивацией ферментов нагреванием и регулированием содержания влаги. Развитие окисления затормаживается при применении любого вида упаковки, снижающей контакт жира с кислородом воздуха. Наиболее совершенной является вакуумная упаковка с введением в пакет инертного газа. Хранение бекона при —10° С в атмосфере CO_2 позволяет удлинить срок хранения на 12 мес.

При хранении жиросырья окисление развивается вначале в поверхностных слоях и медленно проникает внутрь. Установлено, что в поверхностных слоях бекона, сохраняемого в течение 3 мес, количество перекисей в 25 раз больше, чем на глубине 1 см [99].

Скорость окисления жира возрастает примерно в 2 раза при повышении температуры на 10° С. При варке окисление резко возрастает, хотя оно не всегда сопровождается увеличением перекисного числа из-за чувствительности перекисей к нагреву. Более интенсивное прогоркание жира вареного мяса обусловлено инактивацией при тепловой обработке веществ, обладающих антиокислительным действием.

Наиболее эффективное удлинение сроков хранения жиров и сохранение их качества достигаются применени-

ем антиокислителей. Механизм действия антиокислителей основан на взаимодействии со свободными радикалами, которые передают энергию антиокислителю и выводятся из цепи окисления, в результате чего цепь обрывается.

$$R + h\nu \rightarrow \dot{R},$$

$$\dot{R} + A \rightarrow R + \dot{A},$$

где R — жирная кислота; A — антиокислитель; $h\nu$ — энергия.

В результате взаимодействия с кислородом активная молекула антиокислителя теряет энергию и переходит в неактивный окисленный продукт:

$$\dot{A} + O_2 \rightarrow AO_2.$$

Некоторые антиокислители разрушают возникшие перекиси. В состав жиров входят природные антиокислители (каротин, токоферол, лецитин), однако в процессе производства и очистки происходят потери природных антиокислителей, что снижает устойчивость жиров к окислению. При изучении антиокислительных свойств некоторых каротиноидов и витамина А установлено, что β-каротин и витамин А являются ингибиторами спонтанного окисления жиров. Токоферолы представляют собой естественные антиокислители жиров; жиры тем устойчивее к прогорканию, чем больше в них содержится токоферолов. Животные жиры очень бедны токоферолом; в растительных жирах их содержание значительно выше. Значительный распад токоферолов происходит при вытопке; недостаток токоферолов в организме животного является эндогенным фактором порчи жира.

Пищевой антиокислитель должен иметь такую величину молекул, чтобы они легко могли проникать через клетки животной ткани, а также обладать растворимостью в жирах, обеспечивающей проникновение в водную и жировую фазы. К антиокислителям предъявляют следующие требования: наличие эффективного антиокислительного действия, они не должны сообщать жиру постороннего привкуса, запаха и цвета при длительном хранении, отсутствие вредного физиологического действия, устойчивость к воздействию высоких температур. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают бутилоксианизол и бутилокситолуол. В практике применяют смеси антиокислителей, а также композиции антиокислителей

с синергистами, например при совместном применении бутилоксианизола и бутилокситолуола наблюдается заметный синергетический эффект.

Лецитин обладает способностью легко окисляться и является синергистом антиокислителей. Исследовано влияние добавок, усиливающих действие антиокислителей. При наличии водной фазы лучшие результаты дали полифосфаты. Эффективность действия антиокислителей возрастает с увеличением концентрации. Установлено следующее соотношение эффективности: α-токоферол < < бутилокситолуол < γ-токоферол < бутилоксианизол < < сезамол < пропилгаллат < гидрохинон. Бутилоксианизол и бутилокситолуол при концентрации 0,02% повышают стойкость свиного топленого жира к окислению в 5 раз, галлаты при концентрации 0,01% — в 6—7 раз, аскорбилпальмитат при концентрации 0,02% — в 2 раза. Партии свиного топленого жира, изготовленные с антиокислителями, оставались доброкачественными после хранения в течение 3—4 лет при —8° С.

Антиокислители рекомендуется вводить на возможно ранней стадии процесса производства жира при незначительном количестве свободных радикалов. Наряду с этим некоторые антиокислители обладают эффективным действием и на достаточно глубоких стадиях окисления. Антиокислители можно вводить в сырье перед вытопкой, перед отстаиванием или сливом жира в бочки. Наибольший эффект достигнут при введении бутилоксианизола после вытопки жира, перед отстаиванием. Антиокислитель тщательно перемешивают в расплавленном жире. Эффективным оказалось распыление раствора антиокислителя на поверхности изделий [83].

Антиокислители недостаточно эффективны для предотвращения окислительной порчи жировой части колбасных и соленых изделий, шпика, бекона, так как они плохо проникают в их сложную структуру. В связи с этим предложено введение антиокислителей в корм животных с целью стабилизации жиров. Антиокислители проникают через стенки кишечника и накапливаются в жировой ткани. Некоторые из них обладают способностью накапливаться и в других тканях.

Наибольшей стойкостью к окислению характеризуется шпик свиней, которым с кормом вводили токоферол и бутилокситолуол (рис. 20, *а*, *б*). Применение антиокис-

лителей, вводимых животным с кормом, позволило хранить шпик при температуре —18° С в течение продолжительного времени (рис. 20, *б*). Окислительные процессы в наибольшей степени выражены в партиях шпика без антиокислителя. В шпике свиней, получавших в рационе токоферол, окисление идет сравнительно быстрее, чем при использовании бутилокситолуола [137].

Свинина, полученная от животных, которым с кормом вводили токоферол и бутилокситолуол, оказалась более стойкой при длительном хранении в мороженом виде,

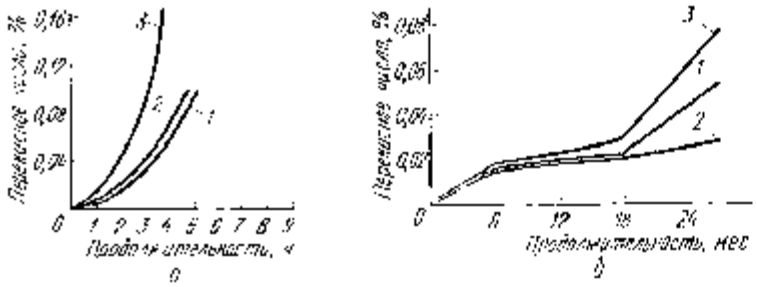


Рис. 20. Кинетические кривые окисления жира:

а — свежего шпика; *б* — шпика при холодильном хранении свинины; *1* — рацион с токоферолом; *2* — рацион с бутилокситолуолом; *3* — рацион без антиокислителей.

чем полученная без применения антиокислителей. Антиокислители не оказывают заметного влияния на качество свинины. Однако отмечается, что под их влиянием происходит снижение йодных чисел и повышение температуры плавления жира. Вместе с тем продукты из такой свинины получали более высокую органолептическую оценку. Братцлер установил, что в жире свиней, получавших токоферолы, происходило накопление непредельных жирных кислот, в частности олеиновой, за счет насыщенных жирных кислот. Установлено, что антиокислители задерживают развитие микрофлоры, причем это действие зависит от вида антиокислителя.

Многие натуральные пряности обладают антиокислительными свойствами и задерживают прогоркание жиров, например антиокислительное действие черного перца объясняется содержанием в нем токоферолов. При исследовании антиокислительных свойств 32 пряностей,

вводимых в лярд, оказалось, что наиболее высоким антиокислительным действием обладают шалфей и розмарин.

В качестве антиокислителя жиров применяются также лимонная и аскорбиновая кислота. Лимонная кислота является промежуточным продуктом обмена в организме, поэтому без ограничения может использоваться для стабилизации пищевых продуктов. Изоаскорбиновая кислота, применяемая в качестве пищевого антиокислителя, защищает не только аскорбиновую кислоту продукта от окисления, но и аскорбиновую кислоту в организме. Эффективность ее действия зависит от концентрации. Предложен метод повышения стойкости к окислению жировых эмульсий путем обработки аскорбиновой кислотой. Для повышения стойкости животных жиров предложена смесь, состоящая из 0,03% *п*-аминобензойной кислоты, 0,05% *l*-аскорбиновой кислоты и 0,015% кофеинкарбоновой кислоты. Величина индукционного периода лярда без добавки аскорбиновой кислоты составила 11 ч, с добавкой 0,05% — 59 ч и с добавкой 0,10% — 68 ч.

В промышленности осаливание жиров происходит при длительной механической их обработке в результате контакта с металлом аппаратуры. Следы металлов в жире способствуют осаливанию. Осаливание обусловлено образованием большого количества оксисоединений (оксикислот) типа

$$R_1—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—R_2$$

Осаливание жиров сопровождается уплотнением жира, появлением салистой, мазеобразной консистенции; в жире появляется салистый запах, повышается температура плавления.

Учеными предложен ряд индикаторов металлов, наиболее эффективным из которых оказалась лимонная кислота. Лимонная кислота связывает в жирах следы железа или другого металла, образуя с ними комплексные соединения, и выводит их из реакции.

Гидролиз жира обусловлен присутствием в нем воды и фермента липазы. Липаза является продуктом прижизненной деятельности клеток жировой ткани или микроорганизмов, которые загрязняют жиросырье после убоя животного. В соответствии с этим различают два вида гидролиза: автолитический и микробиальный; различие

между ними только в источнике образования липазы. Скорость гидролиза катализируемого липазой, не является постоянной. Различают три периода гидролитического расщепления жира: медленного развития, максимальной скорости и вторичного снижены скорости. Важное значение имеет замедление гидролиза жира в начальной стадии хранения.

Процесс гидролиза протекает ступенчато, вследствие чего в начале гидролиза в жире накапливаются в основном диглицериды, а на более поздней стадии -- моноглицериды. Скорость гидролиза жира зависит от температуры хранения, вида сырья, содержащего липазы различной активности. Гидролиз жира сопровождается ростом кислотного числа, величина которого является показателем правильности ведения технологического процесса. Снижение температуры хранения снижает скорость гидролиза, однако полностью не предотвращает его.

Гидролитическое действие тканевой липазы, которое начинается сразу после убоя животного, обычно заглушается действием липолитических ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Температурный оптимум для липазы 35—40° С. Тканевые липазы устойчивы к замораживанию и сохраняют активность даже при —25° С, когда развитие микроорганизмов прекращается. Особенно высока активность липазы в красных мышечных волокнах с большим содержанием жира, тогда как в белых волокнах с большим содержанием гликогена она мала. Липаза, содержащаяся в митохондриях, расщепляет глицериды жирных кислот с длинными цепями, а липаза, содержащаяся в микросомах, расщепляет эфиры жирных кислот с короткими цепями.

Ввиду низкого содержания влаги в топленых жирах глубина гидролиза небольшая. При вытопке жира липаза инактивируется. Многие микроорганизмы в присутствии воды и питательных веществ обусловливают гидролиз или окисление жиров или же одновременно оба процесса. Поэтому загрязнение жиросырья способствует ускорению гидролиза. Благоприятной средой для развития микрофлоры являются белковые вещества жира.

При развитии на охлажденном мясе бактерий, плесени или слизи происходит значительный гидролиз жира с выделением свободных жирных кислот. Неприятный запах возникает в результате действия микроорганизмов

на соединительнотканные белки, содержащиеся в жировой ткани.

Гидролиз жира ускоряется хлористым кальцием, содержащимся в поваренной соли. В жире с развитием процесса гидролиза ухудшается вкус, такой жир подвержен окислению. Стеариновая и другие жирные кислоты сообщают жиру сальный привкус [88]. Низкомолекулярные жирные кислоты растворимы в воде, и их воздействие на органы вкуса и запаха возрастает с сокращением длины углеродной цепи.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ДЕФЕКТЫ ТОПЛЕНЫХ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

Требования к качеству топленых жиров приведены в табл. 42. Длительное хранение жиров вызывает снижение их качества, что приводит к снижению их сортности, а иногда к переводу в категорию технических жиров. Цвет, запах и вкус служат товарной характеристикой жира и позволяют судить о его доброкачественности.

Изменения качества, в частности запаха жира, могут быть обусловлены рядом причин, например скармливанием скоту рыбной муки с высоким содержанием рыбьего жира, растительных добавок с сильно пахучими жирорастворимыми веществами или недоброкачественных отходов общественного питания и убоя скота, а также попаданием в корм различных сильнопахнущих жирорастворимых веществ; некоторыми заболеваниями животных.

При недостаточной степени удаления из топленых жиров остатков белковых частиц под влиянием развития плесеней, продуцирующих окислительные ферменты, происходит окисление с накоплением метилкетонов, придающее жиру свойственный запах. Такой характер окисления возможен также на поверхности жира при его упаковке во влажную деревянную тару и хранении во влажном помещении в результате развития плесеней. При развитии окислительных изменений топленый жир может быть использован на пищевые цели после предварительного лабораторного исследования.

Дефекты окраски жира. При холодильном хранении говяжьего жира зачастую имеет место изменение естественной желтой окраски с развитием более или менее ин-

Таблица 42

Показатель	Жир									
	говяжий		баранний		свиной		костный		сборный
	высший сорт	I сорт	высший сорт	I сорт	высший сорт	I сорт	высший сорт	I сорт	
Цвет при 15—20°С	От бледно-желтого до желтого	От бледно-желтого до желтого	От белого до бледно-желтоватого	От белого до желтоватого	Белый	Белый, допускается желтоватый и серовато-желтый оттенок	От белого до желтого	От белого до желтого, допускается серовато-желтый оттенок	От белого до темно-желтого, допускается серовато-желтый и зеленоватый оттенок
Запах и вкус	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, без постороннего привкуса и запаха	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, допускается слегка поджаристый запах	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, без постороннего привкуса и запаха	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, допускается приятный поджаристый запах	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, без постороннего привкуса и запаха	Характерный для жира, вытопленного из свежего сырья, допускается приятный поджаристый запах	Характерный для данного вида жира, вытопленного из свежего сырья, без постороннего привкуса и запаха	Характерный для данного вида жира, вытопленного из свежего сырья, допускается приятный поджаристый запах и запах свежего бульона	Характерный для животных жиров, допускается запах и вкус поджаристой шкварки, бульона, специй и копченостей
Прозрачность в расплавленном состоянии	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Допускается мутноватость
В единицах шкалы фотоколориметра ФК-53, не более	30	40	40	45	40	40	45	45	—
Консистенция при 15—20 °С	Плотная или твердая		Плотная или твердая, для кулинарного — мазеобразная		Мазеобразная или плотная		Жидкая, мазеобразная, плотная		Жидкая, мазеобразная, плотная
Содержание влаги, % не более	0,2	0,3	0,2	0,3	0,25	0,3	0,25	0,3	0,5
Кислотное число, мг КОН, не более	1,1	2,2	1,2	2,2	1,1	2,2	1,2	2,2	3,5

Примечания: 1. В говяжьем, бараньем и костном жирах допускается наличие зеленоватого оттенка.
2. Прозрачность жиров в единицах шкалы фотоколориметра ФК-53 опре деляют только в спорных случаях
3. Сборный жир с зеленоватым оттенком, с запахом подгоревшей шквы ры, специй и копченостей не допускают к реализации в торговой сети и в предприятиях общественного питания, а направляют на промышленную пере работку.
4. Содержание синтетических антиокислителей бутилоксианизола и бути локситолуола в жирах допускается не более 0,01%

тенсивного зеленоватого оттенка. Сроки приобретения зеленоватого оттенка отдельными партиями говяжьего жира, хранящегося при минусовых температурах, в одинаковых условиях различны и связаны не только с температурой (оптимум для позеленения —5° С), но и с другими факторами, в частности условиями производства (насыщение жира кислородом воздуха). Позеленение говяжьего жира чаще всего наблюдается при смешении говяжьего жира от молодняка и взрослых животных. В жире молодняка более высокое содержание непасы-

щенных жирных кислот, а в жире взрослых животных — липохромов. Окраска жиров изменяется при медленном их охлаждении. Явление позеленения жира увязывают со спектральными изменениями в области поглощения β-каротина. Эти изменения характеризуются появлением новых полос поглощения при 410—420 нм, а также значительной устойчивостью с максимумом при 436 нм [84]. Таким образом, появление зеленого оттенка говяжьего жира обусловлено изменениями каротина. По снижению содержания каротина можно на очень ранней стадии

определить начало процесса. Из позеленевших жиров можно выделить ряд продуктов окислительного превращения каротина.

Скорость окислительного распада каротина при холодильном хранении уменьшается при снижении температуры. Повышение кислотности ускоряет процесс позеленения при хранении при низких температурах. Предупреждение позеленения каротиносодержащих жиров достигается снижением температуры хранения до —15÷÷—18° С. Зеленоватый оттенок окраски может быть предотвращен введением в жир некоторых антиокислителей, например, бутилокситолуола. Жир с позеленением в основном пригоден в пищу, но не рекомендуется к хранению, так как подвержен порче. При позеленении жир из высшего сорта переводят в первый при наличии неизменившихся вкуса, запаха и химических показателей.

Коричневый оттенок свидетельствует о химическом изменении примесей, содержащихся в жире или же белковой части жиросырья. Основной причиной этого является пирогенетический распад этих веществ при вытопке жира в открытых котлах. При соприкосновении белковых частей жиросырья со стенкой котла, особенно в начальной стадии вытопки, происходит их местный перегрев и обезвоживание. На более поздних стадиях расплавленный жир изолирует белковые части от стенки котла. Коричневый оттенок может образоваться также в конце вытопки, когда после испарения воды резко повышается температура всей массы до температуры кипения. Он не снижает пищевой ценности жира, хотя ухудшает его товарный вид. Коричневый оттенок можно предотвратить добавлением к сырью воды или топленого жира в котел перед загрузкой, интенсивным перемешиванием жиромассы, снижением температуры в конце вытопки. В установках непрерывного действия в связи с применением воды предотвращаются нежелательные изменения жира, обусловленные пиролизом белков, — потемнение жира, поджаристый запах. При этом отрицательное влияние воды на жир не наблюдается ввиду кратковременности процесса.

Серый оттенок указывает на содержание в жире высоких количеств крови или железа. Повышенное содержание крови может быть обусловлено неполным обескровливанием свиней, наличием кровоподтеков в жиросырье. В жире-сырце содержатся азотистые вещества и влага, поэтому возможна гнилостная порча соединительной ткани, что сообщает жиру после вытопки неприятный запах и серый оттенок. Серый оттенок появляется при попадании в жир железа из оборудования, не защищенного от коррозии, особенно в аппаратах для вытопки и сепараторах. Переход железа в жир обусловливается высокой температурой, содержанием воды, действием механических сил на стенки оборудования и качеством металла оборудования. Жир с серым оттенком имеет худший товарный вид и металлический привкус. В современных линиях вытопки совершенное оборудование снижает вероятность появления этого дефекта. Предотвращение образования серого оттенка достигается соблюдением технологии обескровливания, удалением кровоподтеков и частей, загрязненных кровью, периодическим контролем оборудования для вытопки и сепарирования жира. Серый оттенок может быть устранен интенсивным перемешиванием жира с поваренной солью.

Голубой оттенок обусловлен вработыванием воздуха в жир при охлаждении, особенно при доступе воздуха в охладители. На воздушных пузырях диаметром 10 ÷ 15 мкм происходит преломление световых лучей. Количество вработанного воздуха зависит от продолжительности охлаждения и температуры. В охладителях с интенсивным перемешиванием (более 35÷45 об/мин) возрастает насыщение жира воздухом. В противоточных и барабанных охладителях с циркуляцией хладагента опасность насыщения жира воздухом гораздо меньше, так как обеспечивается быстрое снижение температуры жира без перемешивания. Следовательно, причиной голубого оттенка жира может быть несовершенное оборудование. Жир с голубым оттенком нестойкий при хранении, так как значительно возрастает поверхность соприкосновения жира с атмосферным кислородом.

Желтоватый оттенок свидетельствует обычно о развитии окислительного прогоркания, которое могло произойти в сырье до вытопки или же при хранении жира. В первом случае оно распространено во всей массе жира, а во втором — в поверхностных слоях. Жир-сырец с неисчезающей 24 ч желтизной не должен допускаться для обычной переработки. Перекисное число такого жира выше допустимого предела.

Современная технология обеспечивает немедленную переработку жира-сырца, зачастую без предварительного охлаждения, и промывку жиромассы водой при вытопке, что удаляет посторонние вещества из жира. Это снижает вероятность пожелтения жира в результате нарушения технологии вытопки.

Дефекты консистенции и структуры жира. Мазеобразная консистенция затрудняет технологическую обработку, реализацию и потребление жира. Она обусловлена колебаниями химического состава глицеридов различных жирных кислот и нарушением процесса кристаллизации. Консистенция жира зависит от его температуры и количественного соотношения глицеридов насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Повышение температуры и увеличение содержания глицеридов ненасыщенных жирных кислот увеличивают пластичность любого жира, в том числе топленого. Ввиду колебаний химического состава жира различных анатомических частей свиной туши он имеет разные структурно-механические свойства. Используя различия химического состава жира различных анатомических частей в процессе вытопки жира, можно регулировать состав и свойства топленого жира. Установлено, что по мере перемещения от периферийных частей туши вглубь падает содержание ненасыщенных жирных кислот и возрастает содержание насыщенных. Это различие наблюдается также в содержании ненасыщенных жирных кислот в шпике. Жир поверхностного слоя содержит их на 0,5% больше, чем жир, прилегающий к мышечной ткани. Мазеобразная консистенция связана с неправильным подбором сырья для вытопки, в частности с избытком подкожного жира или же с природными свойствами данной партии свиней, например выращенных на пищевых отходах общественного питания.

Основной причиной неудовлетворительной пластичности топленого жира является также неправильный подбор исходного сырья. Жир с недостаточной пластичностью в меньшей степени снижает общую оценку пригодности жира, чем наличие мазеобразной консистенции. Такой жир отличается большей стойкостью к окислительной порче.

Кашицеобразная консистенция обусловлена разделением жира в процессе охлаждения на фракции с различной температурой застывания. Значительные скопления кристаллов глицеридов с более высокой температурой застывания взвешены в таком жире в жидкой фракции глицеридов, фазовое состояние которых при данных температурных условиях не изменилось. Кашицеобразная консистенция тем менее выражена, чем меньше размер кристаллов и меньше жидкой фазы. В обычном жире без признаков разделения на фракции образуются кристаллы, однородные по размеру (2—3 мк).

Имеются данные, что кашицеобразная консистенция обнаруживается, если размеры кристаллов глицеридов больше 20 мк.

Содержащиеся в жире глицериды могут быть разделены на две группы: глицериды кислот с температурой плавления 45—73° С и глицериды ненасыщенных кислот с температурой плавления ниже 5,5° С. При увеличении содержания одной группы глицеридов, т. е. более однородном химическом составе, процесс кристаллизации не нарушается и кашицеобразная консистенция не образуется. Образование кашицеобразной консистенции обусловлено химическим составом жира-сырца, а также связано с нарушением технологических режимов охлаждения топленого жира, в частности, чрезмерно медленным снижением температуры в первой фазе охлаждения и перемешиванием жира на стадии охлаждения. Механическое воздействие на жир на этой стадии способствует возникновению новых центров кристаллизации. При достаточно быстром охлаждении не нарушается течение процесса кристаллизации глицеридов и сохраняется пластичная консистенция жира. Кашицеобразная консистенция образуется при охлаждении жира в таре большой емкости. Разделение фаз при охлаждении жира имеет также место при переработке лишь только одного шпика. В соответствии с некоторыми данными топленые жиры с разделением фаз при охлаждении в большей степени подвержены окислительной порче.

Сверхнормативное содержание воды в топленом жире, снижающее его стойкость при хранении, обусловлено нарушением технологических режимов или же несовершенством применяемого оборудования. Для определения содержания воды в жирах необходимо проведение лабораторного исследования. Некоторые сведения могут быть также получены из установленной [148] зависимо-

сти температуры помутнения жира от содержания в нем воды.

Температура помутнения, °С	90,8	95,5	90,8	85	75,2	64,5	53	40,5
Содержание воды, %	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15

Топленые жиры хранят до 12 мес при температуре не выше —12° С или до 6 мес при температуре —5÷—8° С и относительной влажности 85—90%. Хранение жиров с антиокислителями допускается до 2 лет при —5÷—8° С. Кратковременно (до 1 мес) хранят жиры в темных, сухих, без постороннего запаха, охлаждаемых помещениях при 5—6° С и относительной влажности 80%. Не допускается хранение топленых жиров в деревянной таре из хвойных пород древесины, сообщающих жиру характерный вкус и запах. Для защиты поверхности деревянной тары может производиться импрегнация внутренней поверхности раствором кремнекислого натрия концентрацией около 30%.

НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИРОВ

Качество свиного жира повышают введением витаминов А, D и С.

Витамин А вводят в количестве 20 000—33 000 международных единиц (М. Е.) на 1 кг жира (1000 М. Е. соответствует 0,3 мг витамина А). При продолжительном хранении витаминизированного жира при комнатной температуре содержание витамина А снижается незначительно. После хранения в течение 3,5 мес потери витамина А составили 15%.

Для повышения биологической ценности свиного жира в него вводят витамин D в количестве 3000—3500 М. Е. на 1 кг жира (1000 М. Е. соответствует 0,025 мг витамина D). При хранении витамины D и С не изменяются в жире под действием кислорода и тепла.

Витамин С вводят в жир в качестве антиокислителя и для повышения пищевой ценности жира.

Животные жиры (говяжий, бараний), имеющие высокую температуру плавления, трудно усваиваются организмом и лишь в ограниченных пределах используются на пищевые цели; по международной классификации жиров они отнесены к техническим. Для повышения пищевой ценности говяжьего и бараньего жиров их целесообразно подвергнуть вторичной переработке с целью выделения насыщенных глицеридов. Глицериды, входящие в состав жиров и отличающиеся по температуре плавления и степени насыщенности, могут быть разделены на высокоплавкую и низкоплавкую фракции; последняя обладает высокой пищевой ценностью и применяется в маргариновом и кондитерском производствах. При разделении говяжьего жира (олеостока) высшего сорта получают два ценных продукта: олеомаргарин (олео-ойль) и олестеарин. Олео-ойль с температурой плавления 28—32° С может быть применен при производстве маргарина. Фракции с высокой температурой плавления могут быть использованы при производстве мучных изделий.

Растущий спрос на говядину и увеличение ее выработки ведут к увеличению выпуска говяжьего жира, между тем животные жиры с высокой температурой плавления находят ограниченный спрос и после продолжительного хранения используются на технические цели.

Рациональным направлением использования высокоплавких животных жиров является фракционирование [77]. Разработка эффективного способа фракционирования тугоплавких жиров позволит использовать их в соответствии с пищевой ценностью отдельных фракций. Применяемый ранее при разделении животных жиров на фракции метод кристаллизации отличался трудоемкостью, значительной продолжительностью и требовал громоздкого оборудования. Учеными предложен ряд способов выделения из жиров фракций наиболее ценных в пищевом отношении (фракции с низкой температурой плавления) [78], частично примененных в промышленной практике:

кристаллизация жира при температуре, обеспечивающей выделение высокоплавкой фракции в виде кристаллического осадка, отделяемого от жидкой фракции прессованием, вакуум-фильтрацией, центрифугированием или декантацией;

кристаллизация высокоплавких компонентов смеси жиров или жирных кислот из летучих растворителей с

последующей фильтрацией массы и дистилляцией применяемых растворителей (метана, ацетона);

выделение из эмульсии, основанное на диспергировании жира в воде при соответствующей температуре;

карбамидный метод фракционирования смесей жирных кислот.

Наиболее важным, определяющим выход фракции и качество разделения, является процесс кристаллизации. Известно, что в процессе кристаллизации происходит перераспределение (перенос) массы между твердой и жидкой фазами, достигаемое главным образом вследствие процессов, протекающих на поверхности затвердевания.

Процесс кристаллизации может быть ускорен снижением температуры, внесением затравки, а также встряхиванием, перемешиванием, вибрацией стенок и другими факторами, которые могут быть объединены в группу энергетических побудителей процесса.

Нами предложен способ интенсификации процесса кристаллизации жира воздействием ультразвука. Установлено, что ультразвуковые колебания вызывают не только ускорение роста уже образовавшихся кристаллов, но и отрывают мельчайшие кристаллы от растущего кристалла, вызывая, таким образом, увеличение количества центров кристаллизации. Температура жира перед обработкой 45° С.

Обработка жира ультразвуком в течение 60 с позволила получить выход легкоплавкой фракции на 15% выше, чем в контрольном опыте. Наиболее высокий выход фракции с температурой плавления 29° С получен при обработке ультразвуком частотой 1000 кГц. В этом случае выход жидкой фракции выше на 30%, чем в контрольных партиях, выдержанных в термостате (табл. 43). Интенсификация кристаллизации

Таблица 43

Частота ультразвука, кГц	Выход фракции, %		Температура плавления жидкой фракции после прессования, °С
	жидкой	твердой	
1000	73	25,2	29
1000	70,8	29,9	29
300	67,7	32	34
Контроль	44,4	59	30

объясняется ускорением переноса вещества к кристаллам при их росте в результате увеличения скорости теплообмена. При кристаллизации в ультразвуковом поле образуются кристаллы с более тонкой структурой и большей механической прочностью, что имеет важное значение при прессовании.

Для фракционирования на специализированных предприятиях используют установки «Альфа Лаваль» (Швеция) производительностью 30 и 80 т жира в сутки. Процесс фракционирования на этих установках основан на непрерывной кристаллизации говяжьего жира за счет охлаждения в специальных кристаллизаторах, оборудованных мешалками и рубашками для охлаждения. Продолжительность кристаллизации говяжьего жира при температуре 35° С 6 ч. Закристаллизованный жир фракционируют с применением поверхностно-активных веществ в саморазгружающихся сепараторах. Перед разделением закристаллизованный жир смешивается с водным раствором поверхностно-активных веществ и с электролитом. При разделении на сепараторе получают жидкую фазу — олео-маргарин и тяжелую, представляющую собой суспензию олео-стеарина в растворе поверхностно-активных веществ. Преимуществами этого метода являются непродолжительная кристаллизация, проведение процесса в непрерывном потоке, высокая производительность.

Значительно эффективнее способ разделения жиров кристаллизацией из летучих растворителей, заключающийся в медленном охлаждении расплавленного жира и последующем отпрессовывании жидкой фазы. При охлаждении раствора жира в органическом растворителе до температуры, при которой в основном растворима только менее насыщенная фракция, можно отделить твердую фракцию, находящуюся в осадке. После отгонки растворителя из обеих фракций получают насыщенную и ненасыщенную фракции. В качестве растворителя предложен, в частности, ацетон, который при комнатной температуре не растворяет тристеарин и пальмитостеарин.

Непрерывный процесс кристаллизации различных жиров из полярных растворителей предложен фирмой «Эмери» (США). В качестве растворителя используют метанол. Закристаллизовавшуюся массу разделя-

ют на вращающемся вакуум-фильтре. Однако этот метод имеет ряд недостатков, в частности пожаро- и взрывоопасность, токсичность, сложность.

Наряду с кристаллизацией фракционирование тугоплавких жиров может быть осуществлено разделением жиров посредством эмульгирования с последующим разделением эмульсии на поточных центрифугах. Использование эмульгирования жиров для их фракционирования основано на том, что при диспергировании жира при определенной температуре часть смеси находится в кристаллической, а часть — в жидкой форме. Жидкая часть образует более устойчивую эмульсию, и поэтому система легко разделяется при последующем сепарировании на две фазы, одна из которых состоит в основном из жидких компонентов, другая — из водной среды с находящимися в ней твердыми компонентами. При разделении на фракции необходим подбор оптимальной температуры эмульсии.

Нами разработан способ быстрого фракционирования тугоплавких жиров на низко- и высокоплавкую фракции, основанный на эмульгировании жира на гидродинамической установке и последующем сепарировании эмульсии (табл. 44). Температура эмульсии 44—46° С. Полу-

Таблица 44

Стабилизатор	Концентрация стабилизатора, %	Температура плавления фракции, °С		Выход легкоплавкой фракции, %
		легкоплавкой	тугоплавкой	
Алкилсульфат казанский	1,5	37	46	24
Алкилсульфат щебекинский	1	37	46	35
Сульфанол сумгаитский	1	34	47	11
Триэтаноламиновая соль лаурилсульфата	0,03	32	52	18

чен выход легкоплавкой фракции до 35% с температурой плавления 32—36° С. Установлены вид и концентрация стабилизаторов, обеспечивающие достижение эффекта разделения говяжьего жира на фракции. Эффективность фракционирования обусловлена температурой эмульсии и режимом сепарирования. Разделение необходимо производить при температуре 41—46° С, при которой часть смеси находится в кристаллическом и часть — в жидком состоянии.

В США распространен метод фракционирования животных жиров путем холодного прессования. Этот метод применяется при фракционировании свежего жира с целью получения лярд-ойля. Сущность способа заключается в нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в свином жире, едким натром или питьевой содой, промывке водой или обработке острым паром, кристаллизации путем охлаждения, фильтрации на фильтр-прессах [80].

Предложен способ фракционирования тугоплавких жиров, основанный на том, что парное жиросырье измельчают и подвергают ступенчатому прессованию при температуре, близкой к температуре плавления получаемой фракции. Давление прессования можно регулировать в зависимости от температуры плавления получаемой фракции. Проверка метода фракционирования посредством прессования жира-сырца показала, что максимальный выход жидкой фракции обеспечивается при кристаллизации жира-сырца при температуре 30° С в течение 6—10 ч и продолжительности прессования 1—1,5 ч при давлении 490—686 н/м². Выход жидкой фракции с температурой плавления 23—25° С составляет 20—25% к массе исходного сырья. Низкий выход жидкой фракции не позволяет рекомендовать этот способ фракционирования.

Наряду с фракционированием для увеличения использования животных жиров на пищевые цели в ряде стран применяется переэтерификация жиров.

Переэтерификация обеспечивает получение продукции более высокого качества.

После переэтерификации температура плавления и твердость высокоплавких жиров понижаются, а низкоплавких — повышаются. Повышается соответственно содержание тринепредельных глицеридов после переэтерификации высокоплавких жиров. При добавлении катализаторов, например натрий метилата, и нагреве происходит перемещение жирных кислот внутри молекулы жира, причем в зависимости от соотношения от-

дельных видов жиров можно получить жир с заранее заданными свойствами (консистенция, точка плавления) без заметного изменения биологической активности ненасыщенных жирных кислот (например, в результате *цис-транс*-изомеризации). В отношении животных жиров возможность переэтерификации имеет особое значение.

Установлено [161], что линолевая и арахидоновая кислоты усваиваются организмом человека, когда они находятся в молекуле глицерина в β-положении. В свином жире в β-положении находятся преимущественно насыщенные жирные кислоты, главным образом пальмитиновая, стеариновая, а ненасыщенные жирные кислоты связаны с молекулой глицерина в α-положении, и усвоение их организмом человека затруднено. Если использование промышленного метода переэтерификации свиного жира обеспечит период ненасыщенной жирной кислоты из α- в β-положение, то это существенно повысит его биологическую ценность.

Твердые животные жиры, например говяжий, можно смешивать с растительными жирами с большим содержанием ненасыщенных жирных кислот и путем переэтерификации получать животный жир с высокой биологической ценностью.

Улучшение качества топленых жиров, полученных из низкосортного сырья, отличающихся темным цветом, повышенным кислотным числом, наличием постороннего запаха, достигается посредством рафинации жира. За рубежом для улучшения качества жиров применяются дистилляционная нейтрализация и дезодорация пищевых жиров. При дистилляционной нейтрализации жиры нагревают до 240–260° С при разряжении 18,6 н/м² и обрабатывают паром. При этом дистиллируются содержащиеся в жире свободные жирные кислоты. Одновременно с дистилляционной нейтрализацией происходит дезодорация жира в результате отгона веществ (альдегидов, кетонов и других соединений), отрицательно влияющих на вкус и запах жира. Потери жира при этом не превышают 0,1%. В рафинированном жире содержание свободных жирных кислот не превышает 0,03%, перекисное число 0 при отсутствии постороннего запаха и вкуса.

Глава IX. КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНИНЫ

Изделия из свинины отличаются хорошими вкусовыми качествами, высокой пищевой ценностью и пользуются большим спросом у покупателей*. Промышленность выпускает изделия из свинины в вареном, копченом, копчено-вареном, копчено-запеченном и запеченном виде.

ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНИНЫ

Для производства изделий из свинины используют остывшее, охлажденное и мороженое мясо, полученное от здоровых животных. Запрещается использовать туши старых и некастрированных животных, дважды замороженное мясо, свинину подсосных маток, туши тощие, несвежие и длительное время хранившиеся. Перед изготовлением изделий из свинины туши подвергают ветеринарно-санитарной экспертизе и трихинеллоскопии.

Значительно расширен ассортимент изделий из свинины в результате использования различного сырья и его состояния, что позволило более рационально использовать сырье. Изделия высокого качества получают из охлажденной свинины беконной или мясной упитанности с нежной нежирной мышечной тканью и шпиком плотной консистенции. Изделия из свинины высокого качества можно получить из мяса молодых животных. Туши беконной упитанности должны отвечать повышенным требованиям, в частности толщина шпика должна быть примерно одинаковой. Туши жирной упитанности могут быть использованы для изготовления ветчины в форме после удаления излишнего жира. Качество изделий из ошпаренных и опаленных туш значительно выше, чем только ошпаренных, так как при опалке удаляют эпидермис и кожа свиных туш становится мягкой и нежной. Стойкость изделий из свинины при хранении зависит от

* Термин «соленo-копченые изделия» или «копчености», наиболее часто употребляемый, не отражает полностью свойств этих продуктов, так как некоторые из них не подвергают копчению. В стандарте «Термины и определения» эта группа продуктов названа «изделиями из свинины», в результате чего искусственно разделены эти продукты на три отдельных группы — изделия из свинины, изделия из говядины и изделия из баранины (прим. автора).

микробиальной обсемененности исходного сырья, в частности от санитарного состояния кожного покрова. Поверхностная обсемененность свинины должна быть минимальной.

Изделия из свинины изготовляют по технологической схеме, включающей следующие основные процессы: 1) разделку туш; 2) посол; 3) термическую обработку; 4) сушку. При разделке туши делят на части, придают им определенную форму и при необходимости удаляют жировую ткань и кости. Разделение туши на части определяет свойства готового продукта и принципы его классификации. Изделия изготовляют с костью или без кости, в шкуре и без нее. Порезы мяса при обвалке вызывают распад ломтиков при нарезании окорока. Перед посолом сырье должно быть охлаждено до температуры 0—4° С с целью избежания загара.

Содержание основных компонентов (белков, жиров, воды) в продуктах является различным и зависит от исходного сырья, наименования продукта и способа обработки (табл. 45). Колебания в содержании минеральных веществ обусловлены содержанием в продукте жировой ткани, которая входит в состав этих изделий в различных количествах [129].

Таблица 45

Содержание компонентов	Ветчина в форме	Грудинка сырокопченая	Корейка сырокопченая	Окорок тамбовский вареный
Основные компоненты, г на 100 г продукта				
белки	22,6	7,6	10,5	19,3
жиры	20,9	66,8	47,2	20,5
вода	53,5	21	37,6	57,1
общая зола	3	4,6	4,7	3,1
в том числе NaCl	2,1	4	4	2,3
Минеральные вещества, мг на 100 г продукта				
натрий	903	1608	1617	967
калий	400	208	268	336
кальций	12	7	8	10
магний	35	19	23	30
фосфор	268	143	182	225
железо	2,6	1,4	1,8	2,2
Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж	1167	2644	1954	1096

Таблица 46

Показатели	Грудинка копчено-запеченная	Корейка копчено-запеченная	Грудинка сырокопченая	Корейка сырокопченая	Окорок тамбовский вареный	
					мышечная ткань	в целом
Вода, %	33,8	34,1	23	34,5	67,6	57
Белок, %	10	10,2	8,9	10,5	21,8	14,3
Незаменимые аминокислоты	3820	3650	3420	3896	7500	4919
В том числе:						
Валин	340	660	658	657	1270	820
Изолейцин	330	350	413	410	770	490
Лейцин	690	710	578	759	1460	960
Лизин	880	810	764	804	1680	1090
Метионин	290	180	150	251	350	240
Треонин	420	430	309	464	840	590
Триптофан	200	150	177	160	380	249
Фенилаланин	370	360	371	391	760	480
Заменимые аминокислоты	5830	5700	5348	6027	10920	7223
В том числе:						
аланин	580	530	593	519	1250	860
аргинин	570	560	531	605	1260	830
аспарагиновая кислота	870	940	820	932	1710	1120
гистидин	320	410	369	383	780	520
глицин	620	440	564	415	900	590
глютаминовая кислота	1280	1360	1494	1698	2410	1570
оксипролин	190	140	123	170	170	140
пролин	490	430	462	414	730	490
серин	410	390	213	417	760	490
тирозин	310	310	179	339	640	410
цистин	190	190	130	135	310	203
Общее количество аминокислот	9650	9350	8768	9923	18420	12142
Лимитирующая аминокислота, скор, %	Илей. —83	Илей. —86	Тре. —87 мет. + +цис.—90	Нет	Мет.+ +цис. —86, илей.—88	Илей. —86, мет.+ +цис.—89

Аминокислотный состав изделий из свинины приведен в табл. 46.

В целом в содержании аминокислот в этих изделиях [128] отсутствуют значительные колебания.

Содержание витаминов в отдельных наименованиях изделий из свинины приведено в табл. 47 [128].

Таблица 47

Показатели	Грудинка копчено-запеченная	Корейка копчено-запеченная	Корейка сыровяленая	Окорок тамбовский
Витамин А, мг	—	—	—	Следы
β-Каротин, мг	—	—	—	Следы
Витамин Е, мг	—	—	1,11	—
Витамин С, мг	—	—	0,64	—
Витамин B_6, мг	0,16	0,14	0,28	0,25
Никотин, мг	1,14	0,92	1,02	2
Рибофлавин, мг	0,08	0,06	0,07	0,13
Тиамин, мг	0,31	0,32	0,61	0,52
Фолацин, мг	2,7	1,7	1,57	5

ПОСОЛ МЯСОПРОДУКТОВ

Посол — один из самых старых способов сохранения качества продуктов*. Это важнейший процесс производства изделий из свинины. В результате посола мясо приобретает в меру солоноватый вкус, специфический (ветчинный) аромат и вкус и устойчивый розово-красный цвет.

Посол — это диффузионно-осмотический процесс, основанный на обменной диффузии посолочных веществ. При этом в толщу мяса проникают посолочные компоненты. При посоле из мяса извлекается часть воды, экстрактивных веществ, витаминов и белков. Это является нежелательным, так как приводит к снижению содержания в мясе пищевых веществ. При посоле витамины группы В изменяются незначительно. Потери белковых веществ зависят от способа посола и концентрации рассола при мокром посоле; потери возрастают с увеличением концентрации соли от 0 до 10—12%, а затем уменьшаются. При концентрации 25% они минимальны. Уровень потерь белковых веществ мяса зависит также от степени обескровливания и степени повреждения структуры тканей. Однако при правильном посоле некоторая потеря питательных веществ не снижает пищевой ценности продукта. Продукты после посола становятся более нежными, вкусными и лучше усваиваются организмом.

Под влиянием тканевых ферментов, а также ферментов микроорганизмов происходит частичный гидролитический распад белков и частичный переход продуктов распада в рассол.

Посол необходим для обеспечения надлежащего вкуса готового продукта и созревания мяса, т. е. придания ему необходимых свойств — липкости, пластичности и высокой влагоемкости. Он способствует образованию монолитности, связанности и прочности консистенции фарша в готовом продукте. Это особенно важно для колбас, содержащих значительное количество влаги. При посоле мелкоизмельченного мяса (2—3 мм) для производства колбасных изделий его выдерживают в тазиках 6 ч при ускоренном посоле и 24 ч — при обычном; температура посола 2—4° С. При более высокой температуре может происходить разложение нитрита, а при длительной выдержке — закисание фарша. При выдержке в посоле в течение 6 ч, широко применяемой в настоящее время, соль и нитрит вводят в мясо в виде раствора: на 100 л воды добавляют 26 кг соли и 75 г нитрита. Фарш тщательно перемешивают с рассолом до равномерного распределения его по всей массе и полного поглощения мясом. Температура мяса после перемешивания должна быть не выше 8° С. Практика работы промышленности показала, что при этом получают высокую влагоудерживающую способность фарша и, следовательно, высокое качество вареных колбас. Одновременно исключается возможность попадания в фарш механических нерастворимых примесей, содержащихся в соли.

Тенденция сокращения продолжительности посола приводит к снижению качества колбасных изделий. При сокращении сроков посола необходимо применять дополнительные средства, улучшающие качество продукта. При поступлении на посол сырья с повышенной температурой его посол производят льдосоляной смесью температурой —12÷—15° С, что обеспечивает сохранность сырья в период выдержки в посоле.

Образование аромата и вкуса при посоле. При изготовлении различных продуктов из мяса в зависимости

* Изложенная сущность посола характеризует процессы, происходящие при посоле сырья, для изделий из свинины. В определенной степени они свойственны посолу мяса для производства колбасных изделий и некоторых наименований мясных консервов (ветчина в банке), однако ввиду кратковременности процесса они выражены в значительно меньшей степени (прим. автора).

от вида технологической обработки и применяемых режимов они приобретают ясно выраженный специфический аромат и вкус. Специфический вкус, аромат и физико-химические свойства соленых мясопродуктов существенно отличаются от несоленых, что обусловлено комплексом изменений белковых, экстрактивных веществ и жира.

Характерный аромат и вкус ветчинности в обычных условиях продукты приобретают после достаточно длительной выдержки в посоле — примерно через 10—14 сут посола; они четко выражены к 21-м сут; максимальной интенсивности достигают после 40—50 сут посола. Свойства ветчинности продукт приобретает также во время процесса стекания. Вместе с тем при длительном посоле вследствие денатурационных изменений получают более сухие, жесткие и волокнистые окорока в вареном виде. Поэтому продукты длительного посола и сушки выпускают в основном в сырокопченом виде.

Практикой установлено, что при применении в процессе посола концентрированных рассолов получают изделия из свинины с худшими вкусовыми свойствами, чем при посоле в рассолах с низкой концентрацией NaCl. При снижении концентрации соли признаки ветчинности выражены более отчетливо. Мясопродукты после мягкого посола обладают бо́льшей водосвязывающей способностью, чем после крепкого посола. При использовании недостаточно чистых чанов происходит порча рассола и ухудшение вкуса и аромата продукта. Это происходит и при отсутствии циркуляции воздуха в помещении посола и низком санитарном состоянии.

Содержание соли в продукте влияет на вкус, различают оттенки вкуса продукта: 2,0—2,5% — особо малосоленый; до 3% — малосоленый; до 3,5% — нормальной солености; до 4,5% — солоноватый и более 4,5% — соленый.

Появление в продукте в процессе посола специфических ветчинных свойств обусловлено влиянием тканевых ферментов и ферментов, продуцируемых микроорганизмами. Механизм образования аромата и вкуса соленых изделий является достаточно сложным. Несмотря на многочисленные исследования, в этой области отсутствует единое мнение о развитии процессов и природе веществ, придающих аромат и вкус изделиям. Ветчинные свойства изделий обусловлены изменением экстрактивных веществ мяса.

В результате комплекса процессов, происходящих в изделиях при посоле, в них накапливаются летучие соединения, в частности карбонильные и органические кислоты. Считают, что эти вещества влияют на появление характерного аромата соленых продуктов. Изменение запаха и вкуса отчетливо выражено при посоле свинины, приобретающей аромат ветчинности. Рядом исследований установлено накопление летучих жирных кислот свинины, причем отмечалось повышение относительного количества уксусной и в значительно меньшей мере пропионовой кислоты. В окороках после посола обнаружено присутствие ряда карбонильных соединений. Установлено, что улучшение аромата сопровождалось увеличением содержания таких карбонильных соединений, как ацетальдегид, диацетил, пропионовый альдегид. При общем росте летучих карбонильных соединений увеличение содержания масляного, валерианового, гептилового альдегидов и *н*-дека-2, 4-диеналя сопровождалось ухудшением аромата. В окороках, при посоле которых вводили нитрит, содержание карбонильных соединений было в 2 раза больше по сравнению с изделиями, посоленными без нитрита.

Улучшение органолептических свойств, в том числе аромата ветчинных изделий, может быть достигнуто при введении в мясо и рассол специально подобранных бактериальных культур. С жизнедеятельностью молочнокислых бактерий и денитрифицирующих микроорганизмов связывают накопление в культуральных средах и в продукте таких веществ, как органические кислоты, карбонильные соединения, аминокислоты и др., играющие определенную роль в образовании специфического аромата и вкуса ветчинных и колбасных изделий.

Э. Пейтес и Нинивааре выделили штамм Вибрио 21, введение которого в сырокопченые окорока благоприятно влияет на образование аромата, цвета, вкуса и консистенции продукта, увеличение стойкости при хранении, что объясняется пониженным количеством других микроорганизмов в изделиях, в которые внесен штамм Вибрио 21. Применение полезно-производственных штаммов микроорганизмов в мясной промышленности целесообразно в виде концентрированных бактериальных заква-

сок, что облегчает их применение, хранение и транспортировку.

Учеными обсуждается вопрос об участии липидных компонентов продуктов в образовании вкуса и аромата. Их оценивают как важный источник образования веществ, участвующих в формировании вкуса и аромата. Присутствие липидов может модифицировать вкус и аромат других составных компонентов, а также изменить структуру, определяющую физические свойства продукта. В процессе технологической обработки из липидов могут накапливаться карбонильные соединения. Ароматическими свойствами обладают также продукты превращения липидов, образующиеся в результате гидролитических и окислительных процессов в липидной фракции мышечной ткани, а также в жире мясопродуктов.

При производстве соленых изделий из свинины формирование аромата и вкуса сопровождается увеличением содержания свободных жирных кислот. Предполагают, что соль интенсифицирует действие липазы, окисление жира, поэтому жир соленого мяса подвергается более интенсивной окислительной порче.

Сокращение выдержки изделий из свинины в рассоле и вне рассола, исключение заливочного рассола способствуют сохранению нуклеотидов и нуклеозидов в соленом-вареном продукте, что положительно влияет на его качество. Установлена возможность повышения вкусовых достоинств изделий из свинины, приготовленных по методу сокращенного посола посредством добавления в шприцовочный рассол глютамината натрия, гуанозин-5'-монофосфата. Рядом зарубежных фирм, в частности «Дрэгоко», созданы препараты ароматических веществ, имитирующие аромат и вкус ветчинности.

Изменения окраски мясопродуктов при посоле. Цвет мяса и мясопродуктов зависит от содержания и строения пигментов, входящих в ткани мяса, а также от их химических изменений после убоя животного. На него влияет pH мяса, содержание воды и жира в продукте. Необходимо, чтобы продукт сохранял определенное время типичную розово-красную окраску.

Скорость изменения цвета зависит в основном от биохимических изменений и свойств используемого сырья, а также от методов посола. Мясопродукты могут содержать следующие красители:

соединения, образующиеся в процессе химических изменений натуральных пигментов сырья, происходящих при технологической обработке;

растительного происхождения или получаемые посредством химического синтеза (в ряде стран эти красители разрешены);

образовавшиеся в результате изменений различных добавок, вводимых в мясопродукты при обработке, например копчении.

Окраска мяса и мясопродуктов обусловлена мышечным пигментом миоглобином (Mb), составляющим 90% пигментов мяса, и гемоглобином (Hb), составляющим 10%. Основным красителем является гем миоглобина — сложное органическое соединение, имеющее в своем составе атом железа. Поэтому яркость окраски колбас возрастает с увеличением содержания мышечной ткани. Содержание Mb в мышечной ткани говядины составляет (в мг на 1 г): для телятины 1—3; для взрослых животных 4—10; для старых животных 16—20. Содержание Mb в мясе повышается при пастбищном содержании скота, при кормлении его зеленым кормом, с увеличением возраста животного.

Мясопродукты, подвергаемые посолу, содержат определенное количество MetMb, и их цвет определяется количественным соотношением разноокрашенных MetMb, MbO_2 и NOMb. Связь между содержанием MetMb (в % к общему содержанию мышечных пигментов) и цветом мясопродуктов характеризуется следующим образом:

Содержание MetMb	Цвет мяса
<30	Интенсивный светло-красный
30—50	Красный
50—60	Коричневато-красный
60—70	Красновато-коричневый
>70	Коричневый, серый

Самым чувствительным к окислению является свободный гем, так как его окисление, а следовательно, и изменение красной окраски на серо-коричневую происходит при отрицательном потенциале. При наличии связи белка с гемом потенциал смещается к положительному. MbO_2 более стабилен чем Mb. На этом основано предложение вводить кислород в мясной фарш для стабили-

зации его окраски. В этом случае красная окраска сохраняется более длительное время. Медь и железо ускоряют окисление оксигемоглобина, а цинк способствует восстановлению МетНb и образованию цвета в присутствии нитрита.

При термической обработке несоленого мяса Mb окисляется и становится коричневым. Окраска несоленого вареного мяса обусловлена содержанием гематина. Поваренная соль ускоряет окисление пигментов мышечной ткани мяса, которая в результате образования метпигментов приобретает серовато-коричневую окраску различных оттенков.

Для избежания нежелательных изменений окраски вместе с посолочными компонентами вводят нитриты, которые обусловливают устойчивую розово-красную окраску изделий из свинины, колбасных изделий и некоторых мясных консервов. Розово-красная окраска обусловлена образованием нитрозопигментов, достаточно устойчивых к окислению. Нитрит натрия как соль слабой кислоты и сильного основания при посоле гидролизуется водой: $NaNO_2+H_2O \rightleftarrows HNO_2+Na^+ + OH^-$.

Азотистая кислота неустойчива и распадается под действием редуцирующих веществ: $2HNO_2 \rightleftarrows NO + NO_2 + H_2O$.

Редукция 3-валентного азота в 2-валентный при образовании NO происходит под влиянием редуцирующих веществ, тканевых и микробиальных ферментов, изменения окислительного потенциала, вызванного ферментацией сахара, введенного в мясо. Образование двуокиси азота является нежелательным, так как она, являясь сильным окислителем, вызывает нежелательные окислительные изменения гемовых пигментов. Скорость образования NO пропорциональна концентрации водородных ионов в среде, и она резко возрастает при снижении pH мяса. NO образуется в митохондриях и связана с окислительной системой цитохрома С (Fe^{2+}). После освобождения из этого комплекса NO вступает в реакцию с Mb.

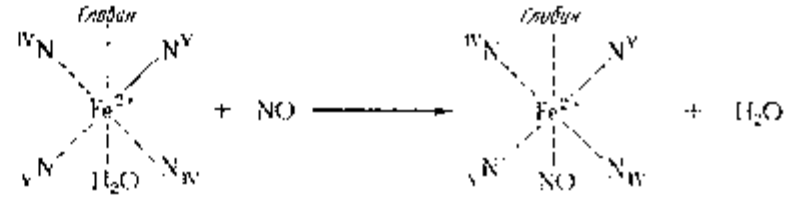
Предложено ускорить процесс цветообразования при производстве колбасных изделий и изделий из свинины посредством введения окиси азота взамен нитрита; в этом случае исключается процесс превращения нитрита в окись азота.

Образующаяся NO вступает в соединение с Mb и Hb:

$$Mb+NO \rightarrow MbNO,$$

$$Hb+NO \rightarrow HbNO.$$

Нитрозомиоглобин (MbNO) образуется в аэробных и анаэробных условиях. В упрощенном виде реакция образования MbNO имеет вид:



Количество образовавшегося MbNO увеличивается с удлинением времени посола, однако до определенного уровня. Устойчивость окраски соленого мяса обусловлена прочностью связи NO-группы с железом гема. Установлено влияние величины pH мышц после убоя животного на окраску и структуру мышц. Снижение яркости окраски, потускнение при чрезмерном снижении величины pH объясняются развитием денатурационных процессов белковых веществ. Это обнаружено при постоянном содержании пигментов в свинине. Реакция образования MbNO интенсивно протекает при pH 5,5 -6,0. При pH, близком к нейтральному, значительно тормозится образование MbNO. Этим частично объясняется плохое окрашивание изделий из свинины, выработанных из экссудативного мяса.

Определяющее влияние на формирование окраски мясопродуктов оказывает температура. При посоле и холодном копчении образуется 40—50% MbNO, после нагрева изделий до температуры 70—72° С во время варки образуется около 85—95% нитрозопигмента.

Поваренная соль при посоле способствует образованию MbNO. Предполагают, что повышение интенсивности окраски достигается в результате образования соединения Cl^- с MbNO.

Наряду с нитрозопигментами могут образоваться метпигменты:

$$NO+NO_2+H_2O+4Mb \rightleftarrows 2NOMb+2HOMb,$$

обусловливающие коричневый оттенок окраски мяса. При соответствующем редукционном потенциале МетМb

в присутствии NO может перейти в MbNO. Для этого МетМb необходимо вначале восстановить до Mb. Эти процессы интенсифицируются аскорбиновой, изоаскорбиновой кислотой и ее солями, а также никотиновой кислотой при повышении температуры до 30—40° С. Восстановление МетМb до NOMb в соленых изделиях или в фарше осуществляется клеточными редуцирующими системами во время тепловой обработки (обжарки, варки, копчения) с участием фермента нитритредуктазы.

Ввиду непостоянства содержания Mb в пределах не только туши животного, но и отдельных мускулов регулирование количества NO с целью поддержания оптимального соотношения NO: Mb является трудной задачей. Равномерного окрашивания можно достичь лишь после измельчения сырья.

Интенсивность и устойчивость окраски продукта зависят прежде всего от количества нитрита. При действии кислорода воздуха на NOMb происходит вытеснение NO из связи с Mb и на это место заступает кислород. Вытеснение NO делает пигмент более подверженным окислению и меняет его окраску на серо-коричневую. Количество вытесненного NO зависит от парциального давления кислорода и окиси азота. Окись азота легко улетучивается из продукта. При достаточном количестве нитрита NO быстро восполняется и тем самым поддерживается необходимое парциальное давление окиси азота. При низком содержании нитрита снижается парциальное давление NO и окись азота постепенно вытесняется из связи с Mb. Интенсивность окраски возрастает при увеличении парциального давления NO или снижении парциального давления кислорода. Понижение парциального давления O_2 достигается введением редуцирующих веществ (аскорбиновой кислоты и ее солей) в рассол или упаковкой мяса под вакуумом в непроницаемую пленку.

Оптимальный способ посола соленых изделий должен обеспечить устойчивую окраску при минимальном содержании нитрита. При содержании нитрита в сырье 5—10 мг% при термической обработке потери нитрита достигают 30%. Наряду с этим для получения интенсивной и стабильной окраски существует оптимальное количество нитрита, которое должно быть введено в продукт. Минимальная доза нитрита ~7,5 мг на 100 г сырья,

вводимого при посоле, достаточна для хорошей фиксации окраски.

Образование нитрозопигментов происходит на первой стадии термической обработки соленых мясопродуктов, и они не разрушаются при последующем нагреве. При термической обработке MbNO превращается в денатурированный глобин и нитрозомиохромоген (нитрозомиохром), который обусловливает розово-красный цвет колбасных изделий и изделий из свинины. Нитрозомиохром более устойчив, чем MbNO, благодаря нерастворимости в воде. MbNO может переходить в нитрозомиохромоген также под влиянием других денатурирующих факторов: концентрированных рассолов, высушивания, копчения и хранения соленых продуктов.

Колбасные изделия обесцвечиваются под влиянием ферментов микробиального происхождения — оксидаз, способствующих окислению нитрозомиохрома в гематин. Этому процессу способствует также введение в рецептуру колбас шпика, содержащего перекиси, образовавшиеся в результате развития окисления. Нитрозопигменты подвергаются окислению под влиянием света:

$$MbNO \xrightarrow{\text{свет}} MbNO^{+} \xrightarrow{+^{1}/_{2}O_{2}} \text{МетМb} + NO_{3}^{-}.$$

Активированная молекула $MbNO^{+}$ может превратить молекулярный кислород в ион, при этом образуются МетМb и свободный ион нитрита. На свету цвет изменяется через несколько часов. Поверхность продукта светлеет, приобретает серовато-коричневый оттенок. При этом двухвалентное железо гема переходит в трехвалентное. Иногда цвет делается зеленовато-желтоватым. В этом случае кислород взаимодействует непосредственно с порфириновым кольцом гема.

При хранении в темноте в течение 2—3 сут поверхность соленого продукта не изменяет своего цвета. Однако в темноте MbNO частично разрушается путем самоокисления:

$$MbNO + {}^{1}/_{2}O_{2} \rightarrow \text{МетМb} + NO_{3}^{-}.$$

Работами А. Борыса установлено [14], что при определенных условиях посола — восстановительной способности мяса, pH, концентрации посолочных ингредиентов существует оптимальное время посола, наиболее благоприятное для образования нитрозосоединений. Резуль-

таты этой работы позволяют запрограммировать процесс посола.

Нитритный посол не только ускоряет сам процесс фиксации окраски, но и позволяет регулировать остаточное содержание $NaNO_2$ в продукте, отрицательно влияющего на обмен веществ в организме, так как снижается активность ряда ферментов организма — липазы, фосфатазы, энтерокиназы.

Основанием постановки исследований по снижению содержания нитрита послужили данные о токсичности нитритов, содержащихся в воде и пищевых продуктах. Нитрит ускоряет в крови окисление Hb в MetHb. Установлено, что колбасные изделия, содержащие 0,1 мг нитрита на 1 кг, вызывают образование 2,4% MetHb в крови; 0,5 мг — 3%; 1 мг — 11,5% и 2 мг — 14,9%.

В некоторых странах, например в Норвегии, запрещено использование нитритов в качестве компонента посолочных смесей, фиксирующего окраску изделий. Можно предположить, что в будущем нитриты будут исключены из мясопродуктов и для фиксации их окраски будут предложены средства, не оказывающие вредного воздействия на организм человека. Высшая фармакологическая разовая доза нитрита для человека составляет 0,3 г, а суточная — 1 г. В настоящее время остаточное содержание нитрита в изделиях ограничено ГОСТом до 3—5 мг%.

Одновременное присутствие в продукте нитритов и нитратов приводит к повышенному метгемоглобинообразованию. Несмотря на то, что ограничений по содержанию нитрата в продукции по действующим техническим условиям не установлено, снижение его количества до полного исключения является весьма важным, так как нитрат, не являясь метгемоглобинообразователем в пищеварительном тракте, под действием микрофлоры восстанавливается в нитрит. М. Сольберг установил [185], что в процессе посола из нитрита образуется некоторое количество нитрата. Исключая применение селитры и уменьшая дозу нитритов при посоле, можно снизить содержание свободного нитрита в продукте и получить достаточно интенсивную и устойчивую окраску. Применение селитры при посоле запрещено Минздравом СССР. Установлены нормы добавления нитрита и остаточное содержание нитрита в изделиях (табл. 48).

Таблица 48

Колбасные изделия	Количество добавляемого нитрита, мг %	Содержание остаточного нитрита, мг %, не более
Вареные колбасы, мясные хлебы, сосиски, сардельки	7,5	5
Полукопченые колбасы		
для местной реализации	7,5	5
для отгрузки и хранения	10	5
Варено-копченые колбасы		
из свиного мяса	7,5	5
с содержанием говяжьего мяса	10	5
Сырокопченые колбасы	10	3

Совершенная технология производства изделий должна в максимальной степени ограничить содержание нитрита при хорошем цветообразовании продукта. Наряду с этим получение интенсивной окраски требует введения избыточного количества нитрита. На практике работы предприятий установлено, что при недостатке нитрита мясопродукты окрашиваются слабо, неравномерно и быстро обесцвечиваются в воздухе. Проблема использования нитритов для фиксации окраски является предметом пристального изучения в ряде стран, и представленные работы наряду с вышеизложенными недостатками применения нитритов подтверждают преимущества их использования.

Установлено, что роль нитритов при посоле не ограничивается только влиянием на получение стабильной окраски соленого мяса. При их отсутствии характерный аромат ветчинности не столь ярко выражен. Одновременно нитрит способствует большей стойкости продукта при хранении. С высокой степенью достоверности установлены более высокие органолептические показатели изделий, содержащих нитрит. Дегустаторы четко отличали продукты с нитритом, отдавая им предпочтение. Установлено [127] положительное влияние нитрита на вкус сосисок и бекона; продукт с нитритом получил значительно более высокие баллы за вкус по сравнению с несодержащими нитрит.

Анализ воздушного пространства банки над продуктом показал на различие в аромате между образцами с нитритом и без него. Газохроматографический анализ показал на некоторое различие в хроматограммах паров

продукта, содержащего нитрит. Предполагается, что нитрит снижает содержание некоторых основных летучих соединений. Установлено, что при хранении изделий в охлажденном виде образование прогорклого запаха было более значительным в продуктах без нитрита.

Модельными экспериментами установлено снижение развития микробиальных процессов при введении в продукт нитрита. При инокуляции фарша вареной колбасы сальмонеллами (10^4 на 1 г продукта) и без добавок нитрита количество сальмонелл через 12 сут увеличилось до 10^8. При добавке же нитрита (50 или 75 мг на 1 кг сырья) отмечено незначительное развитие сальмонелл лишь через 20 дней хранения. При увеличении дозы нитрита до 100 мг на 1 кг сырья не установлено развития сальмонелл. В данном случае добавка нитрита подавляла развитие сальмонелл в вареной колбасе, упакованной под вакуумом. Добавки нитрита влияют на количество бактерий в фарше сырокопченых колбас.

Бактериостатическое действие нитрита установлено, в частности, Л. Лейстнером. Применяемые дозы нитрита позволяют успешно подавлять развитие энтеробактерий в мясных продуктах, упакованных под вакуумом (ломтики вареной и сырокопченой колбасы). Эффект торможения в большей степени выражен для сальмонелл и несколько менее эффективен для штаммов Escherichia Coli. Установлено влияние нитрита в пастеризованной ветчине и сосисках на рост и токсинообразование Cl. botulinum. Концентрация нитрита, необходимая для полного ингибирования Cl. botulinum, зависела от количества введенного микроорганизма. С увеличением концентрации скорость токсинообразования снижалась, причем основное значение имеет высокая начальная концентрация нитрита. Предполагают, что консервирующее действие оказывает продукт восстановления нитрита — гидроксиламин, обладающий бактерицидным действием. В связи с снижением допустимого остаточного содержания нитрита его бактерицидное действие значительно снизилось. Угнетающее действие нитрита на развитие микроорганизмов проявляется при его концентрации 0,01%.

В качестве стабилизаторов окраски мясопродуктов могут быть использованы аскорбиновая кислота, аскорбинат натрия, изоаскорбиновая кислота и изоаскорбинат

натрия. Влияние аскорбиновой кислоты на улучшение окраски основано на использовании ее редуцирующих свойств, снижении парциального давления кислорода. Поглощая кислород из воздуха, аскорбиновая кислота предохраняет пигменты мяса от окисления. Благодаря этому изделия после посола дольше сохраняют красный цвет даже при кислотности, при которой обычно образуются зеленые производные Mb и ухудшается окраска. В присутствии аскорбиновой кислоты практически невозможно образование NO_2, ухудшающей окраску мяса. Аскорбиновая кислота восстанавливает азотистую кислоту до окиси азота с образованием дегидроаскорбиновой кислоты:

$$2HNO_2 + C_6H_8O_6 \rightarrow 2NO + 2H_2O + C_6H_6O_6.$$

Кроме этого, аскорбиновая кислота восстанавливает окисленные гемовые пигменты — МетMb и МетHb:

$$2OHMb + C_6H_8O_6 \rightarrow Mb + C_6H_6O_6 + H_2O.$$

Восстанавливающее действие аскорбиновой кислоты ускоряется при повышении температуры (при обжарке, варке, копчении). В готовых продуктах аскорбиновая кислота, оставшаяся после процесса изготовления, также оказывает защитное действие, так как задерживает окисление красящих и ароматических веществ. Наряду с этим если количество аскорбиновой кислоты превышает оптимальное, то ухудшается окраска мяса, так как снижается парциальное давление кислорода и происходит окисление пигментов свежего мяса. Аскорбиновую кислоту следует добавлять в шприцовочный рассол. При одновременном введении глютаминовой кислоты увеличивается стойкость аскорбиновой кислоты [155]. Повышение количества аскорбиновой кислоты выше оптимального не улучшает окраски, а приводит к образованию коричневато-зеленоватого окрашивания и ухудшению других показателей качества. Содержание свободного нитрита в колбасе с аскорбиновой кислотой снижалось в среднем на 42%.

Технологические преимущества применения аскорбиновой кислоты: сокращение посола и копчения, снижение дозировки нитрита до $^2/_5$ обычно вводимого количества. Исследованиями ВНИИМПа установлено, что с добавлением аскорбината в количестве 0,05% к массе сырья продолжительность обжарки сокращается в сред-

нем на 25%. При посоле аскорбиновую кислоту вводят в количестве 47 г на 100 кг мяса. Для получения яркой и стабильной окраски широко применяют также аскорбинат и изоаскорбинат натрия. Установлено улучшение вкуса и аромата окороков при введении в рассол аскорбината натрия. Особенно стойкое и интенсивное окрашивание получали при одновременном введении аскорбината натрия и полифосфатов, что объясняют антиокислительным действием полифосфатов.

В соленых продуктах углеводы выполняют важные функции. С помощью микроорганизмов, которые используют углеводы в качестве питательных субстратов, создаются восстанавливающие условия и окисление Mb и Hb в MetMb и MetHb предотвращается. При посоле для увеличения стойкости окраски и смягчения соленого вкуса продукта добавляют сахар. Увеличение стойкости окраски происходит в результате редуцирующего действия моносахаридов. Сахар в результате инверсии частично превращается в моносахариды — глюкозу и фруктозу, при наличии которых не изменяется валентность железа; железо гема остается двухвалентным, и окраска сохраняется. Смягчение соленого вкуса соленых изделий достигается при количестве вводимого сахара 2%. В связи с выпуском продуктов с низким содержанием соли значение сахара как вкусового компонента значительно снизилось.

Проблема окрашивания изделий становится актуальной в связи с расширяющимся использованием растительных белков или белков животного происхождения, не участвующих в фиксации окраски. Для окрашивания мясных изделий перспективны искусственные и натуральные красители, которые в настоящее время в СССР не нашли применения. Необходимость разработки новых красителей обусловлена рядом недостатков применения нитритов для фиксации окраски, а также традицией, согласно которой окраска мяса и мясопродуктов является показателем их свежести, а следовательно, их качества. Предложен ряд искусственных красителей мяса, в частности амарант, эритрозин, кармозин, нафтоловая красная, пикоккин.

Предложен способ снижения содержания нитрита с сохранением хорошей окраски продукта, основанный на дополнительном введении сорбиновой кислоты или сорбината натрия в количестве 0,12% к массе рассола. Для более эффективного действия сорбиновой кислоты рекомендуется добавлять в рассол аскорбиновую кислоту в количестве 0,08—0,12% к массе рассола. В США для улучшения окраски окороков рекомендуется добавлять 2,3-глюкен-2-циклоксен в количестве 0,21% к массе шприцовочного рассола при введении в рассол 0,08% нитрита. В. В. Пальминым предложен способ получения соленых мясопродуктов с нулевым содержанием остаточного нитрита посредством использования натриевой соли гемин-хлорида и второй способ, заключающийся в придании продуктам окраски путем добавления пигмента нитрозилгемохромогена — натурального пигмента соленого мяса. Имеются данные об улучшении окраски окороков при добавлении малеиновой кислоты или ее солей вместе с нитритом. В США рекомендуется добавлять к рассолам или посолочным смесям α-оксикарбонильные соединения, например 2-кетоглюконовую кислоту или ее соли; в Англии — соединения, содержащие двухвалентное железо (хлористое, бромистое, сернокислое, глюконовокислое).

Синтетические и растительные красители могут быть использованы для окрашивания фарша в процессе изготовления изделий или их оболочки. Наряду с этим имеющиеся сведения об отрицательных свойствах различных красителей (они не безвредны для потребителя) явились причиной значительного сокращения их использования для окрашивания пищевых продуктов. Введение этих красителей в мясопродукты отрицательно влияет на их природный цвет. А это затрудняет определение признаков порчи продуктов. В ряде стран химические красители для мясопродуктов разрешены и широко используются. Применению синтетических красителей должны предшествовать длительные исследования их безвредности для организма человека. Вводимые красители не должны изменять вкуса и запаха, свойственных мясопродуктам, и изменять свой цвет при возникновении порчи продукта аналогично природным красителям. В настоящее время отсутствуют красители, соответствующие перечисленным требованиям. В практике производства некоторых мясопродуктов используется такой краситель, как красный перец. Учитывая особые вкусовые свойства красного перца, его обычно используют при производ-

стве жиросодержащих изделий. Предложен краситель для окрашивания мясопродуктов в красный цвет, не придающий им постороннего вкуса и содержащий в основе краску кармин, получаемую из кошениля.

В качестве красителя колбасных фаршей предложен свекольный сок. Свекольный краситель — бетамин — содержит дигидроиндольные и дигидропиридиновые группы, а также обладает пирольными связями. Для свекольного сока характерно бактерицидное действие, обусловленное содержанием в нем фитонцидов. Он придает продуктам характерный цвет, устойчив к воздействию высоких температур при обжарке и варке, его стойкость близка к стойкости пигментов мяса. Установлено, что выдержка образцов мяса при обычной температуре в рассоле со свекольным соком не обеспечила достаточно глубокого прокрашивания продукта. При повышенной температуре (выше 20° С) резко ускоряется прокрашивание изделий, однако в этом случае возможно развитие процессов брожения. Применение свекольного сока для фиксации окраски соленых изделий привело к неравномерному окрашиванию, скоплениям красителя в местах уколов, отсутствию аромата и вкуса, свойственных соленым продуктам.

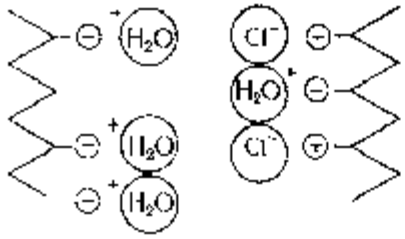
Для улучшения цвета продукта существует значительное количество различных добавок. В. Б. Авагимовым предложен нитритный посол с добавлением дефибринированной крови в свежеприготовленные заливочные рассолы. Для улучшения фиксации окраски изделий из свинины предложено введение в заливочные рассолы патоки в количестве, заменяющем 25% нормально добавляемого сахара. В патоке содержатся редуцирующие сахара, которые способствуют образованию более яркой окраски при нагревании продукта. При введении патоки в фаршевые изделия увеличивается их влагоудерживающая способность и стойкость при хранении.

Мясным институтом в Париже предложено использование ракцеллы из породы лишайников для получения пигментов, вводимых в фарш колбас. В раствор нитрита вводится красная ракцелла в концентрации 0,006%. Применение этой смеси, содержащей заниженное количество нитрита, сохраняет интенсивную окраску продукта при хранении в течение 3 мес.

Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле. При посоле изменяется физико-химическое состояние белков мяса, обусловливающее основные свойства соленого мяса — набухание, консистенцию и др. Сочность, нежность, вкус и другие свойства, определяющие качество готового продукта, зависят от степени гидратации мяса. Гидратация белков мяса в присутствии NaCl резко повышается уже в первые сутки выдержки мяса в посоле, а затем продолжает медленно расти с удлинением срока посола. Значительное увеличение влагосвязывающей способности достигается при посоле измельченного мяса.

Изменения белков мяса при посоле сопровождаются увеличением прочно связанной влаги в продукте, что обусловливает повышение выходов, так как такой продукт при последующей термической обработке лучше удерживает влагу. Изменения в структуре белков, в частности миозина, связаны с изменением их растворимости, так как изменяется сродство молекулярной поверхности к окружающей среде. При 2—2,5%-ной концентрации соли к массе мяса растворимость фракции актомиозина значительно возрастает. Происходит гидролитический распад белков, обусловленный тканевыми и микробиальными ферментами. После 10 сут мокрого посола 8% белковых веществ гидролизуются. Вследствие изменений белковых веществ обнаруживается уменьшение диаметра мышечных волокон в 1,5 раза, сжатие прослоек соединительной и жировой ткани. После 12 ч посола поперечная исчерченность волокон частично исчезает или становится менее заметной.

Гидратация белков мяса возрастает при посоле благодаря пептизирующему действию соли, а также вследствие взаимодействия ионов NaCl с полярными группами белков. В значительном увеличении водосвязывающей способности мяса при посоле важная роль принадлежит ионам хлора, так как они разрывают связи между пептидными цепями. Взаимодействие NaCl с белковыми веществами может быть представлено схемой



Белковые вещества адсорбируют ион хлора, что снижает изоэлектрическую точку белков до 4,8, увеличивая их водосвязывающую способность и растворимость, сохраняющуюся при тепловой обработке. Установлено, что при введении NaCl, увеличивается число полярных групп белков мяса и количество молекул воды, связанных с этими группами водородной связью, что приводит к росту водосвязывающей способности мяса. Изменение кислых и щелочных полярных групп белков мяса обусловлено ослаблением структуры этих белков вследствие возрастания электростатического отталкивания между положительно и отрицательно заряженными полярными группами белков, расщепления солевых связей между этими группами и нарушения поперечных связей. В результате этого число молекул воды, связанных водородными связями, увеличивается.

Изменение концентрации NaCl не влияет существенно на изменение числа кислых и щелочных полярных групп белков, содержащихся в саркоплазме. Однако установлено увеличение количества кислых и щелочных полярных групп белков миофибрилл, что сопровождалось ростом водосвязывающей способности мяса. Увеличение количества NaCl и воды повышает влагосвязывающую способность мяса. Однако превышение количества добавляемой в вареные колбасы соли свыше 3% приводит к образованию резиноподобной консистенции. В настоящее время имеется тенденция к снижению чрезмерной солености продуктов с одновременным увеличением их влажности для повышения сочности.

При посоле происходят денатурационные изменения белков вследствие частичного разрыва внутримолекулярных связей между пептидными цепями белков, набухание коллагеновых волокон вследствие внедрения молекул воды между пептидными цепочками белковых молекул и изменения их структуры.

В парном мясе с высокой величиной pH белки находятся в ионизированном состоянии и миозин обладает высокой способностью к гидратации. Искусственный сдвиг величины pH мяса при посоле на 0,2- 0,3 в сторону нейтральной реакции обеспечивает значительное увеличение водосвязывающей способности фарша.

Сохранение и увеличение водосвязывающей способности при посоле парного измельченного мяса достигается в результате того, что ионы поваренной соли связываются с актином и миозином и предотвращают образование актомиозина. Подавляя АТФ-ную активность миозина, ионы электролита задерживают развитие посмертного окоченения.

Добавление фосфатов при посоле окороков способствует улучшению товарного вида и снижению потерь при варке, несколько улучшаются нежность и сочность продукта. Вместе с тем установлено, что введение полифосфатов с целью повышения водосвязывающей способности ухудшает вкус ветчины. Однако в настоящее время этим вопросом не занимаются специалисты мясной промышленности в должной степени.

Увеличение стойкости мясопродуктов при посоле. Поваренная соль подавляет развитие большинства микроорганизмов, в том числе и гнилостных, не обладая выраженным бактериостатическим эффектом, что обусловлено ее специфическим действием, а также высоким осмотическим давлением растворов соли, приводящим к обезвоживанию клеток микроорганизмов. На развитие микрофлоры влияет концентрация соли в мясопродуктах и рассолах. Для эффективного торможения жизнедеятельности микрофлоры и увеличения стойкости продукта при хранении концентрации NaCl должна превышать 15 –20%. Вместе с тем некоторые виды микроорганизмов хорошо приспосабливаются к условиям повышенных концентраций NaCl. При концентрации соли 10—20% развиваются солетолерантные микроорганизмы, которые, однако, неактивны по отношению к белкам мяса.

Плесени и грамположительные кокки обладают высокой устойчивостью к действию NaCl. В соленых изделиях остаются жизнеспособными патогенные микроорганизмы. Рост ботулинуса и выделение им токсина прекращаются при концентрации соли выше 12%. При содержании в водной фазе 10% соли и повышенной тем-

пературе посола или хранения возникает опасность порчи мяса вследствие развития протеолитических микробов. Поэтому в посолочных помещениях поддерживают температуру 2—4° С. Соленые продукты подвергаются порче тем быстрее, чем ниже концентрация соли и выше температура хранения. Поваренная соль сильно загрязнена микрофлорой, и необходимо ее прокаливать. Наряду с этим NaCl обусловливает высокое осмотическое давление при относительно небольших концентрациях. Осмотическое давление 1%-ного раствора NaCl составляет $58{,}9 \cdot 10^4$ Па, а сахарозы той же концентрации — $6{,}4 \cdot 10^4$ Па.

Явление плазмолиза не является основным консервирующим фактором NaCl, так как другие соли, обеспечивающие получение более высокого обезвоживающего эффекта, обладают более низким консервирующим действием. Специфичность действия NaCl связана с наличием иона хлора и воздействием его на ферментативную деятельность микроорганизмов.

Элементы поваренной соли, по-видимому, присоединяясь по месту двойных связей в молекуле белка, предотвращают воздействие протеолитических ферментов, являющихся продуктом жизнедеятельности микроорганизмов. В растворах NaCl плохо растворяется кислород, необходимый для развития аэробных микроорганизмов.

Подавление жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов при посоле мяса происходит также в результате появления в рассоле и продукте некоторых видов микробов—антагонистов гнилостных бактерий, проявляющих свое действие при достаточно высокой концентрации NaCl. Среди бактерий, выделенных из продуктов убоя, найдены антагонисты Proteus vulgaris, Bac. Coli, Staphylococcus. В соленом мясе обнаружены кокки, оказывающие антагонистическое действие на гнилостные микроорганизмы.

Применяемые в практике посола концентрации соли (около 3%) не обеспечивают прекращения жизнедеятельности микрофлоры, вызывающей порчу изделий с высоким содержанием влаги. Однако посол вместе с охлаждением, копчением и обезвоживанием позволяет получить продукты, достаточно стойкие при хранении с соблюдением соответствующих температурных и влажностных условий.

Консервирующее действие сахара, вводимого при посоле, основано на повышении осмотического давления, образовании молочной кислоты и снижении величины pH среды; при одновременном присутствии в среде белков и углеводов микробы в первую очередь потребляют углеводы, что предохраняет белки от порчи. Образование молочной кислоты при посоле мяса способствует большей стойкости сырокопченых колбас. Снижение величины pH способствует набуханию и разрыхлению коллагена, что позволяет получить продукт с более нежной консистенцией. После окончания посола величина pH мяса обычно достигает 6,0—6,4. Более низкий pH указывает на закисание мяса, а более высокий — на распад белковых веществ под действием гнилостных микроорганизмов.

Образование нитрозаминов. В последние годы возникла проблема, непосредственно связанная с качеством колбасных и соленых изделий. Обнаружена новая группа канцерогенных веществ — нитрозаминов. Их предшественниками являются содержащиеся в мясе вторичные амины и вводимые при посоле нитриты. Необходимо создавать условия посола, при которых происходил бы полный распад нитрита и образование соединений окиси азота с пигментами мяса. Наличие остаточного содержания нитрита создает возможность образования нитрозаминов.

Основной путь реакции образования нитрозаминов — это взаимодействие между вторичными аминами и азотистой кислотой:

$$\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>\!\!NH + HNO_2 \rightarrow \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>\!\!N{-}NO + H_2O.$$

При посоле мяса возможно образование нитрозаминов из нитритов, в частности диметил- и диэтилнитрозаминов. Предполагается, что образование нитрозаминов связано с особой электронной структурой окиси азота, реагирующей в связи с наличием нестабильного электрона на орбите.

Для установления степени опасности попадания в организм человека нитрозаминов с пищей важно определение скорости и условий, при которых может происходить реакция вторичных аминов с нитритом.

Нитрозамины могут образоваться из метиламина, содержащегося в рыбе. Кормление овец рыбной мукой, об-

работанной нитритом, вызвало их падеж, причем токсичным агентом был диметилнитрозамин. Существует ряд соединений, содержащих NH-группы. Нитрозамины могут образовываться в соленом мясе, так как амины присутствуют в нем, а нитрит добавляют как компонент посолочной смеси. Соленые мясопродукты являются источником остаточного нитрита, который после попадания в организм потребителя может вступить в реакцию в желудочно-кишечном тракте с аминами других продуктов питания и образовать нитрозамины.

Доказано, что свыше 65 различных нитрозаминов обладают канцерогенными свойствами.

Образование нитрозаминов зависит от концентрации нитрита. При недостаточном перемешивании мясного сырья может наблюдаться местное увеличение концентрации нитритов, обусловливающих образование нитрозаминов, хотя средняя концентрация нитрита является допустимой.

Нитрозамины теплоустойчивы, и на их образование влияет метод тепловой обработки. Нитрозопирролидин образуется во время тепловой обработки, и его количество возрастает с увеличением концентрации нитрита. Обжаренные образцы содержали наибольшее количество нитрозопирролидина (0—24 мг/г), запеченные в печи — среднее количество (0—14 мг/г) и наиболее низкое (0—5 мг/г)—обработанные СВЧ-энергией. Значительного снижения образования нитрозопирролидина в продуктах, подвергаемых запеканию и жарению, достигли посредством введения аскорбината натрия.

Установлено, что в охлажденном мясе концентрация амина недостаточна для образования заметного количества нитрозамина. В сыром беконе нитрозамины не обнаружены, но после тепловой обработки они обнаруживаются в значительном количестве, особенно нитрозопирролидин. Наряду с температурой на образование нитрозаминов влияют ферментативные процессы. Другие факторы — увеличенная дозировка пряностей, изменение pH не изменяют динамику образования нитрозаминов.

Способы посола и их влияние на качество готовых изделий. При производстве изделий из свинины применяют три способа посола: мокрый, сухой и смешанный. В зависимости от концентрации рассола различают крепкий и нежный посол. При обычном и ускоренном посоле

с целью интенсификации распределения соли в продукте часть рассола (до 12% к массе сырья) вводят в толщу мяса внутримышечно шприцеванием с помощью полой иглы или через кровеносную систему, а затем мясо помещают в чан с рассолом. При этом достигаются более равномерное распределение соли, точная дозировка ее, возможность регулировать содержание соли в продукте, но нарушается целостность мышечной ткани, она разрыхляется избытком рассола. Шприцовочный рассол перед использованием необходимо очищать и кипятить. При шприцевании через кровеносную систему туши должны быть хорошо обескровлены. При посоле окороков ускоренным способом в посолочный рассол добавляют фосфаты и глютаминат натрия.

Мокрый метод посола обеспечивает получение продукта хорошего качества, отличающегося сочностью, нежной консистенцией и хорошими вкусовыми свойствами. По окончании мокрого посола сырье извлекают из рассола, дают ему стечь в течение 4—8 сут при температуре 0—4° С. При этом продолжается процесс созревания изделий. Во время стекания происходит также перераспределение соли (без дополнительного ее поступления извне) между поверхностными слоями с более высокой концентрацией NaCl и внутренними слоями, содержащими меньшее количество соли. Недостатки мокрого посола — значительные потери мясом белковых и экстрактивных веществ, повышенная влажность изделий, что делает их непригодными для продолжительного хранения.

При посоле в рассол переходят растворимые белки: миозин, глобулин X и миоальбумин. При мокром посоле потери белков составляют 0,5—2,0% к массе мяса, потери экстрактивных веществ могут достичь 50% их содержания, тиамина — до 20%, фолиевой кислоты — до 35% исходного содержания, потери рибофлавина незначительны (до 9%), а никотиновая кислота полностью сохраняется, так как она обладает низкой растворимостью в воде. Для снижения потерь ценных пищевых веществ рекомендуется заливка минимальным количеством рассола с концентрацией соли не менее 20%.

Недостаточная прочность ломтиков изделий имеет место при высоком давлении шприцевания рассола, когда происходит разрыв пучков мышц, при чрезмерно тугой

вязке рулетов или когда в малую форму закладывают изделия больших размеров.

Сухой посол осуществляют натиркой сырья сухой посолочной смесью с последующей пересыпкой его солью во время укладки в посолочную тару. Вначале на поверхности сырья образуется рассол в результате растворения соли в тканевом соке. Затем между изделием и рассолом возникает обменная диффузия, аналогичная происходящей при мокром посоле. При сухом посоле мясо в значительной степени обезвоживается, однако потери белков и экстрактивных веществ менее значительны, чем при мокром посоле. Недостатки сухого посола—неравномерность просаливания, жесткость и снижение вкусовых свойств (соленость) продукта. Обычно сухим способом солят продукты с высоким содержанием жира и небольшим содержанием влаги (шпик, свиную грудинку) или если продукт предназначается для длительного хранения. Вследствие обезвоживания потери массы составляют 10—12%, а при посоле субпродуктов — до 35%. Сухой посол сопровождается более интенсивными окислительными процессами вследствие контакта с воздухом. В мышечной ткани и жире содержится липооксидаза, которая активируется хлористым натрием.

Смешанный посол является самым распространенным. При нем изделия вначале солят сухим, а затем мокрым методом. Сочетание сухого и мокрого посола уменьшает обезвоживание и неравномерность просаливания мяса и сопровождается небольшой потерей белковых и экстрактивных веществ. Одновременно получают продукт, стойкий при хранении. Для равномерного просаливания при любом методе посола мясопродукты необходимо перекладывать через определенные промежутки времени — верхние слои вниз, а нижние вверх.

При вымачивании изделий происходит удаление излишка соли и нитрита с поверхностных слоев, выравнивание концентрации соли в толще изделия. Это предотвращает кристаллизацию соли на поверхности при дальнейшей обработке изделий. Для получения хорошего цвета при копчении мясопродукты после вымачивания подсушивают. Вымачивают мясопродукты в чанах при температуре воды 20- 23° С в течение 2—4 ч в зависимости от вида мясопродуктов, способа посола и его продолжительности. После вымачивания продукты промывают

теплой водой под душем щетками, подпетливают шпагатом, подсушивают в подвешенном состоянии и направляют на дальнейшую обработку. При длительном вымачивании в воде перед варкой окороков появляется слизь. Стойкость и вкус окороков можно повысить, если после извлечения из формы промыть их горячей водой, погрузить в кипящую воду, а затем быстро высушить в горячем дыме.

При избытке соли в поверхностных слоях окороков образуются ее кристаллы, которые при растворении поглощают значительное количество влаги с поверхности окорока, и он становится твердым и сухим. Если этот дефект, называемый рапистостью, обнаружен до копчения, то окорока несколько раз погружают в теплую воду. Избыток соли получается и при слишком высокой температуре копчения.

При недостаточном содержании соли, посоле в теплом помещении, использовании сырья с наличием слизи, использовании мяса животных, убитых в возбужденном состоянии, появляется затхлый запах.

Улучшение качества изделий из свинины достигается в результате интенсификации распределения посолочных ингредиентов посредством применения массирования сырья, вакуумной обработки, звуковой вибрации, применения струйного метода введения рассола.

Процесс массирования был предложен для лучшего связывания кусков мяса в один (с однородным внешним видом), однако он позволил также ускорить посол и увеличить выход продукта. В присутствии соли солерастворимые белки переходят в раствор и при тепловой обработке являются склеивающим материалом. Массирование рекомендуется после предварительного шприцевания сырья рассолом. Предложено несколько способов массажа: во вращающемся барабане, где куски мяса мягко массируют друг друга, барабан оснащается активными лопастями, способствующими лучшему массажу, его диаметр обеспечивает падение кусков мяса с высоты не менее 1 м; массирование под вакуумом, ускоряющее переход в раствор солерастворимых белков. Фирма «Ланген» (Голландия) разработала вакуумное устройство для массажа, обработка в котором обеспечивает хорошее связывание продуктом мясного сока без его выделения и образования фарша.

Массирование приводит к разрыхлению мышечных волокон и образованию дополнительных гидрофильных групп. Кроме того, при введении рассола образуется белково-солевой комплекс, обладающий повышенным осмотическим давлением. Белковые частицы в этом комплексе, связанные между собой силами сцепления, достаточно прочно удерживают молекулы воды, создавая вокруг себя гидратную оболочку. При нагреве гидратная оболочка замедляет агрегацию белковых молекул, что снижает потери массы и позволяет получить более сочный продукт. Массирование обеспечивает стабильное однородное окрашивание изделий, ликвидирует воздушные пустоты, улучшает товарный вид продукта.

Существует способ посола в пленке изделий из свинины, предотвращающий потери азотистых веществ в процессе посола и сокращающий потери при тепловой обработке. По этому способу бескостное сырье после шприцевания рассола массируют для улучшения консистенции и увеличения влагосвязывающей способности, набивают в оболочку диаметром 120 мм и выдерживают на горизонтально расположенных сетках в течение 3 сут при 2—4° С. Варят в термокамере при температуре 80—82° С.

Л. А. Бушковой разработана [16] технология производства ветчины в оболочке, для изготовления которой используют охлажденную свинину. В результате массирования сырья получают готовый продукт более высокого качества за счет более интенсивного и равномерного распределения посолочных ингредиентов.

Применяемые в промышленности методы и режимы ускоренного посола сырья обладают существенными недостатками, так как не обеспечивают получение готового продукта с высокими органолептическими свойствами. Метод интенсификации посола массированием эффективен только для бескостного сырья и неприемлем при посоле костного сырья, так как происходит нарушение целостности мышечной ткани и ее расслоение.

При воздействии вакуума ускоряются одновременно три протекающих процесса: проникновение NaCl из рассола в продукт, распределение соли в его толще и выравнивание концентрации соли между рассолом и продуктом. При посоле в вакууме создаются условия для образования более стабильной окраски. Установлено [44, 46], что интенсификация посола достигается при условии чередования разрежения и атмосферного давления, т. е. в условиях вакуумного массажа образцов. При послойном определении содержания NaCl длинную поясничную мышцу по диаметру делили на три слоя: *А* — внутренний (по центру диаметром 30 мм); *В* — средний и *С* — наружный (рис. 21).

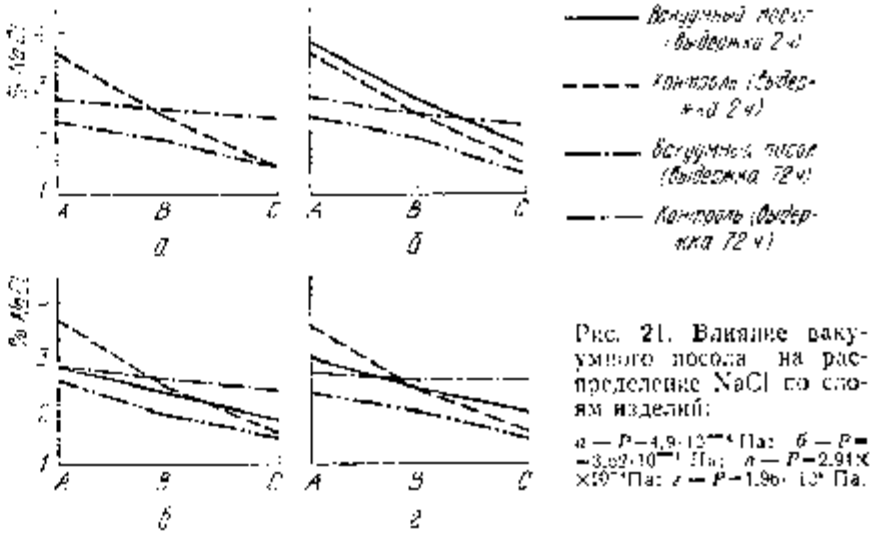


Рис. 21. Влияние вакуумного посола на распределение NaCl по слоям изделий:

а — $P = 4{,}9 \cdot 10^{-4}$ Па; *б* — $P = 3{,}92 \cdot 10^{-4}$ Па; *в* — $P = 2{,}94 \times 10^{-4}$ Па; *г* — $P = 1{,}96 \cdot 10^{5}$ Па.

Процесс распределения NaCl интенсифицируется при всех величинах разрежения, однако наиболее высокая равномерность достигается при разрежении $2{,}94 \cdot 10^{-4}$ н/м² (рис. 21, *в*). Величина разрежения при последующей выдержке образцов не оказывала существенного влияния на распределение NaCl. Однако равномерность распределения NaCl в образцах вакуумного массирования выше, чем после обычного посола (рис. 21, *б*).

Вышеизложенное подтверждено результатами гистологических исследований. Образцы после вакуумной обработки имели ослабленную поперечную исчерченность большинства волокон, в то время как в необработанных образцах поперечная исчерченность выражена хорошо. На поперечных срезах между отдельными мышечными волокнами в необработанных образцах видны свободные пространства — места расположения введенного в мышцу рассола, в то время как в обработанных образцах волокна плотно прилегают друг к другу.

Полученные в результате радиометрии послойных срезов данные характеризуют более интенсивное и равномерное распределение рассола в образцах, подвергнутых вакуумной обработке. Установлены оптимальные режимы вакуумной обработки, обеспечивающие интенсификацию процесса посола и хорошее качество продукта: степень разрежения $2{,}94 \cdot 10^{-4}$ н/м², продолжительность выдержки под разрежением в одном цикле — 5 мин, количество циклов 3—4.

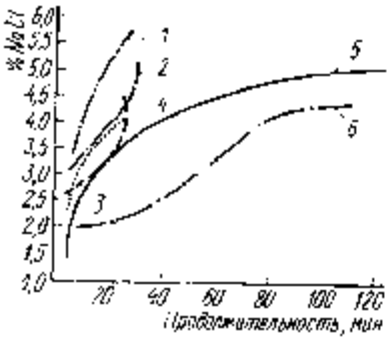


Рис. 22. Зависимость скорости проникновения NaCl в мясо от частоты ультразвуковых колебаний:

1 — 750 кГц; *2* — 300 кГц; *3* — 1000 кГц; *4* — 800 кГц; *5* — 22 кГц; *6* — контроль.

Установлена возможность интенсификации процесса посола ультразвуком. Скорость проникновения соли в мышечную ткань возрастает с увеличением частоты ультразвука (рис. 22). При озвучивании на высоких частотах (300—1000 кГц) содержание NaCl в слоях мышечной ткани оказалось бо́льшим, чем на низких частотах (22 кГц), при одинаковом сроке обработки. Однако низкие частоты сопровождаются меньшим перегревом продукта и позволяют создать аппараты промышленного типа.

При струйном методе введения рассола в изделия достигается быстрое и равномерное распределение посолочных компонентов в мышечной ткани. При этом мясо на всех этапах посола обладает более высокой влагосвязывающей способностью и увеличивается выход продукта. При варке такого мяса не происходит характерного сжатия структуры мышечных волокон и обеспечивается получение продукта высокого качества. Отсутствие игл в инъекторе открывает возможности инъецирования костных мясопродуктов.

Существующая технология производства буженины и карбонадов имеет ряд недостатков: неравномерное распределение соли, излишнее обезвоживание при термической обработке. Для улучшения качества этих изделий разработана технология [125] производства буженины и карбонада, предусматривающая посол молочным рассолом в количестве 10 - 20% к массе сырья. При этом продукт обогащается молочным белком, микро- и макроэлементами.

КОПЧЕНИЕ МЯСОПРОДУКТОВ

Под копчением подразумевают обработку изделий дымовыми газами, образующимися при неполном сгорании древесины*. Фактически во время копчения происходит также и обезвоживание продукта за счет испарения влаги, в нем протекают ферментативные процессы, а копчение в сочетании с высокой температурой ведет к денатурации некоторых белков. Следовательно, несмотря на очень важную роль коптильных компонентов дыма, эффект копчения определяется не только накоплением в продукте того или иного их количества, но и ферментативными процессами и обезвоживанием. При рациональном проведении процесса копчения необходимо исключить те компоненты дыма и условия копчения, которые неблагоприятно влияют на качество продукта.

В настоящее время к процессу копчения предъявляются следующие требования: получение соответствующего вкуса, запаха, окраски и стойкости копченых продуктов, которые обусловлены компонентами дыма, проникающими в продукт. Под действием компонентов дыма продукт приобретает устойчивость к действию микроорганизмов, а жир — к окислительному действию кислорода воздуха. Установлено, что компоненты дыма быстрее проникают в толщу предварительно посоленных мясопродуктов, так как при посоле увеличивается проницаемость структуры мышечной ткани для диффундирующих веществ. Значение и полезность многих компонентов дыма с достаточной точностью пока не установлены.

В числе коптильных компонентов дыма обнаружено более 200 самых разнообразных продуктов неполного сгорания древесины. В их числе: фенолы и производные фенолов, альдегиды, кетоны, спирты, органические кислоты и метиловые эфиры этих кислот и прочие органические вещества (скипидар, смолы и др.).

* Изложенное влияние копчения и термической обработки на формирование показателей качества характерно не только для изделий из свинины, но и для колбасных изделий (прим. автора).

Способность фракции фенольных веществ вступать в реакции зависит от входящих в ее состав индивидуальных фенолов. В продуктах, подвергнутых копчению, обнаружено 20 фенольных соединений — фенол, орто-, мета- и паракрезолы, гваякол, пирогаллол, пирокатехин, эйгенол. Фенолы и альдегиды накапливаются в основном в мясопродуктах в течение первых суток копчения.

На состав дыма оказывает влияние ряд факторов: порода сжигаемой древесины, условия и режимы получения дыма. Породы древесины по убывающей технологической ценности дыма располагаются следующим образом: бук, дуб, можжевельник, береза (без коры), тополь, ольха, осина, сосна, ель. Использование сосны и ели для получения коптильного дыма не рекомендуется.

Состав дыма различен на разных этажах коптильных камер. В коптильных камерах нижних этажей содержится большее количество фенолов, являющихся более тяжелыми, верхних этажей содержится большее количество альдегидов и кетонов, являющихся наиболее летучими компонентами дыма.

Объективным показателем прокопченности изделий может быть содержание фенолов, альдегидов, например формальдегида. Как правило, в качестве показателя используют содержание фенолов [70], так как они накапливаются в копченых мясопродуктах в сравнительно большом количестве: в вареной колбасе 1,064 мг на 100 г продукта, в полукопченой 1,84 и в сырокопченой 5,304 мг на 100 г продукта.

Увеличение стойкости продуктов при копчении. При копчении увеличению стойкости продуктов способствует воздействие компонентов дыма, некоторое обезвоживание продуктов, наличие NaCl, снижение pH при копчении. Бактерицидный эффект возрастает с увеличением концентрации дыма и температуры копчения. Процесс копчения оказывает бактерицидное и бактериостатическое влияние, являющееся результатом комбинированного воздействия высокой температуры дыма, обезвоживания, бактерицидного и бактериостатического действия коптильных компонентов дыма. Наиболее устойчивы к действию коптильных веществ плесени, которые способны развиваться на поверхности даже хорошо прокопченных продуктов, особенно если она увлажнена. Споры ряда микроорганизмов погибают после 14—18-часового

воздействия дыма. Неспорообразующие бактерии и вегетативные формы спорообразующих в большинстве погибают после 1—2-часовой выдержки в дыму. Наиболее чувствительны к действию дыма кишечные палочки, протей и стафилококк.

Выживаемость микроорганизмов на поверхности изделий зависит от количества, температуры и относительной влажности дыма. Однако влияние температуры на состав микрофлоры в продукте является различным. При более низкой температуре больше вероятность развития микрофлоры, антагонистической гнилостным микроорганизмам, поэтому при одинаковой степени прокопченности продукты холодного копчения более устойчивы к микробиальной порче, чем продукты горячего копчения. При копчении заметно снижается величина pH продукта, например при холодном копчении на 0,4—0,5 ед. При горячем способе изделие утрачивает типичные признаки сырого продукта.

К компонентам дыма, обладающим наибольшим бактерицидным действием, относят фенолы и органические кислоты (муравьиную, уксусную, пропионовую, масляную, валериановую), причем наибольшим действием обладают высококипящие фракции фенолов. Из числа фенолов наиболее действенны эфиры пирогаллола, кеиленолы. Несколько менее активны фенол, крезол, гваякол, гомологи пирогаллола. Сильным бактерицидным действием обладает формальдегид, содержащийся в дыме в значительном количестве. Необходимо отметить, что бактерицидное действие коптильных веществ распространяется лишь на внешний слой продукта сравнительно небольшой толщины (до 1 см), так как диффузионные процессы в продуктах идут очень медленно.

При копчении создается бактерицидная зона на периферии продукта, предохраняющая его от поражения микрофлорой, и прежде всего плесенями. Бактерицидные свойства дыма практически не зависят от породы древесины, если условия получения дыма идентичны.

По некоторым данным, большую роль в увеличении стойкости продуктов при хранении играет подсушивание поверхности изделий, а не только бактерицидное воздействие компонентов дыма. При копчении происходит обезвоживание продукта, зависящее от температуры и относительной влажности воздуха, а также от продолжитель-

ности процесса. Потери массы за счет испарения влаги составляют 8—12% к начальной массе окорока и 10—13% для более мелких изделий (корейки и грудинки). Однако такое обезвоживание недостаточно для получения продукта с высокой стойкостью к микробиальной порче. Поэтому некоторые изделия из свинины и колбасные изделия после копчения подсушивают до требуемой влажности.

Выживание бактерий при копчении зависит от густоты дыма и температуры; колебания влажности воздуха оказывают незначительное действие. Густой дым значительно снижает обсемененность продукта, в том числе и при низкой температуре копчения.

С увеличением продолжительности копчения снижается содержание микроорганизмов в продукте. Коптильные вещества, адсорбированные на поверхности и проникшие в продукт в достаточных количествах, сохраняют бактерицидные свойства в течение некоторого времени после копчения. При экспериментальных исследованиях наблюдали гибель микроорганизмов, нанесенных на поверхность изделий, хранившихся в течение 4 дней. Копчение само по себе не предохраняет мясные продукты от микробиальной порчи на длительное время, однако в сочетании с посолом и обезвоживанием является эффективным методом консервирования мясопродуктов. Для мясопродуктов, подвергнутых копчению, важное значение имеет замедление окислительной порчи жира.

Колбасные изделия, обработанные дымом, имели значительно более низкое перекисное число по сравнению с изделиями, не подвергнутыми копчению [67]. Перекисное число жира копченого бекона после хранения в течение 30 дней при 15° С практически не изменилось, тогда как в некопченом продукте оно увеличилось в 8 раз. Устойчивость копченых продуктов к прогорканию объясняется антиокислительным действием ряда компонентов дыма, и прежде всего фенолов.

Стойкость пищевых жиров к окислению испытана методом ускоренного кинематического анализа при введении различных компонентов дыма в концентрации 0,02%. Наиболее высоким антиокислительным действием обладают фенольные компоненты, в частности их высококипящие фракции. Антиокислительная активность этих фракций выше активности такого сильного антиокислителя,

как бутилокситолуол. Из фенольных веществ дыма наибольшая антиокислительная активность у пирокатехина, пирогаллола и их производных. Пирогаллол является главным ингибитором окисления жиров в копченых продуктах. Самая низкокипящая фенольная фракция практически не имеет антиокислительных свойств. Другие вещества дыма обладают более слабым антиокислительным действием; некоторые компоненты (органические основания, углеводы) ускоряют окисление. Антиокислительное действие компонентов дыма резко возрастает при наличии в продукте аскорбиновой кислоты.

Влияние коптильных веществ на вкус и аромат мясопродуктов. В научной литературе приводятся противоречивые точки зрения на значение отдельных компонентов дыма, придающих копченым продуктам специфический аромат, вкус и окраску. Несомненным является то, что большую роль в органолептике копченых мясопродуктов играет вид древесины, из которой получен дым, а также условия его получения. В процессе копчения получают специфический аромат, присущий только данному продукту. В формировании специфического вкуса копченых изделий участвуют фенольные компоненты, органические кислоты и нейтральные соединения.

Аромат копчения обусловлен проникновением в продукт фенолов, ароматических альдегидов (бензойный, ванилин) и кетонов, карбонильных соединений (диацетил, фурфурол), эфиров, органических оснований, ароматических кислот и др. Наиболее сильными ароматобразующими свойствами обладают фенолы, в частности анизол, гваякол, тимол, метилгваякол, эвгенол. Пряный аромат копчения обусловлен кислотами — муравьиной, уксусной и др. Однако следует отметить, что при добавлении, например, в колбасный фарш каждой из этих фракций в отдельности только фенольные придавали ему аромат и вкус, приближающиеся к аромату и вкусу копченых продуктов.

Установлено, что при копчении концентрация фенолов в жировой ткани изделий без шкуры обычно в 1,5—2 раза выше, чем в мышечной ткани, что обусловлено высокой растворимостью фенолов в жире, а со шкурой — на 35—40% ниже, так как шкура препятствует проникновению фенолов.

При длительном хранении сырокопченые изделия в основном теряют ароматические свойства. Вкус и аромат копченых продуктов определяются также химическими изменениями составных компонентов продукта в связи с развитием ферментативных процессов, окислением липидов и др. Формирование аромата и вкуса колбасных изделий и изделий из свинины связано с развитием вторичных процессов в продукте. Таким образом, вкус и аромат копченых продуктов зависят не только от компонентов дыма, но и от их взаимодействия с составными частями продукта. Происходит реакция между функциональными группами белков и отдельными компонентами дыма. При копчении дымом изделий из говядины, свинины и баранины получают продукты, обладающие различным вкусом и ароматом копчения. Это обусловлено образованием вкуса и аромата не только в результате накопления коптильных веществ дыма, но и веществ, образующихся при их взаимодействии с составными частями продукта. Это происходит особенно в процессе горячего копчения, при котором термическая денатурация белковых веществ мяса способствует повышению активности их функциональных групп. В связи с этим нельзя отождествлять вкус и аромат копченых изделий с аналогичными характеристиками дыма, так как состав дыма и состав адсорбированных и диффундировавших в продукт компонентов дыма различны. Из общего числа фенолов дыма только менее половины способны проникать в продукт в заметных количествах.

Альдегиды, входящие в состав дыма, оказывают дубящее действие на коллаген и другие фибриллярные белки мяса. При этом происходит задубливание поверхностного слоя продукта или кишечной оболочки, что делает их более прочными, негигроскопичными и устойчивыми к действию ферментов. Одновременно дубление белков сопровождается уменьшением их перевариемости. При копчении глубоким изменениям подвергается коллаген оболочки колбасных изделий и шкуры изделий из свинины. Происходит гидролиз коллагена, разрыв водородных связей с освобождением функциональных связей, вступающих в реакцию с веществами дыма.

Вещества дыма, поступающие в продукт при копчении, взаимодействуют с белками мяса, например, формальдегид, взаимодействуя с двумя аминогруппами двух

пептидных цепей, образует между ними метиленовые мостики R—NH—CH_2—HN—R.

Аналогичным образом взаимодействуют и другие альдегиды и кетоны. При копчении в результате взаимодействия компонентов дыма с составными частями мяса изменяется их доступность действию пищеварительных ферментов, происходят реакции между функциональными группами белков и составными частями дыма. Особенно высокую способность к взаимодействию с SH-группами проявляют фенольные вещества, а с аминогруппами белков — карбонильные соединения [64]. Развитие этих процессов подтверждается также тем, что аромат и вкус копченых продуктов усиливаются через некоторое время после попадания коптильных компонентов в продукт.

В результате взаимодействия коптильных веществ дыма с функциональными группами белков мяса (аминными и сульфгидрильными) снижается содержание аминного азота в говяжьем мясе до 73,1% к исходному, в свином — до 69% и в гемоглобине — до 62,5%. Содержание SH-групп после обработки дымом уменьшается еще в большей степени (в мясе до 40% к исходному). Это свидетельствует о течении химических реакций с образованием новых соединений, в которых сера SH-группы реагирует с полифенолами и их производными [59]. Исследования взаимодействия коптильных веществ с составными частями мясопродуктов показали, что возможно образование новых, более сложных соединений, снижающих количество пищевых веществ продукта. И хотя вопрос о безвредности этих новых соединений пока остается открытым, ясно, что копчение не повышает биологической ценности продуктов. При нем происходят потери витаминов: 15—20% тиамина, рибофлавина, ниацина. Имеются данные [110], что коптильные компоненты оказывают блокирующее действие на некоторые функциональные группы белка, понижая их биологическую доступность, т. е. снижая расщепление белков ферментами пищеварительного тракта. Чрезмерное накопление в продукте формальдегида нежелательно, так как в пищеварительном тракте формальдегид освобождается из связанного состояния под действием HCl и, воздействуя на пищеварительные ферменты, может снизить их активность. Даже в очень незначительном количестве (меньше

0,001%) формальдегид снижает активность тиоловых ферментов.

Воздействие коптильного дыма на цвет мясопродуктов. В процессе копчения окраска изделий формируется благодаря осаждению на продукте окрашенных компонентов дыма, а также химическому взаимодействию некоторых веществ дыма друг с другом, продуктом или кислородом воздуха. Эти вещества осаждаются на поверхности копченых мясопродуктов, абсорбируются при копчении продуктом и в результате химических изменений образуют соединения, окрашивающие поверхность продукта. Проникая в более глубокие слои продукта, часть этих веществ влияет на окраску продукта на разрезе.

Обычный цвет копченых изделий должен быть золотисто-желтым на поверхности жира, светло-коричневым на поверхности шкуры и темно-красно-коричневым на поверхности мышечной ткани.

К окрашенным фракциям дыма относятся нейтральные и фенольные соединения, обусловливающие светло-коричневый цвет, и углеводная фракция, обусловливающая красновато-коричневый цвет. Дым содержит значительное количество карбонильных соединений (фурфурол и его производные, диацетил, дегидроредуктоны), способствующих образованию коричневой окраски продукта. Окраска изделий усиливается в результате вторичных процессов — химических реакций, происходящих после и во время копчения, в частности реакции конденсации альдегидов с фенолами. Эффект окрашивания поверхности продуктов обусловлен взаимодействием карбонильных групп со свободными NH_2-группами белков, аминокислот — с углеводами с образованием меланоидинов под влиянием нагрева, света, pH среды, кислорода [187]. Имеются также данные, подчеркивающие, что в образовании темной окраски участвуют гликолевый альдегид, глицин, фуран. В число нейтральных соединений входят смолы, которые усиливают интенсивность окраски.

Установлено [68], что в окрашивании поверхности копченых продуктов участвуют углеводы — глюкозаны, пентозы, гексозы и др. Эти соединения образуются при копчении в результате термического распада целлюлозы, пентозанов, гексозанов и частичной карамелизации. Химизм изменения цвета в толще продуктов при копчении отличается от химизма окрашивания их поверхности дымом. Внутри продукта окраска фиксируется в результате образования MbNO и нитрозомиохрома. В соленых продуктах при копчении содержание нитритов снижается в 1,5—2 раза.

Предполагается, что глянцевитость поверхности изделий обусловлена высыханием поверхностного слоя белков, образованием фенолформальдегидных смол, а также взаимодействием альдегидов и фенолов с жиром, содержащимся на поверхности. При холодном копчении вследствие образования CO-миоглобина изделия приобретают вишневый цвет. При правильном ведении процесса копчения происходит соединение CO с частицами Mb, не заблокированными окисью азота, что способствует получению стойкой окраски. Этим объясняется, в частности, более стабильная окраска продуктов, подвергнутых копчению после посола. Однако образование CO-миоглобина обусловлено глубиной проникновения CO. Диффузия CO в ткани зависит от разности осмотических давлений и проницаемости оболочки продукта и клеточных мембран.

При копчении с миоглобином соединяется также продукт неполного сгорания древесины — CO_2 с образованием красного карбмиоглобина, отличающегося низкой стойкостью. Этим обусловлена необходимость создания условий неполного сгорания древесины, позволяющего получать дым с низким содержанием CO_2.

Стойкость окраски копченых изделий зависит от технологии копчения, в частности от степени насыщения продукта летучими компонентами дыма. Этим объясняется большая стойкость окраски сырокопченых колбас по сравнению с варёно-копчеными.

Интенсивность окраски является легко обнаруживаемым показателем прокопченности продукта и зависит от следующих факторов: породы древесины, влажности поверхности продукта при копчении, реакции среды, температуры дыма, толщины оболочки, физико-химических свойств фарша копченого продукта, воздействия света, кислорода и др. Посредством регулирования режимов и условий процесса копчения можно влиять на степень и характер окрашивания продукта. На окраску продукта влияют также концентрация и скорость движения дыма, продолжительность копчения. Равномерность окрашивания изделий зависит от направления потока дыма; при

вертикальном подвешивании изделий поток дыма должен быть направлен снизу вверх или сверху вниз. Интенсивность осаждения частиц дыма возрастает с увеличением скорости движения дыма. Оптимальная скорость движения 0,10 – 0,25 м/с в зависимости от вида изделий.

Оттенок окраски изделий зависит от вида изделий и вида применяемой для получения дыма древесины. Для образования желательной окраски копченых продуктов необходимо применять смесь различных видов древесины. Дым дуба и ольхи придает продукту окраску от темно-желтой до коричневатой; бук, клен, липа — золотисто-желтые оттенки, акация — лимонные. Дым хвойных пород дает более интенсивное окрашивание, чем лиственных. Часто для копчения используется древесина всех пород, вплоть до смолистых, и, как правило, сырая. В таких случаях изделия приобретают горький привкус и черно-коричневатый цвет. Правильным качественным и количественным подбором древесины можно получить изделия с различным цветовым оттенком поверхности, характерным для данного вида продукта. Дым, получаемый на фрикционных дымогенераторах, содержит в 3—4 раза больше коптильных веществ, чем получаемый при сжигании. На эффект копчения влияет путь прохождения дыма от источника получения к продукту. При чрезмерно большом расстоянии происходит конденсация некоторых коптильных веществ дыма.

Интенсивность окрашивания поверхности изделий зависит от плотности дыма и продолжительности копчения, характеризуемых показателем Адама, представляющим собой произведение плотности дыма, измеряемой абсорбцией света слоем дыма определенной толщины, на продолжительность копчения. Требуемая величина показателя Адама равна 0,1 и возрастает при увеличении времени копчения, плотности, температуры и относительной влажности дыма. При увеличении влажности возрастает скорость коагуляции частиц дыма на поверхности изделий, что ускоряет копчение. Это достигается увлажнением опилок; содержание воды в них должно быть около 20%. Концентрация дыма влияет как на продолжительность копчения, так и на товарный вид изделий; при слабом дыме цвет продукта бледный, при густом — очень темный. Лучшее окрашивание поверхности достигается при подсушке изделий перед копчением. Предполагается, что влажная поверхность способствует конденсации смолистых веществ, ухудшающих цвет продукта и сообщающих ему горький привкус. Вместе с тем влажная оболочка менее проницаема для газообразных продуктов пиролиза древесины. Наряду с этим скорость осаждения смолистых веществ дыма на поверхности колбасных изделий и их диффузия возрастают с увеличением температуры и влажности дыма. Осаждение частиц дыма ускоряется с увеличением разности температур между поверхностью продукта и среды. Во влажной среде поверхность батонов не подсыхает, что также ускоряет осаждение компонентов дыма.

На копченых продуктах могут осаждаться также частицы сажи, резко ухудшающие их окраску и внешний вид. Это наиболее вероятно при использовании в качестве источников получения дыма древесины сосны, ели и березовой бересты. На товарный вид и другие показатели качества влияет также размещение продукта в камере.

В зависимости от температуры дымовых газов различают холодное и горячее копчение, которые позволяют получать продукты с различными органолептическими показателями. Интенсивность горячего копчения примерно в 2 раза выше, чем холодного. Холодное копчение проводится при температуре 18—23° С, продолжительность его 4—5 сут; горячее — при температуре 35—50° С в течение 1—3 сут.

Содержание в дыме канцерогенных веществ. Основным недостатком копчения является проникновение в продукт балластных веществ дыма, вредных для человека, и отсутствие возможности контролировать процесс. В 1954 г. канцерогенные углеводороды были обнаружены в древесном дыме, пищевых продуктах, в том числе и в копченых мясопродуктах. По данным исследователей ФРГ, содержание 3,4-бензпирена в мясопродуктах колеблется от 3,3 до 10 мкг на 1 кг продукта. Вместе с основным канцерогеном —3,4-бензпиреном в копченые изделия проникают и другие ароматические полициклические углеводороды, среди которых имеются канцерогенные. Имеются статистические данные о частоте рака желудка среди населения, широко применяющего в пищу копченые изделия.

По химическому строению нельзя определить, канцерогенно ли данное соединение или нет. Канцерогенной

активностью обладают разнообразные соединения: полициклические углеводороды, ароматические амины, азосоединения, нитрозамины. Установлено, что незначительное изменение строения вещества может лишить его канцерогенной активности или, наоборот, придать ему таковую.

Для промышленного применения должны быть рекомендованы способы копчения, обеспечивающие минимальное накопление нежелательных веществ в продуктах. Наличие на поверхности изделий оболочки (колбасной, шкуры на изделиях из свинины) в значительной степени снижает проникновение коптильных веществ в продукт. Для этой цели особенно пригодны искусственные оболочки на базе целлюлозы, которые адсорбируют полициклические углеводороды, не мешая проникновению ароматических веществ в фарш колбасы.

Современные исследования в области генерации дыма направлены на получение дыма со стандартным химическим составом, не содержащего канцерогенных веществ. Снижение содержания в дыме канцерогенных веществ (3,4-бензпирена, 1, -2, -5, -6 фенантрацена) может быть достигнуто при соблюдении режимов дымообразования, так как эти вещества образуются из лигнина при температуре выше 350° С. При низких температурах генерации дыма (300—350° С), которые желательны для образования хорошего аромата копчения, образуются незначительные количества 3,4-бензпирена; с повышением температуры дымообразования концентрация 3,4-бензпирена возрастает. При температуре 500° С снижается содержание в дыме эффективных коптильных веществ (фенолов, карбонильных соединений); при этой температуре образуются в дыме канцерогенные вещества. При быстром сжигании в дыме увеличивается количество органических кислот. Разработан способ генерации дыма применением микроволновой энергии, позволяющий регулировать режим сжигания, что предотвращает образование канцерогенных веществ [45].

Изменением режима горения дров и использованием различной древесины полностью нельзя исключить канцерогенные вещества [27]. Однако их содержание может быть снижено, например, заменой дров опилками. При сгорании опилки хорошо изолируют дрова от воздуха, благодаря чему происходит неполное сгорание топлива и плотность дыма повышается.

В ряде стран проводятся исследования с целью очистки дыма от канцерогенных веществ. Способы удаления из дыма канцерогенных веществ основаны на том, что они нерастворимы в воде. Посредством охлаждения или промывки коптильного дыма можно удалить до 30% 3,4-бензпирена, а посредством фильтрации — до 90%. При такой очистке из дыма удаляют взвешенные частицы и частично смолы. С целью исключения смолистых веществ, сажи, золы применяют охлаждение дыма или же пропускают его через водяной душ. Однако в этом случае происходят потери красящих и ароматических веществ дыма.

Применение коптильных препаратов. В последние годы взамен дымового копчения предложен ряд коптильных препаратов, представляющих собой жидкости, отличающиеся способом получения и, следовательно, составом фенолов, карбонильных соединений, кислот. Примером могут служить: коптильный препарат МИНХ им. Г. В. Плеханова [25], представляющий собой водный экстракт, получаемый при пиролизе древесины; препарат ВНИИМПа, получаемый конденсацией дыма с последующей перегонкой конденсата и освобождением его от балластных веществ; препарат «Вахтоль», представляющий собой летучую фракцию, получаемую при пиролизе древесины. Из перечисленных препаратов в мясной промышленности применяется препарат ВНИИМП и ВНИИМП-1. Последний изготовлен из чистых химических веществ. На эти препараты имеется разрешение Министерства здравоохранения СССР. Коптильный препарат ВНИИМПа выгодно отличается от других; он не содержит полициклических углеводородов.

Содержащиеся в коптильной жидкости вещества придают продуктам цвет, вкус и запах, схожие с этими показателями у изделий, обработанных дымом. Коптильные препараты обладают эффективным бактерицидным и антиокислительным действием. Препарат ВНИИМП-1 разработан для вареных колбас, не содержит антиокислительных и бактерицидных компонентов и состоит из химически чистых веществ, обладающих ароматическими и вкусовыми свойствами. Он состоит из 7 низкомолекулярных жирных кислот и карбонильных соединений, 2 аминных и 2 фенольных соединений.

Исследования по тестам ФАО/ВОЗ показали, что продукция, изготовленная с коптильным препаратом ВНИИМП-1, оказывает менее вредное влияние на репродуктивную функцию животных, чем продукция, обработанная коптильным дымом. Разработан коптильный препарат КП-72 для копчено-варёных и копчено-запечённых изделий из свинины. При производстве сырокопчёных продуктов из свинины важное значение имеет исключение копчения ввиду высокого содержания в этих продуктах канцерогенных веществ (55 мкг на 1 кг).

Методы получения коптильных препаратов из конденсатов дыма и степень их очистки зависят от способа их применения при изготовлении колбасных изделий. При применении коптильных препаратов для обработки поверхности изделий нет необходимости в удалении вредных компонентов. Препараты для обработки поверхности изделий могут содержать вещества (смолы и углеводы), участвующие в образовании окраски продукта. Кислотность коптильных препаратов, вводимых в продукты, должна быть невысокой, так как это может вызвать снижение водосвязывающей способности продукта. Введение кислых коптильных препаратов в фарш вместе с посолочными ингредиентами приводит к образованию окислов азота из нитритов, сообщающих продуктам неприятный привкус.

При обработке коптильной жидкостью мясные продукты погружают на некоторое время в нее, изделия орошают или вводят жидкость инъецированием. В изделия из мясного фарша (например в вареные, полукопченые колбасы) коптильный препарат вводят в состав фарша. Количество коптильного препарата, вводимого непосредственно в продукт, зависит от вида колбасных изделий — для вареных оно должно быть меньше, чем для варено-копчёных. В колбасные изделия обычно добавляют от 0,2 до 1% препарата к массе фарша. Коптильный препарат добавляют в фарш при измельчении или перемешивании в количестве на 1 т фарша: для вареных колбас 3 л; полукопченых 5 л; варено-копченых 7 л и сырокопчёных 10 л. Добавление коптильного препарата в количестве 1% к свиному топленому жиру тормозит окисление жира по сравнению с контрольным более чем в 2 раза.

Применение коптильных препаратов имеет свои достоинства и недостатки. В числе достоинств необходимо

отметить следующие: 1) возможность удаления нежелательных компонентов, в частности канцерогенных веществ и смол; исключение этих веществ из состава копченых мясопродуктов позволит повысить их качество, так как продукт, не содержащий вредных для организма веществ, всегда рассматривается как продукт более высокого качества; 2) возможность регулировать дозировку коптильного препарата, что обеспечивает получение постоянных вкусовых и ароматических свойств продукта; 3) простота аппаратуры для обработки продукта коптильным препаратом; 4) длительность сохранения препаратом своих ароматических, антиокислительных и бактерицидных свойств.

К недостаткам бездымного копчения можно отнести: 1) отсутствие четкого представления об оптимальном составе коптильного препарата; этот недостаток в равной степени относится и к дымовому копчению; 2) некоторая нестабильность состава препарата при его хранении в концентрированном виде вследствие высокой химической активности компонентов; 3) невозможность одновременного совмещения копчения, обезвоживания и тепловой обработки, как при дымовом копчении. Существенным недостатком препаратов ВНИИМПа является отсутствие в их составе веществ, способствующих образованию надлежащего цвета на поверхности продукта для придания ему товарного вида.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЯСОПРОДУКТОВ

Колбасные изделия, кроме сырокопченых, большинство изделий из свинины непосредственно после посола или после копчения варят. При этом сырой продукт доводится до состояния, при котором его можно употреблять в пищу без нагрева, и повышается стойкость продукта при хранении. При варке в продукте происходят: тепловая денатурация белковых веществ, сваривание и гидротермический распад коллагена, плавление твердых триглицеридов жировой ткани, изменения экстрактивных веществ и витаминов, отмирание вегетативных форм микроорганизмов. В результате происходящих при тепловой обработке физико-химических изменений составных частей мясопродуктов — белков, жиров, витаминов, экст-

рактивных веществ они приобретают соответствующий вкус, запах, цвет и консистенцию.

Денатурация белковых веществ. Основное внимание при тепловой обработке обращают на денатурационные изменения белковых веществ. Современный уровень знаний структуры белковой молекулы позволяет представить денатурацию как любую модификацию вторичной, третичной или четвертичной структуры белковой молекулы, если она не сопровождается разрывом ковалентных связей.

В процессе тепловой денатурации белков изменяется природная пространственная конфигурация белковых молекул, уменьшается их гидратация и растворимость. Происходит резкое снижение или полная потеря ферментативной и гормональной активности белков. Белковым веществам в нативном состоянии свойственна уникальная, строго определенная структура. В денатурированном виде эти вещества могут иметь различные неспецифические структуры в зависимости от типа и степени денатурации. Происходит дезорганизация нативной структуры белковой молекулы, которая приобретает более рыхлую открытую конфигурацию. Степень денатурации зависит от того, какая затронута структура: вторичная, третичная или четвертичная.

При денатурации глобулярных белков разрушаются α-спиральные участки макромолекулы, в результате чего молекула белка теряет α-спиральное строение и приобретает β-складчатую структуру. При этом образуется рыхлый хаотический клубок, пропитанный водой. Таким образом, в основе денатурации лежат изменения структурного характера белковой молекулы, т. е. конформационные изменения, которые приводят к изменению сродства молекулярной поверхности к окружающей среде. Следствием этого является изменение растворимости и гидратации белков.

Возникновение новых связей между пептидными цепями в белковой молекуле приводит к уменьшению числа гидрофильных центров путем блокирования полярных группировок в результате их взаимодействия друг с другом. В результате изменений пространственной природной конфигурации обнаруживаются гидрофобные группы белковых молекул. Процесс денатурации белков может рассматриваться как один из факторов, способствующих вторичному структурообразованию. Нарушенные во время денатурации связи хаотично восстанавливаются по новым местам в процессе коагуляции, способствуя образованию белкового структурированного каркаса. В результате денатурации вязкость растворов белка повышается, что обусловлено агрегацией денатурированных молекул, изменением формы или степени гидратации белковых молекул, а также развертыванием полипептидных цепей.

При тепловой денатурации происходит разрыв не всех водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в белковой молекуле. В связи с этим степень денатурации может быть различной — от незначительных структурных изменений до существенного нарушения взаимного расположения пептидных цепей. При незначительных изменениях белковой молекулы возможно частичное восстановление ее исходных свойств.

Характер изменений белков зависит от температуры и условий нагрева. При разработке режимов тепловой обработки мясопродуктов необходимо учитывать, что температура и продолжительность обработки должны быть минимально необходимыми соответственно особенностям состава и свойств продукта. Это обусловлено зависимостью переваримости продуктов от глубины развития коагуляционных процессов. Чрезмерно продолжительный нагрев мяса может снизить его пищевую ценность.

Влияние тепла на миофибриллярные белки (миозин, актин) обнаруживается уже при температуре 40° С. В первую очередь денатурации подвергается миозин; при нагреве при 40° С в течение 3 ч его ферментативная активность снижается на 50%. При 50° С денатурация становится значительной, а при 70° С денатурация миофибриллярных белков в основном заканчивается. При нагреве до 50° С большая часть белков саркоплазмы денатурирует, однако некоторые белки саркоплазмы, такие как глобулин, денатурируются не полностью даже при 70° С. При 70° С начинается денатурация Mb и Hb, при этом ослабевает связь между гемом и глобином и изменяется окраска мяса. Наряду с этим даже при 100° С некоторые белки мяса не теряют растворимости. В мясе, подвергнутом посолу, возрастает устойчивость белков к тепловой денатурации.

Жесткость вареных мясопродуктов зависит от влаж-

ностного состояния денатурированных белков, которое в свою очередь зависит от степени коагуляции белков, глубины предварительного автолиза мяса и pH среды, в которой происходит тепловая обработка. Жесткость продукта возрастает с увеличением степени обезвоживания. При тепловой обработке мышечные волокна уплотняются, уменьшается их диаметр, разрушаются ядра. При

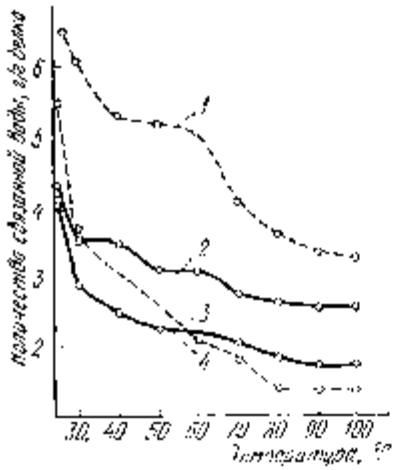


Рис. 23. Зависимость изменения количества связанной воды свиного мяса от повышения температуры при нагревании:

1, 3 — мясо, набухшее с pH соответственно 7,8 и 5,62; *2, 4* — мясо, ненабухшее с pH соответственно 6,27 и 5,8.

более продолжительном нагреве и повышении температуры снижается содержание воды в мясе, что увеличивает его жесткость. При этом значительно увеличивается усилие резания, например при варке свинины при 100° С в течение 1 ч оно повышается в 2,5 раза.

При тепловой обработке парного мяса потери влаги минимальны и максимальны для мяса в состоянии окоченения, такое мясо отличается высокой жесткостью. Нежность и сочность мяса после тепловой обработки зависят от степени его созревания. Это необходимо учитывать при выработке мясопродуктов. Изменение водосвязывающей способности мяса при тепловой обработке зависит от величины pH. С повышением температуры нагревания водосвязывающая способность гомогенизированного свиного мяса уменьшается в различной степени в зависимости от pH сырого мяса (рис. 23) [12]. При

тепловой обработке происходит заметное повышение pH ткани, что влияет на водосвязывающую способность мяса и обусловлено сокращением кислых групп без одновременного уменьшения основных групп. Р. Хамм показал, что происходит сокращение связывающих пигмент кислых групп до 50—55% от первоначального количества и наиболее заметные сокращения наблюдаются при температуре в интервале 70—120° С.

Одним из характерных признаков денатурации белковых веществ является увеличение числа SH-групп, которые в нативном белке входят в конфигурацию молекулы в более сложных сочетаниях либо не обнаруживаются или же выявляются не полностью.

Повышение водосвязывающей способности вареных мясопродуктов достигается добавлением к мясу фосфатов или органических кислот — уксусной или молочной. При добавлении кислот происходит сдвиг pH от изоэлектрической точки. При повышении сочности мяса его жесткость снижается.

При термической обработке фаршевых изделий ввиду разрушения клеточной структуры мяса характер коагуляционных процессов отличается от происходящих в неразрушенной мышечной ткани. Белковые частицы связаны друг с другом молекулярными силами сцепления, в результате чего образуется сплошная сетка с прочно удерживаемыми частицами воды. Образованный вокруг дисперсных частиц сольватный слой препятствует агрегации белковых молекул. Увеличение степени измельчения мяса способствует увеличению водосвязывающей способности фарша. Это обусловлено возможным разрывом нативных связей, соединяющих нити фибрилл, и образованием коллоидной системы, которая связывает значительное количество воды.

Изменения свойств коллагена. В формировании качества мяса и мясопродуктов важное значение имеет изменение структуры коллагена при нагреве. При нагреве во влажном состоянии до 58—62° С происходит сваривание коллагена. Коллагеновые волокна деформируются, укорачиваясь и утолщаясь. Их структура разрыхляется, а прочность тканей, в которые входят эти волокна, ослабляется. При денатурации коллагена тройные плотно свитые спирали нативного коллагена перестраиваются в одноцепные, беспорядочно свернутые молекулы. Дезагре-

грация этих спиралей происходит в результате разрыва водородных связей и солевых мостиков в три стадии: разрыв связей внутри длинных полипептидных цепей, разрыв боковых связей между цепями и разрыв водородных связей между пептидными цепями и молекулами воды. Полный гидролиз коллагена происходит при нагреве при 126° С в течение 3 ч.

Увеличение водосвязывающей способности и выходов достигается при глубоком гидролизе коллагена, продукты которого могут значительно повысить сочность изделий. Однако достаточно глубокий гидролиз коллагена достигается при жестких режимах обработки, приводящих к снижению качества продукта. Сваривание и гидротермическая дезагрегация коллагена сопровождаются снижением прочностных характеристик нагреваемых продуктов. При достаточно длительном нагреве сваренного коллагена происходит его дезагрегация с превращением в глютин. Переход коллагена в глютин способствует повышению усвояемости мясопродуктов и снижает прочность соединительной ткани. Коллаген становится доступным действию пепсина и трипсина. При этом снижаются потери воды и содержащихся в ней экстрактивных веществ. Продолжительный нагрев при высокой температуре приводит к нежелательному разрушению структуры мяса, вплоть до разволокнения, вследствие дезагрегации соединительнотканных прослоек между волокнами и пучками волокон.

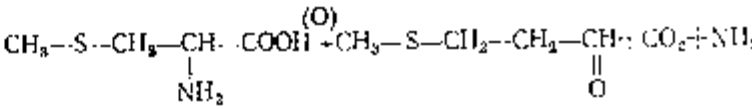
Жесткость мяса с небольшим содержанием соединительной ткани возрастает с увеличением продолжительности термической обработки. При высоком содержании соединительной ткани или при наличии легко разваривающейся соединительной ткани уменьшается жесткость при более продолжительной варке. Следовательно, кулинарная готовность мясопродуктов с небольшим содержанием соединительной ткани определяется денатурационными изменениями белков саркоплазмы и миофибрилл. Кулинарная готовность мяса с высоким содержанием соединительной ткани определяется глубиной распада коллагена. По данным ВНИИМПа, в свином окороке после обычной варки распаду подвергается 35—40% коллагена; скорость распада коллагена при нагреве возрастает с увеличением степени измельчения соединительной ткани. По данным Института питания АМН

СССР, состояние кулинарной готовности говяжьего мяса достигается, когда распаду подвергается 20—45% коллагена соединительной ткани. Процесс разваривания коллагена мяса птиц и свиней происходит значительно быстрее, чем коллагена говядины и баранины; мяса молодых животных — быстрее, чем мяса старых животных. Особенно медленно разваривается соединительная ткань субпродуктов.

Замедление гидролиза коллагена с возрастом животных обусловлено изменением пространственного расположения полипептидных цепей и образованием новых эфирных связей и прочных покрытий из мукополисахаридов и глюкопротеинов коллагеновой фибриллы, делающих ее нерастворимой.

Формирование вкуса, аромата и окраски мясопродуктов при термической обработке. При тепловой обработке глубоким изменениям подвергаются экстрактивные вещества мышечной ткани, что играет решающую роль в образовании специфических аромата и вкуса вареных продуктов. Часть экстрактивных веществ, а также соли и нитрита при варке изделий переходит в бульон и теряется. Проблема вкуса и аромата изложена во II главе.

Из аминокислот при окислительном дезаминировании образуются алифатические альдегиды, например из лейцина образуется изовалерьяновый альдегид. Из метионина образуется метиональ, обладающий мясным ароматом:



При выплавлении из жира высвобождаются некоторые летучие соединения, что сообщает дополнительный аромат мясу и бульону. Условия тепловой обработки наряду с качеством исходного сырья играют важную роль в образовании аромата и вкуса мяса. Выбор оптимальных условий тепловой обработки (температуры, метода, греющей среды) обеспечивает получение готового продукта с максимальным содержанием летучих веществ, участвующих в образовании аромата. Образцы мяса, подвергнутые более мягким режимам тепловой обработки, обладали более выраженным ароматом, содержали

большее количество карбонильных соединений и летучих жирных кислот. При чрезмерно продолжительной варке разрушаются соединительнотканные оболочки, связывающие мышечные пучки, увеличиваются потери экстрактивных веществ, мясо становится волокнистым, теряет вкусовые свойства.

При термической обработке мяса важное значение имеют изменения миоглобина, определяющие окраску мяса. При 60° С красная окраска сохраняется внутри куска мяса, при 60—70° С мясо окрашивается в розовый цвет, а при 70—80° С и выше становится серо-коричневым, что соответствует полной денатурации миоглобина.

Во время нагрева изделий, при посоле которых использованы нитриты, происходит ускоренное образование MbNO, что улучшает окраску. Чем выше темп нагрева в интервале 35—50° С и быстрее денатурация белков, в частности Mb, тем менее выражено положительное влияние тепловой обработки на стабильность окраски. Однако значительное снижение скорости нагрева также отрицательно влияет на качество продукта. При обжарке и варке происходит фиксация окраски в результате превращения MbNO в NO-миохром (нитрозогемохромоген). При тепловой обработке увеличивается также стойкость окраски изделий, что обусловлено различием в стойкости гемовых и геминовых соединений, тепловой инактивацией тканевых и микробных ферментов. Важное значение для сохранения окраски имеет инактивация микроорганизмов, в частности протеолитических.

Изменения состава и пищевой ценности продукта. При тепловой обработке продукта вместе с выделяющейся водой могут быть удалены ценные в пищевом отношении вещества — водорастворимые белки, жиры, витамины, макро- и микроэлементы, экстрактивные вещества. При нагревании продуктов происходит распад белков и других высокомолекулярных и низкомолекулярных азотистых веществ, в том числе аминокислот — цистина до 44%, пролина до 33%, лизина до 2%. Это снижает пищевую ценность и выход готового продукта. Потери при варке зависят от режима и способа варки, pH среды, содержания соли, наличия оболочки на поверхности изделий, введения фосфатов. Потери увеличиваются при снижении pH, повышении температуры и длительности варки.

При варке изделий в воде наибольшие изменения наблюдаются в первые 30 мин — это потери белков, экстрактивных веществ, минеральных веществ. При варке окороков в течение 4—6 ч потери достигают 18—20%, а кусков свинины массой 0,4—0,5 кг—30—35%. Таким образом, потери находятся в обратной зависимости от размеров изделий. Потери при варке колбас незначительны по сравнению с потерями при варке мяса, что обусловлено низкой влагопроницаемостью оболочки.

При варке изделий из свинины их помещают в воду температурой 95° С и выдерживают 30 мин; это приводит к коагуляции белков в поверхностном слое и снижению чрезмерных потерь белков, влаги и экстрактивных веществ. При нагреве мяса после укладки в холодную воду потери белков и экстрактивных веществ поверхностного слоя значительно выше. Белковые вещества, растворенные в воде, при варке коагулируют и образуют пену на поверхности. При варке паром или паровоздушной смесью снижаются потери составных частей продукта по сравнению с варкой в воде, так как практически отсутствуют потери в греющую среду, обусловленные диффузией, получают менее жесткий и более сочный продукт с хорошим ароматом и вкусом.

При варке изделий из свинины выплавляется и переходит в воду некоторая часть жира. Жир сначала плавится, а затем коалесцирует, образуя в клетке гомогенную фазу в виде капли. Значительная часть жира эмульгируется, что вызывает помутнение бульона. Происходит увеличение кислотного, перекисного и ацетильного числа жира. Рост кислотного числа свидетельствует о гидролитическом распаде жира, а ацетильного — о присоединении гидроксильных групп к жирнокислотным радикалам. Уменьшение йодного числа свидетельствует о насыщении непредельных связей радикалов жирных кислот. Все это приводит к некоторому снижению пищевой ценности жира.

Имеющиеся данные по изменению атакуемости белков мяса после тепловой обработки противоречивы. Однако большинство авторов приходит к выводу, что значительного влияния нагрев при температурах ниже 100° С на изменение биологической ценности не оказывает. Качество продукта при тепловой обработке при температуре до 100° С повышается — улучшаются вкус, аромат,

переваримость, усвоение; при температуре выше 100° С происходит некоторая потеря биологической ценности мяса. В целом мясо после тепловой обработки становится более доступным действию протеолитических ферментов.

При тепловой денатурации белков нарушается структура белковых молекул. При этом их внутренние пептидные связи становятся более доступными действию пищеварительных ферментов, а поэтому умеренно денатурированные белки лучше перевариваются в желудочно-кишечном тракте.

Главной причиной снижения усвояемости белков является чрезмерная тепловая обработка при изготовлении продукта с применением жестких температурных режимов. Умеренная тепловая обработка улучшает перевариваемость вследствие денатурации нативных белков. Из аминокислот наиболее подвержен различным воздействиям лизин, что объясняется повышенной реактивностью его свободных NH_2-групп. С лизином могут реагировать карбонильные группы восстанавливающих сахаров (реакция Майяра) и др. вещества (окисленные жиры). Быстро разрушаются серосодержащие аминокислоты — цистин и цистеин. Степень термического повреждения аминокислот снижается в среде с высоким содержанием воды.

Наряду с этим при термической обработке в результате взаимодействия аминокислот с жирными кислотами возможно образование соединений, трудно поддающихся расщеплению протеолитическими ферментами. Снижение биологической ценности мяса возможно вследствие реакции между углеводами и аминокислотами, взаимодействия аминокислот, расщепления чувствительных к теплу аминокислот и их окислительного разложения.

Тепловая обработка изделий из свинины сопровождается потерями минеральных солей и водорастворимых витаминов. Варка мясопродуктов даже при умеренных температурах приводит к некоторому уменьшению содержания в них витаминов как за счет их разрушения, так и за счет потерь во внешнюю среду. Наиболее характерные для мяса витамины B_1, B_2, фолиевая кислота теряются на 30—70%, витамины B_2, PP, пантотеновая кислота устойчивы к действию температуры 75—100° С и теряются на 1—30%. Потери витаминов при варке (табл. 48) колбас зависят от их свойств, условий и режимов варки [74].

Таблица 49

Вид обработки	Потери витаминов, %					
	B_1	B_2	B_6	PP	заменимая кислота	фолиевая кислота
Посол	15—20	Незначительные	—	Отсутствуют	—	35
Копчение	—	Незначительные	—	Незначительные	—	—
Варка сосисок	13—35	6—16	50	Незначительные	—	—
Жаренье	30—57	До 10	30—35	До 10	10—30	30—92

Для получения варных изделий из свинины высокого качества тепловая обработка должна быть умеренной, однако должна обеспечивать отмирание или резкое сокращение количества вегетативной микрофлоры. При термической обработке погибает подавляющее большинство микроорганизмов. При нагреве до 70° С в течение 5—10 мин погибают вегетативные формы микроорганизмов. Однако имеются термофильные микроорганизмы, способные размножаться при 80° С. К воздействию высоких температур устойчивы споровые формы микробов. В ряде случаев в колбасах после варки сохраняются наиболее стойкие кокковые формы и спороносные палочки Bac. subtilis mesentericus. Высокую устойчивость при хранении имеют продукты, которые нагревают до более высокой температуры в центре, но при этом сильно увеличиваются потери массы при варке. Остаточная микрофлора после окончания тепловой обработки в значительной степени зависит от начальной микробиальной загрязненности сырья, используемого для изготовления продукта. Микробиальная обсемененность составляет 1000—10 000 микроорганизмов в 1 г.

При варке для получения более высокого выхода продукта с нежной и сочной консистенцией температура воды должна поддерживаться на уровне 75—80° С. Варка заканчивается при температуре 68—70° С в толще окорока. Ориентировочная продолжительность варки 50—55 мин на 1 кг окорока или 48—52 мин на 1 кг рулета.

При варке окороков для предотвращения перевара ножки спустя 30—40 мин при температуре 95° С палки с

окороками поднимают на специальные рамы, укрепленные на бортах котла. В этом случае ножка находится над уровнем воды. На ряде предприятий производят ветчину в форме, при этом окороку придают правильную форму, что обеспечивает равномерный прогрев продукта. В этом случае потери во внешнюю среду незначительны. Образующийся в формах концентрированный бульон желатинизируется при охлаждении и вполне пригоден в пищу.

Для улучшения качества готового продукта предложен [13] трехступенчатый метод тепловой обработки. На 1-й стадии производят нагрев при 100° С в течение времени, достаточного для образования поверхностного денатурированного слоя с низкой влагопроникающей способностью. На 2-й стадии при 60° С достигается медленная коагуляция миофибриллярных белков, слабая усадка и высокая сочность продукта. На 3-й стадии при 80° С происходит коагуляция саркоплазматических белков и белков стромы. При ступенчатой обработке достигается лучшее перераспределение и связывание влаги по всему объему продукта.

Продукты (окорока, рулеты) после варки охлаждают при температуре воздуха 1—3° С в подвешенном состоянии или разложенными на полках шкуркой вниз. Охлажденные продукты должны иметь температуру около 8° С.

Термическая обработка мясопродуктов СВЧ-энергией. В последние годы наблюдается значительное расширение диапазона исследований в области совершенствования методов и разработки научно обоснованных режимов тепловой обработки мяса и мясопродуктов. Необходимость интенсификации и совершенствования процессов тепловой обработки обусловлена, в частности, тем, что при ней формируются характерные показатели качества готового продукта и что она является «узким местом» при производстве ряда мясопродуктов.

Применяемые в настоящее время в мясной промышленности технологические процессы тепловой обработки в ряде случаев достигли естественного предела скорости и по своей природе не могут быть интенсифицированы. Значительная их продолжительность отрицательно сказывается на качестве продуктов. За последние десятилетия разработаны высокопроизводительные процессы и аппаратура, основанные на использовании физических методов обработки, в частности микроволновой энергии

[106]. Их применение возможно на основе глубокого изучения сущности физико-химических и биохимических превращений, которые могут происходить в продуктах, установления полной безвредности и сохранения биологической ценности продуктов.

Имеющиеся данные об изменениях, происходящих в белках, жирах, ферментах и других сложных молекулярных структурах, указывают на отсутствие снижения качества продуктов при тепловой обработке СВЧ-энергией. Многочисленные исследования [47, 48] показывают на высокое качество продуктов, подвергнутых СВЧ-тепловой обработке. Потери белков при термической обработке фарша СВЧ-энергией составляют 1—5%, при традиционной —2—8%. В табл. 50 приведена биологическая ценность белков мяса, обработанного СВЧ-энергией и традиционным методом, относительно биологической ценности куриного яйца.

Таблица 50

Продукт	Биологическая ценность белков мяса, %		
	сырого	после СВЧ-нагрева	после традиционного нагрева
Говядина	79,75	77,76	78
Свинина	79,7	82,63	81,48
Баранина	79,95	79,81	79,68
Яйцо (белок)	100	—	—

Исследованием аминокислотного состава и переваримости установлено, что мясо после микроволновой обработки обладает более высокой пищевой ценностью, чем при традиционном нагреве, в частности количество продуктов гидролиза белков пепсином и трипсином на 10—20% выше. Предполагается, что повышенная переваримость продуктов после СВЧ-нагрева обусловлена характером постденатурационных изменений белка и образованием комплексов менее резистентных к действию протеолитических ферментов. Установлено, что менее продолжительная тепловая обработка при применении СВЧ-метода влияет на степень постденатурационных изменений белков мышечной ткани. При длительном нагреве наблюдается более резкое снижение количества свободных SH-групп, обусловленное более глубокими денатурационными изменениями белков.

Тепловая обработка СВЧ-энергией сопровождается меньшими потерями витаминов, в говядине после СВЧ-нагрева сохраняется 77% витамина B_1 от первоначального количества, в то время как при обычном нагреве — 55%.

При термической обработке мясопродуктов в СВЧ-поле денатурационные изменения белковых веществ обусловлены нагревом и взаимодействием между заряженными группами белка и СВЧ-полем. Денатурационные изменения белков в СВЧ-поле начинаются при более низкой температуре (30° С), чем при тепловой обработке мяса обычным методом (40° С). Имеется гипотеза о наличии нетеплового «специфического» эффекта электромагнитного СВЧ-поля. Она заключается в том, что под действием таких полей все поляризованные белковые цепи макромолекул ориентируются в направлении электрических силовых линий, что может привести к разрыву водородных и других вторичных внутри- и межмолекулярных связей и к изменению зоны гидратации. Другие исследователи считают, что при воздействии СВЧ-поля на коллоидную систему (в том числе на мясо) полярные молекулы белка ориентируются медленнее по сравнению с частотой поля, реагируют на изменение поля с заметным отставанием и это может привести к денатурации или коагуляции молекул.

Наряду с вышеизложенным в связи со значительной скоростью СВЧ-нагрева по основным показателям может быть достигнута готовность продукта при отсутствии необходимых изменений коллагена, что отрицательно влияет на качественные показатели продукта. В связи с этим при отработке параметров тепловой обработки фаршевых изделий микроволновой энергией одним из важных условий, обеспечивающих требуемое качество готового продукта, является достаточно высокая степень дезагрегации коллагена.

Запекание. Это тепловая обработка мясопродуктов горячим воздухом или горячими дымовыми газами при температуре 150—220° С. В последнем случае запекание совмещается с копчением и изделия называются копчено-запеченными. При запекании поверхностные слои изделий подсушиваются, уплотняются и происходит прогрев всего изделия до требуемой температуры (68—70° С). Такая обработка позволяет получить нежный, сочный

продукт со своеобразной корочкой. Для уменьшения усушки продукты запекают в ротационных или люлечных печах, а также в коптильных камерах.

Сушка. Копченые продукты, предназначенные для длительного хранения или транспортировки, сушат в сушилке при температуре 10—15° С и относительной влажности 75%. Продолжительность сушки от 2 до 10 сут. Процессы, происходящие при сушке изделий из свинины, изучены недостаточно. В процессе сушки уменьшается неравномерность распределения коптильных и посолочных веществ между внешними и внутренними слоями продукта. Часть коптильных веществ испаряется во внешнюю среду.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНИНЫ

В зависимости от метода производства и стойкости при хранении изделия из свинины можно разделить на четыре группы. 1-я группа — сырокопченые изделия, подвергшиеся посолу, копчению и подсушиванию, предназначены для длительного хранения и транспортировки. Их хранят при температуре 12° С и относительной влажности воздуха не выше 75% не более 15 сут; при температуре 4° С и относительной влажности 85% — не более 1 мес; при температуре $-7 \div -9$° С — не более 4 мес.

2-я группа — копчено-вареные и копчено-запеченные изделия, подвергшиеся посолу, копчению и варке или запеканию и предназначенные для недлительного хранения. Их хранят при температуре 0—4° С и относительной влажности 85% не более 8 сут.

3-я группа — вареные и запеченные изделия, подвергшиеся посолу и варке или запеканию и предназначенные для быстрой реализации. Их хранят при температуре 0—4° С и относительной влажности 85% не более 5 сут.

4-я группа — разные изделия из свинины.

По степени свежести изделия из свинины могут быть свежие, подозрительной свежести и несвежие. Поверхность свежих изделий сухая, без слизи и плесени. Мышечная ткань должна быть равномерно окрашенной, розово-красного цвета, у сыро- и варено-копченых — бледно-розовой; у запеченных ниток белый или с розовым оттенком, без пожелтения, консистенция упругая или

плотная. Запах и вкус приятные, без затхлости и кисловатости.

Поверхность изделий подозрительной свежести увлажненная и ослизненная, с налетами плесени. Поверхностный слой мышечной ткани на разрезе серый, в более глубоких слоях — обычный, шпик местами желтоватый. Консистенция менее упругая. Запах слегка гнилостный, кисловатый или затхлый.

Несвежие изделия имеют еще менее удовлетворительные показатели. К реализации допускаются только свежие изделия. По форме они должны соответствовать стандарту. Поверхность изделий из свинины должна быть равномерно прокопченной, без остатков щетины; они не должны иметь выхватов мяса и жира, края ровно обрезаны. Изделия должны иметь свойственные им аромат и вкус без посторонних привкусов.

Содержание влаги в изделиях не нормируется, кроме шейки и филея, в которых оно не должно превышать 45%. Содержание соли определяют в мышечной ткани, и оно должно составлять для копченых и копчено-вареных изделий не более 5%, для вареных изделий — не более 3%, для копчено-запеченных — не более 2,5%, для буженины и карбонада содержание соли не нормируется. Остаточное содержание нитритов во всех изделиях не должно превышать 5 мг на 100 г продукта, кроме карбонада, буженины, шейки московской, говядины прессованной и шпика, в которых нитрит отсутствует, так как не вводится при посоле.

Глава X. КАЧЕСТВО КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Колбасные изделия — это продукты, изготовленные из мясного фарша с солью и специями, в оболочке или без нее и подвергнутые термической обработке или ферментации до готовности к употреблению. Они занимают важное место в питании населения. Колбасные изделия, как правило, обладают более высокой питательной ценностью, чем исходное сырье, так как в процессе производства из последнего удаляют наименее ценные в пищевом отношении составные части — кости, хрящи, сухожилия, пленки, грубую соединительную ткань. Тугоплавкий

говяжий жир заменяют более легко усвояемым свиным. Измельчение мяса и добавление в фарш специй улучшают вкус и аромат колбасных изделий и повышают их усвояемость.

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для постоянного контроля и поддержания достигнутого уровня качества продукции важное значение имеет организация дней качества, проводимых на предприятиях мясной промышленности. На них обсуждаются вопросы качества продукции, рационального использования сырья и материалов, организуются смотры образцов новых видов продукции, рассматриваются случаи выработки изделий пониженного качества. На ряде предприятий планируются такие показатели качества, как сортность выпускаемой продукции, сдача продукции с первого предъявления.

К основным направлениям повышения качественных показателей вареных колбас можно отнести использование горяче-парного мяса, внедрение технологии тонкого измельчения мяса, создание условий машинной обработки, обеспечивающих максимальную влагоудерживаемость мяса. Производство колбасных изделий высокого качества требует постоянного контроля показателей и параметров, характеризующих качество сырья. Определение параметров качества сырья затруднено из-за неоднородности его химического состава. Определение качества исходного сырья можно производить посредством оценки животных в прижизненном состоянии, во время убоя, а также определением pH мяса через 30 мин после убоя, при разделке туш и на первых этапах изготовления колбас.

Для повышения качества колбасных изделий необходим глубокий анализ существующих рецептур с учетом получения готового продукта с высокой пищевой ценностью и рационального использования сырья. В настоящее время научно необоснованно оптимальное соотношение в колбасных изделиях белка, жира и воды.

Одним из путей создания условий для сохранения стабильного высокого качества и пищевой ценности колбасных изделий является выработка их с заранее заданным

химическим составом. Для обеспечения заданного содержания влаги, жира и белка в колбасах необходим переход на принципиально новую схему производства с использованием сырья известного химического состава и выбором рецептур с оптимальным соотношением белка, жира и влаги. В связи с необходимостью выпуска изделий, сбалансированных по химическому составу, назрела необходимость постановки вопроса о введении в ГОСТы на колбасные изделия таких показателей, как содержание белка и жира. Однако неоднородный состав мясного сырья, значительные колебания содержания в нем белка и жира, а также отсутствие экспресс-методов их определения являются основным препятствием введения в промышленную практику этих показателей.

Применяемое в колбасном производстве сырье отличается значительной неоднородностью химического состава даже в пределах одной категории упитанности. Это оказывает существенное влияние на выход и стабильность качественных показателей, а также содержание влаги в готовом продукте. В некоторых странах регламентировано содержание влаги, белка и жира в жилованном мясе, например, в Польше в свинине I сорта, направляемой в колбасное производство, допускается до 18% жира и 73% влаги. В Польше в стандарты на колбасные изделия введены показатели качества: жир/белок; влага/белок и соотношение между триптофаном и оксипролином. Введение этих показателей позволило оценивать продукт с учетом его пищевой ценности и судить о соблюдении технологических требований при подборе сырья.

По данным Г. Л. Солнцевой, вареные колбасы с соотношением жир/белок от 0,87 до 1,95 получат хорошую органолептическую оценку, в то время как продукты с соотношением жир/белок выше 3 в основном получали низкую оценку.

В повышении качества колбасных изделий большое значение имеет совершенствование технологических процессов. Для производства продукции высокого качества необходимы тщательный подбор сырья для каждого вида изделий, усовершенствование процессов посола и созревания, внедрение прогрессивной технологии составления фарша и его измельчения, использование вакуума при измельчении, перемешивании и шприцевании.

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ И ДОБАВОК НА КАЧЕСТВО КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Основное сырье, идущее для изготовления колбасных изделий, — говядина, свинина и баранина—должно быть получено от здоровых животных. В некоторых случаях по разрешению ветеринарного надзора можно использовать условно годное мясо, однако только после предварительной проварки.

Для производства колбасных изделий можно использовать парное, охлажденное и размороженное мясо; для полукопченых и копченых колбас — охлажденное и подмороженное мясо. Мясо молодых животных целесообразно применять для сосисок и вареных колбас, мясо взрослых животных — для полукопченых и копченых колбас.

На качество готового продукта оказывают влияние следующие свойства исходного сырья: продолжительность и условия хранения в замороженном состоянии, способ и условия размораживания, степень развития автолиза, pH мяса, способы, условия и сроки посола мяса, морфологический и химический состав мяса и др.

Сырье и материалы. Говядина — один из основных видов сырья и влагосвязывающий компонент фарша. Водосвязывающая способность ее обусловлена высокими гидрофильными свойствами белков мышечной ткани и высоким содержанием воды в говядине. Говяжье мясо содержит большое количество пигментов, чем и определяет окраску колбасных изделий.

Свинина входит в состав фарша большинства колбас и улучшает вкусовые, питательные свойства изделий, а также их консистенцию. Свинина содержит большее или меньшее количество жировой ткани, в связи с чем влажность разных сортов ее также различна.

Баранину используют для изготовления лишь некоторых колбас, что объясняется специфическим запахом и вкусом, сохраняющимися и в готовых изделиях, а также высокой температурой плавления бараньего жира. Гидрофильные и питательные свойства тканей баранины близки к свойствам аналогичных тканей говядины.

Для выработки некоторых наименований колбас применяют субпродукты.

Жир входит в состав фарша в различных количествах. В основном это свиной жир, как межмышечный, так и шпик. Шпик подразделяют на твердый, полутвердый и мягкий. Твердый шпик снимают с хребтовой части туши и верхней части окороков и лопаток. Он отличается наиболее плотной консистенцией. Полутвердый шпик получают с боковых частей туши и с грудинки. Консистенция шпика зависит от породы свиней и вида откорма. Шпик нарезают в виде кубиков или брусочков определенного размера, и в сочетании с мясным фаршем он дает на разрезе колбас определенный рисунок. Мягкий шпик срезают с пашины и используют в тонкоизмельченном виде как жирную свинину.

Копченым колбасам жир придает нежность и проницаемость для водяных паров. Это обусловливает миграцию влаги при сушке. Жир улучшает консистенцию вареных колбас, придает им эластичность и нежность. В ливерных колбасах жир должен быть в эмульгированном состоянии, чтобы при последующем процессе термической обработки не происходило его отделения. Жир придает мажущуюся консистенцию ливерным колбасам, так как частицы печени и мышечной ткани обладают низкими пластичными свойствами. Выбор жиросырья имеет большое значение в технологии производства колбасных изделий, так как состав и свойства жира определяют качество готового продукта. Состав и вкус свиного жира зависят в значительной степени от кормового рациона животных. Низкие по энергетической ценности, однообразные рационы являются причиной получения недоброкачественного по консистенции и вкусу жира. Скармливание животным зеленого корма с избытком каротина и каротиноидов является причиной получения жира с желтоватым оттенком.

Установлено, что увеличение содержания жира в сырье вызывает снижение содержания влаги в готовом продукте и небольшое повышение выхода. Увеличение содержания жира в фарше до определенного предела (до 20%) при изготовлении вареных колбас способствует некоторому повышению его липкости, а также качества готового продукта, а после определенного предела приводит к снижению влагосвязывающей способности и качества колбас. Для повышения качества колбасных изделий важное значение имеет соотношение обезжиренного мяса и жира. При изучении содержания влаги в нежирной и жирной свинине получено [167] уравнение для количественного определения нежирного мяса в свинине

$$L = 1{,}5M - 11{,}5,$$

где L - содержание нежирного мяса, %; M — содержание влаги, %.

Это уравнение может быть использовано для контроля качества свинины.

Для производства колбас не применяют шпик прогорклый, осаленный, с повышенной кислотностью жира, желтеющий при пробе варкой (варка в кипящей воде). Шпик колбасный должен иметь чистую поверхность без остатков щетины, значительных повреждений, заравненные края. На разрезе он должен иметь белый цвет или с розоватым оттенком; в шпике, полученном из боковой части туши, допускаются 1—2 прослойки мышечной ткани.

Степень выплавляемости жира из измельченного шпика зависит не от температуры плавления жира, которая значительно ниже температуры термической обработки, а от структуры жировой соединительной ткани.

Шпик, используемый для производства колбас, рекомендуется подмораживать для сохранения ровных граней его кусочков при измельчении и перемешивании с фаршем. Это позволяет улучшить качество колбас, в частности, обеспечивается хороший рисунок на разрезе и устраняются потери при крошке шпика.

Пищевую кровь убойных животных используют для изготовления колбасных изделий. Эту кровь собирают только от здоровых животных в условиях, исключающих возможность загрязнения. Цельная кровь идет на выработку кровяных колбас. Сыворотку или плазму крови применяют при изготовлении вареных колбас и мясных хлебов. Она повышает пищевую ценность этих продуктов, улучшает консистенцию и сочность, увеличивает способность мясного фарша связывать воду. Созданы препараты, приготовленные из крови и обезжиренного молока, добавляемые в фарш. Окраску колбас улучшает также введение препарата гемоглобина.

В фарш колбас низших сортов вводят белковые стабилизаторы, получаемые из свиной шкурки, жилок, сухожилий посредством тонкого измельчения.

В некоторые колбасы добавляют молоко цельное сухое, сухое обезжиренное, сливочное масло, яйца, пищевой молочный белок, что повышает пищевую ценность и качество изделий. В фарши вареных колбас вводят обезжиренное молоко, обладающее ограниченным эмульгирующим действием. Содержащиеся в нем Ca, Mg и Zn отрицательно влияют на водосвязывающую способность фарша. Добавление обезжиренного сухого молока увеличивает пищевую ценность колбасных изделий, особенно содержащих значительное количество белков соединительной ткани. Однако при этом обнаруживается некоторое снижение интенсивности окраски.

ВНИИМИ разработана технология получения сухих молочно-белковых концентратов — казеинатов Ca и Na. Казеинат натрия представляет собой растворимую форму основного молочного белка — казеина. Он обладает высокой пищевой ценностью, хорошими связующими и эмульгирующими свойствами. В настоящее время вместо воды широко применяют обезжиренное молоко в количестве, превышающем на 5% норму добавления воды. При этом возрастает водосвязывающая способность фаршей и повышается качество колбас, а выход увеличивается на 2—3%. Окраска колбас при добавлении свежего молока оказалась достаточно интенсивной, что можно объяснить положительным влиянием витаминов, которые в сухом молоке при окислении молочного жира могут разрушаться. Применение молочного белка в некоторых случаях сопровождается снижением качества продуктов, так как влажный молочный белок, так же как и обрат, неустойчив при хранении и зачастую поступает на предприятия с повышенной кислотностью.

Для увеличения влагосвязывающей способности фарша в вареные колбасы I сорта и ниже и в некоторые низкосортные полукопченые и ливерные колбасы и сардельки добавляют картофельный, пшеничный, рисовый или кукурузный крахмал или пшеничную муку. Крахмал снижает пищевую ценность колбас, поэтому его количество регламентируется стандартом и, как правило, не превышает 2%. Крахмал при термической обработке интенсивно набухает и связывает свободную влагу, что предотвращает образование бульонных отеков колбас. Крахмал, сухое молоко, казеинат способствуют связыванию частиц фарша в плотную монолитную структуру.

Поваренную соль добавляют во все, а нитриты почти во все колбасные изделия; их роль в формировании качественных показателей продуктов изложена в гл. IX. Применяют вакуумную соль, а также молотую (помол № 1, 2 и 3 не ниже I сорта).

В современной технологии производства мясных продуктов все большее значение придается ароматизации, т. е. использованию комплекса вкусо-ароматических добавок и приправ, формирующих аромат и вкус продуктов. Пряности в значительной степени изменяют вкусовые и ароматические свойства продуктов.

Характерные ароматические и вкусовые свойства пряностей обусловлены содержанием эфирных масел, гликозидов и др. В разные колбасы добавляют специи различного состава в виде приготовленных смесей.

Основным компонентом натуральных пряностей являются эфирные масла, содержание которых (в %) составляет: в кардамоне 2—8, кориандре 0,2—1,0, мускатном орехе 5—15, черном перце 1,0—2,5, корице 0,5—1,4. Состав пряностей (содержание эфирных масел), а следовательно, эффективность их действия зависят от природных условий их выращивания (климата, времени года, географического расположения зоны их получения), возраста растений, условий их сушки и хранения. Максимальные потери ароматических веществ происходят при измельчении; образующееся в результате трения тепло обусловливает распад эфирных масел. Снижение потерь ароматических веществ достигается при измельчении с применением жидкого азота. Достоинства и потребительная ценность пряностей, действующих на органы вкуса и обоняния, определяются тем, что они, улучшая вкус и запах пищи, способствуют лучшему ее усвоению. Наряду с этим содержащийся в натуральных пряностях, например в черном перце, танин может реагировать с железом мяса и придавать колбасе серо-черный оттенок, ухудшающий ее товарный вид.

Введение в состав фарша некоторых добавок может снижать эффект действия пряностей либо придавать продукту специфический и нежелательный вкусовой оттенок. Так, добавление свиной шкурки к колбасному фаршу снижает интенсивность аромата и вкуса специй.

Пряности способствуют сохранению качества колбасных изделий, так как обладают бактерицидным действи-

ем, особенно в измельченном виде и в виде экстрактов. Бактерицидное действие обусловлено содержанием в них фитонцидов. Одновременно они замедляют окисление жиров, особенно чеснок и лук. Вместе с тем обсемененность натуральных пряностей почвенной микрофлорой значительная и состоит в основном из споровых бактерий. В 1 г пряностей содержится около 10 000 спор. Натуральные пряности зачастую поражены плесенью. Обычные методы стерилизации неприемлемы для их обеззараживания. Облучение натуральных пряностей дозой 1,8 Мрад гарантирует содержание менее 10 микробов в 1 г. При обработке вкус пряностей не изменяется и не наблюдается снижения концентрации эфирных масел. Для стерилизации пряностей применяют УФ-лучи, однако этот способ недостаточно надежен. В США применяется эффективный способ обработки газообразной смесью окиси этилена и CO_2.

Наибольшим эффектом обладают свежие пряности, подготовленные непосредственно перед введением в состав фарша. Однако это не всегда возможно и сопряжено с дополнительными затратами труда. В настоящее время подготовку специй и составление композиций производят на специализированных предприятиях. Это снижает трудовые затраты, но в процессе хранения пряности в значительной мере утрачивают присущие им свойства. Предприятия должны выпускать смеси пряностей хорошо простерилизованными и упакованными в прочную, герметичную тару небольших развесов. При централизованном производстве пряностей достигается оптимальная их стандартизация и устраняются колебания их качества.

Пряности необходимо хранить в хорошо закрытой герметичной таре в сухих прохладных помещениях при относительной влажности воздуха не выше 60—75% и температуре 5—15° С. При неправильном хранении они могут увлажняться, терять специфический аромат и приобретать посторонний аромат и привкус. При хранении черного перца, майорана снижается содержание фитонцидов. Использование смесей пряностей, в значительной степени утративших в процессе хранения ароматические свойства, приводит к снижению качества колбасных изделий.

Применение пряностей в натуральном виде имеет ряд недостатков: низкий коэффициент использования ароматических и вкусовых веществ, высокая бактериальная обсемененность, потеря пряно-вкусовых веществ при хранении. При производстве вареных колбасных изделий не гарантируется полное извлечение и переход в продукт эфирных масел, содержащихся в натуральных пряностях.

В настоящее время в промышленности широко используют экстракты пряностей. Растворимые экстракты представляют собой подлинные натуральные пряности, значительно более ароматичные, чем молотые, содержащие волокнистые материалы. Экстракты пряностей получают извлечением вкусо-ароматических веществ из сырья с применением низкокипящих летучих органических растворителей. С внедрением непрерывных процессов в колбасном производстве потребовалась более быстрая и точная дозировка всех компонентов. Жидкие экстракты пряностей более точно и легко дозируются при составлении рецептур изделий. Они более однородны по вкусу, аромату и их интенсивности, повышают степень использования ароматических веществ. Преимуществом экстрактов пряностей является отсутствие микроорганизмов и спор. При их хранении не происходит обсеменения, так как они обладают бактерицидным действием. Рекомендованы коэффициенты замены натуральных пряностей соответствующими экстрактами. 1 г экстракта лука фирмы «Драгоко» соответствует 20 кг сырого лука. Получен экстракт поджаренного лука. Зарубежными фирмами выпускаются экстракты кардамона, черного, белого и гвоздичного перца, чеснока, лука, лаврового листа, майорана, мускатного ореха. Применение экстрактов при производстве сырокопченых колбас может привести к замедлению развития полезной микрофлоры, что объясняется их высоким бактерицидным действием. Установлены более высокие вкусовые и ароматические свойства сырокопченых колбас, изготовленных с натуральными пряностями. Имеются данные о том, что вкус и запах экстрактов несколько отличаются от натуральных пряностей. Для улучшения равномерности распределения экстрактов в структуре фаршей вареных колбасных изделий предложено [51] их введение в виде тонкодисперсных эмульсий.

Колбасные оболочки. Оболочки придают колбасам определенную форму, предохраняют их от загрязнений, воздействия микроорганизмов и потери влаги. При тер-

мической обработке из фарша не выделяются растворимые белки и экстрактивные вещества. Колбасные оболочки могут быть естественными и искусственными. Оболочки колбас должны быть прочными, не разрушаться при тепловой обработке, давать усадку, одинаковую с фаршем, и расширяться при термической обработке колбас. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают натуральные оболочки, однако они различны по длине и диаметру.

Искусственные колбасные оболочки стандартны по размерам (постоянство диаметра и толщины), устойчивы к бактериальной порче, хорошо хранятся при комнатной температуре. Их можно красочно оформить, указать название, сорт, цену, дату изготовления и другие сведения о колбасе, что улучшает ее товарный вид и повышает культуру торговли.

Добавки, применяемые в колбасном производстве. Добавки - - это вещества, не предусмотренные как обязательные в рецептуре и вводимые в колбасные изделия для улучшения качества или рационального использования сырья. Существует мнение, что введение добавок в колбасные изделия направлено лишь на улучшение экономических показателей их производства. В действительности ряд добавок улучшают вкус, запах, консистенцию и товарный вид продукта и способствуют повышению его качества. Наряду с этим мясной белок мясопродуктов не может быть равноценно заменен растительным белком. Несмотря на близкий аминокислотный состав, растительные и некоторые животные белки неравноценны мясному.

Введение добавок в колбасные изделия и другие мясопродукты обосновано только в том случае, когда их введение позволит:

сохранить питательные качества продуктов;

обеспечить необходимые ингредиенты для продуктов, изготовляемых для потребителей со специфическими запросами питания;

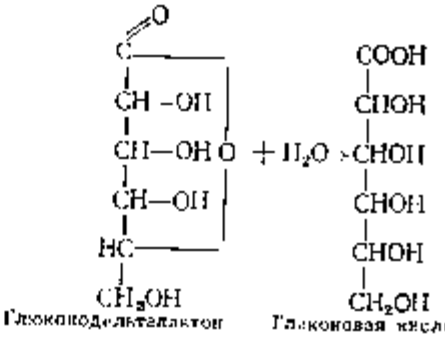
повысить стойкость при хранении или улучшить их органолептические свойства;

участвовать в формировании качества продукта при условии, что добавка не маскирует недоброкачественность сырья или низкий санитарно-гигиенический уровень производства;

Наряду с эффективностью основного действия добавки должны быть безвредны для потребителя.

Для получения яркой и стабильной окраски применяют аскорбиновую и изоаскорбиновую кислоты, аскорбинат и изоаскорбинат натрия и никотиновую кислоту. Их роль в формировании окраски изложена в гл. IX. Аскорбиновая кислота улучшает вкус и аромат вареных и копченых колбас. Раствор аскорбината или изоаскорбината вводят за 2—3 мин до окончания куттерования или перемешивания.

Для повышения интенсивности и стабильности окраски применяется также глюконо-дельта-лактон (ГДЛ). ГДЛ впервые предложен Сейром как добавка в пищевые продукты. Его получают из глюкозы и декстрозы путем постепенного окисления. При этом вначале образуется глюконовая кислота, которая после отдачи воды превращается в лактон. ГДЛ — это белый порошок со слабовато-горьким вкусом. При низких температурах (4,4° С) он не подвергается каким-либо изменениям, однако при тепловой обработке (68° С) происходит его гидролиз до гликоновой кислоты, в результате чего снижается pH продукта:



Глюконодельталактон Глюконовая кислота

ГДЛ способствует образованию нитрозопигментов, а также восстановлению метпигментов в нитрозопигменты. В результате достигается равномерное, стабильное окрашивание продукта. ГДЛ является эффективным средством искусственного снижения pH, которое происходит значительно быстрее, чем биологические процессы, предотвращая таким образом порчу. Вареная колбаса с добавкой 0,5 % ГДЛ имела лучшую окраску, несколько более кислый вкус, ее оценивали как

«более свежую» по сравнению с контрольной. При воздействии света вареная колбаса с ГДЛ лучше сохраняла окраску, чем контрольные образцы, имела более низкий pH и более низкое остаточное содержание нитрита (табл. 51).

Таблица 51

Показатель	Контроль	Добавка ГДЛ, % к мясу и жиру	
		0,25	0,5
pH фарша	6,1	5,9	5,8
pH вареной колбасы	6,1	5,8	5,6
Количество нитрита, введенного в фарш, %	0,01	0,01	0,01
Остаточное содержание нитрита в колбасе, %	0,0053	0,0039	0,0028

При исследовании влияния ГДЛ на устойчивость окраски вареных колбас установлено, что при добавлении 0,25 и 0,5 % ГДЛ количество остаточного нитрита в колбасе уменьшалось от 7,8 до 4,8–3,1 мг на 100 г. Устойчивость окраски колбасы повышалась с увеличением количества ГДЛ. Количество вводимого ГДЛ должно быть не выше 0,4 %, а в сырокопченых колбасах — не выше 0,9 % массы фарша. Повышенная дозировка ГДЛ вызывает нежелательные изменения структуры продукта и прогоркание жира.

Применение ГДЛ открывает новые перспективы значительного ускорения производства и улучшения качества сырокопченых колбас. В существующей технологии производства сырокопченых колбас снижение pH обусловлено образованием молочной кислоты из углеводов — гликогена или добавленных сахаров. Добавление кислот к фаршам для снижения pH приводит к потере связанности структуры фарша. Снижение pH сырокопченых колбас при введении ГДЛ способствует образованию твердой структуры колбас после 5—6 дней выдержки, способности к нарезанию ломтиками и предотвращает порчу. Это достигается в результате того, что ГДЛ способствует переходу белкового золя в твердый белковый гель. Имеются данные о благоприятном влиянии ГДЛ на микрофлору сырокопченых колбас. При введении в фарш сырокопченой колбасы 1 % ГДЛ величина pH снижалась с 6,43 до 5,67; при

0,5 % — соответственно с 6,45 до 5,98 за 3 ч выдержки. После 16 ч выдержки сдвиг pH колбас с 1 % ГДЛ составил с начального значения 6,1 до 4,9. К этому моменту твердость колбасы и способность нарезаться на ломтики были достаточными. После копчения и сушки колбасы отличались хорошим товарным видом, вкусом, твердостью, связанностью частиц фарша и жира. Добавление в фарш ГДЛ вместе с аскорбинатом натрия значительно сокращает производственный процесс. Лучшие результаты получены при добавлении 50 г аскорбината натрия и 0,5—0,7 % ГДЛ на 100 кг мясного фарша. ГДЛ теряет активность при смешивании или одновременном введении в фарш с солью, поэтому его вводят перед добавлением соли.

Исследованиями В. В. Крыловой установлено улучшение консистенции колбасы после 15 дней сушки. Колбаса с ГДЛ имела более плотную консистенцию, лучший цвет, вкус и аромат, чем контрольная. Вместе с тем установлено, что сырокопченые колбасы с добавлением ГДЛ при длительном хранении прогоркают раньше, чем без него. Качество сырокопченой колбасы с добавкой ГДЛ после 6 мес хранения было ниже, чем без добавки, в частности отмечался посторонний привкус. В связи с этим ГДЛ следует применять для колбас непродолжительного хранения.

Применение веществ, повышающих влагосвязывающую способность мяса и фарша, имеет важное значение при производстве колбасных изделий и изделий из свинины, так как потери мясного сока при тепловой обработке приводят к обезвоживанию тканей, понижению сочности и ухудшению консистенции. Широкое применение нашли соли фосфорных кислот — фосфаты, которые добавляют в количестве 0,3% к фаршу. Увеличение влагосвязывающей способности белковых веществ мяса достигается в результате ускорения распада актомиозина, связывания фосфатными группировками ионов Ca и Mg в белковой молекуле. При этом в пептидной цепи освобождаются полярные группы, которые присоединяют по одной молекуле H_2O. В результате сдвига pH в щелочную сторону фосфаты повышают растворимость белков актомиозинового комплекса и повышают количество химически связанной влаги. Однако значительный сдвиг pH в щелочную сторону не-

желателен, так как приводит к снижению стойкости продукта при хранении, чрезмерному повышению жесткости продукта и тормозит окрашивание фарша нитритом.

Фосфаты способствуют набуханию мышечных белков, влагоудержанию при варке, увеличению сочности и выхода вареных колбас. Они обеспечивают образование стойких жировых эмульсий, что предотвращает образование бульонно-жировых отеков при варке колбас, тормозят окислительные процессы в жире, которые ускоряются в присутствии гемовых пигментов. Полифосфаты проявляют антиокислительное действие в присутствии воды, что свойственно только немногим антиоксидантам. При введении фосфатов структура фарша упрочняется, так как между коагуляционными центрами частиц дисперсной фазы возникают новые связи. Имеются данные, что применение фосфатов обусловливает появление резинистой консистенции вареных колбас.

Чрезмерное повышение pH фарша, предопределенное введением фосфатов, придает продукту неприятный привкус. Поэтому в основном применяют смеси, состоящие из щелочных, нейтральных и кислых фосфатов; в этом случае pH колбасных изделий не превышает 6,5.

Пирофосфаты нашли широкое применение при производстве вареных колбас; в основном используют тринатрийпирофосфат девятиводный в количестве 0,3—0,4 %. По степени снижения действия на протеиновые системы фосфаты расположены в следующей последовательности: пирофосфат > триполифосфат > тетрапирофосфат > гексаметафосфат. Фосфаты вводят в фарш в начале куттерования; при этом для повышения сочности продукта количество вводимой воды может быть увеличено на 5—10 % к массе сырья.

Фосфор является необходимым компонентом каждой клетки. Человек потребляет с пищевыми продуктами до 2,5 г P_2O_5 в сутки. В таком количестве и форме они не оказывают отрицательного влияния на организм человека. Излишнее количество полифосфатов, применяемых в различных продуктах, организмом не усваивается, однако не рекомендуется введение количества фосфатов выше 2,5—3,5 г P_2O_5. Имеющиеся данные не показывают отрицательного влияния фосфатов на балансе минеральных веществ организма. При их добавлении содержание фосфора в колбасе увеличивается в 1,2—1,4 раза. В ФРГ для контроля качества колбасных изделий введено число P, характеризующее содержание фосфора (в пересчете на P_2O_5) в колбасе, отнесенное к количеству сырого белка:

$$P = P_2O_5 \cdot 100/\text{Сырой белок, \%}.$$

Для мяса $P = 2{,}3$, а для колбас с добавлением фосфатов $P = 3$. Объединенным комитетом экспертов по пищевым добавкам ФАО регламентирована допустимая доза 30 мг/кг к массе тела человека (в пересчете на фосфор). Минздравом СССР установлена дозировка фосфатов 0,3—0,4 % к массе сырья.

Содержание жира и влаги в колбасных изделиях, котлетах предлагается регулировать введением соевого белка, который, как и другие белки, обладает водосвязывающей и эмульгирующей способностью и тем самым помогает сохранению качества мышечного белка. Соевые белки при нагреве подвергаются такой же коагуляции, как и фибриллярные мышечные белки. При определенных условиях соевый белок по своей структурообразующей способности превосходит миофибриллярные белки. По-видимому, его следует применять не как заменитель мяса, а как вещество, помогающее созданию нового продукта с хорошими органолептическими показателями. Согласно данным ряда авторов [151] содержание незаменимых аминокислот в белках сои является близким к животным белкам при более низком содержании метионина и лизина. Одним из главных факторов, тормозящих применение соевых белков, является наличие ингибитора трипсина, который необходимо разрушить для получения хорошего качества. Это должно производиться термической обработкой без значительного разрушения аминокислот, поэтому для соевого белка необходимо применение особых термических режимов.

Наиболее широко для улучшения вкуса применяется глютаминат натрия. Для улучшения вкуса колбасных изделий применяют мононатрийглютаминат, особенно при производстве колбас из размороженного мяса. Улучшение вкусовых свойств изделий достигается при дозировке 0,05—0,2 % к массе сырья. Специфичес-

Таблица 52

Колбасные изделия	Содержание, г на 100 г продукта				Содержание про	
	воды	белков	жиров	углеводов	золы общей	золы в том числе NaCl
Вареные колбасы						
диетическая	71,6	12,1	13,5	—	2,8	2
докторская	60,8	13,7	22,8	—	2,7	2
любительская	57	12,2	28	—	2,8	2,2
любительская свиная	55,6	12,5	29,1	—	2,8	2,2
молочная	62,8	11,7	22,8	—	2,7	2
отдельная	64,8	10,1	20,1	1,8	3,2	2,6
свиная I сорта	60	10,2	25,1	1,9	2,8	2,2
столовая	63,7	11,1	20,2	1,9	3,1	2,5
чайная	65,8	10,7	18,4	1,9	3,2	2,6
Сардельки						
I сорта	68,8	9,5	17	1,9	2,8	2,2
свиные	53,7	10,1	31,6	1,9	2,7	2,2
Сосиски						
молочные	60	12,3	25,3	—	2,4	1,8
русские	66,2	12	19,1	—	2,7	2
свиные	54,8	11,8	30,8	—	2,6	2
Варено-копченые колбасы						
любительская	39,1	17,3	39	—	4,6	3,8
сервелат	39,6	28,2	27,5	—	4,7	3,8
Полукопченые колбасы						
армавирская	39,8	15,2	40,2	—	4,8	4
краковская	34,6	16,2	44,6	—	4,6	3,6
минская	52	23	17,4	2,7	4,9	4
полтавская	39,8	16,4	39	—	4,8	4
таллинская	44,8	17,1	33,8	—	4,3	3,6
украинская	44,4	16,5	34,4	—	4,7	4
Сырокопченые колбасы						
брауншвейгская	23,3	27,7	42,4	—	6,6	6,5
любительская	25,2	20,9	47,8	—	6,1	5
московская	27,6	24,8	41,5	—	6,1	5
столичная	26	24	43,4	—	6,6	5,5

Содержание минеральных веществ, мг на 100 г продукта						Содержание витаминов, мг на 100 г продукта			Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B_1	B_2	PP	
822	293	38	22	188	2,2	—	—	—	711
828	243	29	22	178	1,7	—	—	—	1088
900	211	7	17	146	1,7	0,25	0,18	2,47	1259
898	190	6	17	132	1,3	0,35	0,21	2,25	1305
835	250	40	21	169	1,7	—	—	—	1054
1047	255	7	19	167	2,1	0,12	0,16	1,88	954
896	226	6	20	153	1,5	—	—	—	1146
1021	240	18	20	176	1,8	—	—	—	975
1057	219	6	15	133	1,8	0,10	0,16	1,83	904
904	212	7	17	149	1,9	—	—	—	828
898	215	6	18	139	1,2	0,25	0,12	1,1	1389
745	237	29	20	161	1,7	—	—	—	1159
827	231	7	17	150	1,8	0,18	0,15	1,54	920
826	242	7	21	164	1,6	—	—	—	1356
1544	324	11	22	214	3	—	—	—	1757
1528	367	8	30	243	2,7	—	—	—	1506
1622	302	7	25	202	2,2	—	—	—	1770
1467	309	9	25	204	2,3	—	—	—	1950
1636	382	12	27	250	3,3	—	—	—	1084
1622	329	9	24	200	2,2	—	—	—	1745
1458	273	9	20	142	1,9	—	—	—	1556
1630	334	10	27	226	2,7	0,19	0,2	2,25	1573
2217	364	11	27	243	3,7	—	—	—	2059
2050	406	15	34	323	4,1	—	—	—	2151
2036	439	14	30	284	3,9	—	—	—	1979
2215	344	11	27	235	2,9	0,35	0,25	4,07	2038

кое действие глютамината натрия заключается в том, что он усиливает запах и вкус продукта. При этом продукт не приобретает постороннего оттенка вкуса. Министерством здравоохранения СССР установлена допустимая суточная доза моноглютамината натрия: для взрослых 1,5 г, подростков до 16 лет 0,5 г, из рациона питания детей раннего возраста он должен быть исключен. Для улучшения вкуса используют также инозинат натрия или смесь его с гуанилатом. При производстве колбас и соленых изделий к 10 кг сырья добавляют 2—5 г смеси, состоящей из динатрийинозината, динатрийгуанилата и глютамината.

Консерванты — вещества, замедляющие порчу пищевых продуктов. К консервантам, вводимым в кол-

басные изделия, относят NaCl, нитрит, сорбиновую кислоту и ее соли — натриевую и калиевую.

ВАРЕНЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Вареные колбасы отличаются хорошим внешним видом, высокими вкусовыми качествами, нежной кон-

Таблица 53

Показатели	Вареные колбасы				Сосиски молочные
	молочная	отдельная	столовая	чайная	
Вода, %	62,8	64,8	63,7	64,8	60
Белок, %	11,7	11	11,1	11,9	11,4
Незаменимые аминокислоты	3894	3975	4062	4762	3579
В том числе:					
Валин	742	664	793	854	630
Изолейцин	417	411	462	486	313
Лейцин	798	866	796	1045	757
Лизин	858	891	840	1082	839
Метионин	60	140	99	94	111
Треонин	458	469	435	549	357
Триптофан	164	165	164	165	203
Фенилаланин	397	369	473	487	369
Заменимые аминокислоты	6472	7043	6689	7117	6422
В том числе:					
аланин	595	689	620	737	650
аргинин	725	656	694	760	590
аспарагиновая кислота	774	987	916	960	990
гистидин	425	275	342	455	302
глицин	571	727	805	761	642
глутаминовая кислота	1775	1868	1641	1769	1700
оксипролин	176	317	330	194	180
пролин	378	624	528	578	543
серин	587	471	417	487	426
тирозин	322	348	296	336	319
цистин	144	81	100	80	80
Общее количество аминокислот	10 366	11 018	10 751	11 879	10 001
Лимитирующая аминокислота, скор. %	Мет.+цис. —50	Мет.+цис. —57 Илей. —93	Мет.+цис. —51	Мет.+цис. —42	Мет.+цис. —48 Илей. —69

систенцией, сочностью, ароматом и пользуются большим спросом у населения. Химический состав вареных колбас зависит от рецептуры фарша и подвержен небольшим изменениям. Представление о химическом составе и пищевой ценности наиболее распространенных колбас можно составить из табл. 52 [129]. В табл. 53 приведен аминокислотный состав отдельных наименований вареных колбас, сарделек и сосисок (в мг на 100 г съедобной части продукта) [128].

Пищевая ценность колбасных изделий определяется прежде всего пищевой ценностью исходного сырья, т. е. мяса. По данным А. А. Ивановой, содержание рибофлавина и тиамина в колбасных изделиях колеблется в значительных пределах и обусловлено различным их содержанием в исходном сырье.

ВЛАГОСВЯЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ВАРЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Из большого количества факторов, оказывающих влияние на содержание влаги в колбасных изделиях, важным является содержание влаги в исходном сырье, которое очень трудно регулировать и контролировать. Поскольку жир содержит мало воды, наличие его оказывает существенное влияние на содержание влаги в мясе. В связи с этим необходимым условием стандартизации колбасы по влаге является отделение (чрезмерно трудно осуществимое в практических условиях) жировой ткани от мышечной и точная ее дозировка при составлении фарша. В Голландии разработан экспресс-метод определения содержания жира в сырье колбасного и консервного производства.

Прибор дает показания содержания (в %) жира в сырье, время измерения 5 мин, точность ±1%. В промышленности часто наблюдается пониженное содержание влаги в колбасных изделиях в сравнении с максимально допустимым техническими условиями при получении нормативного выхода. В колбасе, изготовленной из идентичного сырья, необоснованное снижение содержания влаги в продукте на 1% может выз-

вать снижение выхода на 2—4% в зависимости от состава сырья.

Основным технологическим показателем качества мяса, используемого в колбасном производстве, является водосвязывающая способность. От нее зависят сочность, консистенция и выход вареных колбас. Необходимо учитывать способность мяса к удерживанию собственного сока и связыванию добавляемой воды при измельчении мяса. Влагосвязывающая способность мяса зависит от ряда факторов: возраста животного, количественного соотношения влаги и жира, глубины автолиза мяса, условий замораживания и хранения мороженого мяса, от величины pH мяса, содержания белков, степени растворимости миофибриллярных белков. Положительное влияние на влагосвязывающую способность фарша и выход колбасы оказывает увеличение содержания NaCl. Однако при содержании 3% соли к массе сырья готовый продукт отличается повышенной соленостью.

Водосвязывающая способность соленого мяса уменьшается по мере увеличения в нем содержания жира и соединительной ткани. Вместе с тем при высокой степени измельчения соединительной ткани (на коллоидной мельнице) ее влияние приобретает противоположный характер. Установлено также, что мышцы с высоким содержанием внутримышечного жира обычно обладают высокой водосвязывающей способностью. Предполагается, что этот жир ослабляет микроструктуру, что позволяет удержать большее количество влаги.

Качество вареных колбас зависит от содержания фибриллярных белков, обладающих резко выраженной способностью к набуханию благодаря внедрению молекул воды внутри пространственной сетки. Сравнение эмульгирующей способности различных фракций белков показало, что миозин обладает наибольшей эмульгирующей способностью и избирательно адсорбируется у поверхности раздела фракции жира и воды, за которыми следует растворимая часть актомиозина. В воде полипептидные цепи глобулярных белков свертываются таким образом, что гидрофобные участки цепей, взаимно притягиваясь друг к другу межмолекулярными силами, образуют внутреннее ядро глобулы.

Цепь главных (пептидных) валентностей спирально располагается по поверхности, и между отдельными витками цепи действуют силы водородных связей. Таким образом, сетка пептидных связей и гидрофильные боковые цепи образуют гидрофильную поверхность глобулы, обращенную в воду. Взаимодействие глобулярных белков с водой определяется величиной заряда на поверхности глобулы и величиной удельной поверхности белковых частиц, т. е. степенью дисперсности.

На качество и выход колбасных изделий большое влияние оказывает pH мяса. Использование мяса с более высоким pH и искусственный сдвиг величины pH мяса в щелочную сторону позволяют получить более высокое качество и выход вареных колбас. Длительное время низкому pH отдавалось предпочтение в отношении его влияния на окраску мяса. В противоположность этим представлениям М. Бейли установил [145] положительное влияние повышенного pH на окраску мяса. В зависимости от величины pH изменяется водосвязывающая способность парного мяса. После завершения процесса окоченения и достижения наиболее низкого pH водосвязывающая способность мяса достигает минимума. Такое мясо в наименьшей степени пригодно для производства вареных колбас. При низком значении pH мяса в колбасах обнаруживаются бульонно-жировые отеки. Содержание солерастворимых белков в парном мясе на 50% выше, чем в охлажденном. Установлена [176] прямая зависимость между водосвязующей способностью мяса и величиной pH, степенью экстракции миофибриллярных белков и увеличением небелкового азота. В зарубежной практике показатель pH мяса используют для предварительной сортировки сырья перед его переработкой, что позволяет повысить водосвязывающие свойства фаршей вареных колбас и снизить количество отеков колбасных изделий.

Для использования высокой способности влагосвязывания при производстве вареных колбас, которой обладает парное мясо до наступления посмертного окоченения, предложен ряд способов применения парного мяса: 1) немедленно после убоя на выработку колбасных изделий, что требует синхронизации убоя и последующей переработки мяса; 2) замораживание мяса

в парном состоянии и последующая переработка после требуемого срока хранения; 3) измельчение парного мяса с добавлением соли, льда, нитрита и выдержка в течение 12 ч. В связи с использованием парного говяжьего мяса при производстве вареных колбас установлено, что введение в него 2—4% соли при измельчении увеличивает скорость распада АТФ в ткани, но не влияет на скорость снижения содержания гликогена в первые часы после убоя. В течение 9 ч после убоя при температуре 2° С происходит торможение гликолиза.

Введение соли в парное мясо препятствует снижению его водосвязывающей способности; влияние АТФ, высоких значений pH и ионной силы в парном соленом мясе препятствует ассоциации миозина и актина и тем самым наступлению посмертного окоченения. Установлено [159], что при использовании парного посоленного и затем замороженного при —20° С мяса его водосвязывающая способность была выше и качество колбас лучше, чем при использовании того же мяса, но замороженного без добавления соли. После хранения в течение 8 мес мясо, замороженное в парном состоянии и размороженное медленным способом (в течение 4 сут), имело более интенсивную окраску и лучший аромат, чем мясо, охлажденное перед замораживанием.

В процессе выдержки мяса в результате анаэробного гликолиза освобождаются из клеток определенные двухвалентные ионы металлов и, реагируя с заряженными группами белка, препятствуют присоединению воды [150]. Повышенную способность парного мяса к связыванию влаги объясняют также содержанием аниона HCO_3. Фарш из парного мяса лучше связывает жир, что обусловлено более высоким содержанием растворимого белка, который при обжарке образует тонкую эластичную пленку на поверхности. Несмотря на высокие качественные показатели вареных колбас из парного мяса, его применение вследствие ряда причин является ограниченным. Парное мясо должно найти широкое применение прежде всего на небольших предприятиях, так как на крупных затруднена быстрая доставка туш из цеха первичной переработки в цех обвалки и жиловки. При проектировании новых или реконструкции действующих предприятий необходимо предусмотреть возможность поступления парного мяса в колбасный цех без промедлений.

Для производства вареных колбас используется значительное количество мороженого мяса. На некоторых предприятиях для повышения качества к размороженному мясу добавляют 25—35% эмульсии из парного или охлажденного мяса [2]. Перспективным является использование подмороженного мяса. Такое мясо с температурой не выше —1,5° С и ниже —3° С дает возможность сохранить качество охлажденного мяса и значительно увеличить радиус доставки его к местам потребления и промышленной переработки.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технологический процесс производства колбас состоит из ряда операций. При осмотре туш, направляемых на производство колбасных изделий, проверяют наличие клейм, осматривают места туши, где чаще всего наблюдаются загрязнения, ослизнение, плесневение, — пашину, голяшки, зарезы, поверхности разрубов, серозные оболочки. Туши с поверхностным ослизнением, плесенью зачищают и промывают горячей и холодной водой.

При жиловке отделяют от мышечной ткани сухожилия, жир и кровеносные сосуды, которые снижают качество и пищевую ценность колбасных изделий, так как они плохо развариваются при варке, трудно разжевываются и плохо усваиваются организмом. Они развариваются хорошо при более высокой температуре, и поэтому их используют при изготовлении студней и зельцев. Качество проведения жиловки в значительной степени определяет качество колбасных изделий. От правильного проведения жиловки мяса зависит рисунок колбас на разрезе. При оставлении в кусках мяса жилок, пленок, межмускульного тугоплавкого говяжьего жира снижается качество колбас. При обвалке и жиловке не допускаются неполное удаление хрящей, сухожилий, жира и неправильная сортировка мяса.

Одновременно с жиловкой проводится сортировка мяса — разделение по сортам в зависимости от содер-

жания соединительной и жировой ткани (для говядины) и жировой (для свинины). Говядина делится на три сорта: высший — чистая мышечная ткань; I — мышечная ткань с содержанием до 6% соединительной и жировой ткани; II — до 20% соединительной и жировой ткани. Основным принципом сортировки мяса для колбасного производства является выделение наиболее ценной в пищевом отношении мускульной ткани. В тех случаях, когда в процессе обвалки и жиловки обнаруживают скрытые патологические изменения в глубоких слоях мышц, мясо подвергают ветеринарному осмотру.

Установлено [146], что небольшое содержание белков соединительной ткани не оказывает отрицательного влияния на степень усвояемости белковых веществ. Значительное увеличение содержания соединительной ткани в сырье отрицательно влияет на качественные показатели колбасы, причем наблюдается ухудшение не только внешнего вида, но и вида на разрезе, цвета, вкуса, аромата, консистенции и снижение пищевой ценности продукта. Соединительная ткань, особенно сухожилия, содержащие большое количество эластиновых трудноперевариваемых волокон, характеризуется низкой пищевой ценностью. Практически качество жилованного мяса определяют путем отделения и взвешивания мышечной, соединительной и жировой ткани. Более правильно оценивать качество жилованного мяса по его химическому составу и плотности (табл. 54).

Научное обоснование деления мяса на сорта может быть получено посредством определения количества полноценных белков, а также отношения полноценных белков к неполноценным. ВНИИМПом разработана технология жиловки говядины на два сорта с выделением 20—24% мяса высшего сорта. Предложение о применении двухсортной жиловки связано с поступлением на переработку упитанного скота с более высоким содержанием жировой ткани, внедрением высокопроизводительных машин для тонкого измельчения, позволяющих хорошо разработать фарш и улучшить товарный вид колбас. При разделении жилованного мяса на два сорта [71] параллельно с увеличением выхода мяса высшего сорта происходит снижение его качества вследствие уменьшения содержания полноценных белков (табл. 55).

По содержанию полноценных белков и коллагена односортное мясо двухсортной жиловки с выделением 24% мяса высшего сорта занимает промежуточное положение между I и II сортом. Качество жилованного мяса является достаточно высоким, поэтому такая сортировка является наиболее приемлемой. При жиловке мяса на один сорт полученное мясо по содержанию полноценных и соединительнотканных белков приближается к мясу I сорта. Односортная сортировка признана

Вид мяса	Содержание		
	несоленом		
	влаги	белка	жира
Говядина высший сорт	76,7	20,9	2,4
I сорт	76,6	19,4	3,2
II сорт	74,9	18,7	5,8
Свинина			
нежирная	72,9	18	8,4
полужирная	50	12,8	36
жирная	32,8	10,2	57
Шпик свиной			
беконной упитанности	6,1	1,5	92,4
жирной упитанности	4,8	1,2	9,4

Таблица 54

в мясе (в %)				Плотность, мг/м³	
солоном				несоленого мяса	соленого мяса
влаги	белка	жира	NaCl		
75,4	19,2	1,8	2,7	1,0583	1,0745
75,1	18,9	2,5	2,9	1,0445	1,0636
73,4	18	4,3	3,5	1,0416	1,0694
69,9	17,5	9,3	2,5	1,0352	1,0532
48,5	12,5	35,1	2,7	0,9919	1,0093
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,9468	—
—	—	—	—	0,9385	

Таблица 55

Жилованное мясо	Содержание, %					Качественный белковый показатель (отношение полноценных белков к неполноценным)
	влаги	жира	общего белка	белка соединительной ткани	белков полноценных	
Жиловка на три сорта с выделением 20% мяса высшего сорта						
Сорт						
высший	75,88	1,46	20,20	0,86	19,28	22,42
I	75,01	3,29	19,82	2,65	16,74	6,32
II	67,61	11,46	18,78	5,77	13	2,26
Жиловка на два сорта с выделением 24% мяса высшего сорта						
Сорт						
высший	75,59	1,31	19,77	1,12	18,54	16,56
I и II	70,58	9,16	18,39	4,3	14,09	3,28

непригодной, так как из такого мяса могут быть изготовлены колбасы высшего сорта пониженного качества или же II сорта повышенного качества.

В соответствии с существующей жиловкой свинина делится на три сорта: нежирная — до 10% жировой ткани, полужирная — 30—50% жировой ткани и жирная — свыше 50% жировой ткани. В настоящее время внедряется двухсортная жиловка свинины. Так, например, жилованное мясо I и II сорта содержит практически одинаковое количество общего, полноценного и неполноценного белков, мясо I и II сорта от II категории упитанности содержит больше общего белка, чем мясо высшего сорта от I категории.

Сорт вареных колбас соответствует сорту говядины, входящей в рецептуру, например колбасы высшего сорта содержат говядину высшего сорта. Нежирная свинина входит в состав вареных колбас высшего сорта.

Жилованное мясо измельчают в волчке с диаметром отверстий решетки 2—3 или 16—25 мм и солят поваренной солью (2,0—2,5%). Увеличение степени измельчения уменьшает продолжительность посола мяса.

Влияние тонкого измельчения мяса на качество колбасных изделий. После посола мясо вторично измельчают в волчке (если при посоле измельчали при диаметре решетки 16—25 мм), а затем на куттере. Если мясо солили достаточно измельченным (2—3 мм), его измельчают на куттере или других машинах тонкого измельчения.

При изготовлении вареных колбас, сосисок, сарделек и других изделий важнейшей операцией, определяющей качество и выход готовой продукции, является тонкое измельчение фарша. Применяемое измельчающее оборудование, условия и режим измельчения влияют на такие показатели качества фаршей, как структура и консистенция, наличие или отсутствие бульонных или жировых отеков, вкус готового продукта.

При измельчении необходимо достигнуть не только требуемой степени измельчения сырья, но и связывания им количества воды, обеспечивающего получение продукта высокого качества с максимальным выходом при стандартном содержании влаги. При обработке мяса на куттере в течение первых 2—3 мин преобладает процесс механического разрушения клеточной структуры тканей; происходит разрушение мышечных волокон и их содержимое вытекает наружу. После этого начинается интенсивное набухание и связывание добавляемой в куттер воды с последующим вторичным структурообразованием. Для максимального влагосвязывания необходимо полное разрушение структуры мышечной ткани. При производстве основной части вареных колбас необходима такая степень измельчения фарша, которая обеспечивает образование с водой однородной пастообразной массы. Степень измельчения влияет на товарный вид и консистенцию колбасы.

При измельчении часть белковых веществ, растворяясь, переходит в непрерывную фазу системы и после тепловой обработки образует непрерывный пространственный каркас, который является основой связанной структуры продукта. Для формирования структуры фарша и поглощения им влаги особое значение имеет переход миофибриллярных белков в растворенное состояние, имеющий место при посоле и измельчении. Миофибриллярные белки обладают способностью к тиксотропии. Это свойство обусловливает стабилизацию коагуляционной структуры фарша. При недостаточном измельчении белковые вещества не полностью высвобождаются из клеточной структуры и не участвуют в связывании воды, что может привести к расслоению структуры фарша.

В результате местного повышения температуры при измельчении происходит частичное плавление жира и при интенсивной механической обработке — образование эмульсии. Однако эмульгированию подвергается лишь небольшая часть жира; основная его часть находится в фарше в виде грубой дисперсной смеси. Слишком высокая степень измельчения может привести к разрушению эмульсии вследствие увеличения поверхности жировых частиц до такой степени, при которой водно-жировая фаза не может удержать их в состоянии эмульсии. Решающая роль в эмульгировании жира и образовании вокруг шариков белковых мембран принадлежит водо- и солерастворимым белкам. При изучении способности водо-и солерастворимых белков эмульгировать жир установлено, что водорастворимые белки эмульгируют 30 мл жира на 100 г белка, солерастворимые — 40 мл жира на 100 г белка. Способность эмульгировать жир объясняют изменениями формы белковой молекулы.

В среднем продолжительность куттерования говядины 7—11 мин. В промышленности широко применяют машины тонкого измельчения непрерывного действия, обеспечивающие более высокое качество продукта. При измельчении фарш нагревается; степень нагрева зависит от интенсивности и продолжительности измельчения, а также от конструкции и качества заточки режущего механизма. Температура фарша при измельчении не должна превышать 18° С. Повышение температуры фарша уменьшает его водосвязывающую способность и может привести к снижению ряда показателей качества, в частности к образованию бульонных и жировых отеков при варке колбас. Нагрев фарша в процессе измельчения приводит к денатурации белков, что обусловливает снижение их водосвязывающей способности. Для предотвращения нагрева измельчаемого мяса в измельчитель вместе с водой добавляют мелкодробленый лед.

Наряду с этим снижение температуры фарша при измельчении приводит к уменьшению пластичности жира, что отрицательно влияет на способность жира образовывать эмульсию. Суспензирование жировых клеток и эмульгирование жира, выделенного в результате разрушения жировых клеток, влияет на качество мясных фаршей. Жир влияет на консистенцию колбас. При значительном уменьшении содержания жира вареные колбасы имеют сухую и крошливую консистенцию, даже при повышенном количестве добавляемой воды. Тонкоизмельченный жир замедляет усушку продукта, что позволяет сохранить качество продукта при хранении. Жир влияет на вкус и цвет продукта.

В куттер добавляют воду в количестве 10—35% к массе мяса для придания вареным колбасам нежности и сочности. В связи с этим выход готовой продукции, как правило, выше, чем масса исходного сырья. Качество и выход готового продукта, помимо вида, сорта и состояния мяса, определяющим образом зависят от количества воды, добавляемой в фарш. Ее количество должно соответствовать влагопоглотительной способности фарша, что обеспечивает нежную, сочную, монолитную консистенцию и хороший товарный вид вареных колбас. Стабильность структуры фарша зависит от взаимодействия его белковых веществ и жира с водой. Количество добавляемой при куттеровании воды ограничено двумя факторами: влагопоглотительной способностью мяса и стандартом, ограничивающим максимальное содержание воды в готовом продукте. Существует мнение, что с уменьшением содержания воды в вареных колбасах улучшается их качество. Однако при чрезмерном снижении влажности колбас уменьшается их сочность, ухудшаются консистенция и качество. Если в фарш при его изготовлении введено недостаточное количество воды, то вареные колбасы будут иметь пониженные выходы и жесткую резинистую консистенцию. При избыточном добавлении воды в фарш колбасы имеют дряблую консистенцию, так как ослабевают силы связи между частицами фарша. Водосвязывающая способность фарша снижается при введении воды повышенной жесткости, так как ионы Са уменьшают способность белков удерживать воду.

В производстве вареных колбасных изделий большое практическое значение имеет влажностное состояние колбасного фарша, т.е. количество влаги, удерживаемой фаршем, и формы ее связи с составными частями фарша. Влажностное состояние фарша можно представить следующей динамической схемой:

Влага прочносвязанная ←——→ Влага слабосвязанная полезная ←——→ Влага слабосвязанная избыточная

В этой схеме влага прочносвязанная представляет собой в основном адсорбционную влагу; слабосвязанная, полезная влага, обеспечивает оптимальную сочность и консистенцию продукта; слабосвязанная, избыточная, отделяется при тепловой обработке. Готовый продукт, содержащий ровно столько воды, сколько необходимо для покрытия его способности удерживать прочно- и слабосвязанную полезную влагу, имеет оптимальные структурно-механические свойства. При таком же содержании воды возрастание доли прочносвязанной влаги в фарше приводит к увеличению его твердообразных свойств, так как прочносвязанная влага обладает твердообразными свойствами. Наоборот, уменьшение ее доли приводит к сдвигу равновесия и к отделению избыточной влаги при варке, т.е. к браку и уменьшению выхода продукта [119].

Количество воды добавляемой, с учетом потерь при термической обработке, должно быть достаточным для получения продукта с заданными свойствами. От количественного содержания в колбасных изделиях связанной воды зависят их вкусовые достоинства, сочность и плотность консистенции. Следовательно, технологический процесс переработки мяса необходимо вести таким образом, чтобы сохранить в продукте наибольшее количество коллоидно связанной воды при нормальной общей влажности продукта. По данным ВНИИМПа, наилучшую консистенцию имеют вареные колбасы, в которых отношение доли химически связанной влаги к свободной составляет от 1:1,8 до 1:1,9.

В шликовых вареных колбасах структура и монолитность зависят от способности мясной части связывать воду, а шпик является лишь включением в эту структуру и поэтому не может оказать существенного влияния на изменение предела в добавлении воды к фаршу.

Влагопоглощаемость сырого фарша в значительной степени определяет его структурно-механические свойства, которые решающим образом влияют на качество готового продукта и его выход. При отличных от оптимальных значениях структурно-механических показателей получают продукт с жесткой резинистой консистенцией и заниженным выходом или же с бульонными отеками и дряблой консистенцией. Продукт с плотной, монолитной структурой, хорошей связью частиц можно получить из фарша с оптимальными структурно-механическими свойствами. Структура оказывает некоторое влияние и на вкус готового продукта.

На консистенцию мясных фаршей может влиять степень гидратации белков мяса, количество свободной воды, содержание жира в фаршах, количество белков, находящихся в фарше в растворенном состоянии. Для получения оптимальной консистенции фаршей необходимо при их составлении вводить соответствующее количество говядины и свинины. Свинина является пластифицирующим материалом в рецептуре фарша.

На ряде предприятий с целью повышения качества вареных колбасных изделий, сокращения технологического брака (образования бульонных и жировых отеков) на куттере измельчают нежирное мясо с добавлением всего количества воды (в соответствии с рецептурой) спустя некоторое время от начала куттерования. В конце измельчения вводят мясо с максимальным содержанием жира. Данный метод особенно оправдал себя при переработке жирного мяса.

Вязкость мясного фарша является одним из наиболее важных показателей, характеризующих качество и определяющих готовность фарша. Непрерывный контроль вязкости позволяет получать постоянную информацию о ходе процесса измельчения, регулировать количество вводимой воды в зависимости от водосвязывающей способности сырья и автоматизировать технологический процесс. Существующий способ изготовления фаршей не всегда позволяет получать продукт хорошего качества. Это обусловлено различной водосвязывающей способностью используемого сырья — мяса охлажденного, размороженного, с различным содержанием жира и соединительной ткани. В связи с опасностью превышения допустимого содержания воды предприятия, не имея способа оценки пригодности фарша, в основном выпускают вареные колбасы с заниженной влажностью. В готовых колбасных изделиях зачастую не достигается нормативное содержание влаги (55 -75%) из-за повышенного содержания жирного мяса в рецептуре этих изделий.

Количество добавляемой к мясным фаршам воды до настоящего времени устанавливается органолептически, и точность дозировки зависит от квалификации фаршесоставителя. Для нормализации количества добавляемой воды к фаршу с учетом разнообразия свойств пере-

рабатываемого сырья, предложены объективные методы определения вязкости фарша. Их применение позволило бы установить пределы в добавлении воды, обеспечивающие высокое качество вареных колбас. Однако принципиальными недостатками предложенных методов определения вязкости являются чрезмерная продолжительность измерения, зависимость вязкости фаршей от ряда факторов и неоднородность вязкости во всей массе фарша.

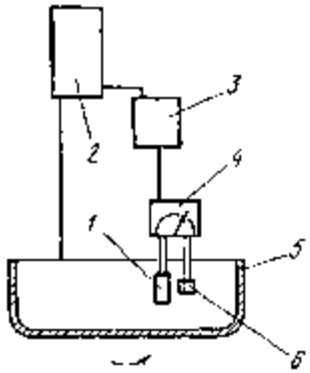


Рис. 24. Схема осуществления способа автоматического изготовления фаршей:

1 — датчик; *2* — дозатор воды; *3* — исполнительный механизм; *4* — регистрирующий прибор; *5* — куттер; *6* — отражатель.

Автором разработан способ непрерывного автоматического регулирования структурно-механических свойств мясных фаршей при их изготовлении. При этом использовано явление затухания амплитуды ультразвуковых колебаний в среде. Сущность способа поясняется на рис. 24, на котором представлена схема устройства. При измельчении сырья с одновременной подачей воды вязкость фарша непрерывно измеряется введением в него на глубину 50 мм датчика (пластинки), связанного при помощи исполнительного механизма с дозатором подачи воды. Один из торцов датчика заострен и расположен тангенциально к направлению потока фарша. Перед датчиком расположен отражатель V-образной формы, который, рассекая поток фарша, заставляет его двигаться параллельно боковым поверхностям датчика. Датчик нагревается за счет интенсивных механических колебаний, что предотвращает прилипание к нему фарша.

Изменение вязкости в процессе измельчения влияет на амплитуду колебаний датчика — она падает с ростом вязкости и контролируется регистрирующим прибором. При достижении экспериментально установленной оптимальной вязкости фарша после определенного времени измельчения датчик получает колебания определенной амплитуды, воздействующие на исполнительный механизм, прекращающий подачу воды.

При проверке эффективности работы схемы использовали фарши, содержащие различное количество воды и изготовленные из сырья различного состава и холодильной обработки. Из полученных данных следует, что на 1% добавленной воды приходится 3,6 единиц шкалы прибора. Это указывает на высокую степень точности измерения вязкости.

Фарш без добавления воды, единиц шкалы прибора	48	49	48
Фарш с добавлением 20% воды, единиц шкалы прибора	12	13	12

Установлены резкие отличия вязкости для фаршей из мяса охлажденного и размороженного, из говядины I и II сорта, из жирной, полужирной и нежирной свинины. Предложенный способ определения вязкости фаршей позволит учитывать колебания водосвязывающей способности сырья. По величине вязкости фарша можно также судить о необходимой продолжительности измельчения, что позволяет автоматизировать процесс производства фаршей и обеспечивает достаточную степень измельчения сырья. Оптимальная продолжительность измельчения составляет 10—11 мин, и дальнейшая обработка приводит к снижению вязкости, а следовательно, к перекуттерованию фарша.

Продолжительность измельчения фарша, мин	5	6	7	8	9	10	11	12
Вязкость фарша, единиц шкалы, прибора	38,9	43,6	46,1	49,8	54,2	56,3	56,4	54,2

Установлена возможность применения данного метода определения вязкости фарша для определения его готовности при выработке вареных колбас. Использование этого способа позволит улучшить качество, увеличить выход продукта и регламентировать количество воды, вводимой в фарш при его изготовлении.

При измельчении в куттер добавляют пряности, крахмал, фосфаты, казеинат натрия и другие добавки. При куттеровании может быть добавлен нитрит, если его не вводили при посоле. Имеются данные, что добавление нитрита при измельчении обеспечивает получение

более интенсивной окраски вареной колбасы, чем введение нитрита при посоле мяса с последующей выдержкой. Это обусловлено потерями окислов азота, происходящими в процессе выдержки мяса, а также воздействием NaCl на Mb.

Изготовление фарша бесшпиковых вареных колбас заканчивается в куттере, поэтому в него вводят все компоненты, предусмотренные рецептурой.

Применение жировых эмульсий. Необходимость длительной выдержки мяса в посоле затрудняет создание непрерывных автоматических линий по производству сосисок, сарделек и вареных колбас и переход к механизированной непрерывно-поточной организации производства. Вот почему весьма важное значение придается вопросу о сокращении, а возможно, и ликвидации выдержки мяса в посоле, с тем чтобы посол производить непосредственно при измельчении. Одним из путей решения этого вопроса является введение в фарш эмульсии животных жиров [102].

Использование жировых эмульсий при изготовлении вареных колбас позволяет значительно увеличить водосвязывающую способность фаршей. Это обусловлено тем, что в жировой эмульсии значительная часть влаги прочно связана в результате сгруппирования и прочного удерживания молекул воды вокруг сольватных оболочек жировых шариков [57]. Если жир, добавляемый в фарш, вводится в виде эмульсии, то на куттере образуется сложная комплексная система белок—вода—жир, отличающаяся высокой стойкостью. В этом случае удерживание влаги происходит не только вследствие поглощения ее мышечной тканью, но и в результате удерживания ее стабильной жировой эмульсией. При сближении (столкновении) частиц фарша с жировыми шариками в процессе измельчения влага, удерживаемая вокруг защитных оболочек, не успевает выдавиться, так как защитные оболочки, обладающие упругостью и механической прочностью, сопротивляются значительным разрушающим усилиям. Таким образом, количество связанной влаги в фарше возрастает, что улучшает качество готового продукта [113].

Введение жировых эмульсий при изготовлении сосисок и сарделек позволяет резко сократить выдержку мяса в посоле и использовать в колбасном производстве

сборный и костный жиры [37]. Кроме того, при введении в фарш жира в виде эмульсии получается равномерное распределение его в фарше готового продукта и снижаются потери влаги при термической обработке. Изучены изменения водосвязывающей способности и структурно-механических свойств фаршей в зависимости от введения различных количеств жировой эмульсии, а также жира и воды отдельно.

В производственных условиях жировые эмульсии после охлаждения до 15—18° С вводили в количестве 20—25% при составлении фарша на куттере. Эмульсию добавляли после 3—4 мин куттерования. В опытных партиях, в которые вводили эмульсию, определенное количество жирной свинины заменяли полужирной. Это позволяло сохранить содержание жира в готовом продукте на постоянном уровне. Установлено (табл. 56), что при

Таблица 56

№ серии опыта	№ партии опыта	Количество добавляемой в фарш: эмульсии, кг	воды к сырью, %	жира, кг	Абсолютное влагосодержание, г/г %	Влагожировое состояние по Грау, площадь пятна, см²	Модуль сдвига, $E \cdot 10^{-4}$, Па	Вязкость $\eta \cdot 10^{-4}$, н·с/м²
I	1	17,5	42	6,5	68,27	2,4	11,31	9,90
	2	17,5	40	6,5	68,04	3,2	9,4	7,48
	3	0	36,6	6,5	64,21	4,3	8,68	6,73
II	1	17,5	50	6,5	72,12	5,5	6,83	6
	2	17,5	48	6,5	71,42	7,1	6,21	4,87
	3	0	44	6,5	70,93	6,8	5,50	4,17
III	1	19	47	5	75,81	6,9	5,79	7,26
	2	19	46	5	76,48	7,8	4,5	6,21
	3	0	36	5	73,91	7,2	6,15	7,59
IV	1	19	43	5	75,01	7,8	7,36	6,17
	2	19	41	5	75,48	8,7	6,84	6
	3	0	36	5	74,02	8,1	7,05	6,22

введении жировых эмульсий получают готовый продукт хорошего качества из размороженного мяса без предварительной выдержки в посоле. Этот продукт удерживает

количество влаги, которое обеспечивает его высокое качество при достаточно высокой влажности. Изготовлено 12 партий продукта в четырех сериях, в каждой по три партии.

В первых двух сериях изготовлены русские сосиски, причем в первой — из охлажденного мяса, а во второй — из размороженного. Такое же различие соблюдено между третьей и четвертой сериями при изготовлении говяжьих сарделек. Во всех четырех сериях первые партии изготовлены из мяса, выдержанного в посоле с введением жировой эмульсии, вторые — из мяса без выдержки в посоле и с введением эмульсии и третьи партии — из мяса, выдержанного в посоле, с введением жира и воды в виде отдельных компонентов. Первые и вторые партии являлись опытными, а третьи — контрольными. Как видно из табл. 56, более высокие водосвязывающие свойства опытных фаршей обусловлены несколько более высокими вязкостью и модулем сдвига фаршей первых и вторых партий по сравнению с третьими — контрольными, несмотря на то, что в опытные партии было введено большее количество воды, чем в контрольные. Вязкость фаршей вторых партий, изготовленных из размороженного мяса, несколько ниже вследствие введения чрезмерно большого количества воды (на 5—10% больше) и отсутствия выдержки мяса в посоле. Однако разница в вязкости настолько незначительна, что это не оказывает заметного влияния на качество фаршей и готового продукта. Высокая водосвязывающая способность опытных партий фаршей и готовой продукции подтверждается также характеристикой влажностного состояния по Грау: количество слабосвязанной влаги в опытных партиях несколько меньше, чем в контрольных. Органолептическая оценка показала, что опытные партии отличались нежностью консистенции, сочностью, хорошим вкусом и высоким связыванием влаги.

Введение жировых эмульсий позволяет точно дозировать компоненты фарша, регулировать состав продукта и получать готовый продукт с заданными структурно-механическими свойствами. Введение жира в виде эмульсии обеспечивает равномерное распределение его в структуре фарша, позволяет вводить в состав фарша жиры, имеющие диетическое значение. Жир не отделяется от фарша, что исключает образование жировых отеков. Использование стабильных водно-жировых эмульсий в производстве колбасных изделий представляет особый интерес в связи с повышенной усвояемостью организмом жиров в высокодисперсном (эмульгированном) состоянии [94]. При кормлении крыс сардельками, в состав которых вводили жир в виде эмульсии, обнаружено более интенсивное выделение желудочного сока, HCl, пепсина и трипсина. Усвояемость сарделек оказалась выше на 2—3% в сравнении с приготовленными обычным способом.

Для получения жировых эмульсий пригодны гомогенизаторы различного типа, коллоидные мельницы, звуковые гидродинамические установки. Последние отличаются простотой конструкции и эксплуатации, позволяют получать более высокую дисперсность частиц и более стабильную эмульсию, чем коллоидная мельница. На гидродинамической установке получали стабильные эмульсии со средним диаметром частиц около 2 мкм. При этом доля частиц наиболее тонкодисперсного класса составляла более 90%.

При разработке направлений рационального использования всех продуктов убоя (субпродуктов, крови) необходимо создание рецептур и методов обработки, исключающих возможность снижения качества и биологической ценности готовых продуктов. Одним из таких направлений является метод осветления крови путем тонкого эмульгирования ее в белково-жировой среде без снижения ее биологической ценности [52]. Установлены режим эмульгирования и соотношение компонентов, обеспечивающие получение стабильной эмульсии, химический состав которой соответствует мясному сырью — полужирной свинине. Это позволяет использовать эмульсию взамен мясного сырья.

Смесь компонентов, состоящую из 20% крови, 45% жира, 5% казеината натрия и 30% воды, подвергали эмульгированию на гидродинамической установке при температуре 45—50° С в течение 5 мин. При оптимальном режиме получали высокодисперсную стабильную эмульсию. Введение от 5 до 15% эмульсии в фарш вареных колбас взамен полужирной свинины не снижает пищевой ценности и обеспечивает хорошие органолептические показатели готовых колбасных изделий, а по содержанию белка и ряду реологических характеристик

образцы с кровe-жировой эмульсией находятся на более высоком уровне, чем выработанные по существующей технологии [49].

В составе эмульсии возможна ускоренная гидролитическая порча свиного жира, особенно при повышенной температуре и контакте с водой и белковыми веществами. Установлено, что количество диеновых, триеновых, тетраеновых и пентаеновых кислот с сопряженными связями при эмульгировании в течение 1—12 мин не изменяется, т. е. полиненасыщенные жирные кислоты в процессе образования эмульсии не разрушаются. Кислотные и перекисные числа жира в процессе эмульгирования не изменяются.

С целью изучения деструктивных перестроек и перекисного окисления липидов изучено изменение скорости накопления гидроперекисей, являющихся первичными продуктами окисления жира. При применении хемолюминесцентного метода установлено, что введение в состав эмульсии казеината натрия, являющегося структурным антиоксидантом, замедляет процесс образования гидроперекисей, благодаря чему качество жира в процессе эмульгирования не снижается. Содержание белка в колбасе с кровe-жировой эмульсией выше, чем в колбасе, в рецептуру которой входит полужирная свинина, а содержание жира ниже. Сумма незаменимых аминокислот в колбасных изделиях находится на уровне выработанных по действующей рецептуре.

Применение вакуумирования фаршей. При получении мясных фаршей в них врабатывается значительное количество воздуха. Часть его находится в виде пузырьков, достаточно крупных и видимых невооруженным глазом. Однако бо́льшая его часть присутствует в виде микроскопических пузырьков. Аэрация фарша при измельчении неблагоприятно влияет на цвет, вкус и консистенцию колбас. Кислород воздуха, реагируя с пигментами мяса, вызывает образование серого или зеленого окрашивания вокруг воздушных пор. Наличие кислорода в продукте способствует росту бактерий, дрожжей, плесеней, приводящих к порче мясопродуктов. Воздух вызывает образование пористости изделий или воздушных пустот — «фонарей». Иногда эти «фонари» заполняются жидкостью (бульоном). С целью избежания «фонарей» колбасные батоны с фаршем штрикуют. При этом

во время последующей осадки и обжарки воздух будет удален через эти отверстия.

Повышению качества колбас способствует применение вакуум-куттеров, вакуум-мешалок и вакуум-шприцев, широко применяемых в промышленности. При вакуумировании удаляются не только крупные, но и мельчайшие пузырьки воздуха. Наиболее эффективное вакуумирование фаршей достигается в вакуум-куттерах при следующих условиях: заполнении чаши куттера на 40—50%, вакууме 80—85%. Вакуум-насос рекомендуется включать за 10—20 с до начала измельчения. Вакуумные измельчители обеспечивают снижение пористости колбас, высокую степень измельчения фарша, увеличивают связывающую способность мышечного белка, позволяют получить стабильную фаршевую эмульсию, уменьшить появление бульонных и жировых отеков [50]. Применение вакуумных измельчителей даст возможность получать колбасные изделия с лучшей окраской, вкусом и консистенцией. Улучшение вкуса происходит из-за предотвращения окислительных изменений жира. С удалением пузырьков воздуха белковые частицы более надежно обволакивают жировые шарики в структуре фарша и происходит эффективное эмульгирование жира.

Удаление воздуха из фарша при вакуумировании способствует более стабильному связыванию жира в колбасе. При меньшем содержании пузырьков воздуха в фарше большее количество белка может собираться вокруг частиц жира и при нагревании фарша образуется более стабильный белковый каркас. При вакуум-куттеровании получают колбасные изделия с более плотной консистенцией, однако при слишком глубоком вакуумировании консистенция может быть резиноподобной. Куттерование фарша в атмосфере азота сохраняет все преимущества измельчения в условиях вакуума, а с другой стороны, позволяет получить колбасу с такой же удельной массой и объемом, как и при обычном куттеровании.

Предложен способ измельчения мяса в молотковой дробилке, замороженного жидким азотом, обеспечивающий небольшую степень изменений белков и сохранение их высокой водосвязывающей способности.

Перемешивание. В процессе перемешивания происходит равномерное распределение жира в фарше, повышается водосвязывающая способность фарша, что способ-

ствует получению продукта с более упругой и пластичной консистенцией, а также снижению потерь при термической обработке. Для шпиковых вареных колбас после куттерования окончательно составляют колбасный фарш на фаршемешалках. Если говядина и свинина измельчались на куттере одновременно, то в фаршемешалке происходит перемешивание мясной части фарша со шпиком, нарезанным на кусочки определенной формы. Если на куттере измельчалась только говядина, то в фаршемешалке перемешиваются говядина, свинина и шпик.

Для большей части вареных, полукопченых и копченых колбас рисунок фарша является одним из отличительных показателей того или иного ассортимента и придает продукту определенный товарный вид. В результате нарушения технологии при нарезании шпика и перемешивании фарша в колбасных изделиях не получают требуемого рисунка. При наличии кусочков шпика нестандартной формы или при их раздавливании в готовых изделиях происходит их оплавление и образование жировых отеков под оболочкой. Отеки возникают также при использовании легкоплавкого шпика или при высокой температуре варки. Шпик с мажущейся консистенцией при изготовлении колбас не используется.

При приготовлении фарша в фаршемешалке с добавлением всех составных частей рецептуры необходимо достичь равномерного смешения компонентов. Для формирования требуемого рисунка колбасы необходима оптимальная продолжительность перемешивания фарша со шпиком. При недостаточном перемешивании шпик неравномерно распределяется по всему фаршу. При чрезмерно длительном перемешивании происходит его деформация, при тепловой обработке — оплавление. Во избежание деформации кусочков шпик закладывают в мешалку в последнюю очередь. Перемешивание компонентов сырья производят до получения вязкого фарша с равномерно распределенными кусочками шпика, полужирной свинины и грудинки.

Для стандартизации химического состава сырья, используемого для производства колбасных изделий, в зарубежной практике применяют барабанные мешалки, в которых мясо различных сортов и шпик смешивают и получают смесь с заданным содержанием воды, жира и белка. Для контроля содержания жира используют устройства различного типа, в частности основанные на применении рентгеновских лучей. В датском мясном институте разработано устройство марки ФЭТ — КОН, в основу которого положено измерение удельной массы с отсчетом содержания жира в процентах.

Шприцевание. При шприцевании фарша для вареных колбас его набивают в оболочку неплотно, так как вследствие высокого содержания влаги при варке объем фарша увеличивается и может произойти разрыв оболочки. Чрезмерно плотное шприцевание приводит к разрыву оболочки при термической обработке, к появлению морщинистости. При шприцевании необходимо применять вид и размер оболочки, соответствующий данному виду и сорту изделий. При нем должно сохраняться качество фарша и первоначальное распределение в нем шпика.

Для обнаружения в фарше металлических примесей, попадающих в результате поломки оборудования, разработаны различные конструкции приборов, устанавливаемых на патрубке шприца. Принцип работы одного из приборов основан на измерении магнитного поля катушек индуктивности, через которые проходит контролируемый продукт. При прохождении частиц металла, которые меняют магнитное поле катушки, создается разбаланс напряжения и на вход усилителя поступает сигнал, который включает через реле звуковую и световую сигнализацию и автоматически прекращает работу шприца.

Шприцевание вареных колбас рекомендуется производить на пневматических шприцах при давлении $49{,}1 \times 10^4 \div 58{,}9 \cdot 10^4$ Па, на гидравлических при давлении не ниже $78{,}5 \cdot 10^4 \div 108 \cdot 10^4$ Па. С целью равномерной обжарки колбас батоны должны быть одинаковой длины и диаметра.

Применение непрерывно действующих вакуумных шприцев позволило устранить пористость колбас, образование отеков.

Колбасные батоны после шприцевания перевязывают шпагатом. Колбасы разных наименований вяжут по различным схемам, а батоны вареных колбас в оболочках большого диаметра (в сшюгах) и копченые колбасы перевязывают поперечными перевязками через каждые 3—5 см. При наличии на искусственных оболочках печат-

ных обозначений наименования и сорта колбасы допускается выпуск батонов без поперечных перевязок. Концы оболочки не должны превышать длину 2 см, и только в случае товарной отметки свободные концы шпагата могут доходить до 7 см.

Для равномерной обжарки батоны навешивают на палках таким образом, чтобы исключить их соприкосновение друг с другом (с интервалом не менее 10 мм). В противном случае образуются слипы — дефекты внешнего вида колбас в виде бледной, увлажненной полосы вдоль батона.

Весьма важное значение имеет исключение перевязки батонов колбасных изделий и наложение клипсов, которые в торговой сети должны быть удалены. В этом отношении перспективной является термосварка концов пленок, в частности применение лазерного луча для сварки как натуральных, так и искусственных пленок.

При подаче колбас на обжарку целесообразно поддерживать определенную температуру и относительную влажность воздуха. Существовавшая ранее кратковременная осадка вареных колбас в связи с применением вакуумирования и оптимальных режимов термической обработки, введением в фарши аскорбината натрия в настоящее время не производится.

Обжарка. После шприцевания батонов их направляют на обжарку, то есть обработку горячими дымовыми газами для придания хорошего товарного вида и некоторого дубления белковой оболочки. Полукопченые и варено-копченые колбасы до обжарки подвергают осадке. При обжарке коагулирует коллаген оболочки, благодаря чему она становится прочной, негигроскопичной и более устойчивой к действию микроорганизмов; оболочка стерилизуется, устраняется ее специфический сырой запах. В результате обжарки батоны вареных колбас приобретают легкий запах и вкус копчения. Окраска фарша становится розово-красной, и батоны приобретают товарный вид. Продолжительность обжарки от 40 мин до 2 ч при 70—110° С в зависимости от диаметра батонов.

При обжарке температура в толще изделий с небольшим диаметром повышается до 40—50° С, а с большим — до 30—40° С. Заниженная температура обжарки не обеспечивает достаточно яркого цвета колбасы на разрезе. Для равномерной обжарки и варки в одну камеру загружают батоны изделий одного вида и одинаковых размеров.

Развитие характерной розовой окраски происходит как в процессе обжарки, так и при последующей варке колбас, во время которой образование окраски заканчивается. Формирование внутренней окраски колбасных изделий при обжарке зависит от температуры в центре батона и продолжительности обжарки. Применение при обжарке более высокой температуры (до 100° С) способствует ускорению развития окраски вареных колбас [72], однако это делать нецелесообразно, так как при чрезмерно быстром нагреве на поверхности батонов появляются ожоги, увеличиваются потери массы и окраска внутри батонов фиксируется недостаточно. При температуре обжарки выше 110° С в нижнем ярусе рамы подгорают оболочки батона, появляется дефект — «прихваченные жаром» концы, происходит запекание батонов и потемнение их поверхности. При обжарке температура поверхности продукта должна быть выше точки росы, чтобы предотвратить конденсацию водяных паров, при которой ухудшается цвет поверхности продукта.

На первой фазе обжарки происходит подсушка поверхности батонов, что способствует более равномерной и интенсивной окраске их поверхности. Установлено, что подсушивание поверхности батонов перед обжаркой способствует увеличению удельной поверхности поглощения дыма и в результате более эффективной обработке. При влажной поверхности оболочки ее капилляры заполнены влагой, вследствие чего удельная поверхность поглощения дыма снижается. На влажную оболочку батонов налипают частицы сажи и золы, замедляя процесс. Вместе с тем на чрезмерно высушенной оболочке плохо оседают частицы дыма. Подсушивание изделий должно быть равномерным, так как при неравномерной сушке на поверхности оболочки в менее высушенных местах образуются темные пятна. Наиболее чувствительны к пересушиванию тонкие оболочки, например бараньи черевы. Повышение скорости движения дымовоздушной среды до 2 м/с способствует развитию окраски внутренних слоев и поверхности батонов. При более высокой скорости ухудшается качество колбас и возрастают потери массы.

Потери массы при обжарке составляют 4—7% и зависят от ряда факторов, в частности от режима обжар-

ки, вида оболочки, ее влагопроницаемости, от диаметра батонов; они заметно уменьшаются с увеличением диаметра батона и составляют при обжарке в течение 50 мин:

Диаметр оболочки, мм	30	65	100
Потери массы, %	6,44	5,39	4,09

Обжарка полукопченых колбас производится при температуре 80—100° С в течение 1—1,5 ч до полного высыхания оболочки и покраснения поверхности батонов. Обжарка полукопченых и варено-копчёных колбас при заниженной относительной влажности дымовоздушной смеси приводит к образованию морщинистости батонов. Этот недостаток устраняется при повышении относительной влажности дымовоздушной смеси в конце обжарки, после достижения в центре батона температуры 50° С.

Вареные колбасы ввиду высокого содержания воды, повышенной величины pH являются благоприятной средой для развития микроорганизмов. В процессе производства обсемененность фарша резко возрастает при введении в него пряностей, контакте с оборудованием, руками рабочих.

Обжарка тормозит рост бактерий, но сама по себе не останавливает порчу колбас. Действие компонентов дыма при ней ограничивается в основном поверхностью батонов, и лишь при продолжительной обжарке снижается обсемененность внутренних слоев батона. Наряду с этим при обжарке температура внутри батона находится некоторое время в пределах, благоприятствующих деятельности ферментов и микроорганизмов. С другой стороны, это способствует цветообразованию, так как ускоряет образование нитрозомиоглобина. При невысокой температуре в обжарочной камере и соответственно более длительной обжарке нитриты могут восстановиться до молекулярного азота. При этом исчезает красная окраска фарша и он становится поздреватым. В некоторых случаях, при слишком длительной обжарке, может произойти закисание фарша, особенно если происходит задержка между операциями обжарки и варки.

Варка. После обжарки производят варку изделий острым паром в камерах или в воде при температуре 75—85° С. Ее длительность зависит от диаметра батонов и

составляет от 40 мин до 2,5 ч (для полукопченых колбас 40—60 мин). Варку заканчивают, когда в толще батонов температура достигает 68—72° С и колбаса делается пригодной к употреблению. Варка имеет решающее значение для стойкости колбас, так как остальные процессы не подавляют полностью развития гнилостных микроорганизмов. При правильном ведении варки удается обезвредить большинство бактерий, прежде всего вегетативной патогенной микрофлоры. Однако температуру и продолжительность варки нельзя определять, руководствуясь только соображениями гигиенического порядка.

Формирование монолитной упругоэластично-пластичной структуры колбасных изделий при тепловой обработке обусловлено образованием непрерывного пространственного упругого каркаса в результате денатурации и коагуляции той части белков, которые находятся в фарше в состоянии золя. Дефекты структуры (рыхлость, плохая связанность) обусловлены недостаточным количеством растворимого белка в непрерывной фазе. Некоторую роль в образовании монолитной структуры готовых изделий играет глютин, образующийся при нагреве коллагена. Коллаген при варке колбасных изделий ввиду недостаточной длительности процесса не переходит в глютин, т. е. в растворимое состояние. Происходит в основном набухание и размягчение волокон коллагена за счет свободной воды фарша. Повышенное содержание воды в коллагене вызывает понижение температуры его сваривания, что способствует удержанию воды в фарше и улучшению консистенции колбасы. Таким образом, от степени набухания коллагена зависит степень его разваримаемости.

При охлаждении колбас раствор глютина застывает, поглощая значительное количество влаги. Мясная часть фарша сохраняет способность удерживать до 240—300% и более влаги к сухому остатку (в зависимости от содержания внутримышечного жира). Содержание прочносвязанной влаги в вареном колбасном фарше больше, чем в вареном мясе.

При чрезмерно высокой температуре варки может произойти разрыв оболочек или перевар колбас, который характеризуется сухим, рыхлым, несочным фаршем готовых изделий. Слишком высокая температура и продолжительность варки вызывают усадку, сморщивание

и разрыв оболочки, оплавление жилка (образование жировых отеков), продукт получается более жестким, ухудшается консистенция колбасы. Температура варки не должна превышать 82—85° С. Разрыв батонов колбас при тепловой обработке зависит от состава фарша, метода тепловой обработки, скорости нагрева, прочности оболочки.

При низкой температуре или недостаточной продолжительности варки имеют место недовар и слишком мягкая консистенция внутри батона. Такие изделия менее стойки при хранении. Фарш недоваренных колбас более темный и легко липнет к ножу. Чтобы не допустить недовара или перевара, необходимо следить за режимом варки и проверять температуру внутри батона.

На ряде предприятий процесс термической обработки колбас усовершенствован посредством объединения обжарки и варки в одной комбинированной камере или термоагрегате непрерывного действия с автоматическим регулированием температуры, влажности и скорости движения греющей среды. Совмещение процесса обжарки и варки в одном агрегате позволяет улучшить качество колбас, повысить равномерность их тепловой обработки.

Охлаждение. Для предотвращения возможной порчи колбасы после варки ее охлаждают сначала водой под душем, а затем в охлаждаемых помещениях. При охлаждении водой с батонов смываются жировые и бульонные подтеки, пепел, сажа и другие загрязнения. Одновременно предотвращаются усушка и морщинистость батонов. Однако охлаждение водой проводят лишь до температуры 27—30° С. С целью испарения оставшейся на поверхности батонов влаги и подсушивания оболочки колбасы доохлаждают в воздушной среде в охлаждаемых помещениях. При более продолжительном охлаждении водой поверхность батонов колбасы не подсыхает, в связи с чем возможна быстрая микробиальная порча увлажненных колбас, в частности быстрое развитие плесени.

К концу охлаждения температура изделий достигает 8—15° С. Охлаждение до более низкой температуры не рекомендуется, так как при попадании в более теплые помещения колбасы отпотевают в результате конденсации на их поверхности влаги. При этом оболочка их тускнеет, внешний вид ухудшается и создаются благоприятные условия для развития плесени. Колбасы в целлофановой оболочке под душем не охлаждают, так как влажный целлофан очень непрочен и возможен разрыв оболочек и падение батонов на пол.

При чрезмерно продолжительном охлаждении вареных колбас в душевых установках происходит смывание соли, вода проникает в поверхностные слои батонов, в результате чего снижается концентрация NaCl. Это чаще происходит в летнее время года, когда охлаждающая вода теплая и для охлаждения продукта требуется более длительное время. Снижение концентрации NaCl и увеличение влажности поверхностных слоев может быть значительным и делает продукт более подверженным порче при хранении. В связи с этим необходимо строгое соблюдение режима охлаждения колбас.

При недостаточно быстром или полном охлаждении может наблюдаться позеленение вареных колбас. Это может произойти летом, при повышенной температуре воды. Батоны, расположенные в нижней части рамы, охлаждаются в меньшей степени, так как омываются водой, нагретой при стекании по батонам, расположенным в верхней части рамы. При использовании обычной воды без дополнительного охлаждения появляется морщинистость колбас, снижается их выход.

Улучшение товарного вида колбас достигается при использовании форсунок с мелким распылением. В результате их внедрения расход воды на охлаждение вареных колбас снизился в 1,8 раза, улучшился их товарный вид.

ВНИИМПом разработана технология быстрого охлаждения вареных колбас сначала водой, а затем в туннелях в потоке воздуха с температурой —10° С и скоростью 1—2 м/с.

Требования к качеству вареных колбасных изделий изложены в табл. 57.

Содержание соли в вареных колбасах 2—3%. В теплый период года (май—сентябрь) допускается увеличение содержания соли на 0,5%. Содержание влаги для колбас высшего сорта 53—65%, I сорта — 63—68% и II сорта —70—75%. Колбасы каждого наименования имеют свой верхний предел влажности, регламентируемый стандартом. Содержание нитритов в вареных колбасах не более 3—5 мг на 100 г продукта.

Таблица 57

Показатели	Колбаса						
	диабетическая	докторская	любительская	любительская свиная	столичная	телячья	ветчинно-рубленая
Вид фарша на разрезе	Фарш однородный, тонко измельченный	Фарш однородный, тонко измельченный	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика и свинины 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика 4Х4 мм и языка 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки полужирной свинины 8Х12 мм
Форма, размер и вязка батонов	Батоны с тремя перевязками с оставлением отрезка шпагата сверху	Батоны с двумя перевязками	Батоны с одной перевязкой посередине в кругах из искусственных оболочек. Спинки перевязаны через 5 см	Батоны с тремя перевязками посередине в кругах из искусственных оболочек. Спинки перевязаны через 5 см	Пузыри весом 1,5–2,5 кг перевязаны крестообразно	Батоны изогнутой формы, перевязанные шпагатом через 5 см с двумя петлями сбоку	Спинки проходники перевязаны через 10 см, искусственные оболочки с тремя перевязками у верхнего конца батона
Оболочка	Говяжьи круга и искусственные оболочки	Говяжьи круга и искусственные оболочки	Говяжьи спинки, круга и искусственные оболочки	Говяжьи спинки, круга и искусственные оболочки	Говяжьи пузыри	Говяжьи спинки	Спинки, проходники, искусственные оболочки
Содержание влаги, %, не более	65	65	60	60	55	55	63
Содержание поваренной соли, %	1,5—2,2	1,5—2,2	1,8—2,5	1,8—2,5	2,5—3,5	1,8—2,5	2,0—3,0
Содержание нитрита на 100 г продукта, не более	5	5	5	5	5	5	5
Содержание крахмала, %, не более	—	—	—	—	—	—	—
Выход, % к массе несоленого сырья	108	108	107	107	98	106	107

Продолжение табл. 57

Показатели	Колбаса							
	диетическая	московская	отдельная	свиная, рецептура 1, 2, 3	столовая	закусочная рецептура 1, 2, 3	чайная	чесночная
Вид фарша на разрезе	Фарш однородный, тонко измельченный	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика 6Х6 мм	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки свинины 6Х12 мм	Фарш однородный, тонко измельченный	Фарш однородный, с мелкими кусками жира или без них	Фарш равномерно перемешанный, содержит кусочки шпика или жира баранье-го	Фарш равномерно перемешанный с кусками жира или без них
Форма, размер и вязка батонов	Батоны с тремя перевязками у нижнего конца	Проходники, спинки с перевязкой через 10 см, искусственные оболочки с двумя перевязками у нижнего конца	Проходники, спинки с перевязкой через 10 см, искусственные оболочки с одной перевязкой у концов и посередине	Батоны прямые с тремя перевязками сверху и одной снизу	Батоны прямые без поперечных перевязок	Батоны прямые или прогнутые в спинках без перевязки. В искусственной оболочке батоны с двумя перевязками сверху и одной посередине	Батоны в форме колец или полуколец. Искусственные оболочки с двумя перевязками посередине	Батоны изогнутые, откру-ченные длиной 20 см. Искусственные оболочки с двумя перевязками сверху и одной снизу
Оболочка	Искусственные оболочки	Проходники, спинки, искусственные оболочки	Проходники, спинки, искусственные оболочки	Баранья спинки, искусственные оболочки	Говяжьи круга, искусственные оболочки	Говяжьи спинки, искусственные оболочки	Черева, искусственные оболочки	Черева, искусственные оболочки
Содержание влаги, %, не более	75	68	68	72	65	75	72	75
Содержание поваренной соли, %	1,8—2,2	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0	2,0—3,0
Содержание нитрита на 100 г продукта, не более	5	5	5	5	5	5	5	5
Содержание крахмала, %, не более	—	2	2	2	2	5	2	5
Выход, % к массе несоленого сырья	115	118	117	107	114	116	120	118

СОСИСКИ, САРДЕЛЬКИ, МЯСНЫЕ ХЛЕБЫ, ФАРШИРОВАННЫЕ КОЛБАСЫ

Сосиски и сардельки. По товароведным признакам они отличаются от вареных колбас меньшим диаметром батонов. Наиболее высокое качество получают при переработке парного мяса, обеспечивающего высокое качество продукта и повышенные выходы. Сосиски и сардельки отличаются сочностью, хорошим вкусом и высокой усвояемостью. При использовании мороженого мяса для повышения качества продукта рекомендуется вводить в состав фарша при измельчении 20% эмульсии из парного говяжьего мяса. Для равномерной обжарки сосиски и сардельки подвешивают на тонкие палки с интервалом между батончиками. Освоена новая технология производства сосисок без оболочки, коагуляция фарша производится электрическим током или паровым обогревом.

Сосиски и сардельки не должны находиться в помещениях с интенсивным движением воздуха, так как это приводит к быстрому высыханию поверхности и образованию морщинистой оболочки. При сильном их сморщивании необходимо изменить в рецептуре содержание воды и жира и снизить количество соединительнотканных белков в составе фарша.

Сардельки и сосиски в зависимости от рецептуры фарша делят на высший и I сорт. Требования к качеству сосисок и сарделек приведены в табл. 58. Содержание NaCl в сосисках 1,8—2,5%, в сардельках — 1,8—3,0%. Содержание влаги в сардельках высшего сорта 65—70%, I сорта —70—75%. Батоны сосисок и сарделек должны быть без повреждения оболочки. Сосиски и сардельки должны иметь приятный вкус и запах, с ароматом копчения и пряностей. Фарш должен быть однородным, равномерно перемешанным. В горячих сосисках и сардельках при накалывании тонкой штриховкой на поверхности батонов должны выступать капли бульона (жира и воды). В реализацию отгружают сосиски и сардельки с температурой в толще батонов не ниже 0° С и не выше 15° С.

Мясные хлебы. Мясные хлебы запекают в специальных ротационных печах в формах. Мясной хлеб имеет вкус вареной колбасы, с особым привкусом, обусловленным запеканием, отличается от вареных колбас меньшей влажностью, темным цветом поверхности, отсутствием аромата, вызванного копчением. Его можно приготовить из фарша любой вареной колбасы. Мясные хлебы должны иметь гладкую, равномерно обжаренную поверхность, цвет фарша аналогичен вареным колбасам. При изготовлении фарш шприцами или вручную укладывают в формы и запекают в ротационной печи. К концу запекания температура в центре должна быть не ниже

Показатели	Со		
	любительские	молочные	свиные
Содержание влаги, %, не более	65	65	65
Диаметр оболочки, мм	27—32	18—22	14—27
Масса штучной сосиски, г	100	35 или 10	40 или 20
Содержание NaCl, %, не более	2,2	2,2	2,2
Содержание нитрита, мг %, не более	5	5	5
Содержание крахмала, %, не более	—	—	—
Выход, % к массе несоленого сырья	114	109	105

Таблица 58

сиски				Сардельки		
свиные	говяжьи	русские	особые (без оболочки)	свиные	сардельки I сорта	говяжьи
70	75	65	65	70	75	75
27—32	16—20	14—27	22—24	32—44	32—44	32—44
100	35	35	50	—	—	—
2,2	2,5	2,2	2,2	2,5	2,5	3
5	5	5	5	5	5	5
—	—	—	—	3	2	—
95	113	113	105	114	123	121

68° С. Готовый хлеб охлаждают до 15° С, завертывают в пергамент и упаковывают. На поверхности каждого мясного хлеба делается отметка в виде начальной буквы наименования. Масса каждого изделия не более 3 кг. Требования к качеству мясных хлебов изложены в табл. 59.

Таблица 59

Показатели	Мясной хлеб			
	заказной	петушковый	отдельный	чайный
Вид фарша на разрезе	Фарш равномерно перемешанный, содержащий: кусочки шпика 6×6 и 12×6 мм	кусочки полужирной свинины размером 8—12 мм	кусочки шпика размером не более 6 мм	кусочки шпика или бараньего жира размером не более 6 мм
Форма хлеба	Прямоугольная, более узкая внизу			
Отметка на хлебе	З	В	О	Ч
Содержание, %, не более				
крахмала	—	2	2	2
влаги	60	61	65	70
нитрита	5	5	5	5
NaCl	2,5	3	3	3
Выход к массе несоленого сырья, %	100	100	109	114

Содержание влаги в мясных хлебах на 2—3% меньше, чем в вареных колбасах соответствующих наименований, и составляет для хлебов высшего сорта не более 60%, I сорта — не более 61—65%, II сорта — не более 70%. Мясные хлебы хранят при температуре не выше 8° С и относительной влажности воздуха 75—80% в течение 3 сут.

Фаршированные колбасы. В фаршированных колбасах содержимое фаршируется в оболочку вручную по определенной схеме; диаметр батонов 10—12 см. В результате такой укладки составных частей фаршированные колбасы имеют определенный рисунок на разрезе. Разнообразие рисунка достигается использованием всевозможных компонентов сырья: слоеного и крошеного шпика, языков, кровяной массы и фарша. Для изготовления фаршированных колбас применяют сырье наиболее высокого качества — говядину, свинину и телятину в охлажденном и остывшем виде, сливочное масло и яйца, поэтому фаршированные колбасы обладают приятным вкусом и нежной консистенцией. Не допускается применение мороженого мяса, меланжа, шпика крепкого посола или с желтым оттенком, а также с признаками осаливания или прогоркания. Шпик в фаршированных колбасах служит внутренней оболочкой, а также белым фоном, отделяющим составные части фарша.

При изготовлении фаршированных колбас на пласт шпика в определенном порядке укладывают вручную фарш, пластинки языка, шпика и кровяной массы. Пласт шпика вместе с содержимым сворачивают в рулон, вручную укладывают в оболочку и завязывают ее. Батоны перевязывают шпагатом через каждые 5 см, затем варят в воде и охлаждают. Содержание влаги в фаршированных колбасах 40—55%, NaCl — 2—3%, нитрита — не более 5 мг%. Все фаршированные колбасы принадлежат к высшему сорту.

ЛИВЕРНЫЕ КОЛБАСЫ, ПАШТЕТЫ, ЗЕЛЬЦЫ

Ливерные колбасы. Ливерные колбасы — это изделия из фарша, полученного из предварительно сваренных мяса и субпродуктов. В ливерных колбасах фарш мазеобразный, желтовато-серого цвета разных оттенков. Ливерная колбаса теряет мажущую способность при содержании жира ниже 10—15%; ее консистенция становится сухой и крошливой. Ливерные колбасы изготовляют из свинины, говядины, почек, печени, мяса диафрагмы, жилок, стерилизованного мяса, топленого жира, молока, пшеничной муки, куриных яиц. Нитрит при производстве ливерных колбас не применяется.

Ливерную колбасу изготовляют горячим и холодным способом. При горячем способе сырье после варки измельчают на волчке и куттере. В куттер добавляют горячий бульон, причем фарш не должен охлаждаться ниже 50° С. Горячий фарш шприцуют в оболочку, затем батоны варят при температуре 82—87° С в течение 40—60 мин и охлаждают сначала в ледяной воде, а затем в камере с температурой около 0° С. При холодном способе производства сваренное сырье охлаждают до темпе-

ратуры 0—2° С. Дальнейшие операции такие же, как и при применении горячего способа. Ливерные колбасы варят до тех пор, пока температура в толще батона не достигнет 72—75° С. Сырье после варки незначительно загрязнено микробами, однако в ходе производства оно может иметь температуру, благоприятную для порчи, поэтому технологический процесс следует вести как можно быстрее.

Требования к качеству ливерных колбас изложены в табл. 60. Содержание влаги в ливерных колбасах 48—70%, NaCl — 1,5—2,0%.

Паштеты. Паштеты — это запеченные изделия без оболочек. По форме они похожи на формовой хлеб, а по фаршу — на ливерные колбасы. Паштеты изготовляют из того же сырья, что и ливерные колбасы. В некоторые из них добавляют крахмал (в украинский). Паштетный фарш укладывают в формы, смазанные жиром, и запекают 2—3 ч в ротационных или конвейерных печах или в жарочных шкафах. К концу запекания температура в толще паштета должна быть 72° С. Затем их охлаждают и завертывают в пергаментную бумагу.

Паштеты должны иметь чистую и ровную поверхность, допускается незначительное выделение желе и жира. Консистенция весовых паштетов — плотная, фасованных — мажущаяся, фарш на разрезе серый, допускается розовый оттенок. Вкус паштетов характерный, с выраженным ароматом пряностей, без постороннего привкуса и запаха. Содержание влаги в паштетах 50—60%, NaCl — 2%.

Зельцы. Зельцы — это изделия в оболочках, изготовленные из фарша, предварительно сваренных мяса и клейдающих субпродуктов, прессованных и охлажденных. Связывание фарша в плотную массу происходит при варке в результате гидролиза коллагена. Зельцы имеют округлую форму, спрессованы с двух сторон. В фарше на разрезе видны кусочки мясной части, между которыми находится плотно застывший бульон. Содержание влаги в пределах 55—75%, NaCl — 2,5% и нитрита — 3—5 мг%.

Таблица 60

Показатели	Колбаса				
	яичная	белковая	вареная	обыкновенная	ливерная, рецептура I и II
Форма, размер и вязка батонов	Батоны прямые или изогнутые длиной до 50 см, без поперечных перевязок в кругах говяжьих № 3, 4, 5 или свиных гузенках широкого диаметра или искусственных оболочках диаметром 50—55 см	Батоны прямые или изогнутые длиной до 50 см с двумя перевязками посередине в кругах говяжьих № 2, 3, 4 или искусственных оболочках диаметром 40—55 мм	Батоны в кольцах с внутренним диаметром 15—20 см или прямые длиной до 50 см с одной перевязкой на каждом конце батона в черевах говяжьих и свиных, кругах говяжьих, пищеводах говяжьих, гузенках свиных или искусственных оболочках диаметром 40—55 мм	Батоны в черевах в виде колец с внутренним диаметром 15—20 см с поперечной перевязкой через кольцо, в кругах пищеводов с одной перевязкой посередине	Батоны открученные в черевах длиной 20—25 см, в гузенках или искусственных оболочках, прямые или изогнутые длиной до 50 см с одной перевязкой на нижнем конце батона
Содержание, %, не более					
NaCl	2	1,5	2	2	2
влаги	55	60	55	60	70
Выход, % к массе вареного сырья	100	100	101	102	112

ПОЛУКОПЧЕНЫЕ КОЛБАСЫ

Полукопченые колбасы — это изделия из мясного фарша, заключенные в оболочку и подвергнутые осадке, обжарке, варке и копчению. Они обладают большей стойкостью при хранении, чем вареные колбасы, так как содержат меньше влаги, больше жира и подвергаются копчению, а иногда и сушке. Пищевая ценность этих колбас выше, чем вареных. За последние годы осуществлена разработка новых и улучшенных видов полукопченых колбас. Внедрение поточно-механизированных линий позволяет выпускать полукопченые колбасы более высокого качества, с равномерным распределением шпика в фарше и с лучшей консистенцией. Химический состав полукопченых колбас зависит от рецептуры фарша и так же, как и состав сырья, подвержен небольшим колебаниям (табл. 52). В табл. 61 приведен аминокислотный состав отдельных наименований полукопченых колбас (в мг на 100 г съедобной части продукта).

Полукопченую колбасу высокого качества можно получить только из выдержанного, доброкачественного сырья с тугоплавким жиром. Для производства полукопченых колбас используют говядину, свинину, грудинку и шпик. В отличие от других колбас полукопченые колбасы высшего сорта вырабатывают из мяса I сорта, а колбасы I и II сорта — из мяса II сорта. Для изготовления полукопченых колбас допускается использование охлажденного, мороженого и размороженного мяса. Не разрешается использование мороженой свинины, хранившейся более 6 мес, и субпродуктов, замороженных более одного раза. В формировании качества полукопченых колбас важную роль играют полужирная свинина и грудинка; измельченные относительно крупными кусками, они образуют рисунок, характерный для каждого наименования колбасы. Для получения кусочков правильной формы при измельчении шпика и грудинки их рекомендуется предварительно подморозить до температуры —1÷—5° С. В полукопченые колбасы не добавляют крахмал, однако в рецептуре особой субпродуктовой колбасы предусмотрено содержание 2% крахмала.

При посоле мяса для производства полукопченых и копченых колбас рядом авторов отмечено активирующее действие NaCl на окислительные ферменты тканей. Фактором, способствующим окислительным процессам в жировой ткани, является наличие в мясе гемовых пигментов. В процессе производства полукопченых колбас, при осадке и термической обработке происходит образование монолитной структуры из измельченной говядины, свинины и шпика. Термическая обработка включает обжарку, варку, охлаждение, копчение и сушку.

Полукопченые колбасы коптят при температуре 35—50° С в течение 12—24 ч. Недостатками горячего копчения являются выплавление и вытекание жира, излишняя морщинистость оболочки и не очень плотная консистен-

Таблица 61

Показатели	Колбасы полукопченые		Колбасы сырокопченые	
	минская	украинская	любительская	московская
Вода, %	32	44,4	25,2	27,6
Белок, %	17,4	16,5	20,5	24,8
Незаменимые аминокислоты:	6197	6043	7952	9286
В том числе:				
валин	1207	1059	1854	1952
изолейцин	863	665	897	1155
лейцин	1265	1262	1581	1788
лизин	1266	1233	1503	1761
метионин	274	317	421	677
треонин	619	665	701	900
триптофан	184	258	221	267
фенилаланин	517	564	774	786
Заменимые аминокислоты	10786	10378	11369	12932
В том числе:				
аланин	863	874	1189	1396
аргинин	1081	992	1085	1173
аспарагиновая кислота	1689	1603	1874	1952
гистидин	522	449	699	616
глицин	1169	1128	1056	1431
глутаминовая кислота	2627	2608	2658	3137
оксипролин	307	459	340	400
пролин	807	886	838	1102
серин	812	674	807	809
тирозин	685	490	625	662
цистин	224	215	198	254
Общее количество аминокислот	16983	16421	19321	22218
Лимитирующая аминокислота, скор, %	Мет.+цис. +тир. —82	Нет	Мет.+цис. —86	Треон. —90

ция колбасы. Во многих странах ведутся работы по усовершенствованию агрегатов и камер для термической обработки колбасных изделий. Повышение качества полукопченых и копченых колбас может быть достигнуто при автоматическом регулировании режима копчения — температуры, влажности и скорости движения дымопаровоздушной смеси. Это осуществлено, в частности, при термической обработке полукопченых колбас в комбинированных камерах или агрегатах непрерывного действия. В этих термоагрегатах копчение колбас производят без предварительного остывания батонов. В автоматизированных камерах подсушку и обжарку колбас ведут при температуре 90—100° С, относительной влажности 10—20% и скорости движения воздуха 2 м/с. За 20 мин до окончания обжарки влажность в камере повышают до 55% для предотвращения образования морщинистости оболочки. Процесс копчения осуществляется непосредственно после обжарки в течение 6—8 ч, температура постепенно снижается до 40—45° С и поддерживается относительная влажность дымовоздушной среды на уровне 60—65% и скорость движения 1 м/с. При соблюдении указанных режимов достигается улучшение консистенции и товарного вида колбас.

Полукопченые колбасы, реализуемые на месте, могут не проходить процесс сушки, если по содержанию влаги и консистенции удовлетворяют предъявляемым требованиям. Полукопченые и варено-копченые колбасы могут подвергаться сушке при более высоких температурах, чем сырокопченые колбасы. Однако при ускорении сушки посредством повышения температуры, снижения относительной влажности воздуха и увеличения скорости его движения возникает опасность неравномерного обезвоживания различных слоев батонов. Установлены следующие режимы в сушильных камерах, обеспечивающие достаточно высокое качество продукта: температура 10—12° С, относительная влажность 75%, скорость движения воздуха при естественной циркуляции 0,1—0,2 м/с.

Требования к качеству полукопченых колбас приведены в табл. 62. Содержание влаги в полукопченых колбасах для местной реализации высшего сорта 35—45%; I сорта — 48—52%; II сорта — 50—55%; III сорта — 60%; NaCl — 3—5%; нитрита — не более 5 мг%.

Таблица 62

Показатели	Колбаса							
	армавирская	краковская	охотничьи колбаски	полтавская	украинская жареная	таллинская	мюнхен
Оболочка и форма	Глухие ковны говяжьих и бараньих синюг диаметром не более 90 мм. Батоны изогнутые длиной не более 50 см с одной перевязкой на каждом конце	Говяжьи черевы экстра или широкие, свиные черевы. Батоны в виде колец с внутренним диаметром 16—30 см	Бараньи козьи и свиные черевы диаметром 28 мм. Батоны отрученные длиной 10—15 см	Говяжьи круга № 3—5, искусственные белковые оболочки диаметром 45—50 мм. Батоны длиной 50 см с одной перевязкой посередине	Говяжьи и свиные черевы средние или узкие. Батоны свернутые спиралью в 3—4 витка, перевязанные крестообразно	Говяжьи круга № 1—2—4, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм. Батоны длиной до 50 см с одной перевязкой внизу	Говяжьи круга № 1—4; пикалы, бараньи гузенки, сшитые и белковые искусственные оболочки диаметром 35—60 мм. Батоны длиной до 50 см с одной перевязкой сверху и отрезком шпагата на нижнем конце батона
Содержание, %, не более							
влаги в колбасе для местной реализации	45	45	35	40	Не нормировано	50	52
влаги в колбасе, предназначенной для отгрузки юнаренной сыпи	42	42	—	38	—	45	47
нитрита, мг%, не более	4,5	4,5	4,5	4,5	2,5	4,5	4,5
крахмала, %, не более	5	5	5	5	5	5	5
	—	—	—	—	—	—	2,7
Выход готовой продукции для местной реализации, %	83	82	67	82	61	85	79
Выход готовой продукции, предназначенной для отгрузки, %	79	77	—	77	—	80	73

Продолжение

Показатели	Колбаса						
	одесская	свиная	украинская	польская	семипалатинская	особая субпродуктовая
Оболочка и форма	Говяжьи черевы широкие, средние; говяжьи круга № 1—3. Батоны кольцами в открутку с внутренним диаметром 10—15 см. Батоны длиной до 50 см с двумя перевязками посередине	Свиные и говяжьи черевы узкие и средние. Батоны **открученные длиной 30—35 см**	Говяжьи круга № 1—4; пиквы бараньи и свиные гузенки, свиные и белковые искусственные оболочки диаметром 35—60 мм. Батоны длиной до 50 см с одной перевязкой на каждом конце батона	Говяжьи черевы средние и узкие, свиные черевы всех категорий	Говяжьи черевы узкие и свиные черевы средние и узкие	Говяжьи черевы, узкие и свиные черевы широкие, средние и узкие
				Батоны открученные длиной 15—25 см		
				С одной перевязкой на первом батоне или в виде колец с внутренним диаметром 15—25 см с двумя петлями	С тремя перевязками на первом батоне	С четырьмя перевязками на первом батоне
Содержание, %, не более						
влаги в колбасе для местной реализации	48	50	48	50	55	60
влаги в колбасе, предназначенной для отгрузки поваренной соли	45	45	43	45	50	52
нитрита, мг%, не более	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
крахмала, %, не более	5	5	5	5	5	5
	—	—	—	—	2,8	4,3
Выход готовой продукции для местной реализации, %	77	78	79	79	72	76
Выход готовой продукции, предназначенной для отгрузки, %	73	72	73	71	61	64

КОПЧЕНЫЕ КОЛБАСЫ

Копченые колбасы в зависимости от способа изготовления подразделяются на сырокопченые и варенокопченые. Разновидностью сырокопченых колбас являются сыровяленые, которые не коптят, а только сушат. Копченые колбасы по химическому составу отличаются высоким содержанием жира, белков и низким содержанием влаги (табл. 52). Они наиболее стойки из всех видов колбасных изделий.

Сырокопченые колбасы. Это изделия в оболочках, вырабатываемые из мясного фарша и подвергнутые осадке, копчению и сушке. Подготовка к употреблению в пищу осуществляется за счет длительной ферментации мяса на всех стадиях производства колбас. Эти колбасы отличаются плотной консистенцией, приятным ароматом и острым солоноватым вкусом. Благодаря значительному обезвоживанию они могут храниться длительное время.

Для производства сырокопченых колбас используют свежее мясо, охлажденное, не более 2—3-суточной выдержки или недавно замороженное. Сырье должно содержать небольшое количество влаги. Наилучшим считается мясо бугаев 5—7 лет и мясо свиней 2—3-летнего возраста. Для производства сырокопченых колбас не допускается мясо, замороженное более одного раза или заметно изменившее цвет на поверхности, а также мороженая свинина, хранившаяся более 3 мес. Непригодным считается эксудативное мясо.

В сырокопченых колбасах жир в виде вкраплений входит в состав продукта. Кусочки жира должны быть равномерно распределены в массе фарша для придания соответствующего товарного вида и равномерного испарения влаги при сушке. При использовании шпика с мазеобразной консистенцией плохо связывается структура фарша и замедляется процесс сушки изделий. Жир сырокопченых колбас влияет на их вкус и пригодность к хранению. Особыми свойствами обладает хребтовый шпик. Его наряду со шпиком окорока относят к твердым участкам шпика в свиной туше, особенно пригодным для производства копченых колбас. Твердый шпик обеспечивает определенный рисунок на разрезе в копченых колбасах, он четко отделяется от частичек мускульной ткани. Этот

жир при измельчении нарезается без размазывания. Поскольку копченые колбасы хранятся длительное время, необходимо применять трудно окисляющийся жир. Мягкий шпик богаче ненасыщенными жирными кислотами и в большей степени подвержен порче. Для производства копченых колбас особенно пригоден хребтовый шпик кастрированных свиней, так как содержание ненасыщенных жирных кислот в нем небольшое.

К оболочкам сырокопченых колбас предъявляются следующие требования: хорошая паропроницаемость, способность к усадке и уплотнению. Для набивки фарша в основном используют натуральные оболочки, недостаток которых в том, что содержащийся в них жир дает привкус прогорклости. Предложен следующий способ обработки натуральных оболочек: промывка оболочки в воде, вымочка 8 ч в 4%-ной молочной или винной кислоте. При этом оболочки обезвоживаются. После этого оболочки промывают в холодной воде и погружают в 1%-ный триполифосфат натрия (pH 8) на 12 ч для нейтрализации кислоты. Такие оболочки легко одеваются на цевку, отличаются повышенной прочностью. Допускается выпуск колбас в искусственной оболочке без перевязок. В этом случае обязательным является нанесение на батоны печатных обозначений или прикрепление этикеток с указанием наименования колбасы.

В некоторые сырокопченые колбасы для лучшего аромата и вкуса добавляется вино. Так, в особенную, майкопскую, свиную, советскую, столичную и польскую колбасы добавляется мадера или коньяк в количестве 0,25% к массе сырья.

Значительное повышение качества копченых колбасных изделий получено в результате внедрения поточно-механизированных линий «Кремер—Гребе» и оптимальных термических режимов обработки.

Длительное созревание мяса в посоле для производства копченых колбас (в течение 5—7 сут при температуре 0—2° С) обеспечивает высокое качество продукта. При посоле сырья для лучшего отделения влаги мясо выдерживают на наклонных стеллажах или же в чанах с перфорированным дном.

В настоящее время приготовление фарша сырокопченых колбас с мелкоизмельченным шпиком осуществляют путем измельчения подмороженного мяса на куттере. Эти колбасы отличаются более мягкой консистенцией и нежным вкусом. В момент куттерования на линии Кремер—Гребе шпик закладывают равномерно по всей площади чаши куттера. При производстве сырокопченых колбас наиболее совершенной является система вакуумирования фарша на линии Кремер—Гребе. В мясо при измельчении вводят нитритированную посолочную смесь, при ее отсутствии добавляют нитрит натрия в виде 5%-ного раствора, этим обеспечивается равномерное распределение нитрита в фарше.

Фарш можно приготовлять также в фаршемешалке, куда добавляют все компоненты в соответствии с рецептурой. Равномерное распределение нитритов и других компонентов, а также созревание мяса происходит при выдержке фарша в тазиках в течение 24 ч при температуре 2—4° С.

При изготовлении копченых колбас оболочки плотно наполняются фаршем при давлении шприцевания 98—127,5·10³ Па. При неплотной набивке образуются «фонари». Плотность шприцевания фарша оказывает влияние на качество сырокопченых колбас. Схема вязки каждого наименования колбасы должна соответствовать техническим условиям. Вязку сырокопченых колбас производят на сухих столах. С целью удаления излишней влаги кишечную оболочку выдерживают в подвешенном состоянии в охлаждаемом помещении в течение 12—24 ч. При наличии при вязке значительного количества «ошпилок» фарш вторично перерабатывается, что приводит к ухудшению качества продукта.

При осадке батонов в течение 5—7 сут при температуре 2—4° С происходит подсушка оболочки, созревание фарша, его уплотнение и фиксация окраски, обусловленная ферментативными и микробиальными процессами. При осадке батонов сырокопченых колбас их навешивают на палки достаточно плотно для избежания чрезмерного подсыхания поверхности батонов. В процессе осадки батонов сырокопченых колбас происходит постепенное обезвоживание фарша, некоторое снижение величины pH, понижение показателей липкости, влагоудерживающей способности, происходит гидролитический распад белков с увеличением количества свободных аминокислот и полипептидов.

Для избежания циркуляции воздуха в осадочных камерах копченых колбас устанавливают батареи. При повышенной циркуляции воздуха происходит излишняя усушка оболочки и образование уплотненного слоя на поверхности батона, затрудняющего при копчении и сушке удаление влаги из глубинных слоев батона. Исключение осадки при производстве сырокопченых колбас приводило к ухудшению вкуса, пористости фарша на разрезе, деформации батонов и появлению темного кольца у оболочки. Практические работники ориентируются на следующие показатели готовности колбас при осадке: сухая оболочка, плотно облегающая колбасу, при нажатии не вдавливается, на разрезе фарш ярко-красного цвета, отдельные волокна мяса не тянутся за ножом.

При производстве копченых, и особенно сырокопченых колбас особо важное значение имеет копчение. Его проводят в течение 2—3 сут при температуре 18—22° С. При копчении происходят значительные потери влаги — в сырокопченых колбасах при холодном копчении в течение 4 сут они составляют 12—14%. Имеются данные, что при длительном хранении изделий дым оказывает отрицательное влияние на жиры. Сильно копченые колбасы в зависимости от условий приобретают едкий привкус дегтя и фенола, который усиливается при дальнейшем хранении. По-видимому, это обусловливается изменениями веществ, содержащихся в дыме. Установлено, что при копчении сырокопченых колбас снижается эластичность и влагосвязывающая способность фарша; значительно снижалась липкость фарша, что указывает на денатурационные изменения белковых веществ в процессе копчения [73]. После копчения в сырокопченой колбасе установлено падение величины pH на 0,2—0,4 ед [60].

Влияние процессов, происходящих при сушке, на качество сырокопченых колбас. Одним из наиболее важных процессов производства сырокопченых колбас, при котором формируется их качество, является сушка. Сушка сырокопченых колбас — наиболее сложный технологический процесс. При ней в продукте происходят процессы, вызываемые деятельностью тканевых ферментов и микроорганизмов, одним из следствий которых является разрушение первоначальной клеточной структуры

мышечной ткани и образование однородной монолитной структуры, присущей готовому продукту.

Скорость сушки необходимо поддерживать на уровне, исключающем значительную неравномерность влажности. Температура в сушилке не должна превышать 16—18° С. Наиболее благоприятной является температура 10—12° С, так как при этом улучшается аромат изделий и удлиняется срок их хранения. Режим сушки не имеет строгого научного обоснования, однако он обеспечивает получение продукта высокого качества. Продолжительность сушки зависит от вида, массы, объема и необходимой степени обезвоживания колбас.

При сушке продолжаются процессы, начавшиеся при осадке и копчении. Обезвоживание фарша предохраняет колбасы от микробиальной порчи. Кроме того, во время сушки происходят химические процессы, а также перераспределение влаги и дымовых компонентов. Минимальная влажность белковых продуктов, при которой происходит развитие бактерий, составляет 25—30% к массе продукта.

Плесени могут развиваться при влажности продукта около 15% и даже на более сухих, если влажность воздуха выше 75%, а температура выше 10° С. Различные микроорганизмы обладают различной стойкостью к обезвоживанию: спорообразующие переносят обезвоживание сравнительно легко; неспорообразующие отмирают на обезвоженном продукте в различные сроки, зависящие от их свойств, условий сушки и хранения. В табл. 63

Таблица 63

Стадия технологического процесса	Содержание влаги, %	Количество микробов в 1 г фарша, тыс.	Соотношение сводных морфологических групп бактерий, %			
			кокки	грамположительные палочки		грамотрицательные палочки
				спорообразующие	неспорообразующие	
Шприцевание	48,9	2 250	49,4	21,8	21,1	7,7
Осадка	46,6	21 000	67,7	12,4	14,2	5,7
Копчение	46,8	6 417	84,7	6,3	7,7	1,3
Сушка, сут						
10	34,7	1 200	64,6	30,7	3,6	1,1
25	26	658	58,8	40,2	1	—

приведено изменение обсемененности сырокопченых колбас на различных стадиях технологического процесса. В начальной стадии сушки количество микробов увеличивается. По мере обезвоживания продукта, роста концентрации соли количество микробов снижается; при этом сглаживается многообразие микрофлоры и преобладает в основном молочнокислая.

Высушенные продукты легче транспортировать и хранить, так как они имеют меньшую массу и объем при одинаковом содержании питательных веществ. Происходящее при сушке перемещение влаги из глубинных слоев к поверхности сопровождается некоторым переносом в обратном направлении части растворенных минеральных веществ. В зоне испарения происходит концентрирование этих веществ и выпадение кристаллов на поверхности продукта, что нежелательно.

При интенсивной сушке колбас влажность внешнего слоя быстро уменьшается и резко возрастает его прочность. Способность к усадке такого слоя уменьшается. Это состояние поверхностного слоя сырокопченых колбас получило название «закал». Толщина слоя с закалом (от 1 до 10 мм) зависит от времени нахождения колбасы в неблагоприятных условиях. При образовании закала происходит чрезмерная усушка оболочки батонов, в результате чего она теряет эластичность, становится сухой, ломкой, образует складки и отделяется от фарша. При сушке сырокопченых колбас важное значение имеет развитие белой плесени, являющейся антагонистом гнилостных микроорганизмов. Плесень служит также регулятором влажности и предохраняет поверхностные слои от излишней усушки. Поверхностный слой не пропускает влагу, поэтому внутренние слои остаются чрезмерно влажными.

Сушка сырокопченых колбас, т. е. обезвоживание их путем испарения влаги во внешнюю среду, начинается в период осадки, продолжается во время копчения и заканчивается во время собственно сушки. Таким образом, еще до начала сушки испаряется 35—45% той влаги, которая должна быть удалена. Равномерность сушки батонов достигается при одинаковом их диаметре.

При сушке сырокопченых колбас происходят процессы структурообразования, составные части продукта подвергаются химическим изменениям под влиянием

тканевых и бактериальных ферментов. При сушке уменьшается количество неразрушенных волокон мышечной ткани фарша, продолжается гомогенизация массы с появлением зернистости ее строения. Причиной этих изменений является деятельность микрофлоры и тканевых ферментов. Эти изменения делают продукт более легкоусвояемым и улучшают его органолептические характеристики. В основе ферментативного распада структурных элементов тканей фарша лежит протеолиз, в результате которого происходит распад около 15% белковых веществ фарша. В процессе сушки происходит гидролиз белков, в 2 раза увеличивается количество свободных аминокислот. В конечном счете образуется однородная, монолитная структура продукта с хорошей связью частиц. А. А. Соколовым при исследовании структурообразования сырокопченых колбас установлено, что структура продукта формируется в результате возникновения и развития пространственного волокнистого каркаса путем агрегирования той части мышечных белков, которая находится в состоянии золя в непрерывной фазе колбасного фарша. Нерастворимые дисперсные частицы заключены в ячейках образующегося каркаса. Вначале структура формируется в результате возникновения тиксотропных коагуляционных связей, которые в дальнейшем сменяются более прочными конденсационными. Агрегирование белков миоплазмы сопровождается возникновением электростатических и водородных связей между ними; агрегированию белков миофибрилл сопутствует также и возникновение дисульфидных связей.

В процессе осадки, копчения и сушки жировые частицы связываются с измельченной мышечной тканью в единую плотную массу. Потери влаги при сушке сопровождаются уменьшением расстояния между группами мышечных волокон и отдельными волокнами, а также сокращением диаметра волокон. Скорость и степень удаления влаги и усадка мышечных волокон выше для предварительно сваренного мяса, чем для сырого. Биохимические изменения продукта сопровождаются сдвигом величины pH среды в кислую сторону; к концу сушки величина pH снижается до 5,2—5,6. Это тормозит развитие гнилостной микрофлоры.

Значительное сокращение продолжительности процесса сушки колбас при сохранении качества продукта

получено обезвоживанием шрота мяса сублимацией. В течение 2 ч из сырья удаляется 20% воды. Сырье после предварительного обезвоживания направляют на измельчение.

При осадке и сушке сырокопченых колбас возможно ослизнение поверхности батонов, в частности при повышенной температуре, влажности и отсутствии циркуляции воздуха. При этом появляется морщинистость поверхности батонов. Предупреждение ослизнения достигается при подсушивании батонов, т. е. создании условий, при которых влага с поверхности быстро испаряется. В соответствии с зарубежным опытом рекомендуется в течение первых трех дней удалять из колбасы 5% воды. Появление при сушке осадка соли или налета на поверхности батона ухудшает товарный вид сырокопченых колбас.

Одним из главных факторов формирования органолептических показателей сырокопченых колбас являются микробиологические процессы. Улучшение вкусовых и ароматических свойств копченых колбас достигается посредством направленного использования микрофлоры. В ряде стран для улучшения вкусовых свойств и интенсификации процесса применяют бактериальные культуры в замороженном и сухом виде, в частности в лиофилизированном виде. Применение бактериальных культур в колбасном производстве создает возможность выпуска нового типа колбас, обладающих более высокой биологической ценностью, и производства продуктов с различными видоизменениями вкуса и аромата. Бактериальные культуры должны подавлять развитие нежелательной микрофлоры и продуцировать вещества, положительно влияющие на аромат и вкус продукта.

Вводимые в сырокопченые колбасы молочнокислые бактерии являются поставщиком протеолитических ферментов. Сбраживая сахара, они создают условия (pH, окислительно-восстановительный потенциал) для более интенсивного развития ферментативных реакций, обусловленных тканевыми ферментами. Во ВНИИМПе изучена микрофлора сырокопченых колбас. Отобраны штаммы молочнокислых бактерий, способные продуцировать молочную кислоту, летучие жирные кислоты, карбонильные соединения, аминокислоты.

В Болгарии при изготовлении сырокопченых колбас применяют в качестве стартовой культуры штамм P_4 в бульоне. Штамм P_4 изолирован из сырокопченых колбас и представляет из себя грамположительный микроорганизм. P_4 — аэроб, но хорошо развивается и в анаэробных условиях. Оптимальная температура развития 25° С, оптимум величины pH 6,5—7,0. В широкой практике закваска применяется в виде чистых лиофилизированных культур и в бульонной культуре. В результате применения P_4 достигнуты стандартизация продукции с постоянными органолептическими показателями и резкое снижение брака. Закваску вводят в фарш при измельчении в количестве 500 мл на 100 кг сырья. В США применяется солетолерантный микроорганизм *Pediococcus cerevisiae*, позволяющий исключить выдержку мяса в посоле и улучшить вкус колбасы. Культура *Micrococcus aurantiacus*, применяемая в Финляндии, способствует улучшению вкуса изделий и ускорению образования молочной кислоты.

Установлено [181], что причиной образования специфического вкуса сырокопченых колбас являются также добавляемые в фарш углеводы, в частности не только продукты их брожения, но и другие физиологически активные соединения. Без добавления углеводов не получены сырокопченые колбасы с хорошими вкусовыми свойствами. Наилучшими вкусовыми свойствами обладали сырокопченые колбасы, в фарш которых добавляли углеводы с высокой молекулярной массой, в них содержалось также больше промежуточных и конечных продуктов брожения углеводов. При применении углеводов с молекулярной массой от 180 до 171; 150 (глюкоза, мальтоза, декстрины) обнаружено, что динамика процесса накопления кислых продуктов ферментации в сырокопченых колбасах является функцией массы молекул. Чем больше масса молекулы, тем позднее наступает основной период накопления продуктов ферментации. Установлено, что при соответствующем выборе углеводов существует возможность программирования и управления качеством сырокопченых колбас.

Ароматообразование в сырокопченых колбасах связывают также с гидролизом жиров. Гидролиз жиров микроорганизмами происходит под действием бактериальных липолитических ферментов, которые могут об-

разовываться из многочисленных микроорганизмов — стафилококков, микрококков, дрожжей и плесневых грибков. Микробиальный гидролиз жиров характеризуется ростом кислотного числа, однако в отличие от ферментативного гидролиза глицерин участвует в метаболизме микроорганизмов. Если гидролиз жиров происходит в установленных границах, то это не сопровождается отклонением вкуса и запаха, однако могут иметь место пороки консистенции. Известным пороком сырокопченых колбас, вызываемым жирорасщепляющими дрожжами, является образование маслянисто-прозрачной жидкости, состоящей из свободных жирных кислот, глицеридов и глицерина и выступающей на поверхности колбасного батона.

Производство сырокопченых колбас очень длительно по времени, требует больших площадей и экономически менее целесообразно, чем производство полукопченых колбас. В настоящее время осваивается производство полумягких сырокопченых колбас, время сушки которых значительно меньше. Во ВНИИМПе разработана ускоренная технология производства сырокопченых колбас, позволяющая исключить ряд операций. Сырье подмораживают до —5°С, измельчают на куттере, плотно наполняют в оболочку, выдерживают 5—7 сут при 2—4° С, коптят 1—2 дня при 18 —22° С и сушат 3 —7 сут при 10—12° С. Новая технология обеспечивает получение колбасы хорошего качества. Измельчение подмороженного мяса и шпика в куттере позволяет сохранить структуру ткани и четкий рисунок без следов перетирания шпика. Однако, как правило, ускоренная технология производства сырокопченых колбас не обеспечивает стойкости продукта при длительном хранении.

Варено-копченые колбасы. Качественные показатели варено-копченых колбас отличаются от показателей сырокопченых колбас, так как отлична технология их производства. Отличие состоит в продолжительности осадки; одновременно изделия обжаривают и варят и применяют более высокую температуру при копчении.

В табл. 64 и 65 приведены требования к виду фарша на разрезе, форме, размеру и вязке батонов, содержанию влаги, соли, нитрита в сырокопченых и варено-копченых колбасах.

Таблица 64

Показатели	Колбаса сырокопченая						Колбаса варено-копченая					
	брауншвейгская	зернистая	майкопская	московская	особенная	польская	любительская	минская	полтавская	сервелат	украинская	свиная
Вид фарша на разрезе при рассматривании невооруженным глазом	Кусочки шпика длиной 4—5 мм	Кусочки шпика длиной не более 3 мм	Кусочки полужирной свиной длиной не более 6 мм	Кусочки шпика длиной более 6 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной не более 12 мм и шириной не более 5 мм	Кусочки шпика длиной не более 3 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной 10—20 мм и шириной 4—5 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной 10—20 мм и шириной 4—5 мм	Кусочки шпика длиной не более 3 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной 10—20 мм и шириной 4—5 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной 10—20 мм и шириной 4—5 мм	Кусочки грудинки в виде удлиненных прямоугольников длиной 10—20 мм и шириной 4—5 мм
Форма, размер и длина батонов	Батоны прямые длиной до 50 см с одной перевязкой на каждом конце батона и с продольным шнуром сверху	Батоны прямые длиной до 50 см с одной перевязкой на каждом конце батона и с продольным шнуром сверху	Батоны прямые длиной до 50 см, перевязанные поперек через каждые 5 см	Батоны прямые длиной до 50 см с двумя перевязками посредине	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см, с отрезком шпагата сверху, в пузырях — крестообразно	Батоны в виде колец с внутренним диаметром 8—13 см	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см	Батоны в виде колец с внутренним диаметром 8—13 см	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см	Батоны прямые длиной до 75 см, перевязанные поперек через каждые 10 см
Оболочка	Говяжьи круга № 0, 3, 4 и № 5, белковые искусственные оболочки диаметром 30—40 мм	Говяжьи круга № 5, белковые искусственные оболочки диаметром 40—55 мм	Говяжьи круга № 3, 4, белковые искусственные оболочки диаметром 50—60 мм	Говяжьи круга № 1, 2, 3, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Свиные и говяжьи дуранты, гуженки, говяжьи круга № 0, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Говяжьи черева экстра и широкие	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Говяжьи черева экстра и широкие	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм
Содержание влаги, %, не более	27	25	30	30	25	27	25	25	27	25	25	25
NaCl, %	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6
Содержание нитрита, мг на 100 г продукта, не более	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Выход, %, к массе исходного сырья	60	73	86	87	86	87	70	70	87	70	70	70

Показатели	Колбаса сырокопченая						
	сервелат	советская	столичная	суджук	туристские колбаски	углицкая	любительская
Вид фарша на разрезе при равномерном перемешивании	Кусочки медкоизмельченной свинины размером не более 3 мм	Кусочки шпика размером не более 3 мм	Кусочки шпика размером не более 3 мм	Кусочки бараньего и говяжьего жира размером не более 3 мм	Кусочки грудинки размером не более 4 мм	Кусочки шпика размером 3—12 мм	Кусочки грудинки размером не более 8 мм
Форма, размер и вязка батонов	Батоны прямые длиной до 50 см без перевязок	Батоны прямые длиной до 50 см, перевязанные поперек через каждые 10 см, с отрезком шпагата снизу	Батоны прямые длиной до 50 см с тремя перевязками на равном расстоянии	Батоны прессованные в виде колец	Колбаски прессованные длиной 12—15 см	Батоны слегка изогнутой формы длиной до 50 см, перевязанные поперек через каждые 12—15 см	Батоны прямые длиной до 50 см с четырьмя перевязками на равном расстоянии
Оболочка	Свиные гузенки и круга №3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Говяжьи круга № 2, 3, 4, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм	Говяжьи черевы средние и широкие	Свиные черевы широкие и средние	Глухие концы свиного бараньих и телячьих диаметром до 80 мм	Говяжьи пищеводы и круга № 1, 2, 3, гузенки свиные, белковые искусственные оболочки диаметром 45—55 мм
Содержание влаги, %, не более	30	25	27	30	27	30	30
NaCl, %	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6	3—6
нитрита, мг на 100 г продукта, не более	3	3	3	3	3	3	3
Выход, % к массе несоленого сырья	61	58	61	65	61	60	56

Как правило, влажность сухих сырокопченых колбас не превышает 30%, а полусухих — 36%; содержание NaCl 3—6%, нитрита — не более 3 мг на 100 г. Содержание влаги в варено-копченых колбасах 38—43%, причем верхние пределы соответствуют колбасам, предназначенным для местной реализации, а нижние — для отгрузки. Содержание NaCl не более 5%, нитрита — не более 5 мг на 100 г.

Дефекты качества сырокопченых колбас. Дефекты внешнего вида: морщинистость, сильно высушенная, негибкая, ломкая, отделяющаяся от фарша оболочка. Оболочка должна плотно прилегать к фаршу, не образуя морщин и складок. Морщинистость допускается только в местах перевязки. Она образуется при нарушении режима сушки: повышении температуры, снижении относительной влажности или изменении скорости движения воздуха, а также при значительном снижении влажности воздуха в коптильной камере по сравнению с осадочной и при температуре копчения выше 18—23°С, при слишком низком давлении шприцевания. Эти дефекты сопутствуют образованию закала — чрезмерно высушенного поверхностного слоя батонов. Интенсивная сушка поверхностных слоев батонов приводит к ухудшению товарного вида, окраски, консистенции, запаха и вкуса.

Отставание оболочки. Колбасная оболочка должна усыхать вместе с фаршем и плотно облегать батон. Отделение оболочки от фарша происходит после потери эластичности и способности к усадке при сушке. Причиной этого является использование

некачественной оболочки;

оболочки, частично разложившейся при неправильном хранении;

предварительно неправильно обработанной, высушенной и засоленной оболочки, например при слишком кратковременном или продолжительном размачивании в теплой воде. В первом случае она поглощает недостаточное количество влаги для достижения необходимой эластичности, а во втором могут произойти процессы разложения, вызывающие потерю эластичности. Фарш следует шприцевать немедленно после промывки оболочки и удаления излишней влаги. Искусственные оболочки обычно плохо облегают поверхность батона, что

Показатели	Колбаса	
	деликатесная	московская
Вид фарша на разрезе при равномерном перемешивании	Кусочки грудинки в виде прямоугольников длиной 70—80 мм, шириной и высотой 4—5 мм	Кусочки шпика белого цвета с розоватым оттенком длиной не более 6 мм
Форма, размер и вязка батонов	Прямые батоны длиной до 50 см с тремя перевязками на равном расстоянии	Прямые батоны длиной 50 см с одной перевязкой на каждом конце
Оболочка	Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, белковые искусственные оболочки диаметром 45—60 мм	Говяжьи круга № 1, 2, 3, 4, белковые искусственные оболочки диаметром 45—60 мм
Содержание влаги, %, не более		
для местной реализации	43	43
для отгрузки	38	38
NaCl, %, не более	5	5
нитрита, мг на 100 г продукта, не более	5	5
Выход, % к массе несоленого сырья		
для местной реализации	66	67
для отгрузки	61	61

обусловлено различной степенью усадки отдельных компонентов оболочки.

Отделение оболочки происходит также вследствие набухания при копчении в чрезмерно влажном дыме или же при резком повышении влажности воздуха при сушке, хранении и транспортировке в сушилках без кондиционирования (особенно летом, когда влажность воздуха высокая).

В отдельных случаях в тяжеловесных батонах отделение оболочки происходит в месте верхней перевязки,

Таблица 65

варено-копченая		
сервелат	заказная	любительская
Кусочки жирной свинины длиной не более 4 мм	Кусочки говяжьего жира, грудинки или шпика длиной не более 6 мм	Кусочки грудинки длиной не более 8 мм
Батоны прямой или слегка изогнутой формы длиной до 50 см с четырьмя перевязками на равном расстоянии	Открученные батончики длиной 15—20 см	Прямые батоны длиной до 50 см с двумя перевязками на каждом конце
Свиные гузенки, говяжьи круга № 3, 4, 5, глухие концы бараньих синюг, белковые искусственные оболочки диаметром 45—60 мм	Говяжьи черевы экстра, широкие и свиные черевы широкие	Говяжьи круга № 1, 2, 3, 4, белковые искусственные оболочки диаметром 45—60 мм
43	43	43
38	38	38
5	5	5
5	5	5
67	67	67
61	60	60

что обусловлено недостаточно плотной шприцовкой и перевязкой. В результате оседания фарша в верхнем конце батона образуется полость. Для предотвращения отслаивания оболочки при изготовлении сыроколченых колбас основным является плотная набивка и соблюдение режимов сушки и кончения, в частности предотвращение внезапного повышения влажности воздуха. При образовании сухой корочки рекомендуется погружение батонов в раствор соли или в воду.

Образование налета и плесени. На по-

верхности батонов в зависимости от вида плесени появляется белый, серо-белый и пестрый дрожжевой налет, вызванный развитием дрожжей и плесеней. Плесень иногда развивается под оболочкой, и колбаса имеет пятнистый вид. Образование нежелательных налетов на поверхности батонов следует отличать от плесневого покрытия, характерного для некоторых видов сырокопченых колбас и способствующего образованию их аромата. Развитие нежелательных видов плесеней и дрожжей происходит при повышенной температуре и влажности воздуха в сушильных и коптильных камерах. В этом случае установлена повышенная обсемененность поверхности батонов, особенно при их отпотевании. Развитие нежелательных плесеней часто встречается при осадке и сушке колбас, и обезвреживание камер не дает положительного результата, так как имеет место стойкое заражение камер, приборов, строительных конструкций плесенью. В небольших камерах эффективное обезвреживание достигается интенсивным копчением. В сушильных камерах, в которых плесень проникла в стены и деревянные конструкции, необходимо смывать старую краску и после дезинфекции покрасить стены заново моющимися и плеснестойкими красками. Деревянные вешала необходимо обработать противоплесневыми средствами.

Условия созревания колбасы считаются правильными, если она остается мягкой и слегка влажной, но не мокрой, тогда как после сушки колбаса должна быть сухой. Покрытие колбас легким налетом плесени допускается, если при этом не изменяются запах, вкус и цвет фарша.

Образование налета соли. Налет соли, образующийся вследствие выкристаллизации поваренной соли, похож на сухой дрожжевой налет. Он образуется при использовании посоленных и плохо вымоченных кишок или, вероятно, при чрезмерно высоком содержании NaCl в фарше, особенно в шпике. На пригодность колбасы к употреблению налет соли не влияет. Для предотвращения его образования необходимо тщательно вымачивать оболочки, правильно производить посол шпика и соблюдать режим сушки.

Выпотевание жира. Оно обусловлено использованием слишком мягкого шпика с большим содержанием непредельных жирных кислот. Такими свойствами обладает шпик брюшной части, а также хребтовой, от неправильно кормленных животных с большим содержанием в кормовом рационе рыбной муки, кукурузы, пищевых и масличных отходов льняного жмыха. Такой шпик непригоден для производства сырокопченой колбасы, так как он содержит значительное количество компонентов с низкой температурой плавления. Причиной выпотевания жира является также недостаточное охлаждение шпика, который при измельчении тупыми ножами дополнительно нагревается, и фарш становится ослизлым. В процессе производства основной технологической причиной выпотевания жира является повышенная температура осадки, копчения и сушки, при которой происходит частичное оплавление жира и скопление его между фаршем и оболочкой с образованием тонкой пленки, препятствующей испарению влаги из батона. В жиропроницаемых оболочках жир выступает наружу, и поверхность колбас становится сальной. При этих условиях жир зачастую собирается в месте верхней перевязки и по складкам стекает в низ батона, образуя жировые потеки в виде полос, резко ухудшающих цвет батонов, так как жир плохо пропускает отдельные компоненты дыма. В связи с этим при производстве сырокопченых колбас регулярно производят заточку режущего инструмента волчков и куттеров для избежания перегрева шпика. Разрыв оболочки происходит вследствие использования недоброкачественных оболочек или при чрезмерном повышении внутреннего давления фарша. При созревании и копчении вследствие нагрева увеличивается объем фарша. Хорошие оболочки выдерживают такое давление. Бурное газообразование, обусловленное развитием молочнокислых и гнилостных бактерий, приводит к резкому повышению давления и разрыву оболочек. Причиной разрыва искусственных оболочек является поражение плесневыми грибками, которое предотвращается погружением батонов в 3—5%-ный раствор уксусной кислоты, регулированием влажности при осадке и копчении.

Закал. Закал возникает при колебании температурно-влажностного режима и скоростей движения воздуха в объеме сушильной камеры. Закал возможен в той части партии колбас, где чрезмерно интенсивная циркуляция

воздуха. При повышенной температуре (28° С) и низкой относительной влажности (50—60%) и большой скорости движения воздуха закал появляется быстрее и толщина слоя больше, чем при более мягком режиме.

Образование «фонарей». При неправильном шприцевании или сушке в толще батонов появляются «фонари» трещины или щели, видные при продольном разрезании батона. При значительном образовании «фонарей» происходит деформирование батона. В связи с тем что при образовании закала усадка внутренних слоев продолжается по мере уменьшения их влажности и может произойти разрыв внутренних слоев от внешнего, и образуются полости. В местах образования «фонарей» фарш приобретает серый или желтый цвет.

Недостаточная связанность и твердость при нарезании. Связанность структуры фарша зависит от изменения коллоидно-химического состояния белков мяса при созревании колбасы. В результате комплекса процессов при низкой величине pH (5,4—5,6) имеют место переход структуры из золя в гель и склеивание частиц фарша. Образование твердой консистенции связано также со значительными потерями воды. Необходимую твердость колбаса приобретает только после потери достаточно большого количества воды. Сырокопченые колбасы с недостаточно связанным фаршем плохо нарезаются на ломтики, их фарш крошится, распадается. Причинами несвязанности структуры являются: неудовлетворительное качество мяса, в частности использование мяса с повышенной величиной pH; переработка недостаточно охлажденного и созревшего мяса; использование слишком мягкого и недостаточно охлажденного шпика; перегрев фарша при измельчении, в этом случае частицы мышечной ткани покрываются тонким жировым слоем, препятствующим их связыванию; нарушение режимов сушки колбас.

Колбасы с мягкой структурой. Мягкая консистенция сырокопченой колбасы наблюдается при отсутствии связывания частиц фарша или недостаточной сушке. Такая колбаса легко деформируется. Сырокопченые колбасы с мягкой консистенцией получают при использовании: мяса с повышенным содержанием воды, в частности от молодых животных; хранившегося мороженого мяса; оболочек с низкой водопроницаемостью при преждевременном высушивании оболочки, что снижает ее влагопроницаемость; мягкого шпика и повышенных температур осадки и копчения; в этом случае образующаяся жировая пленка препятствует дегидратации; мяса с высокой влагосвязывающей способностью, например парного с повышенной величиной pH, медленно теряющего влагу; недостаточно свежего мяса (или при нарушении технологических и санитарных условий, что приводит к развитию гнилостной микрофлоры). При переработке влажного или мороженого мяса его рекомендуется нарезать на куски и выдерживать 12 ч при 0—2° С на наклонных стеллажах для стекания мясного сока.

Недостатки цвета. Сырокопченые колбасы должны иметь интенсивный красный цвет, равномерный по диаметру. Отклонения в цвете или его недостаточная стойкость снижают качество колбас. Недостатки цвета являются следствием нарушения технологии производства, поэтому наблюдаются в сочетании с другими недостатками качества.

Колбаса с бледной или светло-розовой окраской, близкой к окраске вареных колбас. Бледную окраску получают при увеличении содержания жира в мясе, при переработке мяса молодых животных, животных, в кормовом рационе которых содержалось недостаточное количество железа, являющегося существенным компонентом мышечного пигмента при низком содержании нитрита.

Неравномерный или слишком темный цвет при копчении. Неравномерный цвет батонов при копчении может иметь место при появлении налета на поверхности батонов. В местах образования налета дым плохо проникает внутрь батона и образуется неравномерный цвет. При чрезмерно продолжительном копчении и при повышенной температуре образуется слишком темный цвет оболочки. При использовании темного мяса очень старых животных колбаса также может иметь слишком темный цвет. Яркость цвета такого мяса может быть снижена посредством тонкого измельчения.

Образование зеленоватого и коричневого оттенка. Среди изменений цвета сырокопченых колбас на разрезе наиболее распространено образова-

ние зеленого, серого и коричневого цвета, степень распространения которого может быть различной. Раньше всего появляется зеленое окрашивание.

При изменении цвета под влиянием микроорганизмов характер и степень цветообразования зависят от вида, количества, активности и продолжительности развития микроорганизмов. Изменение цвета наблюдается при несоблюдении санитарных требований, повышенной температуре созревания в результате гнилостного разложения белка с образованием H_2S и SH-групп, которые с Mb дают зеленое соединение SHMb.

Изменение цвета чаще наблюдается при осадке, когда не произошло образования MbNO, этим объясняется неудовлетворительная и нестабильная окраска при ускоренных способах производства. Причиной обесцвечивания колбас может быть слишком низкая доза введенного нитрита, слишком низкая температура или продолжительность созревания. В этом случае процессы цветообразования происходят медленнее и для достижения того же эффекта требуется большее время. Центральные слои батона нагреваются медленнее, что также способствует обесцвечиванию.

Рекомендуется быстрое подмораживание мяса для сырокопченых колбас, так как при медленном в мышечных волокнах образуются крупные кристаллы льда, разрушающие волокна, что ведет к выделению мясного сока при размораживании. Это создает благоприятные условия для микрофлоры, вызывающей обесцвечивание. Следует отметить необходимость отбора мясного сырья для сырокопченых колбас по величине pH. Применение контроля величины pH мясного сырья позволит направлять на выработку сырокопченых колбас мясо с более низким pH (в пределах 5,5—5,7). Мясо с pH выше 6,0 не следует использовать для производства сырокопченых колбас.

При использовании слишком мягкого или прогоркло-го шпика возможно взаимодействие компонентов шпика с пигментами мяса. Содержащиеся в прогорклом шпике перекиси окисляют мышечный пигмент. Обычно около участков прогоркло-го шпика начинается обесцвечивание фарша. В мясе могут происходить реакции взаимного окисления между ненасыщенными жирными кислотами жира и гемовыми пигментами, ускоряющие обесцвечивание мышечной ткани и прогоркание жира. При этом образуется MetMb. Эти реакции интенсивно протекают в измельченном мороженом и в соленом мясе, у которого гемовые пигменты растворены в рассоле.

Образование закала на поверхности батона замедляет миграцию влаги. Оставшаяся влага способствует развитию микрофлоры, разрушающей мышечный пигмент, и приводит к нежелательному изменению окраски, особенно если фарш обсеменен этой микрофлорой в процессе изготовления, в результате нарушения санитарных условий или введения обсемененных специй.

При загрузке колбас после сушки в чрезмерно холодное помещение на поверхности батонов появляется серый налет вследствие конденсации влаги, увлажнения поверхности, что облегчает проникновение кислорода и обесцвечивание. При длительном хранении сырокопченых колбас в неблагоприятных условиях происходит окрашивание шпика в розово-красный цвет. В начале хранения окрашивание распространяется лишь на поверхность кусочков жира, и затем оно проникает вглубь. Окрашивание происходит в результате проникновения пигмента в шпик. Микробиальные процессы также могут обусловить изменения окраски жира до розовой, желтой и коричневой. Многие микробиальные липохромы под влиянием кислот, редуцирующих веществ изменяют свой цвет. Многие микроорганизмы вырабатывают красные или розовые пигменты [180].

Постоянный контроль и регулирование температуры, влажности и скорости движения воздуха при осадке, копчении и сушке позволяют избежать ухудшения основных показателей качества сырокопченых колбас и получить продукт высокого качества.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ

К колбасным изделиям предъявляются следующие требования: они должны быть безусловно свежими, не содержать посторонних включений, не иметь посторонних привкусов и запахов и состоять из фарша соответ-

ствующей рецептуры. Свежие колбасные изделия имеют сухую, крепкую, эластичную оболочку, без плесени и слизи, плотно прилегающую к фаршу (за исключением целлофановой оболочки). Фарш вареных колбас и мясных хлебов на разрезе розово-красный, полукопченых колбас — красный, сыроколченых — вишнево-красный, ливерных колбас и паштетов — серый. Окраска фарша однородная как около оболочки, так и в центральной части, без серых пятен, без воздушных пустот серого цвета. Шпик у всех колбас белого цвета или с розоватым оттенком. Запах и вкус приятные, свойственные для каждого вида колбасных изделий, с ароматом специй, без признаков затхлости, кисловатости, посторонних привкуса и запаха; у вареных колбас — слабосоленый; у полукопченых — солоноватый, слегка острый, с легким ароматом копчения; у копченых — более соленый, острый с выраженным ароматом копчения. Консистенция ливерных и вареных кровяных колбас мажущаяся; вареных и полукопченых — упругая, плотная, некрошливая, нерыхлая; копченых — плотная.

Колбасные изделия подозрительной свежести имеют влажную, липкую оболочку, с налетами плесени и слизи. Фарш по периферии сероватого цвета; шпик местами желтоватый, консистенция фарша по периферии менее упругая. Колбаса имеет затхлый, кисловатый, не свойственный ей запах. В реализацию допускаются только свежие колбасные изделия. Бракуются колбасы, не соответствующие стандарту по содержанию влаги, соли, нитрита и крахмала.

Не допускаются в реализацию колбасные изделия с дефектами, которые появляются в результате нарушения технологии изготовления, режима хранения и правил транспортировки. К таким дефектам относятся: батоны лопнувшие, поломанные, загрязненные жиром, сажей, пеплом, с потемневшей оболочкой, имеющие слизь и плесень на оболочке, деформированные и уродливой формы, со слипами и наплывами фарша более допустимых размеров, с серыми пятнами на разрезе, с наличием больших пустот в фарше, с рыхлым разлезающимся фаршем, с жировыми и бульонными отеками, с недоваром, с наличием желтого шпика (для колбас I сорта — более 10%, II сорта — более 15%, у колбас высших сортов вообще не должно быть).

Все виды колбас выпускаются в реализацию с температурой в толще батона не ниже 0° С и не выше 15° С, а паштетов — не выше 8° С.

Хранение вареных колбас высших сортов, фаршированных колбас, мясных хлебов на предприятиях-изготовителях и в магазинах допускается в течение 3 сут с момента изготовления при температуре 0—8° С и относительной влажности воздуха 75—80% в подвешенном состоянии. Мясные хлебы, паштеты хранят на стеллажах в один слой с промежутками между изделиями. Оставлять остывшую вареную продукцию в ящиках не разрешается. Хранение сосисок, сарделек, ливерных колбас, зельцев, вареных колбас низшего сорта, паштетов допускается в течение 2 сут, а ливерных колбас и зельцев низших сортов, кровяных колбас — в течение одних суток с момента изготовления при тех же условиях хранения.

Полукопченые колбасы держат в магазинах до 10 сут в подвешенном состоянии при температуре не выше 6° С и относительной влажности воздуха 75—78%; при тех же условиях в упаковке — не более 15 сут. Полукопченые колбасы, упакованные в ящики, можно хранить на складах при температуре —7÷—9° С до 3 мес. Сырокопченые колбасы хранят в ящиках или картонных коробках в сухом, прохладном и темном месте до 4 мес при температуре от 0 до 4° С и относительной влажности воздуха 75%, а при температуре —7÷—9° С и относительной влажности воздуха 85—90% — до 9 мес. В ледниках и сырых помещениях, а также в помещениях с большим доступом света хранение сырокопченых колбас запрещается.

Не разрешается совместное хранение колбасных изделий с продуктами, издающими или воспринимающими запахи. Не допускаются резкие колебания температуры при хранении или быстрое перемещение охлажденных колбас в условия повышенной температуры, при этом отпотевают батоны и создаются условия для интенсивного развития микроорганизмов.

При длительном хранении полукопченых и копченых колбас происходит их усушка, в связи с чем уменьшается их масса, уплотняется консистенция и ухудшается качество.

Упаковка колбасных изделий, предназначенных для местной реализации, производится в оборотную тару —

металлические или деревянные ящики емкостью до 50 кг, обитые алюминиевыми или стальными листами. Сосиски упаковывают в ящики вместимостью до 20 кг. Применяют также ящики из полимерных материалов. Для дальних перевозок полукопченые и копченые колбасы упаковывают в деревянные ящики, выложенные подпергаментом или оберточной бумагой. Ящики должны быть чистые, сухие, без постороннего запаха.

При хранении колбас происходит изменение цвета в результате окисления нитрозомиохрома и превращения его в нитрозопарагематин. По данным ряда авторов [185], обесцвечивание нитрозопигментов и позеленение мясопродуктов при хранении являются результатом деятельности микроорганизмов и их ферментов. При хранении вареных колбас иногда появляется зеленая окраска.

На динамику изменений цвета влияет ряд факторов, в частности освещенность, особенно когда она превышает 100 лк. Условия хранения, снижающие поглощение продуктом световой и тепловой энергии, увеличивают стойкость его окраски. Эффективным средством сохранения окраски нарезанных колбасных изделий является вакуумная упаковка, хранение в среде CO_2 с предварительным вакуумированием. Однако обесцвечивание полностью не приостанавливается, так как окисление может происходить без доступа атмосферного кислорода или кислород может являться продуктом других реакций; некоторое количество кислорода адсорбируется поверхностью ломтиков при нарезании, все пленочные материалы в большей или меньшей степени газопроницаемы. При сниженном парциальном давлении O_2 развивается анаэробная микрофлора, что также вызывает обесцвечивание продукта.

Большое значение имеет равномерное проникновение посолочных веществ во все частицы фарша. Основными факторами, предотвращающими позеленение, являются время и температура копчения и варки, так как после нагрева до 65,6—68,3° С развитие микрофлоры прекращается. В варочных камерах может быть неравномерная температура и может иметь место недовар. Желательно проводить проверку температурных режимов по объему камеры. При перегрузке варочных камер нарушаются температурные режимы внутри них.

Позеленение вареных колбас, сосисок и сарделек чаще всего имеет место в летнее время года. При хранении при повышенной температуре позеленение может появиться после 12 ч хранения. При контакте охлажденных вареных колбас с теплым воздухом во время транспортировки происходит конденсация водяных паров на поверхности изделий, их увлажнение, в результате чего создаются благоприятные условия для развития микрофлоры. Появление слизи ускоряется при колебании температуры и чрезмерно плотном подвешивании батонов. Необходимо создать пленку для колбас, содержащую ингибитор плесени (например, сорбиновую кислоту), бактерицидное вещество и антиокислитель. В настоящее время при производстве белкозина вводят сорбиновую кислоту.

При хранении колбасных изделий происходит ухудшение их вкуса, являющегося основным признаком свежести продукта. В настоящее время отсутствуют способы предотвращения ухудшения вкуса при хранении мясопродуктов. Соблюдением соответствующих режимов хранения и подбором упаковок можно замедлить динамику ухудшения вкуса. Ухудшение вкуса и запаха в поверхностных слоях выражено в большей степени, чем во внутренних, что обусловлено высоким парциальным давлением летучих соединений и испарением воды с поверхности. Постепенно продукт теряет характерный запах. Исчезновение специфического, выраженного запаха копченых изделий обусловлено количественным изменением содержания альдегидов, кетонов и метилового спирта. Продукты окисления жира ухудшают вкус и запах колбас, особенно хранившихся достаточно длительное время.

Качество изготовления колбасных изделий оценивается в мясной промышленности с помощью балльной системы. Операции измельчения мяса, выполненные в соответствии с технологической инструкцией, оценивают в 100 баллов. При измельчении мяса на волчке через решетку несоответствующего размера оценку снижают на 30 баллов, за неправильную сборку режущего механизма — на 20, за перегрев мяса при измельчении на волчке — 30, за нарушение пропорции добавляемой в куттер воды — на 20, за перегрев мяса на куттере — на 30, за работу на куттере с плохо заточенными ножами — на 10 баллов. При наличии в мясе костей или других посторонних предметов работа считается бракованной.

Правильное шприцевание фарша в оболочку оценивается в 100 баллов.

За дефекты при шприцевании [118] снижается определенное количество баллов:

Шприцевание через цевку несоответствующего диаметра	10
Попадание воздуха	20
в колбасу	30
в сосиски	30
Слабая набивка твердокопченой колбасы	20
Разрыв оболочки и образование опилок	
Вязка	
неправильная	10
оставление концов шпагата	10
оставление удлиненных кишок	20
неправильная штриховка	10
Навешивание сосисок на толстые палки (диаметром свыше 3 см)	10
Слишком плотное навешивание колбас на палки	10

Качество термической обработки колбасных изделий также оценивается по 100-балльной системе. За дефекты при обжарке, варке и копчении снижается следующее количество баллов:

Обжарка	
недостаточное обжаривание или пережаривание батонов	20
слипы колбас	20
применение березовых неошкуренных или сосновых дров	30
Варка	
разрыв оболочки	20
недоваривание или переваривание колбасных изделий	30
загрязнение батонов во время варки	10
нарушение температурного режима	30
Копчение	
потемнение или слишком слабое копчение	20
плохое наблюдение за состоянием коптилок	10

Применяемое при производстве колбасных изделий и других мясопродуктов технологическое оборудование должно быть изготовлено из химически устойчивых материалов, не оказывающих вредного воздействия на продукты. Оборудование должно легко поддаваться

очистке, мойке и дезинфекции. Для защиты поверхностей технологического оборудования и улучшения его санитарного состояния применяют покрытия из синтетических эпоксидных смол ЭД-5, ЭД-6, винилового лака ХС-76. В производственных цехах должны быть установлены стерилизаторы для мелкого инвентаря.

Существует ряд способов удлинения сроков хранения колбасных изделий. Использование покрытий колбасных изделий снижает потери массы при хранении, предохраняет от нежелательных изменений, запаха и вкуса, обсеменения, внешнего загрязнения.

Предотвращение развития плесени на конструкциях камер для хранения колбасных изделий и мяса может быть достигнуто применением противомикробных и противоплесневых красок для стен и потолков. Краска «Альбофикс» создана на виниловой основе с добавлением 5% сорбиновой кислоты, обладает эффективным противоплесневым действием в течение 5 лет.

В ряде научных работ отмечается перспективность применения саранновой пленки в качестве колбасной оболочки. Саранновая пленка с высокими показателями прочности и влаго-, газо- и ароматонепроницаемости обладает способностью поглощать ультрафиолетовые лучи, что устраняет возможность обесцвечивания колбасных изделий, замедляет рост бактерий и защищает продукт от окисления жира. Установлена возможность значительного увеличения сроков хранения вареных колбас при применении саранновой оболочки.

Вареные колбасы и мясные хлебы при упаковке под вакуумом сохраняют хороший вид, цвет, запах и упругую консистенцию в течение 8—9 дней при температуре 2—5° С. При более длительном хранении на поверхности продукта появляются серые пятна, ослизнение и плесень; выделяется мясной сок, продукт приобретает кислый запах.

ВНИИМПом разработано покрытие для вареных и полукопченых колбас в виде водных дисперсий полимеров для защиты от усушки и плесневения в процессе хранения и транспортировки. Создано покрытие на основе латексов бутилкаучука и модифицированного сополимера винил- и винилиденхлорида. Покрытие признано пригодным для непосредственного контакта с колбасными изделиями. Для увеличения стойкости

колбасных изделий предложена их обработка 1%-ным раствором акрилата натрия посредством орошения батонов. Акрилат натрия обладает бактерицидным действием; его вкус легко ощущается при обработке 1%-ным раствором. Удлинение сроков хранения полукопченых колбас достигается при их заливке жиром. На 1 т колбас расходуется 1 т говяжьего или свиного топленого жира, который может быть использован в местах потребления колбас для пищевых целей.

Сорбиновая кислота, а также ее калиевая и натриевая соли находят все более широкое применение в качестве консерванта пищевых продуктов, подверженных плесневению. Ее существенным преимуществом перед другими консервантами является полная безвредность для организма человека. Сорбиновая кислота, или 1,3-гекса-диен-1-карбоновая кислота, имеет следующее строение: $CH_3—CH=CH—CH=CH—COOH$ и представляет собой белое порошкообразное вещество, трудно-растворимое в воде. Сорбиновая кислота является реакционноспособным соединением, так как имеет две непредельные связи. Она участвует в обмене веществ так же, как жирные кислоты с длинной цепью. В живом организме при присутствии глюкозы окисляется в углекислоту и воду. Недостатком сорбиновой кислоты является максимальная активность при низкой величине pH продуктов. Не все виды плесени подавляются сорбиновой кислотой, поэтому возможно их развитие. Фунгистическая активность сорбиновой кислоты повышается в присутствии кислот и поваренной соли.

При длительном хранении и транспортировке полукопченых колбас поверхность батонов покрывается колониями дрожжей и плесеней. Колбасы, сильно пораженные плесенью, непригодны для хранения. При слабой степени плесневения батоны направляют на протирку вручную водой или солевым раствором; после просушивания протертые батоны могут быть направлены в реализацию. При этом значительно снижается качество колбасы. Обработка полукопченой колбасы в 0,5 и 1%-ном растворе сорбиновой кислоты в течение 15 мин значительно задерживает развитие плесени на изделиях. Установлено, что обработанные 0,5%-ной сорбиновой кислотой батоны колбасы могут храниться в хорошем состоянии (без плесневения) на 12 сут дольше, чем

необработанные. На колбасных изделиях во время хранения при температуре 10 —12° С и относительной влажности 85 % в течение 20—30 дней не наблюдалось плесени. Интенсивный рост плесени в контрольных партиях обнаружен после 9—11 сут. Разработан метод определения остаточного количества сорбиновой кислоты в оболочке обработанных колбас. Установлено, что заплесневевшая в различной степени колбаса после протирки 0,5%-ным раствором сорбиновой кислоты может храниться в условиях холодильника без наличия плесени на 5—8 сут дольше, чем необработанная (протертая водой). Раствор сорбиновой кислоты готовят в бетонных чанах при температуре 60° С; с понижением температуры снижается растворимость сорбиновой кислоты. При обработке необходимо следить за полным погружением батонов в раствор сорбиновой кислоты. После обработки колбасу сушат при 25—28° С и относительной влажности воздуха 70—75% в течение 30—40 мин.

Ухудшение вкуса при длительном хранении сырокопченых колбас происходит в результате порчи жира. Гидролиз белковых веществ играет второстепенную роль. Вследствие гидролиза глицеридов и жирных кислот и самоокисления ненасыщенных жирных кислот образуются карбоновая кислота, альдегиды и кетоны. Продукты гидролиза обладают неприятным вкусом и запахом. Сырокопченые колбасы выдерживают длительное хранение даже в неблагоприятных климатических условиях. При хранении изменения начинаются в первую очередь в шпике; они ускоряются под действием кислорода, света, влаги и повышенной температуры. При изготовлении сырокопченой колбасы необходимо исключить или ограничить действие этих факторов.

Сушильные камеры и камеры хранения полукопченых и копченых колбас должны быть хорошо кондиционированы и затемнены для предотвращения влияния света на ускорение окислительных процессов в жире.

Введение антиокислителей в фарш копченых колбас не оказало существенного влияния на снижение окислительных процессов, так как при перемешивании они оседают на поверхности частиц жира и не проникают внутрь. Копченые колбасы рекомендуется хранить в плотно закрывающихся ящиках из сухого дерева в темном и сухом помещении. Предложен способ хранения

сырокопченых колбас в металлических банках или пакетах из различных пленок, заполненных азотом или углекислым газом. Азот в большей степени обеспечивает сохранение характерной окраски колбасных изделий. Установлено, что сыровяленые колбасы более пригодны для длительного хранения, так как в сырокопченых после нескольких месяцев хранения появляется горьковатый смолистый привкус.

Перспективно применение защитных покрытий батонов сырокопченых колбас при сроках хранения выше 20 дней. При этом снижаются потери массы при хранении, улучшается товарный вид продукции, в частности окраска, удлиняются сроки хранения. Покрытия наносят после окончания сушки колбас. Предложено покрытие поверхности батонов раствором, состоящим из желатина, полиметафосфата, соляной, уксусной или молочной кислоты с температурой выше точки плавления желатина (42—60° С). pH раствора 3,5. Предложен состав из ацитилированных моноглицеридов для покрытия батонов сырокопченых колбас. Образовавшаяся пленка на поверхности батонов повышает стойкость сырокопченых колбас мягкой консистенции, обеспечивает сохранение вкусо-ароматических качеств и предохраняет поверхность колбас от плесневения. Пленкообразующий состав не оказал влияния на величину pH сырокопченых колбас. В продукте с покрытием сохраняется более высокое содержание влаги, что создает благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий, способствующих улучшению качества изделий.

На качество колбасных и других изделий может влиять способ и техника их доставки в торговую сеть. Существующий способ доставки колбас приводит к деформации батонов, снижению качества. Заслуживает внимания доставка колбасных и соленых изделий в изотермических передвижных автоконтейнерах, внедренная на Киевском мясокомбинате. В контейнер загружают колбасные изделия 10—12 наименований общей массой 400—420 кг. Применение изотермических контейнеров обеспечивает сохранность качества изделий во время их транспортировки. При более длительных сроках хранения и транспортировки продукции рекомендуется искусственное охлаждение контейнеров. Для перевозки в летнее время продукции с небольшим сроком

реализации (студни, зельцы, ливерные колбасы) рекомендуется применять транспорт с сухим льдом, с температурой внутри кузова 5° С.

МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ

Мясные полуфабрикаты — это сырые мясопродукты, подготовленные к термической обработке (варке, жарению). Централизованное производство полуфабрикатов в виде порций в гигиенической упаковке ведет к снижению себестоимости порционных блюд, а также повышает производительность труда и культуру обслуживания на предприятиях торговли и общественного питания, способствует развитию прогрессивных методов торговли и облегчает приготовление пищи в домашних условиях.

При изготовлении полуфабрикатов важное значение имеют правильное отделение отрубов, нарезка на порции, соблюдение массы порции, соотношение в порциях мяса, костей и соединительной ткани, качество упаковки и тары. При таких приемах обработки, как распиловка, разруб, нарезание ломтиками и измельчение, увеличивается отношение поверхности к объему. Поверхность сырья дополнительно обсеменяется, на ней протекают физические и химические процессы, способствующие снижению стойкости готового продукта. При сравнении сроков хранения мяса, нарезанного ломтиками, рубленого и измельченного, установлено, что минимальные сроки хранения выдерживает измельченное мясо.

По виду мяса полуфабрикаты классифицируются на говяжьи, бараньи, свиные, телячьи и из мяса птицы. По способу предварительной обработки и кулинарному назначению полуфабрикаты классифицируют на натуральные, панированные, рубленые, фрикадельки, пельмени и мясной фарш. Для предприятий общественного питания выпускают крупнокусковые полуфабрикаты, представляющие собой части туш, из которых удалены кости, сухожилия и грубая соединительная ткань.

Натуральные полуфабрикаты изготовляют из мяса лучшего качества, охлажденного. Их не подвергают какой-либо обработке. Натуральные полуфабрикаты делят на порционные и мелкокусковые. Порционные полуфаб-

рикаты состоят из одного или двух кусков мяса приблизительно одинакового размера и массы. Их нарезают поперек волокон или под углом 45°. При такой нарезке ускоряется кулинарная обработка и облегчается резание и пережевывание готовых изделий. Для изготовления порционных полуфабрикатов используют наиболее нежные части туши: филейную вырезку, длиннейший мускул спины и некоторые мышцы заднетазовой части. Мелкокусковые полуфабрикаты готовят из мяса, оставшегося после нарезания порционных или других участков туши. Их фасуют массой 250, 500 и 1000 г и упаковывают в прозрачные пленочные материалы.

Панированные полуфабрикаты изготовляют из охлажденного или размороженного мяса. Нарезанные поперек волокон порции несколько разрыхляют отбивкой для придания им большей нежности. Для предотвращения вытекания мясного сока при жарении изделия смачивают взбитой яичной массой (льезоном), а затем обваливают в сухарной муке (панируют). При жарении на мясе образуется корочка из яичной массы и сухарей, которая сохраняет мясной сок от вытекания и испарения и способствует большей сочности жареного продукта. Рубленые полуфабрикаты — это изделия, изготовленные из мясного фарша с добавлением хлеба или без него. К замороженным мясным полуфабрикатам относят пельмени и фрикадельки. Пельмени вырабатывают из теста, начиненного мясным фаршем из говядины и свинины в количестве 55—57% к массе пельменей. Для улучшения вкусовых свойств в фарш добавляют яйца, лук, перец, соль и сахар.

Упаковка является эффективным дополнительным к холоду техническим средством, позволяющим увеличить продолжительность хранения мясных полуфабрикатов, а также охлажденного и мороженого мяса и в большей степени сохранить их качество. Применяется несколько способов упаковки: вакуумная, герметическая упаковка мяса, помещенного в пакет; фиксирующая упаковка, основанная на закладке мяса в пакет с последующим герметизированием; обертывание мяса в полимерную пленку.

Упаковка должна быть достаточно прочной и герметичной, чтобы изолировать продукт от нежелательного воздействия внешних факторов. Желательно, чтобы она

была прозрачной и бесцветной, что позволяет покупателю контролировать качество продукта. Вместе с тем она должна быть привлекательно оформлена с нанесением на ее поверхность всех необходимых сведений о продукте.

За последние несколько лет в связи с быстрым развитием химии произошли существенные изменения в ассортименте упаковочных материалов. Наряду с традиционными материалами для упаковки мяса и мясопродуктов — целлофаном, полиэтиленом используются новые материалы — поливинилхлорид, полистирол, саран, крехалон, а также комбинированные многослойные материалы. В США разработана бумага «Peach Treat» для упаковки и хранения полуфабрикатов и охлажденного мяса. Бумага не содержит древесного волокна и не прилипает к мясу. В этой упаковке достигается значительное снижение потерь при хранении (на 60%). Бумага обладает жиро- и воздухонепроницаемостью, водоотталкивающими свойствами.

Решающими факторами для обеспечения длительного хранения упакованных мясопродуктов являются минимальная исходная микробная обсемененность и низкая температура хранения. Для удлинения сроков хранения полуфабрикатов в состав пленок или на их поверхность могут вводиться вещества, предотвращающие порчу: антиокислители, фунгициды, сорбиновая кислота и ее соли — сорбаты калия или натрия.

Применение упаковки позволяет снизить усушку полуфабрикатов и мяса в процессе хранения. Усушка в этом случае зависит от паро- и влагопроницаемости упаковочного материала. Упаковка позволяет хранить в одной камере продукты, совместное хранение которых без упаковки недопустимо. При хранении полуфабрикатов и фасованного мяса одним из важных критериев их качества является цвет. Применением упаковки не удается остановить полностью процессы, приводящие к ухудшению качества мяса вследствие изменения цвета мышечной ткани.

Зависимость между газопроницаемостью упаковочного материала и изменением цвета мышечной ткани мяса изучалась многими авторами. Для сохранения цвета требуется, чтобы 1 м² упаковочного материала за 24 ч пропускал более 5000 мл кислорода. Установлена

зависимость между парциальным давлением кислорода и скоростью образования MetMb. Максимальное окисление гемопигментов наблюдалось при парциальном давлении кислорода около $0{,}56 \cdot 10^3$—$0{,}78 \cdot 10^3$ Па. Скорость изменения цвета мяса из красного в коричневый (окислением Mb в MetMb) в различных участках одного ломтика мяса при хранении при 6° С может быть различной. Характер изменения цвета мяса под действием кислорода определяет выбор упаковочного материала — он должен быть проницаемым для кислорода. Необходимо, чтобы кислородопроницаемость пленки была достаточно высокой, чтобы не нарушился ход естественных окислительных процессов, происходящих в мясе при образовании окраски. С другой стороны, для снижения потерь массы упаковочный материал должен быть паронепроницаемым. При упаковке мяса в кислородонепроницаемую пленку через несколько дней хранения оно приобретает коричневую окраску. Лучше всего сохраняется цвет мяса при использовании вакуумной и газонаполненной упаковки в сочетании с низкими температурами хранения. С повышением температуры хранения увеличивается скорость образования MetMb. Более глубокое охлаждение вызывает большее увеличение компонентов красной и желтой окраски, и мясо приобретает более яркую окраску.

Увеличение стойкости мясопродуктов при хранении достигается в модифицированной газовой среде, создаваемой в результате придания упаковочному материалу селективной газопроницаемости. Атмосфера внутри упаковки мясопродуктов не является постоянной по своему составу. Она изменяется вследствие газопроницаемости упаковочной пленки, химических реакций и микробиальных изменений. Атмосфера, содержащая 10 % CO_2, предотвращает порчу мяса, вызываемую Pseudomonas и Achromobacter. Углекислый газ накапливается в герметичном пакете в результате выделения из мяса, причем его концентрация может быть довольно высокой. Значительный интерес представляет способ упаковки мяса в смеси углекислого газа и кислорода.

Стойкость мяса при хранении увеличивается в результате упаковки с одновременным вакуумированием подпленочного пространства, причем стойкость мяса возрастает с увеличением степени вакуумирования. Однако снижение парциального давления кислорода не исключает возможность развития вегетативной микрофлоры и спор анаэробов. При вакуумной упаковке снижается скорость окислительных процессов в жировой ткани мяса. Товарный вид фасованного мяса и полуфабрикатов при упаковке под вакуумом ухудшается из-за выделения мясного сока через 2—3 ч после упаковки. После вскрытия пакета эти продукты быстро обесцвечиваются. Это указывает на необходимость выбора оптимальной глубины вакуума и состояния мяса в момент упаковки. Вакуумную упаковку полуфабрикатов в пленку необходимо производить непосредственно после нарезания, чтобы время воздействия кислорода воздуха на мясо было минимальным.

Применение находит система централизованного производства мяса в фасованном виде, заключающаяся в том, что после разделки из отрубов удаляют кость, излишний жир, затем их герметически упаковывают с вакуумированием и подвергают термоусадке.

Для удлинения сроков хранения мясных полуфабрикатов, их транспортировки на дальние расстояния особое значение приобретает производство натуральных быстрозамороженных полуфабрикатов, упакованных в полимерные пленки. Прогрессивным методом является обертывание продукта на лотке-подложке термосвариваемым упаковочным материалом. В настоящее время на лотки-подложки из полиэтилена и поливинилхлорида укладывают мясные полуфабрикаты порциями 0,5—1,0 кг. Перспективным является осуществляемое в настоящее время производство вторых замороженных блюд, термически готовых к употреблению и упакованных вышеизложенным образом. Однако по качеству эти продукты уступают подвергаемым кулинарной обработке непосредственно перед употреблением. Особое внимание уделяется упаковке охлажденного мяса. Существующая практика порционирования и упаковки мяса и мясопродуктов ручным способом в целлофановые и полиэтиленовые мешки вытесняется прогрессивными способами упаковки на механизированном упаковочном оборудовании.

Проблема упаковки в настоящее время решена применением плотно прилегающих пленок, представляющих собой растягивающиеся пленки, сокращающиеся под дей-

ствием тепла или разрежения. Создано оборудование для изготовления из этих пленок пакетов, которые заполняются и герметизируются. Для упаковки используют термоусаживающиеся пленки. Процесс термоусадки основан на том, что после вакуумирования упаковку с продуктом подвергают кратковременному воздействию воды температурой 90—100° С в течение нескольких секунд. При термоусадке сокращается размер пакета, уменьшается газопроницаемость пленки, она плотно прилегает к продукту. При этом частично погибает поверхностная микрофлора.

Для удлинения сроков хранения фасованного мяса предложена обработка его поверхности аскорбиновой кислотой перед упаковкой. При пониженном парциальном давлении кислорода аскорбиновая кислота замедляет окисление пигментов мяса. Удлинение сроков хранения мясных полуфабрикатов до 96 ч при температуре 18—22° С достигается применением сульфата натрия в количестве 0,06% и метабисульфита натрия в количестве 0,08%. Сульфат натрия способствует также стабилизации окраски мяса, замедляет образование MetMb и оказывает бактериостатическое действие.

Мясные полуфабрикаты должны быть свежими, а их поверхность незавяленной. Толщина и форма порционных полуфабрикатов должны соответствовать ОСТам или ТУ. Они не должны содержать сухожилий и соединительнотканных пленок. Панированные полуфабрикаты покрыты ровным тонким слоем сухарей; цвет поверхности от светло-желтого до золотистого. Не допускается увлажненная и отставшая панировка. Рубленые полуфабрикаты должны иметь толщину не менее 10 мм. Поверхность — равномерно панированная молотыми сухарями, без разорванных краев. Для каждого вида изделий содержание влаги регламентируется техническими условиями. Для котлет содержание влаги находится в пределах 66—73%, причем наименьшее ее количество содержится в изделиях из свинины, а наибольшее — в изделиях из говядины. Содержание NaCl 1,5—1,8%, а хлеба с учетом панировочных сухарей — 18—20% к массе изделия.

При оценке качества полуфабрикатов осматривают не менее 10% ящиков в партии. Для контроля массы

полуфабрикатов их взвешивают в количестве 2% от партии, но не менее 10 шт., взятых из разных ящиков. Отклонения в массе отдельных натуральных и панированных полуфабрикатов не более ±3%, рубленых — ±2%, для 10 шт. отклонения массы в меньшую сторону не допускаются. В порционных крупных полуфабрикатах разрешается наличие одного довеска.

При обнаружении признаков гнилостной порчи, неприятного запаха или вкуса, плесени и других дефектов, характеризующих недоброкачественность, полуфабрикаты используют в соответствии с «Правилами ветеринарного осмотра убойных животных, ветеринарной экспертизы мяса и мясных продуктов».

Пельмени и фрикадельки должны быть заморожены до температуры не выше —10° С и не должны быть сломанными, слипшимися или деформированными. При варке пельменей тесто не должно разрываться, их вкус и аромат должны быть приятными, без посторонних привкусов и запахов; консистенция вареного мясного фарша должна быть сочной. Масса 1 шт. пельменей 12 г с допустимым отклонением ±1,2 г. При фасовке пельменей и фрикаделек их не разрезают пополам, поэтому отклонение в массе нетто отдельных коробок возможно для пельменей ±7 г, для фрикаделек — ±5 г. Для всех полуфабрикатов не допускается содержание сухожилий, хрящей и мелко раздробленных косточек, отклонения в массе более допустимых норм, загрязнения, посторонние запахи.

Общий срок хранения (при температуре не выше 6° С), транспортирования и реализации полуфабрикатов с момента окончания технологического процесса в соответствии с санитарными правилами приведен в табл. 66.

Мороженые пельмени и фрикадельки следует перевозить в автотранспорте с охлаждаемым или изотермическим кузовом. На предприятии-изготовителе их можно хранить при температуре ниже —10° С до 1 мес. В магазине при температуре 0÷6° С пельмени следует хранить в плотном штабеле под укрытием не более 24 ч, а при температуре —2÷—5° С — не более 48 ч. Мясные полуфабрикаты в магазине хранят в охлаждаемых камерах, шкафах, прилавках при температуре не выше 6° С.

Таблица 66

Полуфабрикаты	Срок реализации, ч	
	общий	в том числе хранение на предприятии
Порционные	36	12
Мелкокусковые	21	9
Крупнокусковые	48	12
Панированные	24	8
Рубленые	14	6
Мясной фарш	3	—
Котлеты	12	—

Глава XI. КАЧЕСТВО МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Мясные консервы — это мясные продукты, уложенные в жестяные или стеклянные банки, подвергнутые герметизации, стерилизации, пастеризации.

В последние годы в результате совершенствования технологии производства консервов, повышения санитарно-гигиенических условий, внедрения новых видов тары и оборудования, а также применения более совершенных способов стерилизации созданы предпосылки для значительного повышения качества мясных консервов.

Технологические пути улучшения качества консервов: обогащение сырья макро- и микроэлементами, витаминами, увеличением содержания белка и ограничением содержания жира; важное значение имеет стремление к производству изделий, сбалансированных по содержанию незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот.

Важным направлением повышения качества мясных консервов является улучшение органолептических свойств продуктов.

Для повышения качества консервов первостепенное значение приобретает совершенствование технологии их производства и создание непрерывнодействующих комплексно-механизированных и автоматизированных линий, в частности порционирования, закатки, стерилизации.

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ НА КАЧЕСТВО МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Для консервного производства используют созревшее говяжье мясо I и II категорий упитанности или свинину, полученные от взрослых здоровых животных. Мясные консервы высшего сорта изготовляют из говядины I категории. Для переработки направляют мясо остывшее, охлажденное и мороженое (подвергнутое замораживанию не более одного раза) после размораживания. Для производства консервов не допускается мясо некастрированных и старых животных (старше 10 лет). Не разрешается парное мясо, так как накапливающаяся в мышцах молочная кислота разрушает бикарбонатную буферную систему мышечной ткани, интенсивно выделяется свободная углекислота, особенно в первые часы после убоя, поэтому из парного мяса нельзя изготовлять консервы без предварительной тепловой обработки мяса, так как образовавшийся в банке CO_2 может вызвать вздутие донышка (бомбаж). Консервы хорошего качества с высокими вкусовыми и ароматическими свойствами получают из хорошо созревшего мяса. При закладке в банки недостаточно созревшего мяса консервы не будут иметь соответствующего аромата. Влияние созревания на консистенцию и сочность мяса консервов в большей степени выражено для мяса старых животных. Наряду с этим чрезмерно длительное время созревающее мясо непригодно для производства консервов. Рекомендуется использовать охлажденное мясо после 2—3 дней выдержки после убоя.

При подготовке мяса для переработки производят зачистку туш, заключающуюся в удалении ножом загрязнений как с наружной, так и с внутренней стороны туш; если загрязнения нельзя удалить соскабливанием, их срезают. В случае необходимости срезают также кровоподтеки, остатки диафрагмы, бахрому на разрезах, ветеринарные клейма. При зачистке туш баранины следует особое внимание обращать на очистку туш от приставшей шерсти.

Жиловку мяса для консервного производства необходимо производить таким образом, чтобы удобно было удалять сухожилия, соединительные пленки, жировые

отложения и легко расчленять отдельные мышцы вдоль и поперек. Мясо, закладываемое в банки, не должно содержать костей, хрящей, грубых сухожилий, сосудистых пучков и крупных нервных сплетений, грубых соединительнотканных образований.

Основным источником загрязнения консервов до стерилизации являются исходное мясо, вспомогательные материалы и пряности. Практика работы промышленности показала, что охлажденное мясо обсеменено в меньшей степени, чем размороженное. Отклонения запаха и вкуса консервов из свинины в собственном соку обнаружены при обсемененности сырья выше $3 \cdot 10^8$ на 1 г. Рост обсемененности предотвращается при низкой температуре хранения охлажденного мяса. Значительное обсеменение консервов происходит с солью и пряностями, особенно с черным перцем, часто содержащим большое количество сапрофитных и спорогенных микробов. Вводимые в консервы пряности рекомендуется стерилизовать. Обработка поверхности мяса водой температурой 45° С обеспечивает значительное снижение микробиальной обсемененности (до 62—90%). Дополнительные причины обсеменения — это неудовлетворительная санитарная подготовка тары, оборудования, инвентаря и отсутствие систематической санитарной обработки между сменами, несоблюдение рабочими правил общей и личной гигиены. Увеличение бактериальной обсемененности продукта происходит в результате нарушения температурных и временных режимов обработки, применения недоброкачественного сырья, работы на загрязненном оборудовании. Только линь дезинфекция столов для обработки мяса обеспечивает сокращение на 12% количества нестерильных банок. Используя показатель микробиальной обсемененности, можно обрабатывать и повседневно контролировать технологические режимы производства консервов. ВНИИКОПом установлены нормы допустимой микробиальной обсемененности содержимого консервов до их стерилизации. Имеется непосредственная связь между количеством нестерильных образцов готовой продукции и микробной загрязненностью их до стерилизации. А. И. Рогачевой установлено, что при содержании в 1 г продукта не выше 300 спор удается избежать брака.

Основой санитарно-бактериологического контроля консервов, выпускаемых промышленностью, должны

быть исследования микробиальной обсемененности содержимого консервов перед стерилизацией, контроль технологического процесса, а также контроль сырья и полуфабрикатов. При исследовании определяют общее количество микроорганизмов в 1 мл (в 1 г); наличие анаэробов, спор термофильных бактерий — возбудителей порчи консервов. Такие профилактические микробиологические анализы должны проводиться систематически по каждому виду вырабатываемых консервов.

Установлено, что обнаруженная к началу смены микробиальная обсемененность значительно возрастает через 2—3 ч работы. Особенно значительное увеличение обсемененности обнаружено на ножах, обвалочных столах, ваннах, тележках, а также на руках и одежде рабочих. Их обезвреживание будет неэффективным, если на переработку поступает мясо с высокой обсемененностью. Микробиальная обсемененность консервов перед стерилизацией зависит не только от основного вида сырья — мяса, но и от строгого соблюдения при производстве ветеринарно-санитарных правил и технологических инструкций.

В качестве контроля и объективной оценки санитарного состояния производства может быть успешно использован метод бактериологического анализа и установлены нормативы допустимого остаточного количества бактерий на оборудовании, таре, инструментах по ходу всего технологического процесса. ВНИИМПом разработан показатель, определяющий неудовлетворительную подготовку технологического оборудования консервного производства. Если на поверхности оборудования общее количество санитарно-показательных или сапрофитных микробов превышает 1000 на 1 мл смыва, то санитарное его состояние признается неудовлетворительным. В соответствии с инструкцией санитарно-технического контроля при обнаружении в консервах перед стерилизацией повышенного количества микроорганизмов (против нормы) требуется выяснить источники загрязнения, для чего проводится проверка всей технологической линии, включая оборудование, тару, инструмент, а также сырье, материалы, полуфабрикаты, и принимаются меры по устранению выявленных недостатков [95].

Постоянными объектами, на которых обнаруживаются наиболее трудно удаляемые санитарно-показательные

микробы, являются деревянные доски для обвалки и жиловки мяса, транспортный инвентарь (китайки, транспортные ленты), волчки, мясорезательные машины, стаканы дозаторов, очень часто ножи, фартуки, руки рабочих. Вместо деревянного инвентаря рекомендуется применять металлический или же изготовленный из современных материалов и покрытий. Качество консервов во многом зависит от обеспеченности производства водой, паром, холодом, а также контрольно-измерительными приборами и современным технологическим оборудованием.

При погружении окороков и других частей туши на 5—10 с в раствор, содержащий 20% NaCl и 0,2% NaOH при 100° С, количество бактерий на поверхности может быть уменьшено с 10 млн. до 1 тыс. на 1 см². При такой обработке мясо не приобретает серого оттенка, который появляется при погружении в обычную воду. Небольшое повышение температуры поверхности при такой обработке облегчает зачистку. Такая обработка может быть рекомендована не только для сырья консервного, но и колбасного производства.

Для обеззараживания мясных полутуш, используемых для производства консервов, предложена [32] обработка их поверхности УФ-лучами. Полутуши пропускают через камеру с вмонтированными источниками УФ-излучения. При облучении в течение 3 с общая микробная обсемененность туш снижается более чем на 50%. Эффективность воздействия УФ-лучей зависит от расстояния полутуш от источника УФ-облучения.

Главными направлениями в области совершенствования технологии мясоконсервного производства с целью повышения качества является внедрение новых видов тары. Тара должна обладать способностью переносить нагрев до высоких температур и последующее охлаждение без нарушения герметичности, быть прочной и легковесной, не оказывать токсического действия, легко закатываться, быть герметичной, стойкой к механическим и термическим воздействиям. Материал тары не должен оказывать вредного воздействия на продукт и сам не подвергаться воздействию содержимого консервов. Этим требованиям в максимальной степени удовлетворяют консервные банки, изготовленные из жести, алюминия и стекла.

Основным материалом для изготовления консервной тары является белая жесть, покрытая тонким слоем олова. Посторонних примесей в олове допускается не более 0,14%, в том числе свинца должно быть не более 0,04%. Поверхность жести должна быть глянцевитой, чистой, гладкой, без матовости, наплывов олова, раковин, трещин, пузырей, темных или ржавых пятен и точек, незалуженных участков и загрязнений. По форме наиболее распространены цилиндрические банки, которые удобны для производства, заполнения, прогрева, охлаждения и транспортировки. Все типы банок имеют определенные номера, каждый из которых имеет стандартные геометрические размеры, форму и объем.

Выпуск недоброкачественных консервов в ряде случаев объясняется низким качеством жести и плохой работой жестянобаночных цехов. Ведутся работы по применению в практике других материалов: лакированной черной жести, алюминия и алюминиевых сплавов, алюминированной и титанированной жести. В консервной промышленности увеличивается количество жести электролитического лужения. Прогрессивным металлическим безоловянным заменителем белой жести является алюминий. Производство алюминиевой тары получило широкое развитие с разработкой и внедрением легко открывающейся крышки. Алюминиевая тара отличается высокой устойчивостью к коррозии и к сернистым соединениям, высокой теплопроводностью и санитарно-гигиеническими свойствами, термоустойчивостью, эстетичностью.

В последнее время освоено производство алюминированной жести, состоящей из стальной основы, покрытой слоем алюминия с двух сторон. Алюминированная жесть является сравнительно новым материалом для изготовления консервной тары. По действующему законодательству в СССР допускается применение лакированной хромированной тары при условии отсутствия перехода хрома из материала тары в продукт. Таким образом, на смену жести горячего лужения в мясоконсервном производстве появились новые виды материалов и возникает возможность накопления в консервах при хранении металлов, которые потребуется нормировать.

На качество консервов влияет также вид покрытий, в частности лаковых. Лакокрасочные покрытия должны быть химически стойкими, покрывать поверхность жести

сплошным слоем. В защитных покрытиях не должно содержаться вредных для организма человека веществ или примесей, изменяющих вкус, запах и цвет продукта. Предложены и использовались лаки З-30-59, ЭП-527, ЭЦ-527ч и белковоустойчивые эмали на лаках ЭП-527. Лак З-30-59 оказался непригодным для лакирования жести банок электролитического лужения, так как не отвечает требованиям к белковоустойчивым лакам; при его применении происходит коррозия банок.

Применение эмалевых и лаковых защитных покрытий не исключает перехода металла в продукт. Появление в длительно хранившихся консервах металлического привкуса объясняется накоплением в консервах солей металлов, в частности солей железа. Лак защищает поверхность банки от коррозии, хотя и недостаточно, о чем свидетельствует появление подлаковой точечной сульфидной коррозии.

В последние годы ведутся работы по внедрению тары из различных полимерных материалов, что оказало существенное влияние на совершенствование технологии и техники производства консервов. Перспективным материалом является стералкон, называемый кашированным алюминием (алюминий+полипропилен). Ряд зарубежных фирм выпускает оборудование для производства консервов из стералкона. Применение полимерной тары может способствовать повышению качества продукции, в частности повышение пищевой ценности консервов достигается проведением стерилизации при более высоких температурах при снижении продолжительности процесса в результате изменения размеров банки.

Перед порционированием незаполненные банки с прифальцованными донышками проверяют на герметичность сухим или мокрым способом на специальных машинах-тестерах. С целью выявления герметичности в банках создают либо повышенное давление, либо разрежение. Для предупреждения снижения качества продукции важное значение имеет оснащение предприятий тестерами для проверки банок на герметичность. Необходимо постоянно контролировать качество швов в банках, влияющее на герметичность банок. По корпусу и концам банок не должно быть точечной коррозии и схода лаковой пленки. После проверки банки направляют на мойку горячей водой и стерилизацию острым паром.

Необходимые сведения о консервах выштампованы в виде условных знаков (цифр и букв) на донышке и крышке банки. Маркировка дна производится перед прифальцовкой его к корпусу, а крышки — перед закаткой. Применяется различная маркировка для литографированных и нелитографированных банок. На жести корпуса литографированной банки нанесен литографический оттиск в виде художественно выполненной этикетной надписи, содержащей все необходимые сведения о консерве, кроме времени изготовления. Последнее выштамповано в виде условных знаков на крышке. На литографированной этикетной надписи допускается перештамповка высшего сорта на низший, но не наоборот.

Мясные консервы выпускают в основном в нелитографированных банках, на корпус которых наклеивается бумажная этикетка. Последняя может быть легко сорвана, и поэтому маркировка на крышке и донышке банки должна содержать, кроме времени изготовления, и другие сведения о консервах.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ

Классификация мясных консервов. Ассортимент мясных консервов сравнительно велик и разнообразен. Консервы классифицируют по виду сырья, рецептуре, назначению и способу изготовления. По виду сырья мясные консервы могут быть из говядины, баранины, свинины, мяса птицы. По рецептуре консервы разделяют на мясные и мясо-растительные. Мясные в свою очередь подразделяются на консервы, изготовленные из мяса убойных животных и птицы (это, например, консервы говядина отварная, говядина тушеная, говядина жареная); консервы из субпродуктов; консервы из мясопродуктов (примером могут служить консервы-ветчина, паштет печеночный, колбасный фарш отдельный, сосиски в бульоне). Мясорастительные консервы содержат в своем составе, кроме мяса, соли и специй, продукты растительного происхождения: капусту, различные крупы, свеклу, картофель, морковь и др. По назначению различают консервы обеденные и закусочные. Первые потребляют после предварительного подогрева, вторые — без подогрева. По способу производства консервы разделяют в зависимости от

режимов термической обработки на стерилизованные и пастеризованные.

Пищевая ценность мясных консервов определяется их химическим составом — содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов [129].

Подготовка сырья. Особенности производства различных консервов сводятся в первую очередь к операциям по подготовке сырья. Для некоторых консервов мясо, нарезанное на куски, бланшируют, т. е. подвергают кратковременной варке в небольшом количестве воды. При этом достигается уменьшение содержания в мясе влаги и происходит его частичное обезвреживание. Мясо следует бланшировать в воде, доведенной предварительно до кипения. При нормальной бланшировке мясо на разрезе имеет серый цвет; в этом случае отсутствует кровянистый сок. Пониженная температура воды и недостаточная продолжительность бланшировки могут привести к повышенному содержанию бульона в консервах после стерилизации и к его помутнению. При слишком продолжительной бланшировке продукт после стерилизации разваривается. Полученный концентрированный бульон заливают в консервные банки в соответствии с рецептурой. Качество бульона определяют по прозрачности и плотности.

Для некоторых консервов мясо обжаривают в жире, который увеличивает пищевую ценность продукта. При обжаривании мяса жир защищает его от местного перегрева. В результате обжаривания в мясе образуются продукты термического распада белков и других органических веществ, сообщающие мясу характерный аромат и вкус. При обжаривании неизбежны гидролиз и окисление жира, потери витаминов, особенно витаминов группы В. Мясо обжаривают при температуре 150—160°С до появления легкой румяной корочки. В ФРГ разработан препарат, сообщающий мясным консервам вкус жареного продукта, позволяющий исключить процесс обжаривания. Продукты, применяемые для изготовления консервов, фарш, сосиски, сардельки, ветчина должны быть свежими и доброкачественными. Для улучшения вкуса консервов, в частности из мороженого мяса, рекомендуется добавлять глютаминат натрия в количестве 0,3%. Установлено, что введение в банку аскорбиновой кислоты в виде аэрозоля непосредственно перед закаткой предохраняет продукт от нежелательных изменений при высоких температурах процесса стерилизации. Разработка новых улучшенных видов консервов из сырья, обогащенного незаменимыми аминокислотами и полиненасыщенными жирными кислотами, обеспечивает высокую усвояемость белковых веществ продукта.

Субпродукты также подвергают предварительной обработке. Растительное сырье тщательно сортируют, удаляя несоответствующее требованиям стандарта, затем промывают, замачивают, бланшируют или варят и охлаждают. При порционировании необходимо обеспечить соответствие соотношения основных компонентов банки действующим требованиям нормативно-технической документации. При порционировании вначале в банку закладывают плотные составные части, соль и специи, жир-сырец, мясо и для мясо-растительных консервов — растительное сырье. Вид и количество компонентов определяются рецептурой консервов. Затем в банку заливают жидкие составные части — бульон и соус, производят взвешивание консервов и уплотнение содержимого банки. Порционирование производят при помощи автоматов-дозаторов или вручную. В первом случае обеспечивается более низкая обсемененность закладываемого в банку сырья. После заполнения банки взвешивают, устанавливая массу брутто. Соотношение составных частей должно быть строго определенным для каждого наименования консервов. Допустимое отклонение в массе нетто консервов в банках емкостью до 1 кг±3%, емкостью более 1 кг—±2%.

Влияние вакуумирования и закатки консервных банок на качество продукта. В настоящее время показателем современного уровня организации технологического процесса производства консервированных продуктов является исключение влияния кислорода на продукты при их производстве и последующем хранении. Удаление кислорода воздуха из заполненной консервной банки, который содержится в порах и между кусками сырья, а также под крышкой банки, достигается в результате вакуумирования. Содержащийся воздух может вызвать деформацию банок или срыв крышек при последующей стерилизации (в результате увеличения избыточного давления), а также способствует быстрой коррозии же-

сти. Наличие кислорода в банке вызывает также снижение качества консервов при хранении. Кислород воздуха способствует окислительным процессам в продукте, в частности разрушению витаминов С и А. Под его влиянием в консервах могут происходить химические процессы, ухудшающие органолептические показатели продукта — цвет, вкус, запах и консистенцию. Содержимое мелко измельченных консервов в первую очередь подвержено изменению вкуса под влиянием кислорода.

Нежелательное изменение окраски содержимого консервов может произойти под крышкой в слое продукта глубиной 2–3 мм или же во внутренних слоях, в которых имеются воздушные включения. Ухудшение вкуса и запаха обусловлено развитием окислительных изменений жира, особенно при использовании недостаточно свежего сырья. В консервах, закатанных под вакуумом, не изменяется цвет поверхности, соприкасающейся с незаполненным пространством банки, и практически исключается изменение аромата и вкуса содержимого под действием кислорода. Вакуумирование исключает окислительные процессы в жире, уплотняет и упрочняет консистенцию консервов. Воздух, остающийся в банках при невакуумной закатке, способствует развитию микроорганизмов и их спор, сохранившихся при стерилизации, а в процессе стерилизации создает избыточное давление, что отрицательно влияет на прочность банки.

Применение вакуума в производстве фаршевых консервов должно осуществляться в основном при измельчении, оно вызывает увеличение удельной массы фарша, а следовательно, и готового продукта. В этом случае определенный объем продукта имеет большую массу, продукт получается чрезмерно плотным. Применение куттерования в среде азота исключает этот недостаток. При переработке сырья с низкой водосвязывающей способностью рекомендуется куттерование проводить при более низком давлении. Однако чрезмерно глубокий вакуум может вывать увеличение отделения мясного сока при термической обработке, так как резко снижается количество пор, в которых скапливается вода, отделившаяся во время тепловой обработки.

При вакуумном перемешивании не обеспечивается эффективная деаэрация фарша, особенно фарша после тонкого измельчения, так как удаление воздуха в этом

случае происходит в основном с его поверхностных слоев.

Порционирование фаршевых эмульсий в консервные банки в условиях вакуума также не обеспечивает эффективной деаэрации фарша, в связи с чем не является необходимым, поэтому при производстве таких консервов вакуумирование следует рекомендовать в основном при измельчении. При производстве крупнокусковых консервов достаточно производить вакуумирование только при порционировании (заполнении) и закатке банок.

Вакуумирование осуществляется достаточно полно и одновременно с закаткой банок на вакуумзакаточных машинах. Вакуумирование можно также производить подогревом наполненных банок до температуры 80—95° С, этот способ менее эффективен и применяется при отсутствии вакуумзакаточных машин.

Установлена зависимость между глубиной вакуума и параметрами тепловой обработки. Более высокое качество продукта получали тогда, когда применению более высоких температур тепловой обработки сопутствовало более низкое давление во время куттерования. Вакуумирование увеличивает теплопроводность фарша и скорость прогревания консервов, что позволяет сократить продолжительность стерилизации. Благодаря отсутствию воздушной прослойки в верхней части консервных банок во время стерилизации можно применять более низкое противодавление без опасности бомбажа банок.

Закатка заполненных банок является одной из важнейших операций, так как от нее зависит герметичность банки, а следовательно, сохранность качества продукта при хранении. Жестяные банки герметизируют соединением фланца крышки с фланцем корпуса банки двойным закаточным швом, внутри которого находится уплотняющий слой пасты. Закатка банок производится на автоматических или полуавтоматических закаточных машинах. Эффективное вакуумирование во время закатки и создание разрежения в консервной банке имеют ряд достоинств: обеспечивают более высокое качество продукта и снижают подверженность концов деформации во время тепловой обработки. В связи с этим при закатке необходимо применение достаточно глубокого вакуума, особенно при производстве ассортиментов из неизмельченного мяса.

При закатке на вакуумзакаточных машинах проверку герметичности банок не проводят. В случае закатки на других закаточных машинах банки проверяют на герметичность путем погружения их в воду температурой 85° С на 1—2 мин. При негерметичности банки воздух внутри нее, нагреваясь и расширяясь, выходит в виде пузырьков наружу, что и обнаруживается на поверхности воды. При наличии негерметичности банки подпаивают оловом и проверяют вторично. В случае значительной негерметичности содержимое перекладывают в другие банки. Проверка герметичности является важной операцией, так как установлено, что микробиальный бомбаж обусловлен наличием труднообнаруживаемых мельчайших отверстий в закаточном шве. Основной причиной негерметичности является дефект закаточной машины, повреждения крышки и шва корпуса банки. При проверке герметичности в ваннах не всегда можно обнаружить ее дефект. Надежные результаты получены на установке непрерывного действия Жадана, в которой проверка герметичности проводится давлением воздуха с внешней стороны банки.

Влияние процесса стерилизации на качество консервов. Стерилизация является важнейшим процессом, определяющим качество консервов. Консервы нагревают при температурах выше 100° С. При столь высоких температурах значительно возрастает скорость гидролиза составных компонентов мяса, в том числе белков, а также происходит распад продуктов гидролиза, в том числе аминокислот. Степень гидролиза возрастает с повышением температуры и увеличением продолжительности стерилизации. При стерилизации происходит более глубокая деструкция белков, чем при варке, разрушается ряд аминокислот, в том числе и незаменимых.

Изменения органолептических свойств и внешнего вида консервов, а также нежелательные изменения белковых, экстрактивных веществ и витаминов возрастают с повышением температуры и увеличением продолжительности нагрева. Ухудшение качества при стерилизации может быть связано с нежелательными изменениями вкуса, запаха, консистенции, цвета продукта, а также с некоторой потерей питательных веществ. Изменения вкуса и цвета частично обусловливаются взаимодействием между продуктом и материалом банки.

При производстве консервированных мясных продуктов в них развивается привкус стерилизации, обусловленный изменением концентрации различных летучих веществ. Установлено, что состав летучих веществ в неконсервированном мясе отличается от их состава в консервированном. Процесс стерилизации вызывает нежелательные изменения аромата продукта. Этот аромат получил название «аромата автоклава» или аромата консервированного мяса.

При нагреве до высоких температур возрастает скорость химических изменений продукта, вызывающих ухудшение его качества. В зависимости от температуры в консервах накапливаются конечные продукты распада белков — NH_3, H_2S, CO_2, меркаптаны. Аммиак образуется в результате дезаминирования аминокислот. H_2S и меркаптаны накапливаются при распаде глютатиона и сероодержащих аминокислот (цистеина, метионина). Образующийся при стерилизации в банках H_2S может взаимодействовать с железом банки; при образовании темного сульфида железа происходит изменение цвета продукта и внутренних стенок банки (явление побежалости). Образование H_2S зависит от температуры, pH среды; при температуре выше 90° С его количество находится в экспоненциальной зависимости от температуры. Содержание H_2S повышается при pH мяса выше 6,0.

Во время стерилизации на внутренней стороне банок появляется «мраморность», чаще всего вдоль шва банок. Это явление объясняется тем, что в жести имеются поры микроскопических размеров, достаточные для того, чтобы железо из незащищенного места перешло в состояние ионов и вступило в реакцию с содержимым. При этом образуются сульфиды и хлориды железа, сульфиды олова, которые на стенках банок образуют коричневые, фиолетовые, голубые или синие пятна.

Выделение CO_2 обусловлено изменениями бикарбонатной и углеводной системы мяса (распадается пировиноградная кислота), а также декарбоксилированием аминокислот.

При стерилизации, с одной стороны, происходит накопление экстрактивных веществ в результате распада высокомолекулярных соединений, с другой стороны, их количество уменьшается вследствие их распада под влиянием нагрева.

При стерилизации происходят не только изменения белковых и экстрактивных веществ, витаминов, органолептических свойств, но и снижение пищевой и биологической ценности продукта, особенно при чрезмерно длительном нагреве. Длительный нагрев мяса при температуре выше 100° С (например, выдержка свинины при 112° С в течение 24 ч) приводит к снижению содержания цистина до 44%, при этом не обнаружено уменьшения количества других аминокислот. Степень разложения цистина снижается при нагреве в среде азота. После нагрева до 120° С в течение 30 мин потери цистина в воздухе составили 6%, а в азоте — 4%. Вероятно, наличие кислорода активизирует реакции разложения серосодержащих аминокислот. При нагреве до температур выше 180° С снижение пищевой ценности может быть обусловлено термической полимеризацией и термическим окислением жиров. При этом образуются карбонильные соединения с длинной цепью, обладающие токсическими свойствами. При нагреве жиров значительно снижается содержание витамина Е.

Следствием изменений при стерилизации является уменьшение объема, удаление воды, грубая волокнистая структура, потеря способности мяса удерживать воду. Наряду с этим распад коллагена при воздействии высоких температур до глютина и желатоз обусловливает снижение жесткости мяса. Продукты распада коллагена переходят в раствор, образуя бульон, и в таком виде усваиваются лучше, чем коллаген. При чрезмерном распаде коллагена происходит разволокнение тканей, а глубокий гидролиз глютина приводит к образованию низкомолекулярных соединений, снижающих способность бульона к студнеобразованию. При этом связь между пучками мышечных волокон нарушается и мясо разволокняется. Некоторое разволокнение, или крошливость, мяса является показателем соблюдения режимов стерилизации.

При нагреве во влажной среде до температуры выше 100° С ускоряются процессы гидролиза триглицеридов и насыщение двойных связей радикалов жирных кислот гидроксильными группами. Вследствие частичного распада жира увеличивается количество свободных жирных кислот, наблюдается образование оксисоединений [87]. Присутствие белков в жирах в некоторой степени

подавляет окислительные и гидролитические процессы, предполагается, что это обусловлено антиокислительным действием некоторых аминокислот.

Нагрев при температурах выше 100° С обусловливает некоторое снижение перевариимости белков мяса. Белки сырого мяса перевариваются лучше белков мяса стерилизованного. Таким образом, чем больше глубина гидролитического распада белковых веществ при стерилизации, тем хуже качество продукта. Установлено [54] замедление привесов у опытных животных, которые получали мясо после тепловой обработки. Это объясняют уменьшением усвояемости мяса в результате реакции Майяра, которая начинается при температуре 90° С, и ее скорость увеличивается с повышением температуры и продолжительности воздействия. Вместе с тем образующиеся в результате реакции Майяра соединения придают мясопродуктам специфический вкус и в небольших количествах даже желательны.

Физиологическая активность природных витаминов, содержащихся в пищевых продуктах, значительно выше, чем искусственных. Отсюда вытекает важность сохранения витаминов в мясопродуктах при различных процессах переработки, условиях и сроках хранения, и особенно при стерилизации консервов. При нагреве до температуры выше 100° С происходит разрушение ряда витаминов мяса. Степень разрушения зависит от их свойств, температуры и продолжительности нагрева. Наименьшей устойчивостью обладают витамины С, D, B_1, никотиновая кислота, пантотеновая кислота. Большей устойчивостью обладают витамины А, Е, К, B_2. Инактивация витаминов возрастает при чрезмерно продолжительной стерилизации.

В процессе стерилизации свинины установлено снижение потерь витамина B_1 на 56—86%. Максимальные потери витамина B_1 наблюдались у стенок и крышек банки (соответственно 81 и 86%). У донышка банки потери витамина B_1 составили 78%, а в середине 56%. Однако содержание витаминов в мясе консервов не ниже, чем при других способах кулинарной обработки — жарении, тушении.

Влияние экссудативной структуры мяса на качество конечных продуктов может зависеть от степени нагрева мяса при термической обработке. При стерилизации

разница между нормальной и экссудативной свининой сглаживается вследствие более глубоких денатурационных изменений. При пастеризации эта разница сохраняется и имеет важное значение для качества продукта. При пастеризации консервов из экссудативной свинины установлено ухудшение цвета, вкуса и консистенции.

Бледный цвет не является следствием заниженной концентрации пигмента, а обусловлен более высокой степенью коагуляции белков. Содержание соли в продукте из экссудативного мяса несколько выше.

Установление температурных режимов, обеспечивающих стерильность консервов, является чрезвычайно трудной задачей в связи с разнородностью микроорганизмов и их спор, их реакцией на изменение температуры среды и разнообразием химических соединений, составляющих продукт. При стерилизации необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на гибель спор микроорганизмов. Для большинства спор присуща максимальная устойчивость к нагреву при реакции среды, близкой к нейтральной. При стерилизации в зависимости от температуры увеличивается величина pH содержимого консервов. pH содержимого мясных консервов близок к 6,0, поэтому для эффективной стерилизации необходим более жесткий режим, чем для мясо-растительных консервов, имеющих более кислую среду. Важное значение имеет также химическая природа кислот, содержащихся в консервах. Устойчивость спор к нагреву в значительной степени обусловливается содержанием жира, который образует на поверхности спор пленки, защищающие их от окружающей влаги. В бульоне при 106° С споры сенной палочки погибали через 10 мин, а в жире при 150—160° С—лишь через 60 мин.

При стерилизации происходит уничтожение спор микроорганизмов. Отмирание обусловлено денатурацией белков протоплазмы и разрушением ферментов. При выборе режимов стерилизации ориентируются на уничтожение наиболее устойчивых спор микроорганизмов, вредных для человека.

Споры разных видов микроорганизмов в различной степени устойчивы к нагреву. При нагреве мясных консервов при 134° С в течение 5 мин уничтожаются все споры, содержащиеся в продукте, в том числе и наиболее устойчивые из них (например, споры сенной палочки).

Для достижения высокого стерилизующего эффекта консервов необходим нагрев до температур выше 130° С. Однако при этой температуре происходят глубокие химические изменения продукта, обусловливающие снижение его качества и пищевой ценности. Вот почему в промышленной практике предельно высокой температурой является 120° С. При такой температуре не достигается полной стерилизации продукта, однако при применяемой в соответствии с технологическими инструкциями продолжительности нагрева достигается достаточно эффективное действие на споровые формы микроорганизмов, происходит их обезвреживание или резкое снижение их жизнеспособности.

При тепловой обработке происходит столь значительное перерождение сохранившихся спор, что их способность к прорастанию резко снижается. Длительность отсутствия жизнедеятельности спор пропорциональна температуре и продолжительности стерилизации. Термоустойчивость микробов зависит от свойств окружающей их среды: в безводной среде они гибнут при более высоких температурах и в более длительный срок, чем во влажной.

Для пригодности стерилизованных консервов в пищу важное значение имеет термоустойчивость не только спор бактерий, но также и продуцируемых ими токсинов. Значительной термоустойчивостью обладает энтеротоксин, выделяемый штаммами Staphylococcus aureus. Значительное влияние на термостойкость микроорганизмов оказывает поваренная соль, даже в тех концентрациях, которые предусмотрены для консервов (1,5—2,0%).

Полное соблюдение требуемых режимов стерилизации не исключает вероятности получения нестерильных консервов. В них обнаруживаются спорообразующие аэробы типа Subtilis и mesentericus, отличающиеся термоустойчивостью. Однако споры этих бактерий развиваются лишь при наличии воздуха. Такие консервы в большинстве случаев вполне доброкачественны, годны для длительного хранения и непосредственного употребления в пищу без каких-либо ограничений и дополнительной стерилизации. Доброкачественность консервов обусловлена тем, что оставшиеся в них переродившиеся споры оказываются в среде, где нет условий для их развития, и поэтому они не влияют на состояние продукта.

Абсолютно стерильные консервы могут быть получены только при весьма высокой температуре стерилизации (около 180° С). Однако при такой температуре вследствие значительного снижения качества продукт становится непригодным в пищу. Следовательно, режимы стерилизации должны устанавливаться с учетом сохранения пищевой ценности и вкусовых достоинств продутка. При нагреве до определенных температур в продукте происходят изменения, отсутствующие при более низких температурах. В связи с этим существует температурный предел для отдельных видов продуктов. Для каждого вида консервов должно быть установлено оптимальное соотношение между температурой и продолжительностью нагрева, обеспечивающее минимальные изменения свойств продукта.

Большое значение для качества консервов имеет применение научно обоснованных режимов стерилизации, при разработке которых необходимо изыскать наиболее щадящие режимы тепловой обработки с целью повышения пищевой ценности консервов и одновременно обеспечить возможность их длительного хранения. Требование производить достаточно стерильные консервы с длительным сроком хранения побудило промышленность применять слишком жесткие режимы стерилизации, что очень часто оказывает неблагоприятное влияние на питательную ценность и органолептические свойства консервов. Проведенные рядом авторов исследования влияния тепловой обработки на качество и питательную ценность мяса с целью выбора оптимальных режимов стерилизации мясных консервов [90, 126] показали, что сокращенная стерилизация при 120—127° С обладает рядом существенных преимуществ перед длительной стерилизацией при 110–113° С. Стерилизация мясных консервов при 125° С, рекомендуемая многими исследователями [31, 91], апробирована в промышленности; ее можно осуществлять на действующем автоклавном оборудовании.

В последнее время предложен метод высокотемпературного кратковременного нагрева — режимы экспресс-стерилизации, которые оказывают меньшее отрицательное влияние на качество продукта, чем продолжительный нагрев при более низких температурах. Этот метод зачастую комбинируется с ротационной стерилизацией. После достижения стерилизационного эффекта необходимо возможно быстро охладить консервы, так как при длительном воздействии высоких температур значительно снижается их качество. При медленном охлаждении продукт имеет вид переваренного.

Для каждого вида консервов необходимо установить оптимальные пределы температур, обеспечивающие минимальное снижение пищевой ценности и качества продукта. Для консервов с относительно большим содержанием жидкой части и небольшим содержанием белковых веществ фирмы ФРГ рекомендуют температуры стерилизации 125 и 140° С с кратковременным нагревом. Не рекомендуется применять нагрев до 120° С для консервов с незначительным содержанием жидкости или для консервов, из которых выделяется при нагреве жидкость в виде богатого белками бульона и жира. Однако целесообразность применения этих режимов (до 150° С) является проблематичной вследствие снижения пищевой ценности продукта, перехода припоя банки в полурасплавленное состояние, что при наличии избыточного давления может привести к разрушению продольного и углового шва банки; при высоких температурах значительно повышается давление внутри банки, что может вызвать разрыв ее при нарушении величины противодавления.

Температура и продолжительность стерилизации зависят от размера и материала консервной банки, вида и химического состава сырья, в частности содержания жира, предполагаемого срока и температуры хранения, исходной обсемененности сырья, интенсивности перемешивания содержимого банок во время стерилизации и др. С целью сокращения продолжительности стерилизации рекомендуется соответствующий подбор размеров и формы банки. Практика работы консервной промышленности показала, что в консервных банках небольшого объема получают продукт с лучшими вкусовыми свойствами, более прозрачным бульоном, лучшей консистенцией. Это обусловлено менее продолжительной стерилизацией, более быстрым и равномерным прогревом и охлаждением продукта. В результате получают консервы более стерильные, чем в банках большого объема. При снижении диаметра банки с 99 до 73 мм количество желе снизилось на 11%.

В промышленной практике стерилизацию мясных консервов в жестяной таре производят острым паром или

водой в автоклавах или стерилизаторах непрерывного действия при температурах греющей среды 113, 115 и 120° С. Консервы в стеклянной таре стерилизуют водой с противодавлением для предотвращения срыва крышек. Режим стерилизации консервов (общую продолжительность и температуру) характеризуют формулой стерилизации. Для каждого вида консервов в зависимости от рецептуры, емкости и формы банки применяется своя формула стерилизации. При разработке научно обоснованных режимов стерилизации ее можно установить расчетом, ход которого устанавливается на основании законов химической кинетики. Посредством использования полученных уравнений может быть определен уровень гидролиза белков.

Важной проблемой является определение эффективности стерилизации, обеспечивающей сохранение пищевой ценности консервов. Предложено уравнение для определения эффективности стерилизации при кондуктивном теплообмене [177].

Микробиологические методы оценки стерилизующего эффекта требуют длительного времени и трудоемки. В связи с этим предложено определение содержания тиамина в стерилизуемом продукте в качестве химического индекса эффективности стерилизации. В результате исследования кинетики разрушения тиамина при стерилизации установлена связь между изменением его концентрации и эффективностью процесса стерилизации. При оценке уровня сохранения тиамина при стерилизации, проводимой расчетным и экспериментальным путем при различных вариантах процесса, обнаружено, что расхождения между полученными процентами содержания тиамина колеблются от 10,3 (расчетное 50,9 фактическое 40,6%) до 0,4 (соответственно 77,0 и 76,6%). Таким образом, в зависимости от физического состояния мясного продукта и режима его стерилизации представляется возможным использовать метод оценки сохранения концентрации тиамина, т. е. его химический индекс, для определения эффективности стерилизации продукта. Направление определения эффективности стерилизации посредством измерения химических индексов следует признать весьма перспективным.

Важным показателем при стерилизации является температура содержимого в центре банки. Разработана система радиотелеметрического измерения температуры консервов в процессе стерилизации. Датчик прибора устанавливается в критической точке банки, являющейся контрольной в партии. Передатчик соединен с датчиком гибким кабелем. Датчик сообщает сигналы через слой воды и пара. Точность измерения температуры в банках в пределах 60—130° С составляет ±1° С, а в пределах 100 –130° С ±0,5° С.

Разработаны термоиндикаторы (бумажные точки на банке, покрытые специальной краской), которые закладывают в корзину с консервами или в консервную банку; и по цветной реакции определяют температуру, до которой было нагрето содержимое консервов. В этом случае потребитель и контролер качества имеют возможность проверить соблюдение режима термической обработки.

На консервных заводах периодически (один раз в месяц) необходимо производить контроль режима стерилизации — проверку температуры внутри банки во время стерилизации, закатывая в три контрольные банки максимальный термометр или термопару в верхнем, среднем и нижнем рядах автоклава. Максимальная температура в банке должна быть не более чем на 2—3° С ниже температуры в автоклаве. При стерилизации консервов в автоклавах отсутствие терморегистрирующих и терморегулирующих приборов усложняет ведение процесса стерилизации и требует пристального внимания для обеспечения удовлетворительного качества продукта.

В настоящее время организовано производство пастеризованных консервов типа ветчины в банке. Содержимое этих консервов нагревают до температуры 68—75° С, обеспечивающей гибель вегетативной микрофлоры. Высокое качество пастеризованных консервов достигается в результате специального подбора и обработки сырья, а также применением мягких режимов термической обработки. Пастеризованные консервы типа ветчины в банке отличаются высоким качеством, сочностью, нежностью, приятным вкусом и ароматом ветчинности. А. С. Большаковым установлено, что для получения желаемого вкуса и аромата ветчинности необходимо достижение определенного температурного уровня и выдержка свинины на этом уровне в течение определенного времени. При температурах 70—90° С аромат и вкус образцов консервов отвечали определенным требованиям для ветчинных кон-

сервов; при 100° С уменьшалось количество белкового азота; при 100—115° С постепенно ухудшалось качество и появились свойства стерилизованного продукта. При пастеризации продукты не претерпевают глубоких физико-химических изменений и в большей степени сохраняется их пищевая ценность и органолептические свойства. Срок хранения этих консервов до 6 мес при 0—4° С.

Посредством применения фосфатов (препарата «Курафос») при производстве ветчинных консервов получено заметное улучшение качества. Фосфаты вводили в шприцовочный рассол при посоле сырья. Содержание студня в консервной банке снизилось на 3%, а содержание свободной воды — на 2,3% по сравнению с контрольными образцами.

Совершенствование процесса стерилизации. В зарубежной консервной промышленности и на некоторых консервных заводах в СССР применяются стерилизаторы непрерывного действия. Они бывают трех типов: гидростатические, роторные, горизонтальные конвейерные. Внедрение непрерывнодействующих стерилизаторов весьма перспективно и целесообразно, так как они способствуют повышению качества продукции, повышению культуры производства.

При стерилизации в автоклавах происходит медленный прогрев консервов, особенно не содержащих жидкой фазы; скорость прогревания центральных и периферийных слоев содержимого банки различная. Режимы стерилизации рассчитываются с учетом скорости прогревания продукта в наиболее трудно прогреваемой точке (обычно в центре банки). Поэтому слои продукта около стенок банки подвергаются значительному перегреву, что ухудшает вкус и внешний вид продукта. Этот перегрев может быть уменьшен путем принудительного перемешивания содержимого банок в процессе стерилизации, путем их встряхивания или качания. Решающим шагом технического прогресса в консервном производстве, способствующим улучшению равномерности прогрева содержимого консервной банки и в результате большей сохранности исходного качества продукта, было применение ротационных стерилизаторов [29].

В ротационных стерилизаторах банка катится по направляющим барабанов и, таким образом, вращается вокруг своей оси. Вращение банок в процессе стерилизации позволяет создать вынужденную конвекцию внутри банки, т. е. ускорить теплообмен и сократить длительность процесса. Рациональное применение вращательного и качающегося движения консервной банки позволяет за более короткое время и более равномерно нагреть ее содержимое, что способствует сохранению вкуса и пищевой ценности продукта. Консервы, стерилизованные в ротационном автоклаве «Ротомат», имели более нежные консистенцию и вкус и более светлый бульон по сравнению со стерилизованными в обычных автоклавах.

Эффект стерилизации в ротационных автоклавах зависит от содержания жидкой фазы, величины незаполненного пространства в банке, вязкости продукта и размера тары. При вращении во время стерилизации свободное пространство в виде газового пузыря перемещается внутри банки, перемешивая тем самым ее содержимое. Качество готового продукта в значительной степени зависит от числа оборотов консервной банки — для стерилизованных консервов рекомендуется 45—50 об/мин. Применение ротационных стерилизаторов особенно эффективно для консервов, содержащих жидкую фазу (гуляш), для консервов, в которых бульон выделяется из сырья в самом процессе стерилизации. При механическом движении создается перемешивание содержимого консервов и достигается быстрое проникновение тепла к термическому центру консервной банки, исключается пригорание у стенок банок. В результате перемешивания в консервной банке отсутствуют слои продукта, подвергающиеся недогреву, значительному перегреву и продолжительному действию высокой температуры, так как все банки находятся в одинаковых условиях стерилизации.

В ротационных стерилизаторах в зависимости от вида и состава консервов продолжительность стерилизации может быть сокращена в 2 раза по сравнению со стерилизацией в статическом состоянии. Имеются данные [152], что применение ротационных стерилизаторов позволяет повысить температуру стерилизации до 126—138° С при значительном сокращении и точной регулировке продолжительности. В отличие от непрерывнодействующих стерилизаторов, рассчитанных обычно на стерилизацию консервов в банках одного размера, автоклавы с вращением корзин дают возможность оперативно менять условия стерилизации при использовании банок любого размера.

Стерилизация токами ТВЧ и СВЧ является весьма перспективной вследствие значительного увеличения скорости процесса и большего сохранения качества продукта из-за менее выраженных постдепатурационных изменений. При стерилизации СВЧ-энергией содержимое прогревается одновременно по всему объему независимо от свойств сырья. Высокий эффект стерилизации мяса можно получить при СВЧ-нагреве до температуры 145° С в течение 3 мин. Имеются предпосылки, что причиной бактерицидного действия СВЧ-энергии являются нетепловые эффекты СВЧ-нагрева.

Большое внимание уделяется теплоносителям при стерилизации. Предложен способ стерилизации консервов горячим воздухом, который для улучшения теплопередачи пропускают через аппарат со скоростью 8—10 м/с. Банки передвигаются цепным транспортером и вращаются при движении последнего. На каждом повороте транспортера направление движения меняется, благодаря чему достигается равномерное распределение температуры, и перепад между температурой стенки и центром банки составляет 1—3° С. В этом случае продолжительность стерилизации мясных консервов при 120° С составляет 15 мин. Содержание витамина B_1 в консервах, стерилизованных горячим воздухом, на 40% больше, чем в автоклавах. Однако при низкой циркуляции воздуха в стерилизаторах получают неравномерное температурное поле, что может привести к недовару и браку консервов. В этом случае разница температур консервных банок в верхней и нижней частях стерилизатора может достигать 20° С. При стерилизации в воде равномерность прогрева консервов зависит от соотношения между консервируемым продуктом и водой. При значительном сокращении количества воды происходит замедление теплопередачи и увеличение продолжительности стерилизации для достижения того же эффекта. При изменении соотношения вода — консервы от 1 : 10 до 1 : 0,3 для получения внутри банки температуры 75° С необходимо увеличить продолжительность стерилизации со 113 до 121 мин.

Предложен способ производства консервов, состоящий в том, что предварительно подогревают составные части консервной банки, закладывают их в банку, затем производят закатку при температуре 120° С и охлаждение банок.

После стерилизации при разгрузке автоклавов производят первую (горячую) сортировку консервов по внешнему виду банки. При этом отбраковывают негерметичные и сильно деформированные банки. О негерметичности банок судят по прямым (разрывы по шву, трещины) и косвенным признакам (активные потеки, неполная масса, невспученные донышки). Вспученность донышек (бомбаж) после стерилизации является нормальным показателем герметичности банки. После сортировки консервы охлаждают водой до 40° С. Вкусовые качества консервов могут быть повышены посредством быстрого охлаждения банок после стерилизации. При термостатной выдержке при наличии в консервах жизнеспособных микробов они в течение 5—10 дней размножаются, что сопровождается газообразованием и вспучиванием банок.

Термостатирование не гарантирует полного выявления бомбажа, так как для некоторых бактерий оптимум их развития находится выше или ниже 37° С. Поэтому бомбаж может появиться при хранении на складах, при транспортировке или в торговой сети. Учитывая вышеизложенное, термостатная выдержка не является надежным средством определения недоброкачественности консервов. Длительная термостатная выдержка при повышенной температуре ухудшает качество консервов. На ряде предприятий от нее отказались. В этом случае консервы после стерилизации и сортировки выдерживают на складе 12—15 сут при температуре, близкой к комнатной.

Фасовка, внешний вид банок, этикетная надпись, маркировка и упаковка в ящики должны соответствовать требованиям ГОСТа. Этикетки должны быть ровно положены на банку, оклеены быстрозасыхающим клеем внахлестку, не оставляющим следов (пятен) на этикетках. При упаковке банок в ящиках их укладывают таким образом, чтобы они не перемещались друг относительно друга при транспортировке. Стеклянные банки отделяют перегородками, образующими клетки.

ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА КОНСЕРВОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

При соблюдении режимов стерилизации и санитарных требований при производстве, наличии материала банок с достаточной химической стойкостью и механической

прочностью консервы можно хранить продолжительное время (несколько лет) и транспортировать в самых неблагоприятных условиях. В этом случае при длительном хранении не происходит глубоких химических изменений продукта; при использовании существующих материалов для изготовления тары в процессе хранения происходят сложные химические, физико-химические и биохимические изменения, зависящие от свойств исходного сырья, способа производства, вида консервной тары и условий хранения.

Однако при соблюдении режимов хранения консервов и непродолжительных сроках хранения не происходит ухудшения вкусовых и ароматических свойств продукта, ухудшения окраски и консистенции. Качество стерилизованных консервов при длительном хранении при соответствующих условиях остается достаточно стабильным. Даже содержание витаминов изменяется незначительно, за исключением витамина B_2. У большинства долго хранившихся консервов поверхность мяса сероватая или розового цвета, на свежем разрезе — розовато-красноватого цвета. Жир становится серым или желтоватым. При длительном хранении консервов (3—4 года при комнатной температуре) мясо становится сухим, волокнистым и рассыпается, что обусловлено потерей влагоудерживающей способности мяса и распадом соединительной ткани. При этом происходит ухудшение вкуса и аромата продукта. Пищевая ценность продукта снижается в зависимости от продолжительности и температуры хранения.

При длительном хранении изменения происходят главным образом в белках мяса. Их причиной являются энзимы бактерий мяса. Энзимы инактивируются при температуре 65—80° С, однако существует возможность их сохранения в центре консервной банки. При длительном хранении они могут регенерировать и привести к порче консервов. Ряд реакций, происходящих обычно под влиянием ферментов, могут происходить под влиянием каталитических веществ небелкового происхождения. Эти вещества находятся в продукте или появляются при распаде ферментов. Это такие вещества, как железо, медь, гемоглобин, гемохромоген, каталаза, пероксидаза.

Исследованием изменения содержания аминокислот в консервах «Мясо тушеное», хранящихся в условиях «искусственного старения», т. е. при температуре 40—

50° С, установлено [69] уменьшение ряда аминокислот, в том числе незаменимых. Согласно имеющимся данным наибольшим изменениям при стерилизации подвергаются цистин, лизин, глицин, метионин, лейцин, изолейцин, тирозин. При длительном хранении наибольшему распаду подвергаются лизин, аргинин, аспарагиновая кислота. Степень распада связанных аминокислот после стерилизации составляет 6% к исходному содержанию в сырье, после 3 мес хранения — 22% и после 9 мес — 32%.

Изменяются свойства жира, вследствие гидролиза консервы приобретают сальный привкус, а вследствие окисления — прогорклый вкус и запах. Жир отделяется и собирается на поверхности. Изменяется цвет бульона до молочно-белого в результате гидрогенизации непредельных триглицеридных компонентов жира водородом, выделяющимся при коррозии.

В мясо-растительных консервах выделяется запах всех остальных компонентов, так как они теряют свои специфические свойства и принимают вид и запах несвежего продукта. Такие изменения могут произойти при хранении консервов при комнатной температуре в течение продолжительного времени (2—6 лет). При длительном хранении консервы приобретают «металлический привкус», появляющийся как следствие электролитических процессов между жестью и мясом; предполагается, что он обусловлен также окислением непасыщенных жирных кислот при катализирующем действии металла. Ярко выраженный привкус металла имеет *н*-капроновая кислота, находящаяся в жире в виде глицерида и высвобождающаяся при гидролизе. Металлический привкус обусловлен также накоплением в содержимом консервов железа, олова, алюминия. Наличие железа вызывает также изменение цвета. У консервов, банки которых покрыты некачественным и неправильно подобранным лаком, появляется привкус и запах лака.

Одним из внешних признаков порчи консервов является бомбаж. Он возникает при хранении консервов и проявляется вспучиванием крышки и донышка банки. В зависимости от причин бомбаж может быть химическим, микробиальным и физическим.

Химический бомбаж. На качество продукта в значительной степени влияют процессы химического взаимодействия составных его частей с металлом тары. В про-

дукте могут накапливаться соли олова, свинца, меди, которые при употреблении консервов могут вызвать отравление. Стандартом регламентировано содержание солей олова — не более 200 мг на 1 кг консервов. Наличие солей свинца не допускается. Химический бомбаж обусловлен коррозией металла внутренней поверхности банки вследствие некачественного покрытия оловом жести и повышенной кислотности содержимого консервов. Полуда наносится на жесть в количестве минимум 25 г/м². Развитие коррозии железа происходит на участках жести, незащищенных слоем олова, там, где отскочил лак, в местах сгиба жести. Олово и железо, имеющие разные электрохимические потенциалы, становятся катодом и анодом, а бульон — электролитом. Электролиз сопровождается переходом в продукт солей олова и железа и выделением свободного водорода, повышающего внутреннее давление в банке, что вызывает вздутие концов банки. Наличие водорода не влияет на пригодность консервов для потребления.

Жесть консервной банки с беспористым оловянным покрытием отличается высокой стойкостью в коррозионной среде. Наличие пор в оловянном покрытии резко снижает коррозионную стойкость, так, в таре из такой жести после фасовки продукта образуется гальваническая пара олово — железо и возникает электрохимический процесс коррозии консервной тары. В присутствии кислорода даже в слабокислой среде возникает реакция:

$$4H^+ + O_2 + 4\bar{e} = 2H_2O.$$

Электроны, необходимые для этой реакции, отдают железо и олово, переходя при этом в раствор и образуя сернистые соединения в результате реакции H_2S с SH-группами. Поэтому остающийся в банке кислород способствует коррозии и образованию темных пятен на внутренней поверхности банки. Коррозия чаще всего появляется на швах банок, на местах штамповок и на сгибах. Ее появление может быть вызвано загрязнением банок содержимым, особенно если в нем имеются соли и кислоты.

В общем виде коррозионный процесс может протекать в двух направлениях: растворение материала консервной банки в компонентах пищевой среды и постепенный переход металла в продукт; образование на внутренней

поверхности металлической тары темных коррозионных наслоений вследствие действия белковых веществ, содержащих серу (сульфидная коррозия). Коррозия жести под действием пищевых сред увеличивается при колебаниях температуры и высокой относительной влажности воздуха, пористости оловянного покрытия, обнажении стальной основы, неравномерности толщины слоя олова, наличии кислорода в таре, следов серы, нитритов и др. Коррозия может появляться на внешней и внутренней поверхности банки.

Появление в результате внутренней коррозии черных пятен сульфида железа на содержимом консервной банки является нежелательным не только с органолептической точки зрения, но и с санитарно-гигиенической. Внешняя коррозия также является важной проблемой, так как консервы зачастую хранят на складах длительное время в неблагоприятных условиях.

С целью избежания коррозии при хранении консервов должны создаваться условия, предотвращающие конденсацию водяных паров на поверхности банок. Конденсация не происходит, если: разница температур между консервами и окружающим воздухом следующая: 1,6° С при 90%-ной относительной влажности, от 3,5 до 4,0° С при 80%-ной относительной влажности, от 5 до 6° С при 70%-ной относительной влажности.

Для предотвращения коррозии относительная влажность воздуха должна быть ниже 75%. При длительном хранении должна обеспечиваться циркуляция воздуха между банками. Эффективным способом предотвращения коррозии является добавление в воду автоклава небольшого количества оксалата, особенно при использовании в автоклавах щелочной воды в результате ее мягчения. Вещества, обладающие способностью образовывать студень (желатин, крахмал), замедляют коррозию. Для предотвращения коррозии банок снаружи их лакируют или смазывают техническим вазелином или другими антикоррозионными средствами.

Известны следующие степени ржавчины: легкая — налет на поверхности банки, легко удаляемый ветошью без каких-либо следов; более выраженная ржавчина — после ее удаления остаются светло-синие или темные пятна без раковин; сильная ржавчина — после удаления ветошью остаются черные пятна с раковинами. При

непарушенном слое полуды консервы можно хранить строго определенное время. При нарушении слоя полуды (сильного налета ржавчины) банки подлежат быстрой реализации в связи с возможностью нарушения герметичности.

Возникновение химического бомбажа возможно при переработке парного мяса вследствие выделения углекислого газа. Такой бомбаж не опасен. Если при химическом бомбаже содержание тяжелых металлов в продукте не превышает нормативного, установленного стандартом, то консервы допускаются для употребления. Содержание солей тяжелых металлов определяют соответствующим химическим анализом. Оно может быть различным в центре и в периферийных слоях содержимого консерва, что обусловлено их диффузией. Накопление олова в содержимом консервов определяет их допустимые сроки хранения. Однако оно не является единственным критерием для установления срока хранения [10].

Повышение температуры хранения с 5 до 20° С при хранении консервов в 2 раза увеличивает скорость накопления олова, а до 37° С — в 4. После 10 лет хранения консервов содержание олова в большинстве случаев выше нормативного.

Одной из основных реакций является соединение серы с железом консервной банки. Вначале раствор соли Fe реагирует с H_2S и выпадает в черный осадок FeS, который при длительном хранении консервов зачастую в большом количестве осаждается на продукте. При большом количестве FeS продукт может стать непригодным к потреблению.

Микробиальный бомбаж. Физико-химические изменения консервов при хранении обусловлены также жизнедеятельностью микроорганизмов, не погибших при стерилизации и не выявленных при термостатной выдержке. Причины микробиального бомбажа: обсемененность мяса, задержка мяса на столах разделки, вследствие чего увеличивается его обсемененность, неудовлетворительное санитарное состояние производства и негерметичность банки; недостаточная стерилизация, что ведет к следующему развитию оставшихся жизнеспособных микроорганизмов внутри герметичной банки.

В консервах, изготовленных с соблюдением всех требований, микробиальная порча даже при длительном

хранении практически исключается. Однако незначительное нарушение технологических режимов и условий стерилизации приводит к порче консервов. Это может произойти в результате перемешивания содержимого банок при транспортировке, когда оставшиеся споры перемещаются внутри банки и оказываются в условиях, благоприятных для прорастания. Увеличение количества остаточной микрофлоры в консервах возрастает с повышением температуры хранения [189].

Одной из причин порчи консервов при хранении является также негерметичность банок, обусловливающая вторичное обсеменение содержимого консервов микроорганизмами из окружающей среды. Бомбаж при этом не возникает, и порча обнаруживается при вскрытии банки. В результате жизнедеятельности микроорганизмов выделяется большое количество газов (NH_3, CO_2, H_2, H_2S, N_2). Консервы с микробиальным бомбажем непригодны в пищу.

Порча консервов не всегда сопровождается бомбажем, так как жизнедеятельность оставшейся в банке жизнеспособной микрофлоры может происходить с газообразованием или без него. Во втором случае донышки остаются плоскими и внешний осмотр не выявит порчу. Отсутствие бомбажа имеет место при наличии Bac. botulinus; выделяемый ими токсин вызывает сильные отравления. Порча консервов при отсутствии бомбажа может быть также обусловлена негерметичностью банки, закисанием продукта, вызываемым термофильными микробами, загрязнением консервов тяжелыми металлами, изменением цвета продукта вследствие попадания металлов в продукт.

Физический бомбаж. Очень часто встречающимся браком является физический (ложный) бомбаж консервов, который может возникнуть при переполнении банки содержимым; из-за увеличенного размера донышек (хлопуши); из-за заполнения банок холодным продуктом без удаления из них воздуха (без экгаустирования). Вспучивание банок может возникнуть из-за разницы давлений внутри банки и в окружающей среде, при хранении консервов в теплом помещении, перевозке в местность с жарким климатом или меньшим барометрическим давлением, чем в местности завода-изготовителя. Не допускается хранение консервов при минусовых температурах,

так как физический бомбаж может возникнуть вследствие замерзания и расширения содержимого банки, особенно при хранении консервов с большим содержанием соусов и бульонов. При установлении наличия физического бомбажа содержимое банок после их вскрытия может быть использовано на пищевые цели.

В консервах обнаруживается и ряд других дефектов, наличие которых в различной степени влияет на их пригодность для употребления. «Птичками» называют острые выступы жести, расположенные по окружности донышка или крышки банки. «Птички» могут выступать выше или ниже фальца банки. В первом случае транспортировка банок на дальние расстояния может привести к нарушению герметичности банки, так как выступающие за пределы фальца «птички» могут протереть жесть. Содержимое банок с «птичками» доброкачественно. Консервы в банках с «птичками» реализуют после лабораторного анализа с разрешения органов санитарного надзора.

Консервы реализуют без ограничений в следующих случаях: морщинистые фальцы возникают при износе ролика первой операции, наличии на нем ямок, а также при меньшей толщине жести крышки по сравнению с жестью корпуса банки. Выступы пасты из-под фальцев имеют место, в частности, при применении сырой пасты, небольшом повороте крышки перед началом закатки, односторонней подаче пасты. Выступающую пасту удаляют, банки проверяют на герметичность и направляют на стерилизацию.

Банки с «язычками» по фальцам. Язычки появляются вследствие перекоса фланца при отбортовке, при помятости фланца корпуса или при получении морщинистого шва, а также от наплыва припоя на углошве. Срезы фальцев появляются при большом наплыве припоя на углошве, отсутствии вращения ролика, при перекосе верхнего патрона, создающего перекос крышки.

Подрезы низов фальцев наблюдаются, если высоко поднят ролик второй операции или низко опущен верхний патрон; большой наплыв припоя на углошве и ролик второй операции не вращается или периодически останавливается; сильно зажат ролик второй операции или банка проворачивается при закатывании. Накат на фальцах возникает при слишком поднятом ролике второй операции или перекосе оси ролика.

Банки с хлопающими концами («хлопушки») имеют один слегка вздутый конец, который при надавливании принимает нормальное положение с характерным звуком. «Хлопушки» возникают при использовании тонкой жести, при несовпадении рельефов нижнего и верхнего концов. При наличии хлопающих концов отсутствуют какие-либо изменения качества консервов, не нарушается герметичность банок. Направление использования этих консервов определяется органами санитарного надзора после лабораторного анализа.

Подтечные банки — это банки с нарушенной герметичностью, с истечением жидкости через отверстия. Подтеки различают активные, когда при сортировке содержимое банки вытекает из нее, и пассивные, когда при сортировке течь не обнаруживается, но на месте отверстия имеется темное пятно. Если пассивный подтек своевременно не обнаружен, то при длительном хранении консервов он превращается в активный. Банки с подтеками подпаивают и дополнительно стерилизуют по сокращенной формуле стерилизации. Банки с активным подтеком, обнаруженные на складах длительного хранения, подлежат уничтожению наравне с бомбажными и пробитыми, так как их содержимое в пищу непригодно.

Мятые банки. Деформация и вмятины возникают при производстве и транспортировке консервов в результате небрежного обращения, а также из-за возникновения вакуума внутри банки и при недостаточной толщине жести. Мятость бывает легкая и грубая. При легкой мятости, нерезко выраженных гранях по высоте банки и деформации без острых углов, не вызывающей вздутья концов, консервы хранят на общих основаниях. К грубой мятости относят повреждения швов, резкие прогибы с нарушением слоя полуды и деформацию, вызывающую вспучивание концов. Консервы с такими дефектами направляют в сеть общественного питания и используют после органолептической оценки содержимого каждой банки. При забивке крышек ящиков возможны проколы банок гвоздями. Такие банки используют на кормовые цели или уничтожают.

Банки легковесные — это банки с массой ниже допустимой. Такие банки направляют в сеть общественного питания, так как их содержимое не имеет каких-либо отклонений качества.

Потемнение внутренней поверхности банок «мраморность» может быть от светло-синего, а иногда до почти черного. Мраморность бывает сплошная и полосатая. Предполагается, что мраморность обусловлена воздействием на олово серы, содержащейся в консервах до стерилизации и получающейся во время стерилизации в результате частичного распада белков. Банки с потемневшей поверхностью реализуют на обычном основании, так как она не оказывает отрицательного влияния на качество консервов. Предотвращение потемнения внутренней поверхности достигается посредством ее покрытия защитными лаками.

Нитриты, фосфаты, лук, чеснок, NaCl взаимодействуют с железом и оловом с образованием сульфидов и хлоридов железа и олова, которые на стенках банок создают желто-коричневые, фиолетовые, голубые и синие пятна. При длительном хранении эта мраморность может распространиться по всей стенке банки.

На концах лакированных банок под лаковой пленкой иногда образуется красный налет в виде мельчайших точек. Возникновение налета обусловлено тем, что лаковая пленка имеет незначительный сдвиг при штамповке, и влага, проникающая через нее, воздействует на рельеф концов. Этот налет не влияет отрицательно на состояние банок и на срок хранения консервов.

Консервы хранят в охлаждаемых и неохлаждаемых складах, в сухих, хорошо проветриваемых помещениях при температуре 5 –15° С. Наиболее благоприятной температурой хранения консервов является 1–5° С. Ящики с консервами укладывают в штабеля. Консервы размещают на складе целыми партиями. Между штабелями оставляют проходы. Установление точного срока хранения консервов является очень сложной проблемой, важной для промышленности и торговли. В связи с недостаточными сведениями о причине появления изменений в консервах невозможно определять сроки, когда продукт становится непригодным к употреблению.

Продолжительность хранения консервов определяется сроком, в течение которого физическое состояние продукта, его органолептические свойства, пищевая ценность и санитарно-гигиенические показатели не изменяются или же не выходят за допустимые пределы. Обычно устанавливают гарантийный срок хранения консервов 2—3 года. По и после этого консервы могут храниться длительное время. При длительном хранении консервов периодически отбраковывают бомбажные, с подтеками и сильно деформированные банки.

Для поддержания нормальных условий хранения консервов в складах без кондиционирования не рекомендуется в сырую погоду открывать окна и двери, а летом в жаркую погоду следует вентилировать склады только ночью.

При хранении консервов развитие микроорганизмов сопровождается некоторым повышением температуры содержимого и внешней поверхности банки. На этой основе предложено использование экзотермической реакции для обнаружения порчи консервов без вскрытия банок. Для измерения температуры банок предложена схема с датчиками – термисторами, с помощью которой установлено, что рост микроорганизмов сопровождается повышением температуры банки на 0,06—0,07° С. Предполагается, что более совершенные методы термометрии, в частности оптическая пирометрия или получение температурного поля с использованием ИК-излучения, позволят в промышленных условиях производить отбраковку консервов с развитием процессов порчи.

На каждую партию консервов выдается качественное удостоверение, которое оформляется на основе органолептической оценки, химических и бактериологических исследований консервов. Перед отгрузкой консервов из холодильника в летнее время года их выдерживают при температуре 15° С для предупреждения отпотевания и коррозии банок. Хранение консервов в магазине производят при температуре 0–20° С и относительной влажности воздуха не выше 75%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адуцкевич В. А.* Микроскопические изменения в мясе в процессе его замораживания и хранения. — Мясная индустрия СССР, 1960, № 6, с. 28—30.

2. *Александрова Т. Н., Синицына Л. Г.* Новые и улучшенного качества мясопродукты. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 142 с.

3. *Алексеев С. Н.* Товароведение мясопромышленных животных, птицы и продуктов убоя. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 208 с.

4. *Алмаши Е., Майнарик И.* Опыты замораживания кусков упаковочной свинины. — Доклад на IV научной конференции Международного института холода, 1958.

5. *Асланов В. Г.* Обобщение опыта работы производственных объединений по улучшению качества и ассортимента мясных продуктов. — ЦНИИТЭИ, 1977. — 34 с.

6. *Арутюнян Л. А.* Влияние мяса разной степени созревания на секреторную и двигательную функции желудка. — Вопросы питания, 1954, № 2, с. 18—20.

7. *Балабух А. А., Кармышева Л. Ф.* Содержание аминокислот в разных видах мяса. — Труды ВНИИМПа, 1975, вып. 32, с. 3—8.

8. *Барабаш И.* Установка для оглушения свиней электрическим током. — Труды Государственного исследовательского института мясной промышленности ВНР, Будапешт, 1970, с. 75—97.

9. *Божута К., Стжелецки Е., Мулярчик З.* Влияние скорости охлаждения на нежность телятины. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1977.

10. *Бойко В. П.* Исследование качества мясных консервов при хранении. — Консервная и овощесушильная промышленность, 1959, № 11, с. 33—40.

11. *Большаков А. С.* Изменение фракции низкомолекулярных жирных кислот в процессе мокрого посола. — ЦИНТИпищепром, 1965, № 17, с. 1—8.

12. *Большаков А. С., Митрофанов Н. С., Хлебников В. И.* Тепловая обработка мяса. — ЦНИИТЭИ, 1968. — 52 с.

13. *Большаков А. С.* Совершенствование производства ветчинных изделий. — Мясная индустрия СССР, 1977, № 1, с. 33—35.

14. *Борис А.* Влияние посола на конверсию пигментов в нитрозосоединения. — В кн.: XI Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Белград, 1965, с. 526—532.

15. *Бушкова Л. А., Семина Т. И.* Особенности сырья промышленного откорма. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, 1979.

16. *Бушкова Л. А., Еремина Г. К.* Новые виды продуктов из свинины. — Мясная индустрия СССР, 1976, № 7, с. 25—27.

17. *Буянов А. С.* Изучение стойкости свиного жира. — Мясная индустрия СССР, 1958, № 1, с. 47—51.

18. *Варибрус В. И.* и др. Товароведение продовольственных товаров. — М.: Экономика, 1978. — 359 с.

19. *Вейтхер О., Куперт С.* О величине потерь живого веса и качестве туш убойного скота в зависимости от транспортных нагрузок. — Животноводство и ветеринария, 1973, № 7, т. 58, с. 252—256.

20. *Веселова П. П., Губанов И. В.* Особенности в технологии мясной промышленности Венгерской Народной Республики. — ЦНИИТЭИ, 1977. — 28 с.

21. *Вирт В.* Выбор сырья измерением pH. — Материалы симпозиума по обработке мяса, 1975.

22. *Врхлабский И.* Потери живой массы, усушка ткани, выход и качество убойных свиней после транспортировки. — В кн.: XII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, 1966.

23. *Вячеславова М. Я.* О возможном канцерогенном и коканцерогенном действии перегретых жиров. — Вопросы питания. 1964, № 4, с. 88—95.

24. *Гандлин И. М., Дибирасулаев М. А., Пискарев Л. И.* Исследование качественных изменений замороженного мяса при различных температурах хранения. В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, М., 1977.

25. *Габриэльянц М. А.* Товароведение мяса и мясных товаров. — М.; Экономика, 1974. — 263 с.

26. *Гольдман Е. А.* Съемка шкур со свиных туш с применением поддувки в брюшную полость. — Мясная индустрия СССР, 1970, № 11, с. 27—28.

27. *Горецкая О. П.* Влияние режима дымогенерации на содержание 3,4-бензпирена в контильном дыме и копченой рыбе. — Рыбное хозяйство, 1962, № 3, с. 56—60.

28. *Грицай И. П., Караваева С. Г., Смирницкая Н. Е.* Качество мясных туш и выход мяса при убое скота. — ЦИНТИпищепром, 1964. — 33 с.

29. *Гусаковский З. П., Очкин В. Л.* Технология и оборудование консервного производства. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 400 с.

30. *Гуткин С. С.* Состав и качество туш мясного скота. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, М., 1979, с. 1—12.

31. *Даскалов Х.* Улучшение технологии производства путем повышения температуры и сокращения продолжительности тепловой обработки. Обмен опытом в области консервного производства СССР и стран народной демократии. Сб. I. — М.; ГОСИНТИ, 1959, с. 145—153.

32. *Дянчев Л., Цеткова Г., Цолова Л.* Исследование использования УФ-лучей, облучающих свинину, предназначенную для производства консервов. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, М., 1979.

33. *Еременко В. И.* Влияние низких температур на развитие хо-

лодоустойчивых бактерий в процессе слизеобразования. — Известия вузов МВО. Пищевая технология, 1962, № 2, с. 28—30.

34. *Жуленко В. Н.* Влияние различных физико-химических факторов при производстве мясопродуктов на остаточные количества ртутно- и хлорорганических пестицидов. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1979.

35. *Журавская Н. К. и др.* Качественные характеристики мяса, размороженного в условиях вакуума и в паровоздушной среде. — В кн.: XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1977.

36. *Залибеков Д. Г.* Влияние возраста и уровня кормления на аминокислотный состав мяса молодняка крупного рогатого скота. — Доклад ВАСХНИЛ, 1974, № 8, с. 28—33.

37. *Зайс Ю. Ф.* Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1970. 291 с.

38. *Зайс Ю. Ф.* и др. Исследование применения ультразвуковых колебаний для увеличения нежности мяса. — Труды ВНИИМПа, 1970, вып. 22, с. 48—52.

39. *Зайс Ю. Ф., Боравский В. А., Орлова Т. Н.* Электронное устройство для подгона скота. — Мясная индустрия СССР, 1971, № 5, с. 27—28.

40. *Зайс Ю. Ф.* и др. А. с. 541405 (СССР). — Б. И., 1977, № 4.

41. *Зайс Ю. Ф., Иванцина В. К., Мизгирский И. И.* Выбор геометрической формы бокса для оглушения крупного рогатого скота. Мясная индустрия СССР, 1975, № 9, с. 29—32.

42. *Зуяс Ю. Ф., Смолянский Н. Т.* Исследование изменений ультраструктуры мышечной ткани при ее мягчении воздействием упругих колебаний. — В кн.: XVI Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. София, 1970, т. II, с. 1141—1152.

43. *Зайс Ю. Ф.* и др. Применение СВЧ-энергии для дефростации мяса. Сб. 1 научно-технической конференции по применению СВЧ-энергетики для исследовательских целей и интенсификации технологических процессов. Саратов, 1975, с. 30—33.

44. *Зайс Ю. Ф.* и др. Исследование влияния вакуумной обработки на интенсификацию процесса посола при производстве костных конечностей. — В кн.: XX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Стокгольм, 1974.

45. *Зайс Ю. Ф.* и др. А. с. 384503 (СССР). — Б. И., 1973, № 25.

46. *Зайс Ю. Ф.* и др. А. с. 556774 (СССР). — Б. С., 1977, № 17.

47. *Зайс Ю. Ф., Изотова Л. Н.* Исследование влияния тепловой обработки СВЧ-энергией на физико-химические свойства белковых веществ мяса. — В кн.: Сборник научных трудов МКИ «Проблемы качества и хранения продовольственных товаров». М., 1976, с. 7—13.

48. *Зайс Ю. Ф., Рейнке Л. В.* Влияние экспозиции микроволн на некоторые показатели качества мышечной и жировой ткани мяса. — Сб. 1 научно-технической конференции по применению СВЧ-энергетики для исследовательских целей и интенсификации технологических процессов. Саратов, 1975, с. 158—160.

49. *Зайс Ю. Ф.* и др. А. с. 484857 (СССР). Б. И., 1975, № 35.

50. *Зайс Ю. Ф.* Интенсификация и механизация технологических процессов производства колбасных изделий. ЦНИИПП, 1964. 54 с.

51. *Зайс Ю. Ф., Чиртников В. И., Бушкова Л. А.* Использование ультразвуковой гидродинамической установки для получения эмульсий пряностей. — Труды ВНИИМПа, 1962, вып. 14, с. 82—86.

52. *Зайс Ю. Ф., Зырина Л. К., Соколов А. А.* Физический метод осветления крови. — Мясная индустрия СССР, 1975, № 1, с. 20—23.

53. *Каныкина Л. Ф., Симоненко А. А.* Некоторые данные по обескровливанию крупного рогатого скота. — В кн.: НТИ «Мясная промышленность», 1971, вып. 9, с. 27—35.

54. *Каракаш Р.* Влияние различных производственных условий тепловой обработки на питательную ценность мясных консервов. — В кн.: XV Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Хельсинки, 1969.

55. *Кельман Л. Ф., Лисковская Ю. Н.* Характеристика внутримышечных липидов разных видов убойного скота. — В кн.: XIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Роттердам, 1967.

56. *Кельман Л. Ф.* Содержание свободного и этерифицированного холестерина в мышечной ткани. — Вопросы питания, 1967, № 4, с. 62—66.

57. *Кизим И. И.* Применение эмульсий в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1966. 250 с.

58. *Козьмина Е. Н., Малютин Л. Ф.* Исследование устойчивости витаминов B_1, B_2, PP при сверхвысокочастотной термической обработке мяса. — В кн.: Применение СВЧ-нагрева в общественном питании. М., 1969, с. 36—59.

59. *Крылова Н. Н.* Взаимодействие коптильных компонентов дыма с составными частями мяса. — В кн.: VIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1962, с. 273—281.

60. *Крылова В. В.* Исследование нитритов и нитратов на устойчивость и интенсивность окраски сырокопченой колбасы. — Труды ВНИИМПа, 1966, вып. 18, с. 38—41.

61. *Крылова Н. Н., Базарова К. Н.* Изучение содержания летучих жирных кислот в процессе технологической обработки. Труды ВНИИМПа, 1969, вып. 22, с. 195—201.

62. *Крылова Н. Н., Билябук А. А.* Содержание микроэлементов в мясе. — Мясная индустрия СССР, 1970, № 11, с. 39—41.

63. *Крылова Н. Н., Левина Л. И.* — О методике оценки продукции по показателям пищевой ценности. — Мясная индустрия СССР, 1973, № 3, с. 8—13.

64. *Крылова Н. Н., Лисковская Ю. Н.* Биохимия мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1968. — 351 с.

65. *Крылова Н. Н., Лукошина И. Н.* Влияние некоторых физических и химических факторов на пигменты мышечной ткани. В кн.: XIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, 1967.

66. *Крылова Н. Н., Сальцева Г. Л.* Определение качества крупного рогатого скота. — II Международный конгресс по вопросам науки и технологии пищевой промышленности. Варшава, 1966, т. I, с. 3—13.

67. *Курко В. И.* Химия копчения. — М.: Пищевая промышленность, 1969, 343 с

68. *Курко В. И.* Физико-химические и химические основы копчения. — М.: Пищевая промышленность, 1960. — 221 с.

69. *Курко В. И., Глухарев Н. И., Клупанова С. М.* Исследова-

ные качества мясных консервов (по содержанию аминокислот) в процессе хранения. — Труды ВНИИМПа, 1975, вып. 32, с. 34—39.

70. *Курко В. И., Кельман Л. Ф.* Содержание фенолов в колбасных изделиях — показатель их прокопчённости. — Труды ВНИИМПа, 1962, вып. 12, с. 83—91.

71. *Лаврова Л. П., Крылова Н. Н., Салаватулина Р. М.* Исследование пищевой ценности говяжьего жилованного мяса. — В кн.: XV Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Хельсинки, 1969, с. 80—83.

72. *Лаврова Л. П.* Исследование режимов термической обработки вареных колбас. — Труды ВНИИМПа, 1964, вып. 16, с. 24—63.

73. *Лаврова Л. П.* Интенсификация технологии производства сырокопченой колбасы. — Труды ВНИИМПа, 1962, вып. 11, с. 57—76.

74. *Лаврова Л. П., Крылова В. В.* Технология колбасных изделий. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 343 с.

75. *Лебедев Ю. В.* Проблемы развития мясного скотоводства. — В жур.: Сельское хозяйство за рубежом, 1976, № 7, с. 43—48.

76. *Левантин Л.* Влияние питания на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота. — Мясная индустрия СССР, 1950, № 4, с. 12—14.

77. *Либерман С. Г., Файвишевский М. Л.* Современные методы переработки и использования пищевых животных жиров. — Мясная индустрия СССР, 1973, № 9, с. 19—23.

78. *Либерман С. Г.* Способы фракционирования животных жиров и их жирных кислот. — ЦИНТИпищепром, 1965. — 59 с.

79. *Либерман С. Г., Петровский В. П., Иванов К. М.* Испытание непрерывнодействующих установок для вытопки жира. — Труды ВНИИМПа, 1962, вып. 11, с. 150—169.

80. *Либерман С. Г.* и др. Новое в технике и технологии производства пищевых животных жиров за рубежом. — ЦНИИТЭИмясомолпром, 1978. — 20 с.

81. *Либерман С. Г., Петровский В. П., Файвишевский М. Л.* Новое в производстве пищевых животных жиров за рубежом. — ЦИНТИпищепром, 1967. — 57 с.

82. *Лори Р. А.* Наука о мясе. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 199 с.

83. *Лясковская Ю. Н.* Применение химических консервантов, антиокислителей, стабилизаторов и ионообменных смол в мясной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1967. — 183 с.

84. *Лясковская Ю. Н., Нидьская В. И.* Спектральные изменения говяжьего жира при холодильном хранении. — Труды ВНИИМПа, 1959, вып. 9, с. 88—95.

85. *Лясковская Ю. Н., Андропова И. И.* Летучие основания мяса и мясных продуктов. — Мясная индустрия СССР, 1973, № 9, с. 33—35.

86. *Лясковская Ю. Н., Шмидт Е. Т.* Фосфолипиды мышечной ткани крупного рогатого скота. — В кн.: XVI Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. София, 1970, с. 551—560.

87. *Манев Г., Близникова Л.* Изменения липидного компонента консервированной свинины под влиянием тепловой обработки. — В кн.: XIX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Париж, 1973.

88. *Манербергер А. А.* и др. Технология мяса и мясопродуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1959. — 594 с.

89. *Молочников В. В., Шумкова Н. А.* Остатки пестицидов в молочных и мясных продуктах и методы их определения. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 223 с.

90. *Назарова А. И.* Новые режимы стерилизации консервов «Говядина тушеная». — Консервная и овощесушильная промышленность, 1962, № 4, с. 9—13.

91. *Назарова А. И.* Производство консервов «Говядина тушеная» и «Свинина тушеная в жестяной банке». — Мясная индустрия СССР, 1969, № 10, с. 7—8.

92. *Несмеянов А. Н., Беликов Б. М.* Синтетическая пища — новая проблема химии. — В жур. Наука и жизнь, М., 1965. — 8 с.

93. *Николаев Б. А., Баранов А. Ф., Заяс Ю. Ф.* Исследование упругопластичных и прочностных свойств говядины для оценки ее нежности. — В кн.: XX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Дублин, 1974, с. 272—275.

94. *Николов С. Х., Заяс Ю. Ф.* О биологической ценности вареных колбасных изделий с жировой эмульсией, полученной на гидродинамической установке. — В кн.: Материалы Всесоюзного симпозиума «Применение ультразвука в технологических процессах пищевой промышленности». М., 1971, ч. I, с. 85—90.

95. *Носкова Г. А.* Микробиология мяса при холодильном хранении. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 160 с.

96. *Павловский П. Е., Пальмин В. В.* Биохимия мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 344 с.

97. *Пальмин В. В., Гоноцкий В. И.* Химическая природа вкуса и аромата мяса и мясопродуктов. — ЦИНТИпищепром, 1967. — 25 с.

98. *Пальмин В. В., Боткина А. И.* Изучение химического состава мяса молодняка крупного рогатого скота. — Труды ВНИИМПа, 1953, вып. 5, с. 28—34.

99. *Пезацки В.* Послеубойные изменения животного сырья. — М.: Пищевая промышленность, 1964. — 226 с.

100. *Петровский К. С.* Пищевая ценность субпродуктов и их роль в питании. — ЦНИИТЭИмясомолпром, 1978. — 12 с.

101. *Петровский К. С.* Гигиена питания. — М.: Медицина, 1975. — 400 с.

102. *Погер М. А.* и др. А. с. 466883 (СССР). — Б. И., 1975, № 14.

103. *Покровский А. А.* О биологической и пищевой ценности продуктов питания. — Вопросы питания, 1975, № 3, с. 25—40.

104. *Постольски Я., Груда З.* Замораживание пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 635 с.

105. *Ратушный А. С.* Применение ферментов для обработки мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 86 с.

106. *Рогов И. А., Горбатов А. В.* Физические методы обработки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 583 с.

107. *Синицын К. Д.* А. с. 235225 (СССР). — Б. И., 1969, № 5.

108. *Снегирева И. Л.* и др. Современные методы исследования качества пищевых продуктов. — М.: Экономика, 1976. — 222 с.

109. *Соловьев В. Н.* Созревание мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 338 с.

110. *Соколов А. А.* О качестве мясных продуктов. — Мясная индустрия СССР, 1976, № 2, с. 22—28.

111. *Соколов А. А.* Физико-химические и биохимические основы

технология мясопродуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1965.— 490 с.

112. *Соколов А. А., Бушкова Л. А.* Зависимость накопления карбонильных соединений в окороках от условий посола. — Известия вузов «Пищевая технология», 1967, № 1, с. 44—46.

113. *Соколов А. А., Заяс Ю. Ф.* Исследование структурно-механических свойств мясных фаршей, изготовленных с добавлением эмульсии. — Известия вузов «Пищевая технология», 1964, № 4, с. 43—46.

114. *Соколов А. А.* и др. Технология мяса и мясопродуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 740 с.

115. *Соколов А. А., Рудинцева Т. И., Шишкина Н. Н.* Влияние интенсивных способов охлаждения на пищевую ценность мяса. — Мясная индустрия СССР, 1976, № 10, с. 17—20.

116. *Соколов А. А., Янушкин Н. П.* К вопросу однофазного замораживания мяса и субпродуктов. — ЦИНТИпищепром, 1959, № 3, с. 21—26.

117. *Справочник* Убой и первичная обработка скота и птицы/под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 311 с.

118. *Справочник* Производственно-технический контроль и методы оценки качества мясо- и птицепродуктов/под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 248.

119. *Справочник* Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов/под ред. В. М. Горбатова. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 495 с.

120. *Спринпис П. Я.* Стресс животных и его влияние на качество мяса. — ЦНИИТЭИ, 1977. — 35 с.

121. *Сюч А., Бон С., Сабадаш А.* Исследования в области усовершенствования электрооглушения свиней. — В кн.: IX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, 1963.

122. *Тадич Р.* Исследование влияния оглушения свиней CO_2 на обескровливание и физико-химические изменения в мясе. — В кн.: VIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1962, с. 147—156.

123. *Тюрин В.* Влияние сырья на санитарное качество мясных продуктов. — В кн.: Материалы Всесоюзной конференции «Проблемы повышения качества и биологической ценности продуктов и технического сырья животного происхождения», Горький, 1976, с. 14—16.

124. Улучшение качества говядины и свинины. — В кн.: Научные труды ВАСХНИЛ (под ред. А. И. Овсянникова). М., Колос, 1977. — 192 с.

125. *Фиргер И. А., Самоцчук В. Н.* Улучшение качества и повышение эффективности производства буженины и карбонада. — Мясная индустрия СССР, 1977, № 3, с. 27—28.

126. *Флауменбаум Б. Л.* Сокращенный режим стерилизации консервов. — Мясная индустрия СССР, 1965, № 5, с. 10—11.

127. *Херинг Г.* Последние исследования роли нитрита и нитрата натрия в соленых мясопродуктах. — В кн.: XIX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Париж, 1973.

128. *Химический состав пищевых продуктов*/под ред. М. Ф. Нестерина. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 241 с.

129. *Химический состав пищевых продуктов*/под ред. А. А. Покровского. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 227 с.

130. *Чистяков Ф., Еременко В.* Процесс ослизнения охлажденного мяса. — Мясная индустрия СССР, 1960, № 5, с. 33—35.

131. *Шен В.* Возможность объективной оценки туш крупного рогатого скота. — В кн.: VIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1962.

132. *Шеффер А. П., Саатчан А. К., Кончаков Г. Д.* Интенсификация охлаждения, замораживания и размораживания мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 375 с.

133. *Шеффер А. П., Шишкина Н. Н., Белоусов А. А.* Сверхбыстрое охлаждение и его влияние на качество мяса. — Мясная индустрия СССР, 1973, № 4, с. 20—23.

134. *Штенберг А. И., Богомолова З. Н.* Сравнительные данные об остаточных количествах пестицидов в пищевых продуктах по результатам изучения в 1960—1969 гг. — В кн.: Остаточное содержание пестицидов в продуктах питания. М. Медицина, 1973, с. 45—74.

135. *Шумков Е. Г., Транцева М. И.* Повышение стойкости шпика к окислению при введении антиокислителей в корм свиней. — Мясная индустрия СССР, 1971, № 8, с. 37—39.

136. *Шумков Е. Г., Горбатая Н. П.* Влияние условий предубойного содержания крупного рогатого скота на биохимические показатели мышечной ткани. — В кн.: XIX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Париж, 1973, т. 1, с. 32—37.

137. *Шумков Е. Г., Транцева М. Т.* Окислительные изменения в шпике при введении в рацион свиней антиокислителей. — В кн.: XV Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. Хельсинки, 1969, с. 55—65.

138. *Шумкова И. А.* Уменьшение содержания ГХЦГ при варке мяса. — Труды ВНИИМПа, 1974, вып. 28, с. 29—34.

139. *Шумкова И. А.* Изменение остаточного содержания хлорорганических пестицидов при технологической переработке мясного сырья. — ЦНИИТЭИмясомолпром, 1976. — 22 с.

140. *Эмануэль Н. М., Лясковская Ю. Н.* Торможение процессов окисления жиров. — М.: Пищевая промышленность, 1961. — 359 с.

141. *Яницкий М.* Миоглобин и гидратация свинины. — В кн.: VII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1962, с. 71—76.

142. *Abbot D. C.* Pesticide residues in the total diet in England and Wales, 1966—1967, Journ. Science Food Agric., 1969, № 20, p. 245—249.

143. *Allen W. M.* Deaths of pigs in Great Britain during and after their transportation, XX-th European meeting of meat research workers, Dublin, 1974.

144. *Ashmor C. R.* Experimental prevention of dark cutting meat, Journal Animal Science, 1972, 34, p. 37—45.

145. *Baily M. E.* Studies of the photooxidation of nitrosomyoglobin, Journ. Agriculture and Food Chemistry, 1964, v. 12, № 1, p. 89—96.

146. *Brugemann J. E.* Ernahrungsphysiologische Beneertung des Kollagens, Fleischwirtschaft, 1964, 44, p. 20—26.

147. *Briskey E. J.* Etioligical status and associated studyes of pale soft, exudative porcine musculature, Advances. Food Res., 1964, 13.

148. *Charzynski J., Kosiba E.* Analiza techniczna w przemysle mlesnym, WPL i S, Warszawa, 1963.

149. *Davidkova E., Khan A. W.* Changes in lipid composition of

chiken muscle during frozen storage, Journ. Food Science 1967, p. 35—37.

150. *Dimarco G.*, Role of additives in curing, Meat, 1963, v. 29, № 5, p. 32—40.

151. *Djordjevic W.* Technologija mesa, № 12, s. 389—394.

152. *Eisner M.* Sterlwert—seine Bedeutung und seine practische Anwendung bei der Konserventerilization, Fleischwirtschaft, 1965, № 10, s. 1193—94.

153. *Frankowski M., Mika M.* Nadwrazliwose na stress przyczyna chorob swin i wad miesa, Gospodarka Miesna, 1975, № 1, s. 17—19.

154. *Gibke W., Gloss A.* Untersuchigen uber die Electroschockbetaubung bei Schlachtschweinen, Die Feischwirtschaft, 1964, № 2, p. 118—122.

155. *Grau R.* Ascorbinsaure bei der Behandlung von Fleischwaren, L., Lebensmit. Untersuch. und Forschung, 1964, v. 125, № 3, p. 192—195.

156. *Grosch W.* Ablauf und Analytik des oxydativen Fetterderbs, L. Lebensmittel—Untersuch und Forsch. 1975, v. 157, № 2, p. 70—83.

157. *Hamm R.* Muskelfarbsoft und Fleischfarbe, Fleischwirtschaft, 1975, v. 55, № 10, p. 1415—1418.

158. *Hamm R.* Kolloidchemie des Fleisches, Berlin, 1972, p. 275.

159. *Hamm R.* Die Verarbeitung von Schlachtwarm eingfrozenen Fleisch, Die Fleischwirtschaft, 1966, v. 46, № 8, p. 856—861.

160. *Hamm R.* Aktuelle Fragen der Internationalen Fleischforschung, Fleischwirtschaft. 1972, 52, № 2, p. 233—237.

161. *Hauser E.* Zusammensetzung und Wert des Schweinefettes, Fleischwirtschaft, 1976, 56, № 3, p. 323—328.

162. *Holmes J. H. G.* Effect of stress on cattle with hereditory muscular hypertrophy, Journ. Animal Science 1973, 36, № 4, p. 684—692.

163. *Hopfner W., Urban K.* — Shaf- und Lammerschlachtung in der Vr Bulgarian und Ruckschusse, Fleisch—Gewinnung und Verarbeitung, 1972, 26, № 10, p. 189—192.

164. *Hornstein G., Crove P. F.* Meat flavor studies of beef and pork, Journ. Agric. Food Chem. 1960, № 8, v. 65, p. 494—498.

165. *Jadrick M.* Dieldrin residues in bacon cooked by two methods, Journ. Agriculture Food Chem., 1971, № 19, p. 491—494.

166. *Joint* FAO/WHO AD Hoc Expert Comittee on Energy and Protein Requirements, 1973, Rep. 522.

167. *Kármas E., Thompson J., Wistreich J.* Relationship between pork Leaness and moistare content, Food Technolgy, 1961, v. 15, № 1, p. 8—10.

168. *Kassai D. A.* Modern thawing technology for frozen carcases, Annexe of International Institute of Cold, 1969, № 6.

169. *Khan A. W., Lentz C. P.* Influence of antemorten glycolysis and dephosphorylation of high energy phosphates on beef ageing and tenderness, Journ. Food Science, 1973, 38, p. 56—58.

170. *Korolija S.* Uginica svinja u toku transporta, Technologija mesa, 1974, v. 15, № 3, s. 86—88.

171. *Kuhne D.* Zur Bedeuting einiger Mineralstoffe im Fleisch, Fleischwirtschaft, 1975, v. 55, № 10, p. 1421—1423.

172. *Lang O.* Die Kalte- und Gefrier-behandlung von Fleisch und Fleischwaren, Kalte, 1971, № 5.

173. *Mann C. V.* Cholesterol decrease, Meat Processing, v. 14, № 4, 1975, p. 48—49.

174. *Martin A. H., Fredeen H. T.* Post mortem PH change as related to tenderness and water holding capacity of muscle from steer, bull and heifer carcasses, Canadian Journ. Anim. Science, 1974, v. 54, № 2, p. 127—135.

175. *Meloughin J.* Post-mortem changes in colour of pig longissmus dorsi muscle, Nature, 1963, № 198, p. 584—585.

176. *Moloc D., Banu C.* Beziehungen zwischen einigen biochemischen Veränderungen an den intrazellulären Proteinen und dem Wasserbindungsvermogen des fleisches, Fleischwirtschaft, 1967, v. 47, № 8, p. 843—847.

177. *Mulley E. A., Stumbo C. R.* Thiamine a chemical index of sterilization efficacy of thermal processing, Journ. Food Science, 1975, v. 40, № 5, p. 993—996.

178. *Patton J.* Practical aspects of processing pig meat, Food manufacture, 1969, № 1, p. 41—43.

179. *Politzsch A.* Qualitason-spucheans der sicht der Abnermer, Fleischwirtschaft, № 3, p. 461—464.

180. *Pezacki W.* Technologiczne odchylenia jakosci wyrobow miesnych, Warszawa, PWRJL, 1968, 585 s.

181. *Pyrcz J., Pezacki W. Die* Technologische steuerung der Rohwurstreifung, Die Fleischwirtschaft, 1975, v. 10, p. 1437—1440.

182. *Scheper J.* Qualitatsabweichungen bei Schweinefleisch genetische und umweltbedingte Einflusse, Fleischwirtschaft, 1972, № 2, p. 203—206.

183. *Snijders J. M. A.* Hygiene bei der Schlachtung von Schweinen, Fleischwirtschaft, 1975, v. 55, № 7, p. 964—966.

184. *Sybesma W., Groen W.* Stunning procedure and meat quality, XVIth European Meeting of Meat Research Workers, 1970.

185. *Solberg M.* Color stability in sausage in production, Meat, 1966, v. 32, № 1, p. 34—37.

186. *Wasserman A. E., Grau N.* Journ. Food Science, 1966, v. 30, № 5, p. 801—806.

187. *Ziemba Z.* Wplyw skladnikow dymu na kolor powierzchni wedzonych produktow, Roczniki Technologii i Chemii Zywnosci, 1968, № 15, s. 153—166.

188. *Zinke H.* Qualitatsabweichungen bei Schweine fleisch der farbentstehung bei Wassrigem, blassem fleisch, Fleischwirtschaft, 1972, v. 52, № 3, p. 203—206.

189. *Zlamalova J.* Nejnovejsi poznatky o pasterovanych sunkach, Prumysl Potravin, 1966, № 10, s. 526—528.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Глава I. Общее понятие о качестве и пищевой ценности мяса и мясопродуктов 7

Пищевая, биологическая и энергетическая ценность мяса и мясопродуктов 9
Производство мясопродуктов, сбалансированных по химическому составу 15
Повышение качества мяса и мясопродуктов 16
Стандартизация и управление качеством продукции . . . 20

Глава II. Влияние природных факторов на качество мяса . 22

Живая, убойная масса и химический состав отдельных отрубов туши 23
Влияние на качество мяса породы, пола, возраста, характера откорма и упитанности скота 26
Экссудативное мясо и его пригодность для переработки . 37
Основные показатели качества мяса 45
Содержание в мясе и мясопродуктах пестицидов и других веществ 57

Глава III. Влияние морфологического и химического состава мяса на его качество 61

Тканевый состав мяса 62
Мышечная ткань 63
Жировая ткань 73
Соединительная ткань 85
Костная и хрящевая ткань 89
Кровь 90
Минеральные вещества мяса 91
Содержание воды в мясе 94
Содержание витаминов в мясе 95

Глава IV. Влияние транспортировки, предубойной выдержки и технологических операций первичной переработки скота на товарный вид туши и качество мяса 96

Условия транспортировки животных 97

Стр.

Условия предубойной выдержки животных 103
Методы оглушения 112
Степень обескровливания 126
Съемка шкур 129
Шкарка свиных туш 133
Нутровка, располовка и зачистка 139

Глава V. Влияние на качество мяса процессов, происходящих в нем после убоя животных 142

Посмертное окоченение мяса 143
Созревание мяса 148
Ускоренные способы улучшения консистенции мяса . . 153
Гнилостная порча мяса 159
Плесневение мяса 166
Фосфоресценция и изменение окраски мяса 167
Загар мяса 168
Пищевые токсикоинфекции 169

Глава VI. Качество субпродуктов 171

Глава VII. Влияние холодильной обработки и хранения на качество мяса и субпродуктов 179

Консервирующее действие низких температур 179
Охлаждение мяса и его хранение в охлажденном виде . 181
Способы удлинения сроков хранения охлажденного мяса 191
Замораживание мяса и субпродуктов 197
Хранение мороженого мяса и субпродуктов 208
Размораживание мяса 220
Требования к качеству мяса 231

Глава VIII. Качество топленых животных жиров 234

Химический состав топленых животных жиров 234
Технологические процессы производства топленых жиров 236
Окислительные изменения и гидролиз жиров 245
Требования к качеству и дефекты топленых животных жиров 259
Направления улучшения качества жиров 266

Глава IX. Качество изделий из свинины 273

Производство изделий из свинины 273
Посол мясопродуктов 276
Копчение мясопродуктов 305
Термическая обработка мясопродуктов 319
Требования к качеству изделий из свинины 333

Глава X. Качество колбасных изделий и мясных полуфабрикатов 334

Проблема повышения качества колбасных изделий . . 335
Влияние сырья и добавок на качество колбасных изделий 337
Вареные колбасные изделия 352
Влагосвязывающая способность исходного сырья и ее влияние на качество вареных колбасных изделий 353
Технологические процессы производства колбасных изделий. 357

Стр.

Сосиски, сардельки, мясные хлебы, фаршированные колбасы 384
Ливерные колбасы, паштеты, зельцы 387
Полукопченые колбасы 390
Копченые колбасы 395
Требования к качеству колбасных изделий и изменения качества при хранении 415
Мясные полуфабрикаты 425

Глава XI. Качество мясных консервов 432

Влияние исходного сырья и материалов на качество мясных консервов 433
Технологические процессы производства консервов . . 439
Изменения качества консервов при хранении 457
Список использованной литературы 468

Юзеф Франкович Заяс

КАЧЕСТВО МЯСА
И МЯСОПРОДУКТОВ

Редактор Т. А. Петрова
Художественный редактор
Е. К. Селикова
Технические редакторы
Г. Г. Хацкевич, Т. П. Астахова
Корректоры
Четверикова В. Д., Миронова С. Л.
ИБ № 795

Сдано в набор 09.12.80. Подписано в печать 09.06.81, Т-08357. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Печ. л. 15.0. Усл. печ. л. 25,2. Усл. л. кр. отт. 25.45. Уч.-изд. л. 27,93. Тираж 12 000 экз. Заказ № 596. Цена 1 р. 60 к.

Издательство «Легкая и пищевая промышленность». 113035. Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12.

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7