

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

М.В. Клычкова, Н.Г. Догарева, Ю.С. Кичко

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ХРАНЕНИИ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 19.04.03 и 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Оренбург
2019

УДК 637.52(075.8)

ББК 36.92я73

К 51

Рецензент - доктор биологических наук, профессор Г.М. Топурия

Клычкова, М.В.

К 51 Физико-химические и биохимические процессы при производстве и хранении мясных продуктов : учебное пособие /М.В. Клычкова, Н.Г. Догарева, Ю.С. Кичко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019.

ISBN

В учебном пособии рассмотрены вопросы производства и переработки мяса и мясных продуктов с точки зрения физико-химических и микробиологических процессов. Представлены сведения о пороках возникающих при производстве и хранении мяса и мясных продуктов.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения, магистерская программа «Биотехнологии продуктов животного происхождения». Так же данное пособие может быть полезно для обучающихся по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения при выполнении научно-исследовательских работ.

УДК 637.52(075.8)

ББК 36.92я73

ISBN

© Клычкова М.В,
Догарева Н.Г.,
Кичко Ю.С., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

| | |
|---|-----|
| 1 Химия и физика мяса и мясных продуктов | 4 |
| 1.1 Характеристика мяса как объекта технологии..... | 4 |
| 1.2 Физико-химические изменения свойств мяса при холодильной обработке..... | 27 |
| 1.3 Физико-химические изменения свойств мясного сырья при посоле..... | 40 |
| 1.4 Физико-химические изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке..... | 50 |
| 1.5 Физико-химические изменения мясопродуктов при копчении | 61 |
| 1.6 Физико-химические изменения свойств мясных продуктов при сушке ... | 67 |
| 2 Микробиология мяса и мясных продуктов | 72 |
| 2.1 Микробиология мяса | 72 |
| 2.2 Микробиология мясопродуктов при посоле | 88 |
| 2.3 Микробиология мясных консервов..... | 94 |
| 2.4 Микробиология колбас..... | 104 |
| 2.5 Микробиология яиц и яйцепродуктов | 118 |
| Список использованных источников | 125 |

1 Химия и физика мяса и мясных продуктов

1.1 Характеристика мяса как объекта технологии

Промышленное понятие о мясе

Под *мясом* в промышленном значении понимают тушу или ее часть, полученную при убое сельскохозяйственных животных и птицы и представляющую совокупность различных тканей в их естественном соотношении. Кроме мышечной ткани, являющейся необходимым признаком мяса, в его состав в разном количестве могут входить соединительная, жировая, хрящевая ткани, кость, кровь.

Количественное соотношение тканей в составе мяса зависит от вида, возраста, породы, пола, условий откорма и упитанности животных, от анатомического происхождения части туши. В промышленной практике природное соотношение тканей в мясе направленно изменяют за счет освобождения его от малоценных тканей: хрящей, соединительной ткани, кости.

Количественное соотношение тканей в мясе определяет его качество: химический состав, пищевую ценность и свойства мяса.

Показатели качества мяса

Качество мяса характеризуется пищевой и биологической ценностью, санитарно-гигиеническими показателями и функционально-технологическими свойствами.

Пищевая ценность мяса определяется химическим составом: содержанием белков, жиров, экстрактивных веществ, витаминов группы В, макро- и микроэлементов; энергетической ценностью и органолептическими свойствами.

Биологическая ценность мяса характеризует качество белковых веществ по содержанию и сбалансированности незаменимых аминокислот и перевариваемости белка, а также качество жиров по содержанию полиненасыщенных жирных кислот и по перевариваемости жиров.

Важными показателями качества мяса легко воспринимаемыми органами чувств (*органолептическими*) являются цвет, вкус, аромат, консистенция. Эти показатели зависят от химического состава и состояния мяса. Они играют важную роль в формировании качества мясных продуктов и их усвоении организмом.

Цвет мяса - один из основных показателей качества, оцениваемый потребителем, по которому судят о товарном виде мяса, о некоторых химических превращениях в нем. Цвет мяса зависит от количественного содержания и состояния пигмента мышечной ткани - миоглобина. Окраска жировой ткани в составе мяса определяется содержанием в ней пигментов - каротиноидов.

Вкус и аромат мяса. В их формировании решающую роль играют экстрактивные вещества, содержащиеся в незначительных количествах и являющиеся, так называемыми, предшественниками вкуса и аромата. Экстрактивные вещества формируются после тепловой обработки мясного сырья. Основным источником этих соединений является мышечная ткань, а также жировая ткань, так как низкомолекулярные продукты превращения жиров обуславливают специфические видовые особенности вкуса и аромата мяса.

Консистенция мяса. К показателям консистенции мяса относят нежность, мягкость, сочность. Консистенция мяса определяется рядом факторов:

- 1 Диаметром мышечных волокон;
- 2 Содержанием соединительной ткани, в том числе и межмышечной;
- 3 Соотношением в составе соединительной ткани коллагеновых и эластиновых волокон;
- 4 Состоянием мышечных белков: степенью их гидратации, степенью сокращения миофибрилл, уровнем гидролитических изменений;
- 5 Содержанием жира внутри мышечных волокон, между мышцами и группами мышц (мраморностью мяса).

Определение санитарно-гигиенических показателей качества мяса позволяет оценить его безопасность для человека. В мясе контролируется содержание микробиологических и химических загрязнителей, которые могут попадать в мясо при жизни животного из окружающей среды, с кормом и водой. Химические загрязнители мяса контролируют по содержанию токсичных элементов (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк), пестицидов, антибиотиков, радионуклидов.

Для мяса, являющегося сырьем для изготовления широкого ассортимента мясных продуктов, важное значение имеют *функционально-технологические* свойства (ФТС). Они определяют поведение белка как основного компонента в сложных мясных системах во взаимодействии с другими составляющими (жир, вода, минеральные вещества и др.) под влиянием различных технологических факторов.

Под ФТС понимают совокупность показателей: величину рН, водосвязывающую, эмульгирующую, жиросвязывающую, гелеобразующую способности; растворимость в воде, солевых растворах и другие свойства мяса.

По ФТС можно судить о степени приемлемости мяса для производства мясных продуктов определенной ассортиментной группы.

Факторы, определяющие качество мяса

Важно отметить, что качество получаемого при убойе и переработке животных мяса может существенно изменяться под влиянием различных факторов, которые могут быть объединены в следующие группы:

1 *Природные факторы*: вид, возраст, порода, пол, упитанность животных, анатомическое происхождение отруба;

2 *Послеубойные биохимические и физико-химические факторы*: - аутолитические и микробиологические изменения, окислительные процессы;

3 *Технологические факторы*: условия выращивания и транспортирования, предубойного содержания животных; условия убойе и

первичной обработки; параметры холодильной обработки и хранения мяса; условия посола, тепловой обработки, копчения, сушки и др.

Качество мяса, а значит, и характеризующие его показатели, связаны со свойствами и количественным соотношением тканей в мясе, которые, в свою очередь, зависят от таких природных факторов как вид, возраст, пол, порода, упитанность и анатомическое происхождение мяса. При этом влияние этих факторов на качество мяса взаимосвязано.

Видовые особенности мяса. Тканевый состав мяса животных разного вида приведен в таблице 1.1. Средние данные о химическом составе мяса животных и птицы представлены в таблице 1.2.

Как видно из таблиц 1.1 и 1.2 химический состав мяса различных животных различается, что связано с разным количественным соотношением тканей, определяемым активностью прижизненных движений животных.

Видовые различия мяса проявляются в окраске, консистенции, запахе и вкусе. Из промышленно значимых видов мяса наиболее интенсивно окрашена говядина. Содержание миоглобина в говядине составляет от 0,25 % до 0,37 % к массе мышечной ткани, для свинины от 0,08 % до 0,23 %.

Для свинины характерна более нежная консистенция. В ней меньше, чем у говядины соединительной ткани, и она менее грубая, легче разваривается.

Свинина имеет повышенное содержание жира, который содержит больше полиненасыщенных жирных кислот и лучше усваивается, чем говяжий и бараний. Благодаря этому промышленное значение свинины определяется содержанием как мышечной, так и жировой ткани. Технологическое значение говядины заключается в наличии водо- и солерастворимых белков.

Различные виды мяса отличаются содержанием и составом экстрактивных веществ, что оказывает влияние на специфичность вкуса и аромата мяса.

Таблица 1.1 - Тканевый состав мяса животных разного вида

| Ткани | Количество, % к массе мяса | | |
|------------------|----------------------------|---------|----------|
| | говядина | свинина | баранина |
| Мышечная | 57-62 | 39-58 | 49-56 |
| Жировая | 3-16 | 15-45 | 4-18 |
| Соединительная | 9-12 | 6-8 | 7-11 |
| Хрящевая и кость | 17-29 | 10-18 | 20-35 |
| Кровь | 0,8-1 | 0,6-0,8 | 0,8-1 |

Таблица 1.2 - Средние данные о химическом составе мяса животных и птицы

| Вид мяса | Содержание, % от массы мяса | | | |
|------------------------------|-----------------------------|-------|------|------|
| | влага | белок | жир | зола |
| Говядина I кат. | 67,7 | 18,9 | 12,4 | 1,0 |
| Баранина I кат. | 67,6 | 16,3 | 15,3 | 0,8 |
| Свинина II кат. | 51,6 | 14,6 | 33,0 | 0,8 |
| Конина I кат. | 69,6 | 19,5 | 9,9 | 1,0 |
| Мясо цыплят-бройлеров I кат. | 69,0 | 17,6 | 12,3 | 0,8 |
| Мясо гусей I кат. | 45,0 | 15,2 | 39,0 | 0,8 |

Особенности количественного соотношения мягких тканей говядины, свинины, баранины определяют некоторые различия в аминокислотном составе мяса.

Существенной разницы в перевариваемости белков разных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека мяса говядины в среднем составляет от 82 % до 83 %.

Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, чем мясо животных. Его биологическая ценность выше, оно легче переваривается, чем мясо животных. В жире птицы больше полиненасыщенных жирных кислот, чем в жире животных.

Таким образом, можно отметить, что видовой фактор оказывает существенное влияние на качество мяса.

Влияние возраста. С возрастом изменяется морфологический и химический состав мяса, его физико-химические и органолептические свойства.

В процессе роста животных и птицы в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Нарастает жесткость мяса вследствие утолщения мышечных волокон, увеличения доли эластиновых волокон в соединительной ткани и упрочнения коллагеновых волокон, что снижает степень гидротермического распада коллагена. По этой причине мясо молодых животных отличается более нежной консистенцией после тепловой обработки.

Мясо молодых животных отличается также более светлой окраской.

У свиней максимальные качественные характеристики формируются в основном к 8-ми месяцам, у КРС - в возрасте от 12 до 18 месяцев.

Для обеспечения относительной идентичности в качественных показателях мяса КРС при убое подразделяют в зависимости от возраста на 2 группы: животные старше 3-х лет (мясо взрослых животных) и с возрастом от 3-х месяцев до 3-х лет (мясо молодых животных).

Влияние породы. Животные различных пород имеют различия по живой массе, выходу и качеству мяса. Мясные породы КРС имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани, такое мясо более сочное, нежное, вкусное. Для мяса, полученного от молочных и мясомолочных пород, характерны повышенное содержание соединительной ткани и кости, меньшее содержание внутримышечного жира, худшие органолептические показатели.

У животных мясных пород мышечная ткань развивается преимущественно в частях туши, дающих наиболее ценное мясо, - в области спины, поясницы, в тазобедренной части.

Влияние пола. Пол животных влияет на качество и количество получаемого мяса. Половые различия в мясе молодых животных почти не влияют на качество мяса, но они заметно проявляются у взрослых и старых

животных. Мясо самок более жирное, нежное, светлое. Мясо кастрированных животных имеет рисунок «мраморности». Мясо некастрированных самцов отличается специфическим неприятным запахом. По этой причине мясо быков, хряков в реализацию не допускают, а используют для промышленной переработки.

В колбасном производстве особое значение придается мясу быков, содержащему больше мышечной ткани, чем мясо волов и коров, и отличающемуся темно-красным цветом.

Влияние упитанности. При прочих равных условиях упитанность животных оказывает решающее влияние на выход, тканевый и химический состав мяса. Упитанность животных определяют степенью развития мышечной и жировой тканей и их соотношением.

С повышением упитанности животных и птицы увеличивается содержание в туше мякотной части и наиболее ценных мышечной и жировой тканей. При этом в общем количестве белков мяса падает доля коллагена и эластина и повышается содержание полноценных белков.

Упитанность влияет также на содержание в мясе многих других веществ. Например, содержание *гликогена* в мясе КРС средней упитанности составляет около 460 мг%, а в мясе тощих животных - лишь около 190 мг%.

В зависимости от упитанности говядину, баранину, свинину делят на категории.

Следует отметить, что упитанность животных напрямую зависит от условий их содержания и рациона кормления.

Влияние анатомического происхождения. Для розничной торговли и промышленной переработки говяжьей, свиные полутуши, бараньи туши и тушки птицы разделяют на части. Различные части одной и той же туши различаются по количественному соотношению тканей, так как при жизни животного эти части несут разную нагрузку. Чем выше нагрузка, тем больше в мясе соединительной ткани, тем толще и прочнее мышечные и коллагеновые волокна, и следовательно, жестче мясо. Мышцы шейной, груд-

ной, брюшной частей туши и конечности относятся к усиленно работающим мышцам, и поэтому содержат больше соединительной ткани, чем мышцы задних и верхних частей туши. Лучшие сорта мяса расположены в спинной части животного; чем ближе к голове и ниже от спины, тем хуже сорт мяса.

Прочностные свойства тех или иных мускулов связаны со строением и содержанием в них соединительной ткани, с диаметром мышечных волокон.

Например, в поясничном мускуле соединительная ткань представлена тонкими коллагеновыми волокнами, расположенными между мышечными пучками в виде параллельных нитей. Эластиновых волокон мало. В результате эта мышца отличается высокой нежностью.

Соединительная ткань наружного грудного мускула имеет ромбовидное плетение и образует сильно развитый перимизий, коллагеновые волокна значительной толщины и сложного переплетения, много эластиновых волокон. Все эти факторы в совокупности определяют повышенную жесткость данного мускула.

Чем выше диаметр мышечных волокон, тем выше жесткость мяса, так как саркоlemma более толстых волокон сильнее развита и более прочна. С увеличением диаметра волокна на 10 % сопротивление резанию возрастает на 20 %-30 %.

Различия частей туши животного в анатомическом плане определяют разницу в их тканевом и химическом составе, а значит и в пищевой ценности, что диктует целесообразность комбинированного использования мясных полутоп при их переработке и реализации.

Роль мяса в питании человека

Значение мяса в питании человека определено его пищевой ценностью, которая в первую очередь связана с содержанием биологически полноценных и легкоусвояемых белков. Кроме того, мясо - хороший источник витаминов группы В и некоторых минеральных веществ, например, железа в органически связанной форме. Свинина является также поставщиком высококачественных жиров.

Благодаря наличию экстрактивных веществ и их трансформации при тепловой обработке мясо отличается высокими вкусо-ароматическими характеристиками, что повышает его усвояемость организмом человека вследствие влияния на секрецию пищеварительных соков.

Уникальный состав и свойства мяса в совокупности обеспечивают нормальную физическую и умственную деятельность человека при употреблении в пищу мяса и мясных продуктов. Физиологически обоснованная норма потребления мяса и мясных продуктов по данным института питания АМН РФ должна составлять не менее 70 кг на одного человека в год.

Понятие автолиза

После убоя животного, в организме развивается комплекс посмертных изменений.

Состав и свойства отмирающих тканей не остаются неизменными. Общее направление их изменений может быть охарактеризовано как распад биологических систем, образующих живые ткани. Исходная причина этого распада – дезорганизация обмена веществ в тканях в результате прекращения поступления кислорода и приостановки процессов синтеза и выработки энергии. Вследствие этого обратимые прижизненные химические процессы становятся необратимыми, а деятельность тканевых ферментов приобретает разрушительный характер. Начинается самораспад, или автолиз тканей.

В результате развития автолиза мясо приобретает нежную консистенцию и сочность, хорошо выраженный специфический аромат и вкус. Такое мясо хорошо переваривается и усваивается.

В России первые обширные исследования в области созревания мяса, создание теории созревания, обоснование практического значения этого вопроса принадлежит И.А. Смородинцеву.

По данным И.А. Смородинцева созревание мяса обусловлено деятельностью ферментов самого мяса, т.е. является автолитическим процессом.

Таким образом **автолиз** (греч. – саморастворение) – распад тканей, при котором происходит деструкция клеточных белков, углеводов и жиров под действием собственных ферментов клеток.

Посмертные изменения имеют важное практическое значение и оказывают большое влияние на пищевую ценность мяса. К их числу относятся: изменение жесткости мяса, его водосвязывающей способности, аромата и вкуса, устойчивости к действию пищеварительных ферментов, способности противостоять деятельности гнилостной микрофлоры. Уровень развития автолитических процессов определяет целесообразность использования мяса в том или ином направлении (промышленная переработка, реализация, хранение).

Посмертные изменения мышечной ткани (мяса) автолитического происхождения однотипны для всех теплокровных животных и птиц, с некоторыми отличиями в деталях и скорости течения. Однако технологическое значение автолитических изменений больше для мяса животных и меньше для мяса птиц.

Некоторое влияние на ход, скорость и глубину автолитических изменений мяса оказывает состояние животных перед убоем (упитанность, усталость, заболевания и пр.) и условия развития автолитических процессов (в первую очередь температура).

Развитие автолитических процессов в мышечной ткани происходит в определенной последовательности в соответствии с основными этапами автолиза: **парное мясо → посмертное окоченение → разрешение посмертного окоченения → созревание (глубокий автолиз) → загар.**

Качественные показатели мяса при этом существенно отличаются.

Посмертное окоченение

Мясо в парном состоянии – это мясо непосредственно после убоя и разделки (до 0,5 ч для мяса птицы и от 2 до 4 ч для говядины). В таком мясе мышечная ткань расслаблена. Мясо характеризуется мягкой консистенцией, сравнительно небольшой механической прочностью, высокой влагосвязыва-

ющей и влагоудерживающей способностью. Однако вкус и аромат такого мяса выражены недостаточно. Примерно через 3 ч после убоя начинается развитие **посмертного окоченения – rigos mortis**. По мере развития этого процесса мясо теряет свою эластичность и становится жестким, трудно поддается механической обработке (обвалке, резанию, жиловке). Такое мясо сохраняет повышенную жесткость и после варки. Максимум изменения прочных свойств мяса совпадает с максимальным окоченением. В процессе окоченения резко уменьшается его влагосвязывающая способность, достигая максимума к моменту наиболее полного развития окоченения.

Если способность парного мяса поглощать воду принять за единицу, то изменения характеризуются следующими цифрами.

| | | | | |
|-------------------------------|-----|------|------|------|
| Время после убоя животного, ч | 2 | 24 | 48 | 144 |
| Изменение влагопоглощаемости | 1,0 | 0,74 | 0,78 | 0,87 |

Минимум гидротации белков мышечной ткани отмечается примерно к 20-24 ч после прекращения жизни животного. Водосвязывающая способность мяса после разрешения окоченения продолжается очень медленно увеличивается в течение всего срока его хранения при плюсовых температурах. Но она не достигает первоначального уровня парного мяса, а максимально доходит до 85 % - 87 % этого уровня. Аромат и вкус мяса в состоянии окоченения плохо выражены. Реакция мышц, близкая при жизни животного к нейтральной (рН 7,2-7,3), становится кислой (рН 5,5-5,6), вследствие накопления молочной кислоты. Посмертное окоченение при более низком рН в мышце быстрее наступает и скорее прекращается. В мышцах, богатых плазмой, окоченение проявляется резче. Причиной посмертного окоченения является быстрый ферментативный распад АТФ, когда ее содержание уменьшается на 1/2-1/3 ее первоначальной концентрации, которая составляет примерно 0,5 %.

Скорость наступления и завершения посмертного окоченения в мышцах связана с температурой. Так, например, для крупного рогатого скота при

температуре близкой к нулю, окоченение наступает через 18-24 ч, свиней 16-18 ч, кур 4-5 ч, индеек через 8 ч. Окоченение вдвое быстрее развивается при 15 °С-18 °С, а при 37 °С-38 °С - в четыре раза.

При быстром охлаждении развитие окоченения задерживается и оно менее глубоко. То же наблюдается в мясе больных животных. Быстрее развивается окоченение в мышце молодых животных, чем старых, медленнее в мышцах упитанных животных. Оно выражается наиболее ярко в скелетных мышцах, менее в сердечных и почти незаметно в гладких.

Механизм сокращения мышечных волокон в период окоченения сходен с механизмом их сокращения при жизни, однако имеются и существенные различия. Вместо организованного и регулируемого сокращения группы волокон под влиянием нервного импульса они беспорядочно сокращаются по всему объему мышц. Процесс протекает не синхронно, отдельные волокна находятся в разной стадии сокращения. Неравномерность перехода в сокращенное состояние обнаруживается даже по длине одного и того же волокна – одна часть его может быть расслаблена, тогда как другая – сокращена. В структуре волокон развивается большое напряжение. Число сокращенных волокон нарастает и достигает максимума в момент наиболее интенсивного посмертного окоченения.

В зависимости от характера и степени выраженности деформации мышечных волокон, а также степени их сокращения, в развитии посмертного окоченения различают три этапа.

Первый этап, начинающийся через 3–6 часов после убоя, характеризуется начальной степенью развития посмертного окоченения, деформация в мышцах проявляется зигзагообразной складчатостью волокон, большинство из которых находится еще в расслабленном состоянии.

Второй этап начинается через 6–12 часов после убоя, характеризуется средней степенью развития посмертного окоченения. В этот период наряду с сохранившейся местами зигзагообразной волнистостью отмечается появление в отдельных мышечных волокнах значительных дугообразных и S – об-

разных изгибов и различного рода выпячиваний. Встречается много сокращенных волокон, отличающихся прямолинейным расположением и сближенной поперечной исчерченностью.

Третий этап, начинающийся через 12–24 часа после убоя, характеризуется сильной степенью развития посмертного окоченения, в этот период происходит постепенное выпрямление мышечных волокон. При максимальном развитии посмертного окоченения сокращено наибольшее количество волокон, однако встречаются отдельные волокна еще не полностью сократившиеся или находящиеся уже в стадии расслабления.

В целом поперечная исчерченность большинства мышечных волокон в это время сильно сближена и выявляется плохо. Мышечные волокна раздвинуты и между ними обнаруживаются небольшие пространства. В связи с этим хорошо выявляются границы волокон, ядра которых овальной формы и хорошо выраженной структурой хроматина.

Однако такие его кулинарные показатели, как нежность, сочность, вкус, аромат и усвояемость, еще не достигают своей оптимальной величины и выявляются при дальнейшем развитии автолитических процессов.

Посмертное окоченение непосредственно включается в процесс созревания мяса.

Созревание мяса

Созревание мяса называется автолитический процесс, протекающей после прекращения жизни животного, в результате которого мясо приобретает нежность, сочность, специфический приятный вкус и запах.

Практически для говядины при 0 °С максимум окоченения достигается к 24-28 ч.

По истечении этого времени начинается разрешение **окоченения**: мускулатура расслабляется, уменьшаются прочностные свойства мяса, увеличивается его влагосвязывающая способность.

В процессе разрешения окоченения наблюдается удлинение саркомеров вследствие увеличения длины изотропных дисков. Саркомеры

миофибрилл удлиняются до первоначальной величины и более, при одновременном уменьшении в диаметре.

Большинство мышечных волокон в этот период расслаблено. Причина и механизм этого явления еще недостаточно ясны. Очевидно, это связано с ослаблением поперечных связей между актином и миозином с последующей ассоциацией комплекса. Полной диссоциации комплекса не происходит, однако частичного распада актин – миозин достаточно, чтобы волокна растянулись.

В производственных условиях этот процесс обычно происходит при выдерживании говяжьих туш в остывочных камерах при температуре 2 °С-4 °С.

При созревании в мясе под действием ферментов самого мяса происходит ряд биохимических и физико-химических процессов, которые приводят к появлению перечисленных признаков.

Таблица 1.3 - Органолептическая оценка мяса на разных стадиях автолиза

| Наименование продукта | Несозревшее мясо | Созревшее мясо |
|-----------------------|--|--|
| Вареное мясо | Жесткое, сухое, отсутствует специфический приятный вкус и аромат | Нежное, сочное, со специфическим приятным вкусом и запахом |
| Бульон | Мутный, отсутствует специфический приятный вкус и аромат бульона | Прозрачный, со специфическим приятным вкусом и ароматом |

В основе автолитических превращений лежат изменения углеводной системы, системы ресинтеза АТФ и состояния миофибриллярных белков, входящих в систему сокращения.

В связи с отсутствием поступления кислорода в организм, ресинтез гликогена в мясе после убоя идти не может, и начинается его анаэробный

распад. Он протекает по пути **фосфоролиза** и амилолиза с образованием молочной кислоты и глюкозы по такой сокращенной схеме (рисунок 1.1).

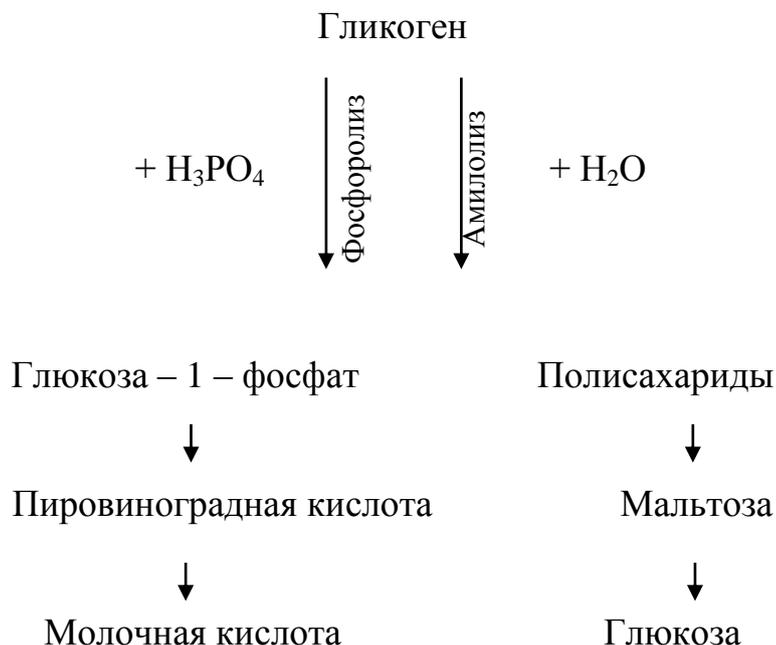


Рисунок 1.1 - Схема анаэробного распада

Гликоген через ряд промежуточных реакций превращается в молочную кислоту, которая накапливается в мышечной ткани (рисунок 1.2).

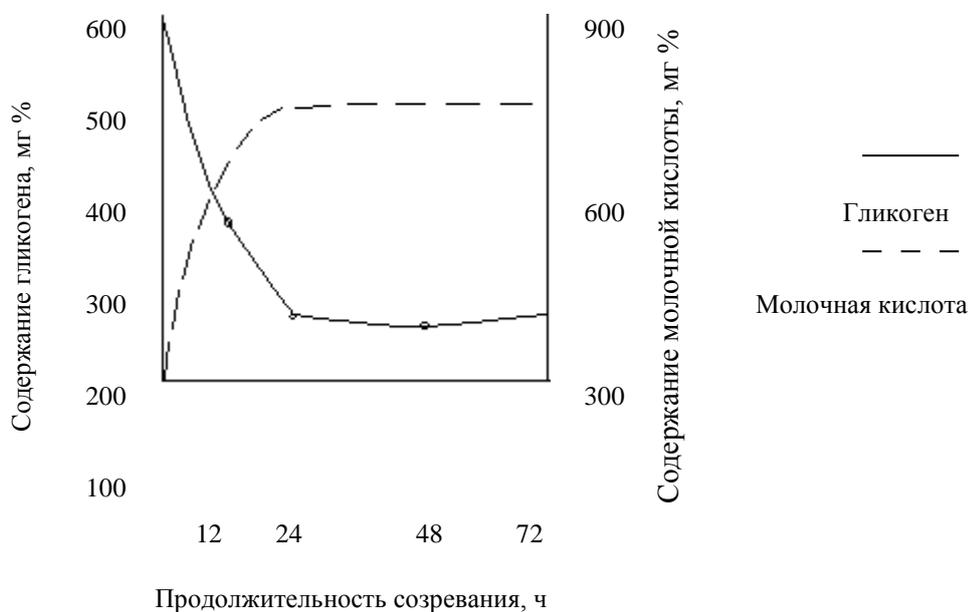


Рисунок 1.2 - Изменение содержания гликогена и молочной кислоты при созревании мяса

В изменении количества молочной кислоты отмечены три периода: сравнительно медленный рост в самом начале автолиза, быстрый рост в период развития окоченения и некоторое снижение ее количества по мере разрешения окоченения. Первый очень непродолжительный период медленного накопления обусловлен наличием в мышцах оксимиоглобина, кислород которого способен окислять пировиноградную кислоту (см. схему) до конечных продуктов: H_2O и CO_2 . Его длительность и влияние на дальнейшее накопление молочной кислоты связаны с содержанием миоглобина в мышцах. В мышцах с более светлой окраской образуется больше молочной кислоты и меньше редуцирующих сахаров, чем в мышцах с более темной окраской, содержащих больше миоглобина. Вследствие этого, например рН среды в мышцах быка имеет большую величину, чем в мышцах коровы. В темных мышцах свиней (широчайший мускул спины) гликолиз протекает с такой же скоростью, как и у крупного рогатого скота, тогда как в светлых (длиннейшая мышца спины, полуперепончатая, глубокая грудная) скорость гликолиза очень высока и конечная рН достигается значительно раньше.

Таблица 1.4 - Динамика изменения рН, содержания углеводов фракций и неорганического фосфора в мышечной ткани говядины

| Продолжительность хранения, ч | рН мышечной ткани | Содержание, мг % | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|---------|------------------|-------------------------|
| | | гликогена в пересчете на глюкозу | глюкозы | молочной кислоты | неорганического фосфора |
| 1 | 6,21 | 325 | 89 | 358 | 229 |
| 12 | 5,94 | 257 | 95 | 667 | 246 |
| 24 | 5,56 | 152 | 113 | 777 | 242 |
| 48 | 5,68 | 102 | 123 | 769 | 242 |
| 72 | 5,82 | 105 | 115 | 742 | 299 |
| 120 | 5,68 | 68 | 123 | 735 | 298 |
| 240 | 5,75 | 84 | 138 | 723 | 284 |

Одновременно из промежуточных фосфорных соединений освобождается и накапливается фосфорная кислота. Изменения содержания гликогена, глюкозы, молочной и фосфорной кислот, происходящее в процессе созревания мяса, характеризуются данными таблицы 1.4.

Большое значение имеет количество гликогена в мышцах перед убоем животного, которое может колебаться в пределах от 250 до 1000 мг% и более. Соответственно этому меняется и содержание молочной и ортофосфорной кислот в мышцах к моменту полного развития окоченения, а отсюда и величина рН. В результате накопления в мясе молочной и фосфорной кислот в среде увеличивается концентрация ионов водорода, вследствие чего к 24 ч рН снижается до 5,6 и ниже. В мышцах здоровых отдохнувших животных она лежит в пределах 5,5-5,7, в мышцах утомленных или истощенных (в том числе болезнью) животных - 6,2-6,8. По этой причине рН мышечной ткани плохо откормленных животных выше, чем упитанных.

В мышцах мелкого рогатого скота распад гликогена протекает несколько медленнее, чем в мышцах крупного рогатого скота, а величина рН несколько выше. В мышцах птицы, наоборот, распад гликогена протекает быстрее: в мясе молодых кур минимальная величина рН 5,8-5,9 достигается через несколько часов.

Молочная кислота играет существенную роль в процессе созревания мяса и для ее образования необходимым условием является достаточное содержание гликогена.

Роль кислот при созревании мяса заключается в том, что вследствие более кислой реакции среды создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов и изменяется физико-химическое состояние белков. Поэтому от утомленных, больных или возбужденных перед убоем животных, содержание в мышечной ткани мало гликогена, получается мясо нестойкое при хранении, рН такого мяса через сутки после убоя больше 6,0.

После убоя животных в мясе скорость гликолиза можно регулировать. Например, введение хлорида натрия в парное мясо подавляет процесс, применение электростимуляции – ускоряет.

Это широко применяется в практике производства мясопродуктов.

Через 24 ч гликолиз приостанавливается вследствие истощения запасов АТФ и накопления молочной кислоты, подавляющей фосфолиз.

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

Накопление молочной кислоты приводит к смещению рН мяса в кислую сторону от 7,2-7,4 до 5,4-5,8, в результате чего:

1 Увеличивается устойчивость мяса к действию гнилостных микроорганизмов;

2 Снижается растворимость мышечных белков (их изоэлектрическая точка при рН 4,7-5,4), уровень их гидратации, водосвязывающей способности;

3 Происходит набухание коллагена соединительной ткани;

4 Повышается активность катепсинов (оптимум рН 5,3), вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза;

5 Разрушается бикарбонатная система мышечной ткани с выделением углекислого газа;

6 Создаются условия для интенсификации реакций цветообразования вследствие перехода в миоглобине двухвалентного железа в трехвалентное;

7 Формируются предшественники вкуса и аромата мяса;

8 Активизируется процесс окисления липидов.

Сроки созревания мяса зависят от вида животного, части туши, упитанности, температурного режима хранения.

Как правило, в мясе с нормальным развитием автолиза его нежность и водосвязывающая способность достигают своей оптимальной величины в следующие сроки: для говядины при 0 °С-5 °С - 12 суток, при 8 °С-10 °С – от 5 до 6 суток, при 16 °С-18 °С - 3 суток.

В технологической практике нет установленных показателей полной зрелости мяса, а следовательно и точных сроков созревания. Это объясняется прежде всего тем, что важнейшие свойства мяса при созревании изменяются неодновременно. Так, жесткость наиболее заметно уменьшается на 5-7 суток после убоя (при 0-4 °С) и в последующем, хотя и медленно, продолжает уменьшаться. Органолептические показатели достигают оптимума на 10-14-е сутки. В дальнейшем улучшение аромата и вкуса не наблюдается. Тому или иному способу использования мяса должен соответствовать определенный и наиболее благоприятный уровень развития автолитических изменений тканей. О пригодности мяса для определенных целей судят по свойствам и показателям, имеющим для данной конкретной цели решающее значение.

Загар мяса

Загар – это своеобразная порча мяса, возникающая при неправильном хранении полутуш в течение первых суток с момента убоя. Он выражается в том, что в глубине толстых частей жирных полутуш мясо приобретает неприятный кисловатый запах, серовато-красный или коричнево-красный цвет.

Причиной загара является нарушение нормального течения автолитических процессов вследствие замедленного тепло- и газообмена с внешней средой. После убоя в течение первых 20–30 мин. наблюдается повышение температуры тела животного в пределах 0,9–2 °С за счет распада богатых энергией связей АТФ, креатинфосфорной кислоты и других фосфорных соединений. Освобождающаяся энергия выделяется в виде тепла.

В этих условиях автолиз протекает с относительно большой скоростью. Реакции гликолитического распада идут иным путем с образованием таких продуктов реакции, как сероводород, масляная кислота и другие дурно пахнущие вещества. Миоглобин претерпевает значительные превращения с образованием пигментов, изменяющих нормальную окраску мяса.

Загар наблюдается при медленном охлаждении жирных туш в условиях плохой циркуляции воздуха, когда туши или части их сохранившие тепло,

укладываются плотно, а также если с животных шкура была снята не сразу; при медленном замораживании парного мяса. Очень подвержено загару мясо птицы. Особенно легко возникает загар в тушках уток и гусей вследствие большого содержания жира. При этом внутренний жир часто приобретает зеленую окраску, а тушка имеет влажную большей частью зеленовато-серую мягкую кожу.

Характер переработки мясного сырья в зависимости от развития автолитических процессов

Если характер переработки не исключает развития автолитических процессов на ее первых этапах (посол, производство колбасных изделий), то можно использовать не вполне зрелое мясо.

Хотя вкус и аромат парного мяса далеки от оптимальных, парное мясо рекомендуется использовать для производства вареных колбас и соленых изделий из свинины. Белки парного мяса обладают наибольшей влагосвязывающей и эмульгирующей способностью, развариваемость коллагена максимальна. Это обстоятельство предопределяет высокий выход готовой продукции и снижает вероятность образования дефектов при тепловой обработке. В первые часы после убоя мясо бактерицидно и содержит незначительное количество микроорганизмов. С экономических позиций применение парного мяса также дает существенные преимущества вследствие снижения потребности в объемах холодильных камер и связанных с их эксплуатацией энергетических затрат.

В процессе производства колбас продолжают развиваться процессы созревания и проявляются вкус и аромат.

Однако работа с парным мясом требует как высокой оперативности в технологическом процессе (интервал от момента убоя до стадии термообработки готовых изделий не должен превышать 3 ч.), так и применения специальных приемов, направленных на задержку гликолиза и процесса взаимодействия актина с миозином.

В частности, такими способами являются:

1 Быстрое замораживание обваленного парного мяса (без или после предварительного измельчения) путем введения твердой углекислоты;

2 Обвалка парного мяса, быстрое измельчение и посол с введением 2-4 % хлорида натрия;

3 Введение рассолов через кровеносную систему одновременно с обескровливанием при убое животных;

4 Инъектирование рассолов в отруба непосредственно после разделки парных туш;

5 Применение сублимационной сушки парного мяса.

Указанные приемы дают возможность устранить или свести до минимума развитие или последствие посмертного окоченения.

Если характер переработки исключает развитие автолитических процессов уже на первых стадиях, например нагревание, то нельзя использовать незрелое мясо. Так, не допускается использование парного мяса для выработки консервов, полуфабрикатов, фасованного мяса. Мясо в стадии посмертного окоченения для технологических и кулинарных целей непригодно.

В настоящее время вопрос направленного использования сырья с учетом хода автолиза приобретает особое значение, так как существенно возросла доля животных, поступающих на переработку, у которых после убоя в мышечной ткани обнаруживаются значительные отклонения от обычно развития автолитических процессов, причину возникновения которых связывают с прижизненным стрессом.

В соответствии с этим различают мясо с высоким конечным рН (DFD) и экссудативное мясо (PSE). Мясо с признаками DFD имеет через 24 ч после убоя уровень рН выше 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой водосвязывающей способностью, повышенной липкостью и обычно характерно для молодых животных крупного рогатого скота, подвергавшихся различным видам длительного стресса до убоя. Вследствие прижизненного распада гликогена, количество образовавшейся после убоя

молочной кислоты в мясе таких животных невелико и миофибриллярные белки в мясе DFD имеют хорошую растворимость.

Высокие значения pH ограничивают продолжительность его хранения, в связи, с чем мясо DFD непригодно для выработки сырокопченых изделий. Однако благодаря высокой влагосвязывающей способности, его целесообразно использовать при производстве вареных колбас, соленых изделий, быстрозамороженных полуфабрикатов.

Мясо PSE характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока вследствие пониженной водосвязывающей способности, кислым привкусом. Признаки PSE чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и ограниченной подвижностью при содержании. Появление признаков PSE может быть обусловлено также генетическими последствиями, воздействием кратковременных стрессов, чрезмерной возбудимостью животных. Наиболее часто мясо с признаками PSE получают в летний период времени. В первую очередь эксудативности подвержены наиболее ценные части туши, длиннейшая мышца и окорока. После убоя таких животных в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстрее. В течение 60 минут pH мяса понижается до 5,2-5,5 однако поскольку температура сырья в этот период сохраняется на высоком уровне, происходит конформация саркоплазматических белков и их взаимодействие с белками миофибрилл. Характерные признаки PSE и DFD мяса с рекомендациями по использованию приведены в таблице 1.5.

Мясо с признаками PSE из-за низких pH (5,0-5,5) и водосвязывающей способности непригодно для производства вареных колбас, вареных и сырокопченых окороков, так как при этом ухудшаются органолептические характеристики готовых изделий (светлая окраска, кисловатый привкус, жесткая консистенция, пониженная сочность), снижается выход. Однако, в сочетании с мясом хорошего качества либо с соевым изолятом или другими белками оно пригодно для переработки в эмульгированные и сырокопченые

колбасы, рубленые и панированные полуфабрикаты и другие виды мясных изделий.

Таблица 1.5 - Мясо с признаками PSE и DFD

| Специфика автолиза в мясе | Характерные признаки мяса | Причины образования | Рекомендации по использованию |
|-----------------------------------|---|--|--|
| NOR (нормальное) | Яркий краснорозовый цвет, упругая консистенция, характерный запах, высокая ВСС, рН 5,6-6,2 | Нормальное развитие автолиза | Производство всех видов мясопродуктов (без ограничений) |
| PSE (бледное, мягкое, водянистое) | Светлая окраска, рыхлая консистенция, кислый привкус, выделение мясного сока, низкая ВСС, рН 5,2-5,5 через 60 минут после убоя | Встречается у свиней с малой подвижностью, отклонениями в генотипе, под действием кратковременных стрессов | Использование: в парном состоянии после введения хлорида натрия; в сочетании с мясом DFD, в комплексе с соевыми изолятами; с введением фосфатов; в комбинации с мясом с нормальным ходом автолиза повышенной сортности |
| DFD (темное, жесткое, сухое) | Темно красный цвет, грубая волокнистость, повышенная липкость, низкая стабильность при хранении, высокая ВСС, рН выше 6,2 через 24 ч после убоя | Наиболее часто у молодняка крупного рогатого скота после длительного стресса | Использование: при изготовлении эмульгированных колбас, соленых изделий с коротким периодом хранения, в сочетании с мясом PSE; при изготовлении замороженных мясопродуктов |

Контроль качества сырья, получаемого при первичной переработке скота, осуществляют путем определения величины рН мяса через 1-2 ч после

убоя. При этом в ряде стран дополнительную сортировку сырья на категории ведут с учетом уровня рН: I–5,0–5,5; I–5,6–6,2; III–6,3 и выше.

В норме же мясо убойных животных претерпевает характерные изменения в соответствии с периодами, отмеченными выше.

1.2 Физико-химические изменения свойств мяса при холодильной обработке

Способы холодильной обработки мяса

В промышленной практике мясокомбинатов используют следующие способы холодильной обработки:

1 Охлаждение и хранение охлажденного мяса и мясопродуктов при температурах выше криоскопических, но близких к ним;

2 Замораживание и хранение замороженного мяса и мясопродуктов при температурах значительно ниже криоскопических;

3 Размораживание мяса с повышением температуры в толще бедренной части полутуши не ниже 1 °С в регламентированных условиях.

Охлаждение - теплофизический процесс отнятия животного тепла, понижение температуры мяса до нижней границы, в пределах которой вода находится в жидком состоянии, то есть в доступной для микроорганизмов форме (имеется в виду снижение температуры мяса от 36 °С-37 °С до 0 °С-4 °С в толще бедренной части полутуш).

Цель охлаждения - торможение развития микроорганизмов за счет снижения температуры мяса и создания на его поверхности корочки подсыхания, которая затрудняет развитие микробов на поверхности и их проникновение в толщу мяса.

Наиболее широко в промышленной практике используется воздушное охлаждение мяса при близкриоскопических температурах (0 °С-4 °С). Длительность воздушного охлаждения можно снизить за счет снижения температуры воздуха и увеличения скорости его движения (до 3-4 м/сек). В зависи-

мости от параметров охлаждения различают одностадийный медленный, ускоренный и быстрый способы, а также двухстадийный быстрый и сверхбыстрый способы воздушного охлаждения. При этом длительность охлаждения говяжьей полутуши может варьировать от 26-28 до 12-16 часов. Хранят охлажденное мясо при температуре 0 °С-4 °С не более 12-16 суток.

Замораживание - теплофизический процесс превращения в лед содержащейся в мясе влаги в результате отвода тепла при температуре ниже криоскопической. Замороженным считается мясо, температура которого в толще бедренной части не выше минус 8 °С.

Цель замораживания - предотвращение микробиальной порчи мяса и подготовка его к длительному низкотемпературному хранению.

Замораживание и хранение мяса в замороженном состоянии осуществляется в интервале температур от минус 12 °С до минус 40 °С. Верхний температурный предел обусловлен невозможностью развития микроорганизмов при температуре минус 12 °С и ниже. Нижний температурный предел определяется технической возможностью и экономической целесообразностью получения низких температур в мясной промышленности.

Таблица 1.6 – Сроки хранения замороженного мяса

| Вид мяса | Температура воздуха в камере, °С | Предельные сроки хранения, мес., не более |
|----------------------|----------------------------------|---|
| Говядина в полутушах | -12 | 8 |
| | -18 | 12 |
| | -20 | 14 |
| | -25 | 18 |
| Свинина в полутушах | -12 | 3 |
| | -18 | 6 |
| | -20 | 7 |
| | -25 | 12 |

Наиболее часто применяется воздушное замораживание туш и полутуш . Более перспективным является блочное замораживание бескостного мяса в скороморозильных аппаратах с использованием жидких теплоотводящих

сред, что обеспечивает интенсивный теплоотвод и снижение длительности замораживания.

Изменения мяса при охлаждении и хранении в охлажденном виде

При охлаждении и хранении в охлажденном состоянии в мясе могут протекать с достаточной интенсивностью микробиологические, биохимические и физико-химические процессы. В результате качество охлажденного мяса и величина его потерь при охлаждении и хранении формируются под влиянием этих взаимосвязанных процессов.

Микробиологические процессы. Понижение температуры мяса до близкриоскопической ($t_{кр} = -1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$) приводит к торможению процессов жизнедеятельности микроорганизмов, к нарушению обменных процессов в микробной клетке. В результате этого размножение термофильных микроорганизмов приостанавливается, мезофильных замедляется. Психрофильные микроорганизмы продолжают развиваться с меньшей активностью. Наиболее устойчивы к действию низких положительных температур психрофильные аэробы (*Pseudomonas*). Таким образом, охлаждение мяса до температур $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ - $4 \text{ } ^\circ\text{C}$, близких к точке замерзания тканевой жидкости, не исключает возможности микробиальной порчи мяса. Глубина и интенсивность этих изменений зависят от свойств мясного сырья и условий хранения. Образование слизи на поверхности мяса при $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ наблюдается через 20-30 суток хранения, а при $16 \text{ } ^\circ\text{C}$ - на вторые сутки хранения.

Как бы правильно не осуществлялись процессы охлаждения мяса и последующего его хранения в охлажденном состоянии, наступает момент, когда сырье становится непригодным в пищу из-за микробиальной порчи (гниения), поэтому сроки хранения охлажденного мяса ограничиваются его микробиальной порчей.

В этой связи важной практической задачей является увеличение сроков хранения мяса в охлажденном состоянии. Для этого пригодны меры, направленные на подавление развития микроорганизмов:

- 1 Снижение первоначальной микробной обсемененности сырья;

- 2 Быстрое охлаждение мяса;
- 3 Стабильность параметров при хранении мяса во избежание увлажнения поверхности мяса;
- 4 Сортировка мяса по характеру автолиза и контроль за сроками хранения PSE и DFD мяса;
- 5 Регулярная санитарная обработка камер охлаждения и хранения мяса;
- 6 Использование пленкообразующих покрытий, парогазонепроницаемых упаковочных материалов;
- 7 Хранение упакованного мяса в регулируемой газовой среде;
- 8 Озонирование и ультрафиолетовое облучение холодильных камер и др.

Биохимические изменения. При охлаждении и хранении мяса продолжают автолитические ферментативные процессы, начавшиеся сразу после убоя животного. Интенсивность и глубина автолитических изменений мяса зависят от условий охлаждения и длительности хранения мяса.

Установлено, что темп охлаждения мяса определяет не только интенсивность автолитических изменений сырья, но и влияет на характер автолиза белковых систем. При быстром охлаждении говядины, баранины, мяса птицы наблюдается явление холодового сокращения мышц, сопровождающееся нарастанием жесткости мяса, мало устраняемой при последующем созревании в процессе хранения мяса. Изменяется состояние миофибрилл, ускоряется распад АТФ, образование актомиозинового комплекса, идет сокращение мышечных волокон, изменяется консистенция мяса. Отмечено, что если при охлаждении говядины температура мяса снижается до 10 °С-11 °С быстрее, чем величина рН изменяется до 6,2, то наступает холодовое сокращение мышц. Для свинины подобное явление не наблюдается, так как темп охлаждения ниже за счет наличия слоя шпига, что снижает теплоотдачу от сырья к воздуху.

Для предупреждения холодового сокращения необходимо снизить запасы гликогена и АТФ до охлаждения. Наиболее рациональным приемом может служить электростимуляция туш в убойном цехе.

При низком темпе охлаждения (медленное охлаждения) возможно появление такого вида порчи мяса как *загар*. Под загаром понимают процесс, происходящий под влиянием тканевых ферментов, который следует рассматривать как атипично протекающий автолиз. Загар возникает при охлаждении мяса в условиях медленного теплоотвода, обусловленного перегрузкой камер, повышенной температурой охлаждающего воздуха и его недостаточной циркуляцией. Особенно велика вероятность загара для туш с хорошо развитой жировой тканью, тормозящей теплообменные процессы и газообмен с окружающей средой. Непосредственной причиной загара является быстрое накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, обусловленное высокой активностью тканевых ферментов.

Признаки загара сходны с признаками гнилостного разложения. Мясо в глубоких слоях приобретает неприятный кисло-тухлый запах, непомерно мягкую консистенцию, медно-красную или желто-коричневую окраску; реакция среды - кислая.

Пригодность мяса с загаром для переработки зависит от степени его развития. Для определения пригодности мяса с загаром его нарезают на полоски и проветривают в холодильной камере. Если через 24 часа выдержки неприятный запах не исчезает, мясо не пригодно для переработки и потребления.

При слабовыраженном загаре мясо используют для изготовления вареных и ливерных колбас.

Химические изменения за счет взаимодействия с кислородом воздуха. В процессе охлаждения начинаются и при хранении проявляются последствия взаимодействия пигмента мяса с кислородом воздуха:



При увеличении количества метмиоглобина до 70 % от общего количества пигментов в мясе его окраска становится серо-коричневой.

Начинаются процессы окисления липидов, но они не заходят глубоко вследствие ограниченных сроков хранения охлажденного мяса.

Физические изменения, вызываемые тепло- и массообменом с окружающей средой. Вследствие этих изменений в процессе охлаждения и хранения происходит снижение массы мяса за счет испарения влаги с поверхности в окружающую среду, формируется так называемая *усушка*. Величина усушки зависит от свойств сырья (вида мяса, категории упитанности, массы, площади поверхности) и условий охлаждения и хранения (способ охлаждения, температура и скорость движения воздуха). В среднем при охлаждении величина усушки составляет около 1-2 % от массы мяса, поступающего на охлаждение.

Борьба с усушкой - резерв снижения потерь мясного сырья. Пути снижения усушки мяса при охлаждении и хранении мяса:

- 1 Снижение длительности охлаждения мяса;
- 2 Повышение относительной влажности воздуха на начальном этапе охлаждения до 95-98 % с последующим снижением до 90-92 % для образования корочки подсыхания;
- 3 Использование парогазонепроницаемых упаковочных материалов для упаковки мяса (снижает усушку в несколько раз);

4 Использование пищевых самоформирующихся покрытий (снижает усушку на 20 %).

Изменения мяса при замораживании и хранении в замороженном виде

При замораживании мяса в нем происходят физические, гистологические, коллоидно-химические, биохимические и биологические изменения, имеющие важное значение для его качества.

Из всех процессов, протекающих при замораживании мяса кардинальным, определяющим все другие изменения, является процесс кристаллообразования - вымерзания влаги в мясе.

Кристаллообразование. При достижении криоскопической температуры ($t_{кр}$ =минус 0,6 °С-1,2 °С для мясного сырья) начинается вымерзание воды тканевой жидкости. В результате в жидкой фазе растет концентрация растворенных веществ, что приводит к снижению криоскопической температуры.

Основная масса влаги в мясе (около 80 %) вымерзает в интервале температур минус 2 °С-8 °С. Но даже при минус 30 °С в мясе остается часть незамерзшей влаги (8-12 %).

Количество вымерзшей влаги зависит от условий замораживания, общего содержания влаги в продукте, форм и прочности связи влаги с материалом, концентрации растворенных веществ.

Образование кристаллов при замораживании происходит в такой последовательности:

1 Переохлаждение сырья (снижение активности теплового движения частиц);

2 Образование зародышей кристаллов - I фаза кристаллообразования; выделение скрытой теплоты кристаллизации, повышение температуры, приостановление образования новых зародышей;

3 Рост образовавшихся кристаллов - II фаза кристаллообразования.

Образование новых центров кристаллообразования зависит от скорости теплоотвода от замораживаемого продукта в окружающую среду. Размер и распределение кристаллов льда в мясе зависят от условий замораживания, его свойств.

Образование кристаллов льда начинается в первую очередь в межклеточном пространстве вследствие более низкой концентрации растворимых веществ и сопровождается миграцией влаги из клеток. При *медленном* замораживании (скорость замораживания менее 0,5 см/час) образуются *крупные* кристаллы вне клеток и изменяется первоначальное соотношение объемов межклеточного и внутриклеточного пространства в результате диффузии влаги и фазового перехода воды. Быстрое замораживание (скорость замораживания 1-2 см/час и более) предотвращает значительное перераспределение влаги, что способствует образованию мелких, равномерно распределенных кристаллов.

Принимая во внимание, что максимальное кристаллообразование происходит в диапазоне от минус 2 °С до минус 8 °С, перераспределение воды и образование крупных кристаллов можно предотвратить при быстром понижении температуры в этом интервале.

Образование кристаллов льда независимо от их размеров всегда сопровождается переносом влаги, который вызывается разностью осмотических давлений вблизи поверхности кристалла и на некотором удалении от него. Эта разность возникает в результате повышения концентрации тканевой жидкости вблизи поверхности кристалла в связи с переходом части влаги в кристаллическое состояние. При этом, чем больше размеры продукта, чем медленнее теплоотвод, тем значительнее перенос влаги. Перемещение влаги в свою очередь влияет на состояние белков.

Влияние замораживания на микроорганизмы. Кристаллизация влаги является одной из причин гибели микроорганизмов при замораживании. Замораживание не обеспечивает стерильности продукта, так как некоторые

микроорганизмы приспосабливаются к низкой температуре, переходя в состояние анабиоза.

При замораживании и последующем хранении происходит отмирание 90-99 % микробных клеток. Так, число микробов на поверхности мяса, хранившегося при минус 18 °С, через 3 месяца уменьшилось на 50 %, через 6 месяцев - на 80 %, а через 9 месяцев их осталось 1-2 % от начального количества. В оставшейся микрофлоре преобладают психрофильные бактерии и плесени. Приостановка жизнедеятельности и отмирание микроорганизмов происходит по двум взаимосвязанным причинам:

- 1 Нарушение обмена веществ;
- 2 Повреждения структуры клеток.

При температуре -10 °С-12 °С микроорганизмы не способны развиваться, что обеспечивает длительную сохранность замороженного мяса.

Изменение структуры тканей (гистологические изменения). Кристаллообразование сопровождается разрушением морфологической структуры тканей. Наибольшие структурные изменения имеют место при медленном замораживании вследствие образования крупных кристаллов льда, которые расширяют межклеточное пространство, разрушают соединительнотканые прослойки острыми гранями, мышечные волокна деформируются, а иногда разрушаются, что приводит к потерям мясного сока при размораживании мяса. Теряется не только влага, но и питательные вещества.

Для сохранения морфологической структуры тканей мяса при замораживании и снижения величины возможных потерь при размораживании сырья целесообразно использовать способы и режимы замораживания, обеспечивающие интенсивный теплоотвод. При этом очень важно правильно выбрать температуру хранения мяса и обеспечить ее стабильность. Иначе возможна перекристаллизация - изменение структуры льда в процессе хранения, укрупнение кристаллов со всеми вытекающими последствиями.

Изменение состояния белков. Увеличение концентрации тканевого сока при замораживании обуславливает денатурацию и коагуляцию мышечных белков. В большей степени этим изменениям подвергаются миофибриллярные белки, в первую очередь, миозин.

При замораживании возможно механическое разрушение белковых цепочек за счет напряжений, возникающих в тканях при образовании и росте кристаллов и превышающих энергию ковалентной связи.

Денатурационные и агрегационные превращения белков при замораживании и хранении мяса приводят к понижению их растворимости, изменению заряда и массы белковых фракций. Указанные превращения белков влияют на их гидратацию, ВСС мяса, его консистенцию и сочность и могут отразиться на устойчивости белков к действию пищеварительных ферментов.

Степень снижения гидрофильности белков зависит:

- 1 От скорости замораживания мяса;
- 2 Глубины автолиза мяса перед замораживанием;
- 3 Условий и длительности хранения мяса.

В максимальной степени нативные свойства белков мяса сохраняются при быстром замораживании парного мяса.

Автолитические процессы при замораживании и последующем хранении мяса продолжают с меньшей скоростью, так как деятельность ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при очень низких температурах.

Чем быстрее производится замораживание мяса, тем на более ранней стадии тормозятся автолитические процессы, при этом, надо учитывать размеры продукта. На периферии может быть торможение автолиза, а в глубинных слоях процессы идут с достаточной скоростью, так как теплоотвод из глубинных слоев даже при быстром замораживании замедлен.

Признаки глубокого гидролиза белков обнаруживаются в процессе хранения мяса при минус 18 °С, о чем свидетельствует возрастание количества амино-аммиачного азота в тканях.

При замораживании и хранении мяса не приостанавливается гидролитический распад жира, однако резко тормозится с понижением температуры хранения. Так, кислотное число свиного шпига, хранившегося 12 месяцев при минус 18 °С выросло на 0,2, а при минус 8 °С - на 1,6.

Резкое торможение автолитических процессов обеспечивается при быстром замораживании сырья, имеющего небольшие размеры; это имеет первостепенное значение при холодильном консервировании эндокринно-ферментного сырья.

Массообменные и химические взаимодействия со средой.

Разница парциальных давлений водяных паров над поверхностью продукта и в окружающей среде приводит к испарению влаги (сублимации льда) из поверхностных слоев. Это сопровождается потерей массы (усушкой) и снижением качества мяса. Величина *усушки* мяса зависит от его свойств и условий замораживания и хранения.

Пути снижения усушки при замораживании и хранении замороженного мяса:

- 1 Повышение скорости замораживания мяса;
- 2 Использование паронепроницаемых упаковочных материалов, плотно прилегающих к продукту;
- 3 Замораживание упакованного мяса в блоках (усушка не более 0,1 %);
- 4 Использование ледяных экранов при штабелировании мясных полутоуш для длительного хранения.

Химическое взаимодействие компонентов мяса с кислородом воздуха приводит к существенным изменениям качества мяса. Глубина этих изменений в значительной степени определяется условиями и длительностью хранения мяса.

Окисление миоглобина кислородом, а также увеличение концентрации пигментов в поверхностном слое вследствие его пересыхания сопровождаются потемнением поверхности полутуш и появлением серо-коричневой *окраски*, характерной для метмиоглобина.

Изменение запаха и *вкуса* мяса в процессе хранения обусловлены главным образом, окислительными изменениями липидов. Образующийся на поверхности мяса губчатый обезвоженный слой способствует увеличению степени контакта мяса с кислородом воздуха. В ходе окислительных реакций образуются первичные и вторичные продукты окисления жиров, что отрицательно сказывается на органолептических показателях, его биологической ценности. При длительном хранении мяса возможно образование токсичных продуктов окисления жиров. В связи с этим изменения жировой ткани мяса под действием кислорода воздуха играют решающую роль для сроков хранения мяса. Так как интенсивность этих изменений определяется температурой и видом жира, допустимая продолжительность хранения мороженого мяса также зависит от этих факторов.

Продолжительность хранения замороженного мяса ограничивается окислительными изменениями липидов под действием кислорода воздуха.

Снизить степень этих нежелательных изменений можно путем понижения температуры хранения мороженого мяса, применения вакуум-упаковки, использования упаковочных материалов с низкой газопроницаемостью.

Учитывая рассмотренный выше материал можно заключить следующее. При замораживании и последующем хранении потери мясного сырья формируются:

- 1 За счет разрушения морфологических элементов тканей кристаллами льда и оттекания мясного сока при замораживании;
- 2 Снижения степени гидратации белков и, как следствие, снижения ВСС мяса и увеличения потерь мясного сока при размораживании мяса;

3 Усушки мяса вследствие испарения влаги и сублимации льда с поверхности мяса.

Снижение *качества* мяса при замораживании и последующем хранении происходит:

1 За счет потерь питательных веществ (белков, витаминов и др.) вследствие отека мясного сока при размораживании;

2 Ухудшения органолептических показателей качества (цвет, запах, вкус) вследствие окисления пигментов, липидов мяса;

3 Снижения перевариваемости белков пищеварительными ферментами вследствие агрегирования белков, образования липопротеидных комплексов;

4 Образования токсичных соединений при глубоком окислении липидов мяса.

Необходимо отметить, что в итоге качество мяса и величина потерь определяются исходными свойствами сырья, условиями замораживания и хранения его в замороженном виде, условиями размораживания. Это все звенья одной цепи.

Для снижения негативных последствий замораживания и длительного хранения мяса целесообразно:

1 Применять способы замораживания, обеспечивающие интенсивный теплоотвод (быстрое замораживание);

2 Замораживать мясо в блоках (толщина блока 10-15 см);

3 Использовать для упаковки мяса паронепроницаемые термоусадочные упаковочные материалы;

4 Снижать температуру хранения мяса (до минус 25 °С-35 °С);

5 Направлять на замораживание парное сырье или охлажденное на начальной стадии созревания.

1.3 Физико-химические изменения свойств мясного сырья при посоле

Общая характеристика посола

Посол в мясной промышленности используют как способ консервирования сырья (шкур, кишок, реже мяса), а также как способ обработки мяса, который в сочетании с другими: варкой, копчением, сушкой, - применяют для изготовления мясных продуктов (колбас, копченостей).

Под посолом понимают обработку сырья поваренной солью (часто в сочетании с веществами, улучшающими результат) и выдержку его в течение времени, достаточного для равномерного распределения соли и завершения процессов, в результате которых продукт приобретает необходимые свойства.

Различают сухой посол - нанесение посолочной смеси на поверхность сырья; мокрый - погружение сырья в рассол; смешанный - сочетание сухого и мокрого.

Сухой посол широко применяют при консервировании шкур, кишок, при производстве мясных продуктов из жирного сырья (шпиг соленый и др.), при изготовлении сыровяленых и сырокопченых колбас. *Мокрый посол* используют при консервировании шкур, производстве соленых мясопродуктов (копченостей). *Смешанный посол* нашел применение в технологии соленых мясопродуктов, при посоле шкур.

При всех способах посола диффузионный обмен протекает примерно одинаково. В то же время в зависимости от цели посола и особенностей вырабатываемого продукта существуют различия. Целью посола шкур и кишок является консервирование сырья. В ходе посола происходит накопление в тканях посолочных веществ, обезвоживание, удаление балластных веществ. При изготовлении мясопродуктов с применением посола помимо диффузионного обмена происходит изменение структуры и консистенции мяса, развивается характерная окраска, формируются специфические вкус и

аромат, технологические свойства мяса. Глубина этих изменений зависит от длительности выдержки мяса в посоле.

При *кратковременном* посоле (от 24 до 48 час при 0 °С), применяемом при выработке вареных колбасных изделий, цель посола определяется необходимостью придания фаршу нужных технологических свойств. При этом первостепенное значение имеют водосвязывающая способность и липкость фарша, которые зависят, главным образом, от состояния мышечных белков.

При *длительной выдержке* мяса в посоле (от нескольких суток до нескольких недель), характерного для выработки соленых изделий, сырокопченых и сыровяленых колбас, цель посола дополняется необходимостью формирования специфических органолептических признаков продукта - консистенции, аромата, вкуса - за счет развития при посоле биохимических процессов автолитического и микробиального характера. Независимо от цели посола и характера внутренних изменений соль сохраняет роль фактора, влияющего на вкус продукта.

К посолочным веществам, традиционно используемым при посоле мяса, относятся поваренная соль, нитрит натрия, сахар, аскорбиновая кислота или ее натриевая соль (аскорбинат натрия).

Обязательным и важнейшим посолочным компонентом является поваренная соль. Роль хлорида натрия при посоле мяса многопланова. Количество добавляемой в мясо соли зависит от вида готового продукта и колеблется от 2 % до 3,5 % к массе сырья. При производстве колбасных изделий соль вносится в измельченное мясо, как правило, в сухом виде. При изготовлении соленых продуктов чаще всего в виде рассолов.

Массообменные процессы при посоле

При любом способе посола массообмен между посолочными веществами и растворимыми составными частями продукта происходит в системе «рассол-мясо». При сухом посоле вначале вследствие гигроскопичности соли и за счет влаги сырья образуется рассол.

В момент соприкосновения соли с поверхностью сырья между ними возникает обменная диффузия, которая приводит к перераспределению посолочных веществ, воды и растворимых компонентов продукта. Ионы натрия и хлора, нитрита проникают в продукт, а растворимые компоненты выводятся во внешнюю среду; вода в зависимости от концентрации рассола либо выводится в рассол, либо поглощается из рассола продуктом.

В системе «рассол-ткань» при классических методах посола (без применения дополнительных воздействий) посолочные вещества перемещаются диффузионно-осмотическим путем. Обменная диффузия при посоле описывается вторым законом диффузии Фика.

Решение задачи быстрого *и равномерного проникновения и распределения посолочных веществ* зависит от многих факторов.

Движущей силой процесса посола является разность концентраций соли в системе «рассол-продукт». Скорость накопления посолочных веществ в продукте существенно снижается вследствие уменьшения разности концентраций соли в системе. Все факторы, воздействие которых приводит к повышению концентрации соли на поверхности продукта, вызывают ускорение процесса посола. Так одной из причин, ускоряющих массообмен при посоле, является применение различных механических и физических воздействий на систему «мясо-рассол», что способствует уменьшению толщины диффузионного пограничного слоя, имеющего более низкую концентрацию соли.

Дополнительное ускорение посола можно получить при использовании явления термодиффузии. Правда, увеличение температуры рассола грозит опасностью развития нежелательных микробиальных процессов.

Процесс распределения посолочных веществ зависит от свойств сырья: тканевого состава, размера, проницаемости тканей. Так, проницаемость мышечной, соединительной и жировой тканей составляет примерно 8:3:1. Проницаемость тканей можно увеличить за счет разрыхления их структуры (при замораживании, созревании и т. д.). Уменьшение толщины сырья ведет к существенному сокращению длительности посола. В этой связи мясо перед по-

солом подвергают измельчению (посол мяса для изготовления колбас), инъецируют сырье рассолом с образованием начальных зон его накопления (при посоле сырья для изготовления штучных соленых продуктов).

Таким образом, для интенсификации процесса накопления посолочных веществ диффузионным путем можно использовать ряд факторов: предварительное разрыхление сырья (механическое воздействие, ферментирование, электростимуляция и т. п.), многоигольчатое шприцевание рассола, уменьшение определяющего размера частей мяса.

Проведение посола в условиях активных физических (механических) воздействий - массажи, тумблирования, вибрации, электромассажи - позволяет значительно ускорить массообменные процессы, так как переменное механическое воздействие вызывает наряду с диффузионным обменом интенсивное механическое перемещение рассола (и посолочных веществ), направленное к равномерному распределению их по объему продукта. Процесс распределения посолочных веществ в условиях механических воздействий в первом приближении подчиняется закону фильтрации и пьезопроводности. Движущей силой процесса служит возникающий при механическом воздействии градиент давления, обеспечивающий интенсивный фильтрационный перенос рассола в тканях. При этом процесс посола можно характеризовать как диффузионно-фильтрационно-осмотический. Скорость посола при этом будет зависеть от режимов механической обработки сырья. Одним из наиболее широко используемых вариантов интенсивного посола мяса при производстве соленых продуктов стал способ шприцевания сырья с последующей механической обработкой в массажерах, обеспечивающей равномерное распределение посолочных веществ по объему крупнокускового сырья в течение 24 ч.

При посоле одновременно с перераспределением посолочных веществ перераспределяется вода, что приводит к изменению влагосодержания и ВСС соленого мяса. Эти изменения имеют важное технологическое значение, так

как влияют на выход и на качество (сочность, консистенция и т.д.) готовых мясопродуктов.

При классическом мокром посоле сырья влагоперенос в системе «рассол-мясо» можно разделить на две фазы: в первой фазе протекает обезвоживание, во второй - оводнение тканей. Глубина и длительность фаз зависят от концентрации рассола и жидкостного коэффициента (при посоле мяса обычно это соотношение 1:1). При низких концентрациях рассола (плотность около 1100 кг/м^3) фаза обезвоживания выражена слабо. При насыщенной концентрации (1206 кг/м^3) происходит интенсивное обезвоживание. Только при очень длительном посоле наблюдается незначительное оводнение. При сухом посоле происходит только обезвоживание; образующийся при этом рассол частично участвует в соле-влагообмене, частично стекает.

Вместе с водой при посоле в рассол переходят белковые, экстрактивные и минеральные вещества. Эти потери зависят как от свойств сырья (категории упитанности, целостности тканей и т. д.), так и от условий посола (способа и длительности посола, концентрации и количества рассола и т. д.).

Переход воды и растворимых веществ во внешнюю среду оценивается различно в зависимости от вида сырья и цели посола. При консервировании шкур, кишок это имеет положительное значение, так как обезвоживание тканей обеспечивает консервирующий эффект посола. Вместе с этим в сырье уменьшается содержание веществ, способствующих развитию микроорганизмов. В процессе посола мяса потеря растворимых веществ и особенно белков, нежелательна. Уменьшению потерь растворимых веществ при мокром посоле мяса способствует низкий жидкостный коэффициент, высокая концентрация рассола, применение «старых» рассолов с высоким содержанием экстрактивных веществ. Наилучшим решением, исключающим потери при посоле неизмельченного мяса (для производства соленых штучных изделий), является отказ от классических методов мокрого, сухого и смешанного посола и переход на посол методами шприцевания с

последующей выдержкой прошприцованного полуфабриката вне рассола или механической обработкой, ее заменяющей. Технология, основанная на применении шприцевания и механической обработки, является примером ресурсосберегающей безотходной технологии соленых мясных продуктов.

Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле

Водосвязывающая способность мяса перед посолом определяется его морфологическим (тканевым) и химическим составом, исходными свойствами с учетом рН (PSE, DFD, NOR), степенью автолиза, видом холодильной обработки и т. д. В процессе посола мяса изменяются все формы связи воды с мясом: адсорбционная, осмотическая, капиллярная.

Наибольший интерес представляют изменения адсорбционной формы связи воды с белками как наиболее прочно связанной. Хлорид натрия, взаимодействуя с мышечными белками, повышает количество адсорбционно-связанной влаги в результате увеличения заряда белка. В период выдержки мяса в посоле белки адсорбируют преимущественно ион хлора. При полном насыщении белков ионами хлора изоэлектрическая точка смещается с 5,3-5,4 до 4,8. При этом растет интервал между рН изоэлектрической точки белков и фактической величиной рН мяса, что приводит к увеличению заряда белка и доли адсорбционно-связанной влаги. В результате повышается ВСС мяса, которая сохраняется на более высоком уровне и после тепловой обработки, что положительно влияет на выход мясных продуктов.

Наряду с этим хлорид натрия, накапливающийся в мясе в результате посола (2-3 % к массе мяса), способствует созданию концентрации тканевой жидкости, близкой к растворяющей миофибриллярные белки. Вследствие чего при посоле повышается растворимость белков актомиозиновой фракции, что положительно влияет на липкость колбасного фарша.

Воздействие соли на белки мышечного волокна становятся возможными после достижения контакта между ними. Отсюда возникает зависимость между степенью измельчения мяса перед посолом и временем достижения требуемого эффекта. Даже при степени измельчения мяса до 2-3 мм необхо-

дим промежуток времени для диффузии соли и взаимодействия ее ионов с белками, протекающего с небольшой скоростью. При температуре от 0 °С до 4 °С, поддерживаемой в камерах посола мяса, для этого требуется не менее 12 час.

Изменение окраски мяса при посоле

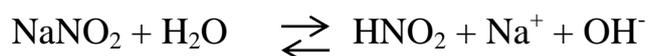
Хлористый натрий ускоряет окислительные процессы, в ходе которых накапливаются различные производные гема - простетической части мышечного пигмента миоглобина. В связи с этим при посоле мышечная ткань теряет свою естественную окраску и приобретает серовато-коричневую с различными оттенками.

Денатурация миоглобина, происходящая при тепловой обработке соленых изделий, сопровождается отщеплением гема, окислением железа гема до трехвалентного с образованием парагематинов, обладающих серо-коричневой окраской. В связи с этим, даже если при посоле часть миоглобина оказалась не окисленной и естественная окраска мяса частично сохранилась, при последующей тепловой обработке мяса полностью исчезает его естественная окраска. В практике посола мясопродукты предохраняют от нежелательных изменений окраски обработкой их нитритом натрия. При этом в конечном счете образуется ярко-красный нитрозомиоглобин (НОМв) в результате взаимодействия пигмента миоглобина с окисью азота, источником которой является нитрит натрия.

В этом соединении (НОМв) нитрозогруппа довольно прочно связана с железом гема, что обеспечивает сравнительную устойчивость окраски соленого мяса, которая в сыром продукте обусловлена присутствием нитрозомиоглобина, а в вареном - нитрозогемохромогена, также имеющего красный цвет.

Механизм формирования нитритной окраски мяса заключается в следующем.

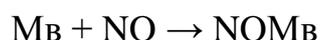
Введенный в мясо нитрит натрия как соль слабой кислоты и сильного основания гидролизует в присутствии воды до азотистой кислоты.



В кислой среде, характерной для мяса, эта реакция сдвинута вправо. Азотистая кислота восстанавливается под действием редуцирующих веществ, содержащихся в мясе, и микроорганизмов до оксида азота.



Оксид азота вступает в реакцию с миоглобином с образованием красного нитрозомиоглобина.



Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и pH среды (оптимум pH 5,2-5,7).

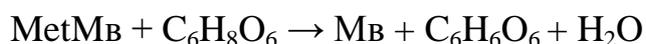
Таким образом, интенсивность окраски мясных продуктов зависит от содержания в них миоглобина и количества образующегося из нитрита оксида азота. Образующийся одновременно с оксидом азота четырехоксид азота является сильным окислителем и окисляет часть миоглобина до метмиоглобина. Из метпигментов нитрозопигменты (нитрозомиоглобин) могут образовываться только после их предварительного восстановления, поэтому эффективность стабилизации нитритной окраски мяса зависит от содержания в нем редуцирующих веществ.

Увеличение количества оксида азота за счет больших количеств нитрита натрия недопустимо, так как он физиологически вреден и ядовит. Минимально необходимое количество нитрита натрия составляет 5-7,5 мг% к массе мяса. Образование оксида азота из введенного в мясо нитрита можно ускорить, используя эффективные восстановители. Наиболее широкое применение нашли аскорбиновая кислота, ее соли и редуцирующие сахара.

Аскорбиновая кислота восстанавливает нитрит до оксида азота без образования четырехоксида азота.



Кроме того, аскорбиновая кислота ускоряет восстановление метмиоглобина в миоглобин, способствуя тем самым увеличению количества нитрозопигментов и, как следствие, интенсивности окраски продукта



Аскорбиновая кислота также предохраняет нитрозопигменты от окисления, обеспечивая повышение устойчивости окраски изделия.

При изготовлении мясопродуктов аскорбиновую кислоту вводят в виде 5 %-го раствора в количестве 0,05 % к массе сырья. Для получения аскорбината натрия кислоту подвергают предварительной нейтрализации раствором питьевой соды. Использование аскорбината натрия предупреждает снижение величины рН мяса.

Роль нитрита при посоле не ограничивается стабилизацией окраски. Кроме того, он участвует в процессах формирования аромата и вкуса «ветчинности» при длительном посоле мяса, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает ингибирующим эффектом на рост микроорганизмов (в том числе *Cl. Botulinum*) и токсигенных плесеней.

Микробиальные и автолитические процессы при посоле

Поваренная соль подавляет развитие большинства микроорганизмов, в том числе и гнилостных, что обусловлено высоким осмотическим давлением растворов соли, приводящим к обезвоживанию клеток микроорганизмов, а также влиянием хлористого натрия на ферментативную деятельность бактерий.

При больших концентрациях хлористый натрий способен задерживать микробиальную порчу мясных продуктов в течение длительного времени. Наибольший консервирующий эффект достигается при сухом посоле (при консервировании шкур, кишок) и насыщенным раствором. Однако даже насыщенный раствор соли полностью не уничтожает микрофлору, поэтому с течением времени общее количество микроорганизмов, попавших в рассол с солью, сырьем и другим путем, увеличивается как в продуктах, так и в рассолах. Размножение солеустойчивых микроорганизмов, а также

приспособляемость некоторых гнилостных бактерий к высокой концентрации рассола могут привести рассолы и соленые продукты к порче.

При посоле мяса для изготовления мясопродуктов применяют ненасыщенные растворы поваренной соли, консервирующее действие которых невелико. Консервирующий эффект усиливают за счет применения нитрита натрия при посоле, а также при сочетании посола с другими способами консервирования: охлаждением, копчением, сушкой. Температуру в камерах посола мяса поддерживают на уровне 0 °С-4 °С.

Подавление жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов при длительном посоле мяса происходит не только за счет действия хлористого натрия, но также в результате развития в рассоле и продукте микробов - антагонистов гнилостных бактерий, - которые могут попадать в рассолы с мясом.

С течением времени меняется количество микроорганизмов и их качественный состав. В рассоле возрастает доля многочисленных бактерий, наиболее устойчивых к условиям посола (низкая положительная температура, наличие соли, нитрита, сахара), например, *Lact. plantarum*, *Str. lactis*. Установлено, что после 30-ти суток посола мяса (при 0 °С-4 °С) около 80-90 % микроорганизмов являются молочнокислыми бактериями. Однако подобное селективное развитие микрофлоры требует длительного времени (несколько недель). В качестве питательной среды молочнокислые бактерии используют сахар (вносится в рассол) и продукты промежуточного распада углеводов мяса с образованием карбоновых кислот: уксусной, муравьиной, молочной и др.

Снижение величины рН за счет накопления кислот приводит к подавлению жизнедеятельности и отмиранию гнилостной микрофлоры, приближает реакцию среды к оптимальной для развития нитритной окраски.

Наличие в рассолах денитрифицирующих микробов (обеспечивающих восстановление нитрита) также способствует формированию окраски в процессе посола мяса.

С жизнедеятельностью молочнокислых бактерий и денитрифицирующих микроорганизмов связано накопление в соленых продуктах соединений, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса «ветчинности»: органических кислот, карбонильных соединений, аминокислот и др.

Таким образом, следует отметить, что при длительном посоле мяса так называемая полезная микрофлора играет активную роль в следующих важных технологических аспектах, а именно:

- 1 Подавляет жизнедеятельность патогенной микрофлоры;
- 2 Участвует в стабилизации нитритной окраски мяса;
- 3 Влияет на формирование аромата и вкуса «ветчинности» изделий.

Появление в продукте в процессе длительного посола ветчинных свойств обусловлено действием не только ферментов, продуцируемых микроорганизмами, а также непрекращающимся действием тканевых ферментов (катепсинов) в процессе созревания мяса при посоле.

Под действием тканевых и микробиальных ферментов происходит гидролиз белков, липидов. В результате накапливаются предшественники вкуса и аромата, изменяется консистенция мяса.

Характерные свойства ветчинные изделия приобретают в течение достаточно длительной выдержки сырья в посоле (примерно через 10-14 суток), четко выраженными свойствами становятся к 21-м суткам. Ускорению процесса способствует целенаправленное использование стартовых культур микроорганизмов.

1.4 Физико-химические изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке

Цель и методы тепловой обработки

Тепловая обработка - технологический процесс, широко применяемый в мясной промышленности. В зависимости от поставленной цели применяют различные методы тепловой обработки, отличающиеся степенью,

продолжительностью, характером нагрева и глубиной тепловой обработки сырья. Различают следующие методы тепловой обработки:

- 1 Поверхностная тепловая обработка: шпарка, опалка, обжарка;
- 2 Нагревание на всю глубину: бланшировка, варка, запекание, жарение;
- 3 Нагревание с целью предотвращения микробиальной порчи продукта: стерилизация, пастеризация;
- 4 Нагревание для выделения из сырья его составных частей: вытопка жира, выварка желатина, клея.

Кроме того, нагрев применяют при сушке, копчении.

Нагрев сырья может осуществляться водой, паром, горячим воздухом, переменным электрическим током, в контакте или без контакта с греющей средой.

Качественные изменения, вызываемые нагревом, в основном сходны. Степень изменений, вызываемых нагревом, определяется его продолжительностью; температура нагрева обуславливает не только темп, но и характер изменений. В связи с этим различают: нагрев при умеренных температурах (до 100 °С) и нагрев при повышенных температурах (выше 100 °С). Поскольку вода является преобладающим компонентом сырья, во всех случаях нагрев происходит в условиях воздействия горячей воды на составные части продукта, то есть является влажным нагревом.

Нагрев при умеренных температурах

Наиболее характерными и важными изменениями, вызываемыми влажным нагревом при умеренных температурах, являются:

- 1 Тепловая денатурация белков;
- 2 Сваривание и гидротермический распад коллагена;
- 3 Изменения экстрактивных веществ и витаминов;
- 4 Отмирание вегетативных форм микроорганизмов.

Изменения белков, жиров, экстрактивных веществ и витаминов

Изменения белков. Тепловая денатурация сопровождается модификацией структуры белковых молекул, приводящей к заметному изменению их

свойств без разрушения ковалентных связей. В фибриллярных белках группы миозина, фибриногена наблюдается переход от изогнутой складчатой α -конфигурации полипептидных цепей к более растянутой β -конфигурации. При денатурации глобулярных белков происходит перегруппировка водородных связей, глобулы разворачиваются, приближаясь по структуре к фибриллярным белкам.

При нагреве мяса денатурация белков происходит в температурном интервале, так как белки отличаются по температуре денатурации (таблица 1.7).

Денатурация сопровождается изменением свойств белков.

Характерным признаком денатурации является потеря белками физиологической (ферментативной) активности.

В результате тепловой денатурации уменьшается гидратация белков и их растворимость.

Нагрев мышечной ткани сопровождается значительным увеличением числа определяемых кислотных групп белков без изменения доли основных групп. В связи с этим происходит смещение рН среды в нейтральную область. Одновременно с этим смещается и изоэлектрическая точка мышечных белков в нейтральную область, но в большей мере. Таким образом, происходит сближение фактической величины рН с изоэлектрической точкой белков, что является основной причиной уменьшения их ВСС.

Таблица 1.7- Температурный интервал денатурации белков

| Белки мяса | Температура денатурации, °С |
|--------------|-----------------------------|
| Миозин | 45-55 |
| Актин | 50-55 |
| Миоген | 55-66 |
| Миноальбумин | 45-47 |
| Глобулин Х | 50-80 |
| Миоглобин | 60-70 |
| Коллаген | 58-65 |
| Эластин | 125 |

Количество прочно связанной влаги в мышечной ткани уменьшается на 15-20 %. Это приводит к потерям массы сырья при нагреве, повышению жесткости и уменьшению сочности мышечной ткани.

При варке несоленого мяса в зависимости от температуры и времени выделяется около 35-40 % воды. С водой теряются растворимые соединения. Величина потерь определяет выход продукта после нагрева. Отсюда следует, что температура и продолжительность тепловой обработки мясопродуктов должны быть лишь минимально необходимыми и соответствовать особенностям состава и свойств нагреваемого продукта.

Внутренние пептидные связи при разворачивании полипептидных цепей при денатурации становятся более доступными действию ферментов. Следовательно, денатурированные белки лучше перевариваются. Но длительный нагрев приводит к снижению перевариваемости вследствие агрегирования белков.

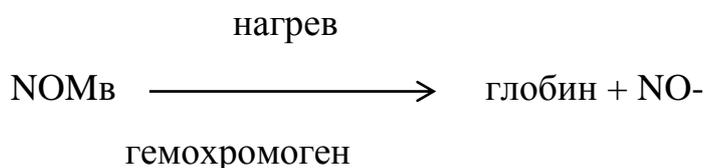
За собственно денатурацией следует агрегирование белковых частиц в крупные образования. Внутримолекулярные связи заменяются межмолекулярными, то есть происходит *коагуляция* белка. Коагуляция ускоряется с повышением температуры и длительности нагрева.

Заметные денатурационные изменения при нагревании мышц наступают при температуре 45 °С, когда мышцы начинают сокращаться. При дальнейшем нагреве наблюдается дальнейшее укорачивание мышцы, это явление необратимо.

Основные денатурационные изменения завершаются при достижении температуры 70 °С, когда тканевые ферменты утрачивают свою активность, поэтому при умеренном нагреве конечная температура мясных изделий составляет от 65 °С до 70 °С в центре продукта.

При этой температуре происходит денатурация миоглобина и гемоглобина, сопровождающаяся характерным для сложных белков ослаблением связей между глобином и протетической группой - гемом. В результате гем отщепляется и, вступая в поточные реакции, изменяет окраску

. Введение в мясо нитрита позволяет стабилизировать окраску вареного мяса. При нагреве нитрозомиоглобин денатурирует с образованием окрашенного в красный цвет нитрозогемохромогена.



Важнейшим результатом тепловой обработки мясного сырья является изменение свойств основного белка соединительной ткани - коллагена. Сваривание и гидротермический распад коллагена повышают усвояемость белка, уменьшают прочность соединительной ткани, поэтому для сырья с высоким содержанием коллагена состояние кулинарной готовности определяется степенью распада коллагена.

В клеежелятиновом производстве, при производстве застудневающих мясопродуктов гидротермический распад коллагена является главным технологическим процессом получения желатина и клеящих веществ.

Изменения жиров. Нагрев тканей, содержащих жир, сопровождается его плавлением. Если нагрев протекает в водной среде, часть жира образует с водой эмульсию. При достаточно длительном нагреве в контакте с водой жир претерпевает химические изменения. Возрастание кислотного числа свидетельствует о гидролитическом распаде жира. Отщепляющиеся при гидролизе низкомолекулярные кислоты участвуют в формировании запаха мяса после варки.

Изменения экстрактивных веществ. Изменения экстрактивных веществ мяса при нагреве играют решающую роль в формировании специфических аромата и вкуса вареного мяса.

Тщательно отмытое от растворимых в воде веществ мясо после варки обладает очень слабым запахом, а водная вытяжка после нагрева имеет вкус и запах вареного мяса.

В формировании запаха и вкуса вареного мяса участвует большое количество веществ различной химической природы. Известно, что важную

роль в этом играет *глутаминовая кислота* и ее соли. Даже в очень малых количествах (около 0,03 %) эти соединения придают продукту вкус мяса. Глутаминовая кислота образуется при нагреве в слабокислой среде (рН равным 6 и ниже) из глутамина (амида глутаминовой кислоты), содержащегося в мышечной ткани.

Существенное значение в образовании вкуса и аромата мяса играют также инозиновая *кислота*, *креатин*, *креатинин*; меркаптаны, образующиеся в ходе превращений серусодержащих аминокислот; летучие карбонильные соединения, летучие жирные кислоты и др.

В образовании специфического аромата и вкуса мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования, начальным этапом которой является окислительно-восстановительное взаимодействие аминокислот с редуцирующими сахарами, содержащимися в мясе. Наиболее склонны к такому взаимодействию моносахариды (рибоза, глюкоза), гликокол, лейцин, аланин.

В ходе таких реакций образуются различные карбонильные соединения (преимущественно альдегиды), являющиеся ароматобразующими веществами.

В ходе реакций образуются также окрашенные продукты темно-коричневые меланоидины, придающие продукту коричневую окраску.

Реакция меланоидинообразования в обычных условиях протекает медленно, а при нагревании резко ускоряется. Наиболее наглядно ее последствия проявляются при жарении мяса.

На ход реакции меланоидинообразования влияет степень созревания мяса, продукты жизнедеятельности микрофлоры (например, при посоле). С развитием автолиза мышечной ткани мяса в его составе увеличивается число и количество свободных аминокислот, а также содержание рибозы (за счет распада нуклеотидов) и глюкозы (вследствие амилолиза гликогена).

Развитие полезной микрофлоры при длительном созревании сопровождается накоплением продуктов распада белков.

Изменения витаминов. Тепловая обработка мяса приводит к уменьшению содержания некоторых витаминов в результате их химических изменений, а также потерь во внешнюю среду. В зависимости от способа и условий тепловой обработки мясо теряет от 30 % до 60 % тиамина, от 15 % до 30 % пантотеновой кислоты и рибофлавина, от 10 % до 35 % никотиновой кислоты, от 30 % до 60 % пиридоксина, часть аскорбиновой кислоты.

Влияние нагрева на микрофлору

В результате нагрева мясопродуктов до температуры от 68 °С до 70 °С уничтожается до 99 % начального количества микроорганизмов. Большинство микроорганизмов в вегетативной форме погибает при нагреве до 60 °С-70 °С в течение 5-10 минут. Однако некоторые выдерживают более жесткий нагрев. Среди остающихся микроорганизмов около 90 % составляют споровые формы; анаэробы обнаруживаются редко и в небольших количествах. Абсолютное количество остающихся жизнедеятельных микробов в значительной степени зависит от начальной микробиальной загрязненности продукта.

Таким образом, конечная температура нагрева мясных изделий при умеренном нагреве (65 °С-70 °С в центре продукта) обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность изделий и повышает их стабильность при хранении.

Нагрев при высоких температурах

Нагрев продукта до температуры выше 100 °С в течение регламентированного времени в мясной промышленности применяют либо для консервирования мясопродуктов в герметичной таре, либо для полного уничтожения вредоносной, в том числе споровой микрофлоры с целью обезвреживания продукта. В обоих случаях нагрев, необходимый для достижения соответствующего эффекта называют *стерилизацией*.

Влажный нагрев мяса при температуре 134 °С обеспечивает уничтожение всех видов спор, включая и споры наиболее термоустойчивых микроорганизмов, в течение 5-ти минут (*полная стерилизация*). Однако применение

столь высоких температур для консервирования мясопродуктов приводит к глубоким химическим изменениям продукта, обуславливающим снижение его пищевой ценности и качества. В связи с этим при производстве консервированных мясопродуктов используют *промышленную стерилизацию*, цель которой - уничтожение тех форм микроорганизмов, которые могут развиваться при обычных условиях хранения и вызывать порчу консервов или образовывать опасные для здоровья человека продукты своей жизнедеятельности (токсины).

Наиболее распространенная и предельно допустимая температура промышленной стерилизации располагается в пределах 120 °С. При этом подбирают такую продолжительность нагрева, которая обеспечивает эффективное обезвреживание споровых форм микробов.

Правильно выбранный и научно обоснованный режим стерилизации (температура и продолжительность ее воздействия) должен гарантировать высокое качество консервируемого продукта при наличии определенной степени стерильности, при которой полностью отсутствуют возбудители ботулизма и другие токсигенные и патогенные формы, а количество неопасных для здоровья человека микроорганизмов не превышает установленных норм.

Таким образом, промышленной стерилизацией не всегда достигается абсолютная стерильность консервов, но обеспечивается их доброкачественность и стойкость при хранении.

При необходимости полной стерилизации сырье с целью его обезвреживания в случае наличия спорогенных болезнетворных бактерий нужен нагрев при температуре 135 °С и выше (например, при стерилизации непищевого сырья в цехе технических фабрикатов в процессе получения кормовой муки).

Влияние нагрева на микрофлору

Нагрев при температурах выше 100 °С уничтожает вегетативные формы микроорганизмов и большую часть споровых, что обусловлено дена-

турацией белков протоплазмы живых клеток и разрушением ферментов. Одновременно под воздействием нагрева перерождаются сохранившиеся споры, их способность к прорастанию резко снижается. Количество остаточной микрофлоры зависит как от температуры, так и от продолжительности обработки.

Не исключается наличие в стерилизованных консервах единичных спор мезофильных бацилл типа *Bac. Subtilis* (сенная палочка), *Bac. Mesentericus* (картофельная палочка). Для поддержания высокого санитарного уровня консервного производства степень обсемененности сырья спорами этих микроорганизмов не должна превышать 10^3 на 1 г, что обеспечивает содержание остаточной микрофлоры не более 1-й споры на 10 г готового консервированного продукта.

К наиболее устойчивым спорогенным микробам, способным вызывать пищевые отравления, относится *Cl. Botulinum*. Его споры выдерживают нагрев при 110 °С в течение 30 минут, а при 115 °С - 12 минут.

Споры различных микроорганизмов обладают разной устойчивостью к действию высоких температур. Споры анаэробов отмирают медленнее, чем споры аэробов.

Устойчивость микроорганизмов к нагреву зависит от свойств стерилизуемой среды. Существенное значение имеет величина рН. В кислой среде термоустойчивость микроорганизмов снижается.

Чем больше жира в консервах, тем более жестким должен быть режим стерилизации. Жир защищает споры от воздействия воды при нагреве, который приобретает характер «сухого».

Достаточно низкий коэффициент теплопроводности пищевых продуктов определяет постепенность нагрева содержимого консервов. Центральная часть консервной банки начинает стерилизоваться при заданной температуре значительно позже, чем периферийные слои, поэтому при расчете времени отмирания ориентируются на микрофлору, находящуюся в центральной части банки, и отсчет времени ведут с момента достижения

температуры собственно стерилизации в геометрическом центре банки. Микрофлора начинает погибать уже при температурах ниже заданной температуры стерилизации, поэтому при определении эффекта стерилизации это обстоятельство принимают во внимание.

Изменения в мясе при нагреве

По характеру воздействия на продукт нагрев при температуре выше 100 °С в закрытых емкостях (стерилизация) сохраняет особенности влажного нагрева. При этом в мясе происходят такие характерные изменения, как тепловая денатурация растворимых белков, сваривание и гидротермический распад коллагена соединительной ткани, гидролиз и окисление жиров, изменения витаминов и экстрактивных веществ, структуры и органолептических показателей продукта. Отличие по сравнению с умеренным (до 100 °С) нагревом заключается в том, что стерилизация в значительной степени катализирует скорость гидролитических процессов основных компонентов мяса, глубина которых возрастает с увеличением продолжительности стерилизации и повышением температуры.

Изменения белковых веществ. При стерилизации может происходить глубокая деструкция растворимых белков до полипептидов. При этом часть полипептидов гидролизуется до низкомолекулярных соединений. Могут происходить процессы дезаминирования и декарбоксилирования некоторых аминокислот, сопровождающиеся разрушением и потерей части из них, в том числе и незаменимых. На степень потерь аминокислот при стерилизации влияет реакция среды, например, нагрев при 105 °С в течение 48 час в кислой среде приводит к полному разрушению триптофана.

Стерилизация вызывает усиление гидротермического распада коллагена до глютина и гидролиз глютина до глютоз. Изменения коллагена при стерилизации положительно влияют на перевариваемость белка. Благодаря гидролизу коллагена мясо становится более нежным. В связи с этим в консервном производстве широко используют мясо с большим содержанием соединительной ткани. В то же время жесткие режимы стерилизации

вызывают глубокий гидролиз коллагена, снижение способности бульонов к застудневанию, разволокнение мяса.

С повышением температуры и длительности нагрева возрастает степень коагуляционных изменений белков, что снижает перевариваемость белков пищеварительными ферментами.

Использование необоснованно жестких режимов стерилизации приводит к значительному снижению пищевой ценности продукта.

Изменения жиров. При стерилизации значительно ускоряется гидролиз жиров и насыщение двойных связей радикалов жирных кислот гидроксильными группами. Свидетельством этих изменений являются рост кислотного числа и уменьшение йодного числа. При высокотемпературном нагреве происходит также окисление жиров и их термическая полимеризация. Образующиеся при этом карбонильные соединения обладают токсичными свойствами.

Изменения экстрактивных веществ и витаминов. При стерилизации эти изменения протекают как процесс накопления экстрактивных веществ за счет распада высокомолекулярных соединений и уменьшение их количества вследствие распада под влиянием нагрева. По этой причине качественный и количественный состав летучих соединений в вареном и стерилизованном мясе отличается, что сопровождается появлением у продукта специфического «аромата автоклава».

Если при умеренном нагреве решающая роль в аромато- и вкусообразовании принадлежит глютамину, глютаминовой и адениловой кислотам, формирование «вкуса и запаха стерилизации» в консервированных продуктах обусловлено, в основном, накоплением конечных продуктов гидротермического распада белков: аммиака, углекислого газа, сероводорода, мерка-птанов и др.

На процесс образования вкуса и запаха у консервированного мяса существенно влияет также образование альдегидов, летучих жирных кислот и других соединений. Скорость реакции меланоидинообразования ускоряется

как за счет высокой температуры, так и за счет увеличения количества свободных аминокислот и глюкозы.

Разрушение аминокислот, в том числе незаменимых, при высокотемпературном нагреве в течение чрезмерно большого времени приводит к снижению пищевой ценности продукта.

Разрушение витаминов при стерилизации различно. Наименьшей устойчивостью обладают витамины С, D, В₁, тиамин, никотиновая и пантотеновая кислоты. В зависимости от вида стерилизуемого продукта и режима стерилизации уровень их потерь может составлять от 40 до 90 % от исходного количества.

Более термостойкими являются витамины А, Е, К, В.

Таким образом, ухудшение качества консервированных мясопродуктов при стерилизации обусловлено уменьшением доли полноценного белка, ускорением гидролиза и окисления жиров, потерями витаминов, нежелательными изменениями экстрактивных веществ. Кроме того, при стерилизации изменяются структурно-механические свойства продукта.

Выбор оптимальных режимов стерилизации - путь к повышению качества консервированных мясопродуктов.

1.5 Физико-химические изменения мясопродуктов при копчении

Цель и способы копчения

Копчение - это обработка мясопродуктов коптильным дымом с целью придания специфических органолептических свойств и удлинения сроков хранения.

Мясные продукты обрабатывают как горячим дымом (обжарка, горячее копчение, запекание в дыму), так и холодным дымом (холодное копчение).

Обжарка - кратковременная обработка продукта дымовоздушной смесью при температуре от 90 °С до 110 °С до достижения в толще продукта

температуры от 45 °С до 50 °С. Обжарке подвергают вареные колбасы, сосиски, сардельки, полукопченые колбасы перед их варкой.

Горячее копчение проводится при температуре от 35 °С до 50 °С в течение 12-48 часов. Горячее копчение применяют при изготовлении полукопченых, варено-коп-ченых колбас и копченостей.

Запекание в дыму при температуре от 70 °С до 120 °С используют при изготовлении копчено-запеченных изделий из мяса.

Холодному копчению при температуре от 18 °С до 22 °С подвергают сырокопченые колбасы (до 3-х суток) и сырокопченые копчености.

Состав и свойства коптильного дыма

Коптильный дым - это сложная дисперсионная система типа аэрозоля. Дисперсионной средой является парогазовая смесь, состоящая из воздуха, газообразных продуктов горения, паров коптильных веществ и водяных паров. Дисперсная фаза представлена частицами жидких и твердых веществ - продуктов неполного сгорания древесины. Основная масса коптильных веществ сосредоточена в дисперсной фазе. В дыме присутствуют частицы золы и сажи, являющиеся нежелательными примесями.

В составе коптильного дыма найдены следующие классы органических соединений: органические кислоты, альдегиды и кетоны, спирты, фенолы и их эфиры, амины, ароматические углеводороды и др.

Коптильный дым получают в результате тления, то есть медленного горения без пламени древесины при недостаточном доступе воздуха.

Состав и качество коптильного дыма изменяются в зависимости от вида применяемой древесины и условий сжигания: температуры, количества воздуха в зоне горения, скорости отвода дыма, влажности, способа получения дыма, степени измельчения древесины.

Более приемлемой для получения коптильного дыма является древесина лиственных пород: бук, дуб, ольха, береза, клен, ясень, тополь и др. . Применение различных пород дерева позволяет получить разнообразный аромат, вкус и цвет мясопродуктов.

Лучший по составу и свойствам дым получается при температуре от 220 °С до 300 °С. Понижение температуры сопровождается увеличением количества сажи, более темной окраской и ухудшением аромата и вкуса. При температуре выше 300 °С возникает опасность образования канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), например, бензопирена.

Фенольная фракция копильного дыма обладает широким спектром действия на свойства изделий. Компоненты копильного дыма обладают различными свойствами и играют важную роль в формировании качества копильных изделий (таблица 1.8).

Таблица 1.8 - Влияние копильного дыма на копильные изделия

| Свойства | Фракции дыма |
|--|---|
| Вкус копчения | Фенолы, органические кислоты, карбонильные соединения |
| Аромат копчения | Все фракции, кроме углеводной |
| Цвет | Фенолы, смолы, углеводная фракция |
| Бактерицидное и бактериостатическое действие | Фенолы, органические кислоты |
| Антиокислительное действие | Фенолы |

Основные процессы, происходящие при копчении мясопродуктов, и их значение

Копчение следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных процессов: собственно копчение, обезвоживание, биохимические изменения и структурообразование. Совокупность протекающих процессов зависит от условий копчения.

Собственно *копчение* можно рассматривать как совокупность следующих процессов:

- 1 Осаждение копильных веществ на поверхности продукта;
- 2 Диффузия в толщу продукта и накопление копильных веществ;
- 3 Взаимодействие копильных веществ с составными частями продукта.

Температура копчения является наиболее существенным фактором, определяющим интенсивность этих процессов. Внутренний перенос коптильных веществ зависит также от тканевого состава продукта, степени измельчения, свойств поверхности и других факторов. В частности, при температурах от 35 °С до 50 °С эффект копчения достигается вдвое быстрее, чем при 18 °С-22 °С; шпиг накапливает коптильные вещества в 1,5 раза интенсивнее, чем свинина, и в 2,1 раза больше, чем говядина. Кишечные оболочки на 20-25 % более проницаемые для коптильных веществ, чем искусственные.

Следствием адсорбции коптильных веществ, их диффузии, накопления и взаимодействия с составными частями продукта являются следующие изменения.

Продукты приобретают острый, приятный, своеобразный вкус и аромат копчения, темно-красный цвет и блеск на поверхности.

Проникновение в продукт некоторых фракций дыма, особенно фенольной и органических кислот, обладающих высоким бактерицидным и бактериостатическим действием, подавляет развитие гнилостной микрофлоры, повышает устойчивость изделий при хранении, то есть копчение является одним из способов консервирования, особенно в сочетании с посолом и сушкой. Наиболее чувствительны к действию дыма кишечная палочка, протей, стафилококк. Наиболее устойчивы к действию коптильных веществ плесени. Бактерицидное действие дыма проявляется, прежде всего, на поверхности продукта, где выше концентрация коптильных веществ.

Таким образом, важнейшим следствием копчения является образование периферийной защитной зоны (толщиной около 5 мм), предохраняющей продукт от внешней микрофлоры и окислительного действия кислорода воздуха.

Фенолы, хорошо поглощаемые жировой тканью, имея высокие антиокислительные свойства, тормозят окисление липидов, что особенно важно для копченых продуктов длительного хранения, например,

сырокопченых. Кроме того, фенолы обладают дубящим действием на коллаген, в результате этого белковая оболочка (для колбас), и поверхностные слои продукта упрочняются, что усиливает их защитные свойства к действию микроорганизмов.

Помимо перечисленных положительных изменений при копчении имеют место нежелательные явления. Взаимодействие компонентов копильного дыма с белками мяса сопровождается снижением их перевариваемости. Возможность образования при копчении и попадания в продукт ПАУ снижает гигиеническую оценку изделий.

Помимо собственно копчения во всех случаях обработки продуктов копильным дымом происходит их *обезвоживание* в результате испарения части влаги. Например, при копчении сырокопченых изделий может удалиться до 25 % влаги от содержащейся в продукте до копчения. Полукопченые и варено-копченые колбасы теряют при копчении до 10 % влаги к начальной массе. Удаление влаги при копчении задерживает развитие микрофлоры, придает изделию характерные органолептические характеристики и позволяет снизить содержание влаги в продукте до регламентированного стандартом уровня. В случае необходимости дополнительное удаление влаги ведут при сушке изделий.

Если копчение проводится при относительно высоких температурах (55 °С и выше), во время копчения имеют место также процессы, характерные для тепловой обработки: денатурация и коагуляция мышечных белков, сваривание и гидротермический распад коллагена, превращения других веществ. Интенсивность и глубина этих изменений зависят от температуры, при которой ведется копчение.

Если копчение проводится в течение длительного времени и при температурах, не ограничивающих деятельность микроорганизмов и тканевых ферментов (холодное копчение), в продукте развиваются сложные биохимические процессы, существенным образом влияющие на свойства готовых изделий.

При холодном копчении сырокопченых изделий продолжают автолитические процессы созревания и селективного развития микроорганизмов, начавшиеся при посоле и осадке. Под влиянием тканевых и микробиальных ферментов протекает гидролитический распад белков и жиров, что сопровождается накоплением соединений, ответственных за вкус и аромат продукта. Продолжаются процессы формирования нитритной окраски, в которых участвуют и молочнокислые микроорганизмы.

Гидролиз белковых веществ приводит к заметному разрушению клеточной структуры сырья и образованию новой более монолитной структуры. Она возникает в результате многочисленных коагуляционных связей между частицами, являющимися продуктами деструкции тканей. К концу холодного копчения в 2,5-3 раза уменьшается содосвязывающая способность фарша, в 1,5-2 раза снижается пластичность. Вместе с этим возрастает связность и прочность структуры.

Таким образом, несмотря на очень важную роль коптильных веществ, для разных способов копчения технологический эффект определяется не только накоплением в продукте того или иного количества компонентов дыма, но и последствиями ряда других взаимосвязанных процессов, сопровождающих собственно копчение.

Понятие о бездымном копчении

Сущность бездымного копчения состоит в том, что обработку изделий в коптильной камере заменяют либо введением коптильного *препарата* непосредственно в продукт (в фарш при его составлении, вместе с рассолом), либо нанесением его на поверхность продукта (погружением в коптильную жидкость, разбрызгиванием, обмазыванием).

Основой для изготовления коптильных препаратов (жидкостей) служат конденсаты, получаемые улавливанием компонентов дыма водой. Такого рода растворы подвергают различным видам обработки, получая коптильные препараты, которые могут значительно отличаться по химическому составу.

Преимущества использования коптильных препаратов:

- 1 Отсутствие в копильных препаратах канцерогенных ПАУ;
- 2 Исключение необходимости в оборудовании для получения дыма;
- 3 Повышение экологической безопасности производства (отсутствие выбросов дыма в атмосферу);

4 Возможность более точной дозировки и состава копильных веществ.

Вместе с этим бездымное копчение имеет ряд недостатков:

- 1 Неадекватность состава и соотношения копильных веществ в копильных препаратах и копильном дыме;
- 2 Высокая трудоемкость поверхностной обработки продуктов копильными препаратами;
- 3 Отсутствие полной имитации запаха, вкуса и цвета у продуктов по сравнению с традиционным копчением.

1.6 Физико-химические изменения свойств мясных продуктов при сушке

Определение, цель и режимы сушки

Сушка - финальная технологическая операция при производстве сырокопченых, сыровяленых, варено-копченых, полукопченых колбас, сырокопченых штучных изделий из мяса. Полукопченые, варено-копченые колбасы подвергаются сушке после варки и горячего копчения, сырокопченые - после холодного копчения (без тепловой обработки).

Цель сушки - обезвоживание продукта за счет испарения влаги в окружающую среду для повышения стойкости к действию гнилостной микрофлоры в процессе хранения.

При производстве мясных продуктов применяют неполное обезвоживание и комбинируют его с другими способами консервирования (посолом, копчением). Снижение массовой доли влаги в продукте при сушке сопровождается увеличением относительного содержания соли, нитрита, копильных веществ, что обеспечивает повышение устойчивости изделия

при хранении, кроме того, повышается содержание сухих питательных веществ в единице массы изделия.

Например, если для вареных колбас массовая доля влаги может колебаться в интервале от 60 % до 70 %, то для полукопченых она составляет от 38 % до 48 %, варено-копченых - не более 38 %, сырокопченых от 25 % до 27 % (данные приведены для колбас традиционного ассортимента).

Сушку колбас и копченостей осуществляют в сушильных камерах, снабженных кондиционерами для поддержания требуемых параметров воздуха: температура 12 °С, относительная влажность воздуха 75 %.

Длительность сушки зависит от вида изделия и составляет для полукопченых колбас 1-2 суток (их сушат, если массовая доля влаги выше допустимой, а также в случае длительного транспортирования), для варено-копченых от 3 до 7 суток, для сырокопченых от 25 до 30 суток.

Важным моментом является необходимость поддержания стабильных параметров воздуха в камерах сушки, так как даже незначительные отклонения приводят к увеличению длительности процесса и появлению дефектов готовой продукции.

Механизм сушки

При сушке вареных изделий (полукопченые, варено-копченые колбасы) процесс не осложняется какими-либо сопутствующими явлениями. При сушке сырых изделий развиваются процессы, вызываемые деятельностью тканевых ферментов (созревание) и микрофлоры, а также процессы структурообразования. Все эти процессы взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому при сушке сырых изделий выбор режима определяется не только из соображений интенсификации обезвоживания продукта, но и с учетом влияния развития внутренних процессов на качество продуктов. При сушке вареных изделий это значения не имеет.

Таким образом, сушка сырокопченых и сыровяленых колбас относится к числу наиболее сложных технологических процессов.

Процесс сушки складывается из следующих фаз:

- 1) парообразование на поверхности и в глубине продукта;
- 2) перенос водяных паров во внешнюю среду через пограничный слой (внешний влагоперенос);
- 3) перенос влаги от центра к поверхности (внутренний влагоперенос).

Движущей силой внешнего влагопереноса является разность парциальных давлений водяного пара на поверхности продукта и в окружающей среде.

В результате внешнего влагопереноса создается градиент влажности внутри колбасного батона, являющийся движущей силой внутреннего переноса влаги.

Следствием внутреннего переноса влаги является перенос водорастворимых веществ и концентрация последних в зоне испарения влаги. Вследствие этого возникает градиент их концентраций, направленный от центра к периферии продукта.

Ход сушки зависит от скорости фазового превращения влаги, скорости переноса влаги внутри продукта и скорости внешнего влагопереноса через пограничный слой. Последний оказывает сопротивление тепло- и массообменным процессам, так как отличается повышенным влагосодержанием и пониженной температурой. Толщина этого пограничного слоя (образуется непосредственно у поверхности продукта) зависит от скорости движения воздуха в камере.

Однако при сушке мясопродуктов для снижения толщины пограничного слоя не используют искусственную конвекцию воздуха в камере сушки, так как повышение скорости движения воздуха приводит к неравномерному высыханию внешнего и внутреннего слоев.

Скорость сушки внешнего слоя при прочих равных условиях всегда выше, чем у внутренних слоев. При этом влагосодержание центрального слоя может превышать показатель внешнего слоя в 1,5 раза и более.

Внешний слой уплотняется, усаживается, оказывая сопротивление переносу влаги внутри продукта и тормозя процесс сушки.

Быстрое высушивание внешнего слоя может привести появлению закала - дефекта, характерного для сырокопченых колбас, поэтому при сушке необходимо регулировать температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха.

Внутренний влагоперенос, а значит, и скорость сушки зависят от свойств продукта: содержания и прочности связи влаги с материалом, тканевого состава продукта, вида оболочки, диаметра батона и др.

Наиболее высокую влажность имеют сырокопченые колбасы, поступающие на сушку. До начала сушки на этапе осадки и холодного копчения испаряется от 35 % до 45 % от общего количества удаляемой влаги. У варено-копченых колбас влажность перед сушкой ниже, так как они подвергались варке и горячему копчению.

Чем выше исходная влажность подвергаемого сушке продукта, тем дольше процесс сушки, тем больше значение имеют параметры сушки и их стабильность.

Изменение свойств мясопродуктов при сушке

Формирование структуры. При сушке сырых продуктов продолжают начавшиеся ранее (посол, осадка, холодное копчение) разрушения клеточной структуры мяса за счет ферментативного гидролиза *белков* (под действием тканевых и микробиальных ферментов). До 15 % белков разрушаются до полипептидов и низкомолекулярных азотистых соединений. Эти изменения приводят к повышению гомогенности фарша, формированию характерной для этих изделий монолитной структуры.

Вместе с этим протекает противоположно направленный процесс - вторичное *структурообразование* за счет агрегирования белков на фоне снижения рН фарше (деятельность молочнокислой микрофлоры) и его обезвоживания.

Таким образом, специфическая для сырокопченых и сыровяленых колбас плотная монолитная структура формируется за счет протекания противоположно направленных процессов гидролиза и агрегирования бел-

ков. Вторичное структурообразование сопровождается снижением степени перевариваемости белков пищеварительными ферментами.

Формирование вкусоароматических характеристик колбас. Количество накапливающихся вкусоароматических веществ и степень выраженности вкуса и аромата сырокопченых и сыровяленых колбас связаны с глубиной развития ферментативных процессов при созревании-сушке и с деятельностью микрофлоры. Специфический вкус и запах этих видов колбас обусловлены, главным образом, присутствием карбонильных соединений, серусодержащих компонентов (меркаптаны и др.), органических кислот, спиртов, эфиров, летучих жирных кислот. Определенную роль играет молочная кислота, как продукт ферментативного превращения углеводов и сахаров, а также пептиды, свободные аминокислоты и продукты гидролиза жиров. В сырокопченых колбасах своеобразный вкус и аромат дополняется проникновением в продукт коптильных веществ.

Формирование окраски сырых продуктов при сушке происходит медленно вследствие невысоких температур на фоне обезвоживания продукта, роста концентрации поваренной соли и присутствия денитрифицирующей микрофлоры. Окраска сырокопченых и сыровяленых колбас определяется наличием не денатурированных пигментов мяса, прежде всего нитрозопигментов.

Положительно влияет на процесс формирования нитритной окраски снижение величины рН фарша при созревании-сушке за счет жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов. Кроме того, микробы фарша способствуют восстановлению нитрита, накоплению редуцирующих веществ, что приводит к интенсификации реакций цветообразования.

2 Микробиология мяса и мясных продуктов

2.1 Микробиология мяса

Микрофлора организма животных

Микрофлора организма животных состоит из постоянной (нормальной) микрофлоры и случайной. Постоянная микрофлора сформировалась в процессе эволюции и состоит из микроорганизмов, приспособившихся к условиям существования в различных системах организма. Микробы обитают в системах организма, соприкасающихся с внешней средой: в желудочно-кишечном тракте, кожно-шерстных покровах, в дыхательных путях и т.д.

Микрофлора кожи и шерстного покрова представлена различными микроорганизмами, попадающими из воздуха, почвы, выделений животных, подстилки и других объектов, с которыми соприкасаются животные. Постоянными микроорганизмами кожи являются в основном кокковые формы бактерий, а также некоторые палочковидные бактерии: кишечная, синегнойная, сенная палочки. Кокки обитают в волосяных мешочках, в протоках сальных и потовых желез. При снижении иммунитета животного они могут вызывать гнойные воспалительные процессы. Количество микроорганизмов на коже зависит от условий содержания животных и составляет от нескольких сот тысяч до 1-2 млрд. клеток на 1 см².

Микрофлора пищеварительной системы наиболее обильная и разнообразная. Ее количественный и качественный состав зависят от состава кормов, их микрофлоры, от условий в разных отделах пищеварительного аппарата.

В рубце жвачных животных находятся сотни миллионов микроорганизмов в 1 г содержимого. Основную микрофлору составляют возбудители различных брожений, под действием которых происходит переработка кормов. Микроорганизмы рубца участвуют в разложении клетчатки,

расщеплении белков, мочевины и др. веществ. Эти же микробы синтезируют витамины и другие соединения, полезные для организма животных. Микроорганизмы рубца передвигаются в нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта, перевариваются и существенно пополняют белковый баланс животных.

Микрофлора желудка и тонкого кишечника немногочисленная, что объясняется неблагоприятными условиями для развития микробов. Микрофлора данного отдела представлена кишечными палочками, энтерококками и бациллами, среди которых нередко встречаются штаммы, обладающие токсигенными свойствами.

Толстый кишечник густо населен микроорганизмами. В 1 г содержимого толстого кишечника находятся сотни миллионов микроорганизмов, что обусловлено длительным пребыванием в кишечнике остатков пищи и отсутствием бактерицидных факторов. Преобладают в микрофлоре толстого кишечника бактерии группы кишечной палочки, энтерококки, возбудители брожений, гнилостные бактерии. Постоянная микрофлора толстого кишечника обладает антагонистическим действием в отношении патогенных и гнилостных бактерий, участвует в обеспечении организма животных витаминами группы В, С и К.

Среди постоянных обитателей кишечника имеются условно-патогенные штаммы, способные вызывать заболевания при ослаблении иммунитета. Кроме того, могут присутствовать патогенные микроорганизмы, носителями которых являются животные: сальмонеллы, палочка ботулизма.

При заболевании животных, при длительном лечении антибиотиками происходит изменение состава микрофлоры кишечника: дисбактериоз. При этом уменьшается количество или совсем исчезают кишечные палочки, молочнокислые бактерии, что влечет за собой снижение полезного влияния облигатной микрофлоры. В кишечнике увеличивается количество гнилостных бактерий, появляются токсигенные штаммы кишечной палочки, создаются условия для размножения грибов и патогенных бактерий. При

дисбактериозе отмечается истощение животных, отставание в росте, появляются желудочно-кишечные заболевания.

В вымени коров могут содержаться различные микроорганизмы, в том числе и патогенные, чаще всего гноеродные стафилококки, вызывающие гнойные воспаления. В других системах организма (дыхательная, мочеполовая) также содержатся микроорганизмы, но в меньшем количестве.

Причины и источники эндогенного обсеменения мяса

Мышечная ткань здоровых животных теоретически должна быть стерильной. Однако при убое животных в условиях мясокомбината мясо обычно содержит различное количество микроорганизмов. Эта микрофлора может быть результатом эндогенного (прижизненного) или экзогенного (послеубойного) путей обсеменения.

Эндогенное инфицирование органов и тканей происходит в основном при жизни животного. Это бывает при заболевании животных. Возбудители заболеваний находятся в определенных органах и тканях, но периодически могут появляться в крови и разноситься по организму, инфицируя внутренние органы и мускулатуру.

У здоровых животных эндогенное обсеменение органов и тканей микроорганизмами связано со снижением естественной сопротивляемости организма, которое происходит под влиянием различных неблагоприятных факторов, как то стрессовое состояние убойных животных, обусловленное изменением привычной обстановки, утомление, переохлаждение, перегревание, травма и др. При снижении общей сопротивляемости организма (иммунитета) наступает нарушение барьерной функции слизистых оболочек, соединительной ткани, и микроорганизмы из мест постоянного обитания проникают в мускулатуру и внутренние органы по кровеносным и лимфатическим сосудам. При этом появляются не только сапрофитные микроорганизмы, но и патогенные, например, сальмонеллы, возбудители ботулизма, носителями которых являются животные.

Посмертное эндогенное обсеменение органов и тканей микроорганизмами начинается сразу после обескровливания. Стенка кишечника становится легко проницаемой для микроорганизмов, и они проникают из кишечного тракта вначале в лимфатические узлы, потом в ткани и органы. Через час после убоя и обескровливания в мезентериальных лимфатических узлах здоровых свиней обнаруживается до 300 тысяч микроорганизмов в 1 г.

Для предотвращения обсеменения мяса и внутренних органов микроорганизмами необходимо как можно быстрее удалить кишечник из брюшной полости. Если удаление внутренних органов производят спустя 2 часа с момента обескровливания животных, то в ткани проникает большое количество микроорганизмов из кишечника. В соответствии с правилами ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов такие мясные туши подлежат обязательному микробиологическому исследованию.

Большое влияние на степень микробного обсеменения мяса оказывает реакция (рН) мяса, которая зависит от содержания гликогена в мышечной ткани. В процессе созревания мяса происходит разложение гликогена с образованием молочной кислоты, в результате чего рН мяса снижается. В мышечной ткани здоровых, упитанных, отдохнувших животных содержится большое количество гликогена. В таком мясе создается кислая реакция в интервале от 5,6 до 5,9. Кислая реакция препятствует развитию микроорганизмов, особенно гнилостных бактерий.

В мышечной ткани больных, ослабленных, плохо упитанных, утомленных животных гликогена содержится почти в 2 раза меньше, следовательно, образуется меньше молочной кислоты и рН снижается незначительно. Обычно мясо таких животных имеет рН 6,2 и выше. В таком мясе гнилостные микроорганизмы развиваются быстрее, что обуславливает быструю порчу мяса.

При эндогенном обсеменении микроорганизмы обнаруживаются не только на поверхности, но и в глубине мышечной ткани. Мясо, полученное

от больных, истощенных, утомленных животных, для которых характерно снижение естественной сопротивляемости организма, содержит микроорганизмы в глубоких слоях ткани.

Эндогенное инфицирование мяса патогенными микроорганизмами не всегда сочетается с одновременным проникновением в мясо санитарно-показательных микробов, например, бактерий группы кишечной палочки. Это значительно снижает роль санитарно-показательных микроорганизмов как показателя эпидемиологического неблагополучия.

Для уменьшения эндогенного бактериального загрязнения мяса применяют комплекс профилактических мероприятий, включающих бережную транспортировку убойных животных, обязательный предубойный отдых, дифференцированный по продолжительности, соблюдение сроков предубойного голодания и жажды.

Экзогенное обсеменение мяса

Экзогенное обсеменение мяса микроорганизмами происходит во время убоя животных и при последующих операциях разделки туш, транспортировке мяса. Источниками микробного обсеменения мяса служит шкура животных, желудочно-кишечный тракт, оборудование, руки и одежда работников, инструменты, воздух, вода. Степень экзогенного загрязнения мяса зависит в первую очередь от соблюдения санитарных правил, соблюдения технологии разделки туш.

Рассмотрим источники экзогенного обсеменения мяса микроорганизмами в убойно-разделочном цехе по ходу технологического процесса.

В процессе обескровливания при работающем сердце в перерезанных шейных венах создается отрицательное давление, в результате чего идет частичное засасывание крови, воздуха, загрязнений с шерстного покрова. С загрязненной кровью микробы разносятся по организму и попадают в мышечную ткань.

Основным источником экзогенного обсеменения туш является съемка шкур, при которой возможно значительное загрязнение поверхности туши. На 1 см² поверхности шкуры обнаруживают до 500 млн. микроорганизмов, а иногда и больше. Наибольшее загрязнение шкур животных отмечается весной и осенью.

Грязь с поверхности шкур попадает на поверхность мясных туш в момент отрыва. Степень загрязнения зависит от способа съемки шкуры. При работе установок для механической съемки шкур с крупного рогатого скота происходит значительное обсеменение микроорганизмами большой поверхности туш. При механической съемке шкур на подвесных путях степень микробного обсеменения туш существенно ниже.

Загрязнение поверхности туш при съемке шкур происходит также с рук рабочих и с инструментов, на которых обнаруживаются десятки - сотни млн. микробных клеток. Для снижения загрязнения туш с рук и инструментов необходимо производить периодически их санитарную обработку в растворе хлорной извести.

Большое количество микробов попадает на поверхность туш из воздуха убойно-разделочного цеха. Наиболее высокое содержание микробов отмечается в воздухе вблизи установок съемки шкур, около места подвешивания оглушенных животных и на линии обескровливания. В воздухе убойно-разделочного цеха обнаруживают разнообразную микрофлору, представленную споровыми гнилостными бактериями, грамотрицательными палочками, грибами, актиномицетами, различными кокками. Можно сказать, что воздух убойно-разделочного цеха загрязняется микроорганизмами преимущественно с кожных покровов животных.

Для улучшения санитарного состояния кожных покровов и воздушной среды необходимо производить санитарную обработку животных перед убойем, а также периодическую дезинфекцию воздуха. В настоящее время для этого применяют мойку под душем с механической очисткой и

обеззараживанием химическими препаратами. В результате количество микробов на кожных покровах уменьшается в 25-80 раз.

При съемке шкур со свиных туш применяют шпарку туш или опалку для удаления щетины. Микробное загрязнение поверхности туш существенно уменьшается при опалке. В процессе шпарки вода в шпарильных чанах загрязняется и обогащается микроорганизмами. По мере прохождения туш происходит обсеменение микроорганизмами не только поверхности туш, но и внутренних органов и даже мышечной ткани.

Применение прогрессивных методов технологии, в частности обработка туш паровоздушной смесью в установках непрерывного действия способствует улучшению санитарного состояния свиных туш, так как количество микробов на поверхности туш уменьшается примерно в 300 раз.

Значительное экзогенное обсеменение мясных туш происходит при извлечении внутренних органов из грудной и брюшной полостей (нутровке). Туши обсеменяются микроорганизмами с рук, с инструментов, с одежды рабочих. Если нутровка выполняется с повреждением целостности желудочно-кишечного тракта, туша загрязняется содержимым кишечника, и количество микроорганизмов резко возрастает. Микробы попадают в глубокие слои мышечной ткани при проколах ножом, что способствует быстрой порче мяса.

После нутровки для придания тушам должного товарного вида и санитарного состояния производят туалет туш, который бывает сухим и мокрым.

Сухой туалет (зачистку) выполняют струей воздуха, которой сбивают загрязнения. В дальнейшем на поверхности туш формируется «корочка подсыхания», состоящая из подсохших фасций, засохшей лимфы и поверхностных слоев мышечной ткани. В корочке подсыхания фиксируются микроорганизмы. Пленка подсохших коллоидов предохраняет мясо от проникновения микробов.

Мокрый туалет представляет собой обмывание туш струей теплой воды или фонтанирующими щетками. Загрязнения вместе с микроорганизмами

удаляются водой. Одновременно происходит перераспределение микробов с загрязненных на незагрязненные участки туш, поверхность туш увлажняется и разрыхляется. Следствием этого будет замедленное формирование корочки подсыхания и внедрение микроорганизмов в мышечную ткань.

Таким образом, мокрый туалет туш неблагоприятно влияет на санитарное состояние мяса и стойкость его в процессе хранения. Однако в настоящее время невозможно отказаться от мокрого туалета, но следует строго соблюдать технологические инструкции первичной переработки животных и подвергать мойке только сильно загрязненные участки туш. При незначительном загрязнении нужно ограничиваться сухой зачисткой.

Количественный и качественный состав микрофлоры мяса

Мясо, полученное при убое здоровых, упитанных, неутомленных животных с соблюдением санитарных и технологических требований, обычно содержит микроорганизмы только на поверхности, что связано с экзогенным обсеменением в процессе разделки туши. Количество микроорганизмов в мясе зависит от уровня санитарного состояния производства. При должном санитарном состоянии на поверхности мяса обнаруживают несколько тысяч - десятки тысяч микробных клеток. При низком уровне санитарного состояния количество микроорганизмов на 1 см² поверхности мясных туш может достигать 500 тысяч клеток и более.

Качественный состав микрофлоры свежего мяса многообразен. Большую часть микрофлоры составляют микроорганизмы кожных покровов и желудочно-кишечного тракта, которые являются основными источниками микробного обсеменения мяса в процессе его выработки. Обнаруживаются кокковые формы бактерий, бактерии группы кишечной палочки, гнилостные спорообразующие бактерии, неспорообразующие грамотрицательные палочки, плесневые грибы, дрожжи. Иногда можно обнаружить сальмонеллы и другие патогенные микроорганизмы.

Микрофлора охлажденного мяса

Мясо хранят в охлажденном и замороженном виде. В охлажденном и мороженом мясе в процессе хранения происходят изменения количественного и качественного состава микрофлоры.

Охлажденным считается мясо, сохраняемое непродолжительное время (до 3 недель) при температуре от 0 °С до 4 °С. Температура от 4 °С до 2 °С свидетельствует о среднем охлаждении, от 2 °С до 0 °С - о хорошем.

Низкая температура охлажденного мяса влияет на микроорганизмы разных температурных групп неодинаково. На термофильные и мезофильные микроорганизмы низкие температуры оказывают значительное угнетающее действие. Термофилы и часть мезофильных микробов погибают, однако большое число мезофилов замедляют свое развитие и остаются в мясе в состоянии анабиоза. Таковыми являются многие виды бактерий из семейства *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*.

Психрофильные микроорганизмы развиваются и проявляют ферментативную активность в охлажденном мясе при температуре 0 °С и ниже. Кроме них обнаруживаются психротрофные микроорганизмы, способные развиваться при низкой температуре, хотя оптимальная температура их роста от 20 °С до 30 °С.

Развитие психрофильных и психротрофных микроорганизмов при низких температурах происходит по тем закономерностям, что и при умеренной температуре, но все фазы развития значительно удлиняются. В начальном периоде хранения микрофлора охлажденного мяса остается постоянной в течение некоторого времени. Этот период называется лаг-фазой (фазой задержки размножения), и характеризуется адаптацией микроорганизмов к условиям среды. Продолжительность этой фазы зависит от качества мяса, первоначальной микробной обсемененности, температуры мяса и воздуха, скорости охлаждения мяса.

Чем ниже уровень микробной обсемененности мяса, тем длительнее будет лаг-фаза. В охлажденном мясе, полученном при убойе здоровых, упи-

таных животных с соблюдением санитарно-гигиенических правил и содержащих незначительное количество микроорганизмов, лаг-фаза длится от 3 до 5 суток. При несоблюдении этих условий и высокой микробной обсемененности мяса лаг-фаза сократится, и микроорганизмы начинают размножаться уже в первые сутки. Удлинение фазы задержки размножения наблюдается также при быстром охлаждении мяса, при наличии хорошей корочки подсыхания.

По истечении лаг-фазы микробы, способные к росту при низкой температуре, начинают размножаться. Количество психрофильных и психротрофных микроорганизмов увеличивается. Микроорганизмы, не способные к росту, отмирают.

В установленном температурно-влажностном режиме хранения в охлажденном мясе активно размножаются и становятся преобладающими неспорообразующие грамотрицательные палочки родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*, а также плесневые грибы и дрожжи. Наиболее активно размножаются бактерии рода *Pseudomonas*, которые обладают антагонистическими свойствами в отношении других микроорганизмов. Через несколько недель бактерии рода *Pseudomonas* составляют 90 % микрофлоры охлажденного мяса. Эти бактерии выделяют активные ферменты, расщепляющие белки и жиры, а также вырабатывают слизь. Они являются возбудителями гниения охлажденного мяса, которое хранится сверх допустимого срока.

Следует отметить, что многие патогенные микроорганизмы: золотистый стафилококк, сальмонеллы, возбудитель ботулизма сохраняют жизнеспособность в охлажденном мясе.

В настоящее время охлаждение мяса производят непосредственно после убоя животных. Быстрое охлаждение в морозильных установках туннельного типа предотвращает размножение микроорганизмов в мясе, что особенно важно в случаях плохих санитарно-гигиенических условий производства.

Сроки хранения охлажденного мяса при температуре от $-1,5^{\circ}\text{C}$ до 0°C и относительной влажности от 85 % до 90 % следующие:

- телятины - 4-5 недель;
- баранины - 10-15 дней;
- свинины - 1-2 недели;
- говядины 3 недели.

Для удлинения срока хранения охлажденного мяса разрабатываются и внедряются дополнительные методы. К ним относятся частичная замена воздуха углекислым газом, полная замена воздуха азотом, вакуумная упаковка мяса. Эти методы позволяют удлинить сроки хранения охлажденного мяса в 2-3 раза до 60-70 суток. В таких условиях хранения в мясе развиваются преимущественно психрофильные факультативно анаэробные бактерии.

В целях обеспечения высокого качества охлажденного мяса необходимо соблюдать следующие профилактические требования: получение мяса с низкой первоначальной обсемененностью; тщательная санитарная обработка холодильных камер, инструментов и оборудования; быстрое охлаждение мяса; поддержание параметров температуры и влажности воздуха в камерах охлаждения.

Микрофлора замороженного мяса

Мороженое мясо - это свежее мясо, подготовленное для длительного хранения. В соответствии с действующими технологическими инструкциями замороженное мясо рекомендуется хранить при температуре не выше 12°C при относительной влажности воздуха от 90 % до 95 %. Срок хранения говядины и баранины 1 категории при -12°C равен 6 месяцам; при -18°C - 12 месяцам. Температура -18°C для хранения замороженного мяса является наилучшей, т.к. при этой температуре прекращаются размножение и ферментативная активность любых микроорганизмов, а при температуре выше -18°C качество мяса снижается. В некоторых случаях мороженое мясо хранят при температуре -12°C , но его качество значительно ниже.

Мясо замораживают целыми тушами (овцы, козы, телята), полутушами (свиньи), четвертями (крупный рогатый скот), а также кусками.

В процессе замораживания и хранения в мясе происходит отмирание большей части микроорганизмов. Губительное действие на микроорганизмы оказывает низкая температура, увеличение концентрации растворенных веществ и понижение влажности продукта. При замораживании мяса вода превращается в кристаллы льда. При быстром замораживании образуются мелкие кристаллы льда внутри и вне клеток; при медленном замораживании - крупные кристаллы, которые повреждают оболочку мышечных клеток. В результате вымерзания воды в мясе снижается влажность и повышается концентрация растворенных веществ, способствующие отмиранию микроорганизмов.

Отмирание микроорганизмов происходит по мере понижения температуры. Скорость отмирания микробов находится в прямой зависимости от температуры. Чем ниже температура замораживания, тем выше скорость отмирания микроорганизмов. Например, при быстром замораживании до температуры от -18°C до -20°C погибает значительно больше микробов, чем при медленном замораживании до температуры -12°C .

При хранении мороженого мяса происходит отмирание сохранившихся при замораживании микроорганизмов. При этом скорость отмирания находится в обратной зависимости от температуры хранения.

В процессе замораживания и хранения в мясе микроорганизмы только отмирают. Однако исследования и практика показывают, что мороженое мясо даже при длительном хранении не становится стерильным. Более того, на нем увеличивается количество некоторых групп микроорганизмов в результате оседания из воздуха и при соприкосновении с загрязненными поверхностями. В замороженном мясе к концу хранения можно обнаружить жизнеспособных сапрофитных микроорганизмов - возбудителей порчи, а также токсигенных и патогенных микроорганизмов, отличающихся высокой устойчивостью к низкой температуре. Следует подчеркнуть, что в мороже-

ном мясе к концу срока хранения изменяется соотношение между разными группами микробов. Преобладающими могут стать не психрофильные сапрофиты, а холодоустойчивые мезофилы и среди них патогенные и токсигенные бактерии.

Существенное значение в увеличении микробиальной обсемененности мяса имеет процесс оттаивания - дефростация. При оттаивании температура на поверхности мяса повышается, происходит выделение мышечного сока, т.е. создаются благоприятные условия для размножения микробов. Сохранившиеся микроорганизмы начинают интенсивно размножаться. Активность их размножения во многом зависит от способа замораживания мяса. При медленной заморозке, когда образуются крупные кристаллы льда, повреждающие мышечные клетки, при дефростации выделяется много мышечного сока, что способствует размножению микроорганизмов. При быстром замораживании образуются мелкие кристаллы льда, не травмирующие мышечные клетки, поэтому выделяющийся мышечный сок всасывается обратно.

Большое влияние на интенсивность размножения микроорганизмов во время дефростации оказывает температура. Рекомендуется медленное размораживание при температуре от 1 °С до 8 °С. При этом температура на поверхности мяса повышается медленно, одновременно происходит реабсорбция выделяющегося мышечного сока, т.е. размножение микроорганизмов не стимулируется. Быстрое размораживание при комнатной температуре способствует резкому повышению температуры на поверхности мяса и интенсивному размножению микроорганизмов.

Вышеизложенное показывает важное значение начальной микробиальной обсемененности мяса перед поступлением на замораживание. Предохранение мяса от влияния микроорганизмов следует начинать с момента убоя животного и до поступления на оттаивание.

В целях предотвращения порчи мороженого мяса нужно поддерживать постоянную температуру – 18 °С при относительной влажности воздуха от

90 % до 95 %, производить санитарную обработку помещения. В этом случае достигается максимальная продолжительность хранения мяса, равная для говядины и баранины 10-12 месяцам, телятины – 5-6 месяцам, свинины - 6-9 месяцам.

Порча мяса

Порча мяса наступает в результате деятельности микроорганизмов в процессе хранения. Виды порчи мяса: ослизнение, гниение, кислое брожение, пигментация, плесневение.

Ослизнение - вид порчи охлажденного мяса к концу периода хранения. На поверхности мяса появляется сплошной слизистый налет серого и серо-зеленого цветов. Возбудителями порчи являются в основном бактерии рода *Pseudomonas* - грамотрицательные неспорообразующие палочки, обладающие высокой ферментативной активностью. Они накапливаются на поверхности и проникают вглубь мяса по соединительной ткани. При ослизнении происходит распад белков и жира, в результате чего качество мяса снижается.

Скорость развития ослизнения зависит от влажности воздуха, температуры хранения и уровня исходной микробной обсемененности. Чем ниже температура и меньше относительная влажность воздуха, тем дольше сохраняется мясо без признаков порчи. Чем выше первоначальная обсемененность мяса микроорганизмами, тем быстрее появляются признаки ослизнения.

Гниение наступает при длительном хранении охлажденного мяса с признаками ослизнения. Гниение мяса вызывают различные аэробные, факультативно - и облигатно анаэробные бактерии. При низкой температуре хранения, близкой к 0 °С, возбудителями гниения в основном являются психрофильные бактерии рода *Pseudomonas*. При повышенных температурах хранения в мясе развиваются мезофильные гнилостные бактерии: палочка протей, бациллы картофельно-сенной группы, клостридии.

В процессе гниения происходит разрушение белковых молекул и накопление продуктов распада: аммиака, сероводорода, фенола, скатола, индола, меркаптанов, первичных аминов, которые обладают очень неприятным запахом и ядовитыми свойствами.

Кислое брожение развивается обычно в субпродуктах, богатых гликогеном (печень, сердце), реже в мышечной ткани. Продукт приобретает неприятный кислый запах, серый или зеленоватый цвет, понижается упругость ткани. Возбудителями порока являются психротрофные молочнокислые бактерии и дрожжи, которые сбраживают углеводы с образованием органических кислот.

Пигментация характеризуется появлением на поверхности мяса пигментных пятен, которые появляются при накоплении пигментообразующих аэробных бактерий. Например, чудесная палочка *Ps. prodigiosum* образует пятна красного цвета, синегнойная палочка *Ps. aeruginosa* - синего, флюоресцирующая палочка *Ps. fluorescens* - зеленого. Появление такого порока свидетельствует о серьезных нарушениях санитарно-гигиенического режима на предприятии.

Плесневение обычно наблюдается при относительно низкой температуре хранения минус 5 °С–10 °С и пониженной влажности, т.к. плесневые грибы способны расти при данных температурах и менее требовательны к влаге, чем психрофильные бактерии. На поверхности мяса обычно наблюдается рост колоний плесневых грибов родов *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium*. Плесени вызывают распад белков и жиров, повышение щелочности, мясо приобретает своеобразный затхлый запах. Обычно появление плесени наблюдается на тех участках туши, где интенсивнее движение воздуха и происходит увлажнение поверхности. При плесневении создаются благоприятные условия для последующего развития в мясе гнилостных бактерий.

Микрофлора мяса птицы

Мясо птицы, как и мясо убойных животных, обсеменяется микроорганизмами эндогенным и экзогенным путями.

Эндогенное (прижизненное) обсеменение происходит при заболеваниях птиц. Тогда в органах и тканях птиц обнаруживаются возбудители инфекционных заболеваний: туберкулеза, сальмонеллеза и др. У здоровых птиц прижизненное обсеменение микроорганизмами происходит во время транспортировки на предприятия. Непривычная обстановка без корма и воды приводит к резкому ослаблению защитных сил и поступлению микробов из желудочно-кишечного тракта, желчного пузыря, печени в мышечную ткань. У водоплавающих птиц нередко обнаруживаются в мышцах конечностей сальмонеллы, носителями которых они часто являются.

Экзогенное (послеубойное) обсеменение поверхности тушек птицы, внутренних органов происходит в процессе убоя и последующей обработки тушек. Наиболее значительное загрязнение тушек птицы возникает во время тепловой обработки (шпарки), удаления оперения, удаления внутренних органов (потрошения) и холодильной обработки. В процессе тепловой обработки птицы вода в шпарильных чанах быстро загрязняется и количество микроорганизмов в ней увеличивается в 100 и более раз. При этом вода обсеменяется не только сапрофитными, но и патогенными микробами. Из воды микроорганизмы попадают на тушки птицы. Для уменьшения загрязнения тушек из этого источника рекомендуется производить шпарку в 0,004 % растворе соляной кислоты. Этот метод позволяет снизить обсемененность микроорганизмами на поверхности тушек в 2 и более раз.

При снятии оперения в результате повреждения кожи микробы проникают в подкожную клетчатку и в мышцы. Значительно увеличивается содержание микроорганизмов при удалении внутренних органов (потрошении) в результате порезов и разрывов кишечника. При полупотрошении, когда удаляется лишь кишечник и клоака, обсеменение микроорганизмами больше, чем при полном потрошении. Внутренняя полость тушек загрязня-

ется содержимым кишечника, в котором содержатся не только сапрофитные, но и условно-патогенные и патогенные бактерии. Задержка потрошения также способствует увеличению обсемененности тушек микробами.

Холодильная обработка птицы проводится методами охлаждения или замораживания. Охлаждение осуществляют обычно контактным способом путем погружения тушек в ледяную воду или в водо-ледяную смесь при температуре от 0 °С до 2 °С. Происходит загрязнение воды и перекрестное обсеменение тушек микроорганизмами. Рекомендуется использовать воду с содержанием активного хлора 10–20 мг в 1 л.

2.2 Микробиология мясопродуктов при посоле

Значение и методы посола мясопродуктов

Посол является важной технологической операцией в производстве мясопродуктов: ветчины, окороков, колбас. В результате посола мясопродукты приобретают характерные органолептические свойства: вкус, аромат, окраску. Для консервирования мяса в виде солонины посол в настоящее время не применяется.

Посол играет ведущую роль в образовании специфических свойств продуктов и их стойкости в хранении. При посоле в мясе происходят изменения, обусловленные ферментами мяса и ферментами микроорганизмов, взаимосвязанные и оказывающие влияние друг на друга.

Различают несколько способов посола. В настоящее время широкое распространение получили методы рассольного посола, шприцевания, при котором рассол нагнетается непосредственно вглубь мяса.

В рассол наряду с солью вносят сахар, специи, нитрит, аскорбиновую кислоту. Сахар придает продукту нежность, мягкость; специи - аромат; нитрит - для пигментообразования. Нитрит оказывает губительное действие на грамотрицательные палочки семейства кишечных бактерий и многие виды

кlostридий, и в частности на *Clostridium botulinum*. Многие авторы именно этим обосновывают применение нитрита при посоле мясопродуктов. Важную роль при этом играет рН, поскольку при рН 6,0 и ниже угнетающее влияние нитрита на микроорганизмы возрастает в 10 раз.

Поваренная соль обладает комплексным воздействием на микроорганизмы. Консервирующее влияние поваренной соли связано с повышением осмотического давления среды и прямым антимикробным действием ионов хлора.

Как известно, в среде с высоким осмотическим давлением возникает обезвоживание и плазмолиз клеток микроорганизмов. В результате нарушается жизнедеятельность многих микробов, часть из которых погибает, а часть переходит в состояние анабиоза. Установлено также, что ионы хлора оказывают угнетающее влияние на микробные клетки, понижая их ферментативную активность. Особенно угнетаются протеолитические ферменты.

Влияние поваренной соли на микроорганизмы

Микроорганизмы, содержащиеся в мясе и рассоле, характеризуются разной чувствительностью к поваренной соли. Среди них различают несолелюбивые, солеустойчивые и солелюбивые микроорганизмы.

Несолелюбивые (негалофильные) микроорганизмы развиваются в средах с концентрацией поваренной соли 1-2 % и прекращают развитие при содержании соли около 6 %. Таковыми являются неспорообразующие грамотрицательные палочки (протей, БГКП, псевдомонас).

Солеустойчивые (солетолерантные) микроорганизмы способны расти в средах с концентрацией соли от 6 % до 8 % и сохранять жизнеспособность в средах с высоким содержанием соли: 20 % и более. К ним относятся многие виды кокков, молочнокислые бактерии, бациллы, кlostридии.

Несолелюбивые микроорганизмы, чувствительные к действию поваренной соли, в рассоле приостанавливают свое развитие и отмирают. Солеустойчивые микроорганизмы сохраняются, часть из них адаптируются к

высокой концентрации поваренной соли и начинают размножаться, например, молочнокислые бактерии, микрококки. Активно размножаются в рассоле галофильные микроорганизмы.

Низкие температуры в процессе посола имеют большое значение, т.к. существенно ограничивают размножение мезофильных микроорганизмов. Наиболее эффективна температура от 3 °С до 5 °С. Однако, применение такой температуры практически нецелесообразно, т.к. замедляются физические и химические процессы, происходящие при посоле, а также жизнедеятельность полезной микрофлоры. Обычно посол производят при температуре от 6 °С до 90 °С и относительной влажности воздуха от 80 % до 85 %. При более высоких температурах процесс посола ускоряется, но возрастает опасность получения бракованной продукции в связи с развитием нежелательных микроорганизмов.

Необходимо отметить, что в рассоле и мясопродуктах многие микробы сохраняют жизнеспособность длительное время. В частности, высокой устойчивостью к условиям посола отличаются некоторые патогенные и токсигенные микроорганизмы. Например, сальмонеллы, бруцеллы, золотистый стафилококк сохраняют жизнеспособность при посоле в течение нескольких месяцев. Следовательно, нельзя направлять в посол мясо больных, ослабленных, утомленных животных. Для посола следует использовать мясо, благополучное в санитарном отношении.

Изменение микрофлоры в рассолах и мясопродуктах

В процессе использования в рассолах изменяется количественный и качественный состав микрофлоры, создается характерная микрофлора рассолов. Изменение состава микрофлоры связано с влиянием консервирующих факторов посола, а также с антагонистическими отношениями между микроорганизмами.

Как правило, в рассолах преобладают галофильные и солеустойчивые микроорганизмы: микрококки, молочнокислые бактерии, грамотрицательные бактерии рода *Pseudomonas*, грамположительные бациллы картофельно-

сенной группы. Молочнокислые бактерии и микрококки составляют полезную микрофлору рассолов. В доброкачественных зрелых рассолах количество этих бактерий составляет до 90 % от общего числа микроорганизмов.

Молочнокислые бактерии и микрококки обладают антагонистическим действием по отношению к гнилостным бактериям. Они обуславливают устойчивость рассолов, предохраняют их и соленые мясопродукты от порчи. Таким образом, при посоле мяса имеют место следующие защитные факторы: концентрация поваренной соли, пониженная температура, микробный антагонизм, обеспечивающие стойкость рассолов и мясопродуктов.

В результате деятельности полезных микроорганизмов рН рассолов и мясопродуктов постепенно понижается и устанавливается в интервале от 5,8 до 6,0, т.е. реакция среды перестает быть оптимальной для бактерий, расщепляющих белок, но не оказывает угнетающего влияния на полезные микроорганизмы.

Молочнокислые бактерии и микрококки участвуют в создании специфического вкуса, аромата и улучшении цвета ветчинности в связи с образованием ароматических соединений, органических кислот, спиртов, летучих жирных кислот и др. В настоящее время разработана методика интенсификации посола окороков с использованием штаммов молочнокислых бактерий, адаптированных к условиям посола.

В результате ферментативной деятельности полезной микрофлоры в продукте накапливаются органические кислоты, спирт, аминокислоты, карбонильные соединения, создающие специфический аромат.

Санитарные требования к рассолам

Рассолы должны отвечать определенным санитарным требованиям. Они не должны содержать патогенных микроорганизмов, устойчивых к высоким концентрациям соли, в том числе сальмонелл. К шприцовочным рассолам предъявляются особенно высокие санитарные требования: в них не допускается наличие спорообразующих бактерий, энтерококки не допускаются в 50 мл рассола. В заливочных рассолах после 5-минутного ки-

пения энтерококки не должны обнаруживаться в 500 мл, а клостридии и бациллы – в 50 мл.

Порча рассолов происходит при повышенной температуре посола, недостаточной концентрации соли, повышенной микробной обсемененности сырья, нарушении санитарно-гигиенических условий. В испорченных рассолах отмечается появление неприятных запаха и вкуса, образование мути, хлопьев, пены. Доброкачество рассолов оценивается по результатам редуктазной пробы с метиленовой синью. В пробу рассола добавляют раствор метиленовой сини и наблюдают за временем ее обесцвечивания. В рассолах с признаками порчи обесцвечивание метиленовой сини происходит через 5-30 мин., в то время как в доброкачественных рассолах - через 1 час.

Возбудителями порчи рассолов чаще всего являются энтерококки, бактерии родов *Achromobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*.

При хранении соленых мясопродуктов возможна их порча под действием микроорганизмов. Это может быть гниение поверхностное и внутреннее, плесневение, изменение цвета, запаха, вкуса. Предотвращение порчи копченых и вареных мясопродуктов достигается соблюдением температуры от 4 °С до 6 °С и ограничением срока хранения. Продукты длительного посола (шпиг, окорок, копченый и соленый свиной рулет) разрешается хранить при температуре до 12 °С и относительной влажности воздуха от 70 % до 80 % в течение 5-9 месяцев.

Микрофлора мясопродуктов при сушке в условиях вакуума

Сушка в условиях вакуума является одним из современных методов консервирования продуктов. В герметичной упаковке высушенные продукты сохраняются в течение нескольких лет в обычных температурных условиях. В промышленности применяют сублимационную сушку.

При сублимационной сушке мясо и мясопродукты вначале подвергают быстрому замораживанию до температуры от – 30 °С до 40 °С, а затем сублимации – удалению влаги при низкой температуре от 15 °С до 20 °С в условиях вакуума. При сублимации вода, которая находится в продукте в виде

льда, переходит из твердого агрегатного состояния в пар, минуя жидкую фазу. Удаляется от 75 % до 90 % воды: вся свободная и часть связанной. Оставшаяся вода испаряется при досушивании при температуре от 40 °С до 80 °С.

Значительная часть микроорганизмов в продуктах погибают под влиянием низкой температуры, высокого осмотического давления, механического действия кристаллов льда и повышенной температуры в процессе досушивания. Объем остаточной микрофлоры зависит от технологических режимов сушки, физико-химических свойств продукта (рН, активность воды и др.), устойчивости микроорганизмов, их первоначального количества. Существенное влияние на обсемененность готовых продуктов оказывают санитарно-гигиенические условия производства. Общая бактериальная обсемененность готовых изделий составляет 10^3 - 10^6 КОЕ в 1 г.

Состав остаточной микрофлоры сублимированных мясопродуктов представлен в основном спорами анаэробных клостридий до 40 %, спорами аэробных бацилл 20–22 %, а также микрококками, стафилококками, молочнокислыми бактериями, дрожжами. В отдельных случаях выявляются кишечные палочки, протей, сальмонеллы и др. представители семейства кишечных бактерий. Под влиянием негативных факторов некоторые микроорганизмы изменяют свои свойства, утрачивают способность к размножению, хотя сохраняют жизнеспособность.

В процессе хранения сублимированных мясопродуктов в герметичной упаковке происходит отмирание части сохранившихся микроорганизмов, особенно интенсивное первые 4–6 месяцев. При хранении продуктов в условиях повышенной влажности в них активно размножаются сохранившие жизнеспособность микробы, и через 24 часа их количество возрастает в 10 и более раз.

Для получения сублимированных продуктов, устойчивых в хранении, предъявляются высокие санитарные требования к сырью. Сырье должно иметь низкую бактериальную обсемененность, не содержать

коагулазоположительных стафилококков, токсигенных клостридий и др. опасных бактерий.

2.3 Микробиология мясных консервов

Санитарные требования к сырью и принципы технологии

Мясные консервы представляют собой стерилизованные мясопродукты в герметически закрытых банках. Они являются продуктами длительного хранения, достигающего нескольких лет при соблюдении определенных требований. Качество консервов обеспечивается тщательным отбором и санитарной обработкой сырья, соблюдением санитарно-гигиенического режима и режима стерилизации.

Для изготовления консервов следует использовать мясо от здоровых упитанных животных, полученное с соблюдением технологических и санитарных требований. Не допускается мясо условно-годное, пониженной свежести, плохо обескровленное, загрязненное, дважды замороженное. Нельзя использовать мясо и субпродукты от животных вынужденного убоя. Технология производства мясных и мясорастительных консервов состоит из следующих операций: подготовки сырья, закладки в банки, закатки банок, стерилизации.

Источники микрофлоры консервов

Источниками микрофлоры консервируемых продуктов являются сырье и вспомогательные материалы. Сырьем служит мясо животных, субпродукты, растительные материалы: горох, фасоль, бобы. Мясо и субпродукты всегда содержат то или иное количество микробов: возбудителей порчи консервов, а в некоторых случаях патогенные и токсигенные микроорганизмы (сальмонеллы, стафилококки, *Cl. perfringens* и др.). Содержание микроорганизмов в сырье в значительной степени определяет микробиальную обсемененность консервов до и после стерилизации.

Растительное сырье обычно содержит на поверхности большое количество микроорганизмов, основную часть которых составляют почвенные спорообразующие бактерии. В том числе могут обнаруживаться токсигенные и патогенные бактерии.

Для уменьшения степени загрязненности сырье перед переработкой подвергают санитарной обработке (мойке, зачистке). Вода, применяемая для мойки, должна отвечать требованиям ГОСТа для питьевой воды и не должна содержать спор анаэробных клостридий в 100 мл.

В процессе подготовки сырья и закладке в банки (разделка, обвалка, жиловка, измельчение) обсемененность сырья микроорганизмами увеличивается. Источниками микробного загрязнения являются инструменты, обвалочные столы, тара, руки и спецодежда рабочих, воздух. В консервном цехе следует соблюдать строгий санитарный режим, так как степень обсеменения сырья микроорганизмами находится в прямой зависимости от уровня санитарии и гигиены на производстве.

Консервируемые продукты дополнительно обогащаются микроорганизмами при добавлении в банки вспомогательных материалов: пряности, бульон, соус, жир. Сама операция закладки сырья в банки способствует повышению уровня микробной обсемененности, так как микробы попадают с рук (при ручной закладке) или с оборудования при машинном наполнении.

После закладки и порционирования сырья и вспомогательных материалов консервные банки закрывают и закатывают в вакуум-закаточной машине. Во время закатки в банке создается разрежение, способствующее сохранению формы банок после стерилизации, предупреждающее возникновение ложного бомбажа. Кроме того, во время закатки из банок удаляется кислород, что уменьшает химические изменения продукта, способствует сохранению витаминов, вкусовых и ароматических веществ от разрушения в результате окисления. Создание вакуума в консервных банках устраняет возможность развития аэробных бактерий.

После закатки банки проверяют на герметичность в вакуум-аппарате “Бомбаго” или в ваннах с горячей водой. Из негерметичных банок вытесняется согретый воздух, который поднимается в виде пузырьков. Негерметичные банки на стерилизацию не отправляют.

Стерилизация консервов, ее эффективность

Стерилизация консервов является особо важным этапом технологического процесса. Цель стерилизации - уничтожение патогенных и токсигенных микроорганизмов, а также микробов, вызывающих порчу продукта. Стерилизация консервов производится в автоклавах. Режим стерилизации регламентируется технологическими инструкциями и зависит от вида консервов, размера банок, условий хранения. Надежная стерилизация мясных консервов достигается при температуре от 112 °С до 120 °С.

Эффективность стерилизации консервов зависит не только от температуры и продолжительности нагрева, но и от ряда факторов, влияющих на выживаемость микроорганизмов при стерилизации. Большое значение имеют количественный и качественный состав микрофлоры, физико-химические свойства продукта, как-то: консистенция, рН, содержание жира, поваренной соли.

Наибольшее влияние на эффективность стерилизации оказывает состав микрофлоры продукта и, в частности, содержание термоустойчивых микроорганизмов. Самыми устойчивыми к нагреванию являются споры бактерий и следовательно, если в продукте содержится много термоустойчивых спорообразующих бактерий, то в таких консервах могут сохраниться жизнеспособные микроорганизмы.

Следует учитывать и общий объем микрофлоры в консервах перед стерилизацией. Чем выше первоначальная обсемененность продукта, чем больше в нем спор бактерий, тем большее количество бактерий может сохранить жизнеспособность после стерилизации. При высокой первоначальной микробной обсемененности консервов увеличивается вероятность выпуска недостерилизованной продукции.

Влияние на эффективность стерилизации оказывает консистенция и гомогенность продукта. Нагревание консервов, имеющих жидкую консистенцию, происходит быстрее и равномернее за счет возникновения конвекционных токов. В консервах плотной консистенции конвекция затруднена, тепло распространяется медленнее, и температура в разных частях банок будет неодинаковой. В связи с этим отмирание микроорганизмов в продуктах, имеющих жидкую заливку, происходит быстрее и полнее.

Гибель микроорганизмов при нагревании наступает в результате коагуляции белков. Установлено, что в кислой среде коагуляция белков наступает быстрее, а значит и термоустойчивость бактерий уменьшается. В продуктах с нейтральной и слабощелочной реакцией большинство спорообразующих бактерий обладает максимальной устойчивостью к нагреванию. В продуктах с повышенной кислотностью термоустойчивость спор бактерий уменьшается, и они погибают быстрее.

Эффективность стерилизации зависит также от содержания жира в продукте. В жировой среде устойчивость микроорганизмов к высокой температуре повышается, так как жир является плохим проводником тепла. Вокруг микробных клеток образуется гидрофобная жировая пленка, которая защищает белки цитоплазмы от коагуляции. В жировой среде бактериальные клетки более термоустойчивы, и для их уничтожения требуется больше времени.

Термоустойчивость микроорганизмов в консервируемых продуктах зависит от концентрации в них поваренной соли. Небольшие концентрации поваренной соли до 3-5 % повышают устойчивость к высокой температуре многих микроорганизмов, что обусловлено осмотическим отсасыванием влаги из микробных клеток.

Таким образом, определенные физико-химические свойства продуктов в сочетании со стерилизацией обуславливают в известной степени устойчивость консервов в хранении, оказывая влияние на эффективность стерилизации.

Остаточная микрофлора, микробиологические показатели консервов

Ею называют микроорганизмы, сохранившиеся жизнеспособными после термической обработки. Остаточную микрофлору стерилизованных консервов обычно составляют споры микроорганизмов, обладающие высокой термоустойчивостью. В составе остаточной микрофлоры пастеризованных консервов кроме спорообразующих бактерий имеются также термоустойчивые неспорообразующие бактерии, преимущественно кокки.

Остаточная микрофлора мясных и мясорастительных консервов, как правило, представлена термофильными аэробными бациллами (*Bac. polymyxa*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans*), мезофильными аэробными бациллами (*Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*), а также облигатными анаэробными клостридиями (*Cl. putrificum*, *Cl. perfringens*, *Cl. pasteurianum*, *Cl. butiricum*). Споры этих микроорганизмов могут сохранять жизнеспособность даже после длительного нагревания при температуре от 115 °С до 120 °С.

Изредка в консервах обнаруживают палочку ботулизма (*Cl. botulinum*), обладающую токсигенными свойствами и являющуюся самым опасным микроорганизмом остаточной микрофлоры консервируемых продуктов. Споры палочки ботулизма обладают несколько меньшей термоустойчивостью по сравнению с другими анаэробными клостридиями. Время отмирания палочки ботулизма принимается за минимальную стандартную норму при разработке режимов стерилизации низкокислотных и среднекислотных консервов, в том числе мясных и мясорастительных.

Беспоровые формы микроорганизмов обычно при стерилизации погибают. Обнаружение жизнеспособных клеток неспорообразующих бактерий в готовых консервах указывает на нарушение режима стерилизации: недостаточную температуру или продолжительность нагрева, на высокую первоначальную обсемененность продукта. Из беспоровых бактерий в кон-

сервах часто выявляют стафилококки, в том числе токсигенные золотистые стафилококки.

Готовые консервы должны соответствовать требованиям промышленной стерильности. Промышленная стерильность не тождественна абсолютной стерильности. В промышленно-стерильных изделиях не должны содержаться патогенные и токсигенные микроорганизмы, а также возбудители порчи консервов: термофильные бациллы, газообразующие мезофильные бациллы и клостридии. Однако, допускается наличие ограниченного количества жизнеспособных клеток негазообразующих непатогенных и нетоксигенных бактерий рода *Bacillus*. Допустимое количество этих бактерий, не нарушающее микробиологической стабильности консервов, может составлять несколько десятков клеток в 1 г.

Порча консервов

Различают следующие *виды порчи консервов*: бомбаж, плоскокислая порча, сульфитная порча.

Бомбаж. Бомбажными называют банки с вздутыми доньшками. Бомбаж бывает истинным и ложным. Истинный бомбаж бывает микробиологическим и химическим. Микробиологический бомбаж консервов наступает в результате жизнедеятельности газообразующих микроорганизмов, которые размножаются и разлагают органические вещества продукта с образованием большого количества газов: углекислого, водорода, сероводорода и др. Возбудителями бомбажа являются главным образом мезофильные облигатные анаэробы рода *Clostridium*. Возбудителем бомбажа может быть токсигенный облигатный анаэроб *Cl. botulinum*. Однако при размножении этого микроорганизма банки нередко остаются по внешнему виду нормальными.

Химический бомбаж обусловлен образованием водорода при коррозии металла банок. Такой бомбаж чаще возникает в консервах, содержащих органические кислоты.

Ложный (физический) бомбаж наблюдается в результате расширения банок под действием высокой температуры, переполнения банок продуктом, недостаточного удаления из банок воздуха, неправильной закатки доньшка, деформации банок, слишком быстрого снижения давления пара в конце стерилизации. Такие консервы безвредны, если исключена их микробиологическая порча.

Плоскокислая порча обусловлена разложением углеводов с образованием органических кислот под влиянием микроорганизмов. Содержимое консервов приобретает кислый запах и вкус, иногда изменяется цвет продукта. Возбудителями плоскокислой порчи являются термофильные аэробные бациллы. Они развиваются при повышенной температуре хранения (55-70 °С). Данный вид порчи наблюдается обычно в мясорастительных консервах.

Сульфитная порча возникает при развитии в консервах термофильной анаэробной палочки *C1. nigrificans*, которая способна разлагать белки с образованием сероводорода. Сероводород растворяется в содержимом, и продукт приобретает запах тухлых яиц, чернеет.

Микробиологический контроль консервов до и после стерилизации

Микробиологический контроль консервов включает два этапа: контроль до стерилизации и после стерилизации. Доброкачественность консервов в значительной степени зависит от уровня обсемененности продукта микроорганизмами перед стерилизацией. Поэтому в настоящее время ведущая роль принадлежит микробиологическому исследованию содержимого консервных банок перед стерилизацией.

В консервах перед стерилизацией определяют общее количество микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие спор облигатных анаэробов - возбудителей бомбажа, а также спор термофильных аэробных бацилл - возбудителей плоскокислой порчи.

Общую бактериальную обсемененность определяют ежедневно по каждой линии и по каждому виду продукции 1 раз в смену. Общая

бактериальная обсемененность консервированного продукта не должна превышать следующих величин: мясо тушеное - 200 тыс.; мясо-растительные и сало-бобовые - 50 тыс.; паштет мясной и печеночный - 10 тыс. КОЕ в 1 см³.

Если в консервах перед стерилизацией общая бактериальная обсемененность превышает допустимые нормы, то партию берут под особый контроль и осуществляют поиск источника микробного загрязнения по всей технологической линии.

Спорообразующие бактерии в содержимом консервных банок определяют с профилактической целью 1-2 раза в неделю по каждому виду продукции. В консервах перед стерилизацией не должны обнаруживаться споры облигатных анаэробов и споры термофильных бактерий, возбудителей плоскокислой порчи, в 0,5 см³ содержимого.

После стерилизации консервы подвергают косвенному микробиологическому контролю: термостатной выдержке при температуре 37 °С в течение 10 суток в количестве 5-10 % из партии с целью выявления остаточной микрофлоры. Во время термостатной выдержки сохранившиеся жизнеспособные клетки могут прорасти, размножиться и вызвать порчу консервов, выявляемую при наружном осмотре (бомбаж, течь из лопнувших банок). При наличии признаков порчи производят исследование микрофлоры для выявления возбудителя порока.

Наряду с термостатной выдержкой консервы после стерилизации подвергают выборочному микробиологическому исследованию для установления видового состава остаточной микрофлоры.

Пороки мясных консервов указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Пороки мясных консервов

| Название дефекта | Характерные признаки дефекта | Причины возникновения |
|------------------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Механические пороки и дефекты | | |
| Механические примеси | Наличие песка, стекла, земли | Нарушение санитарно-гигиенических условий производства консервов |
| Подтёки | Бывают активные, когда бульон вытекает из негерметичной банки через имеющиеся отверстия и пассивные -загрязнение герметичных банок содержимым бульона с активным подтёком | При активном подтёке - нарушение герметичности банок |
| Хлопуша | Вздутие крышки или дна банки, если нажать на крышку, то вздувается дно и наоборот и раздаётся хлопающий звук | Избыток в банке воздуха, фасовка в банки холодного сырья, переполнение банок продуктом при фасовке, изготовление концов банок из тонкой жести, образование газа в результате порчи продукта |
| Деформация | Вмятина на банке | Небрежное обращение |
| Птички | Деформация концов банки в виде уголков у фальцев | Нарушение целостности полуды на изгибах жести |
| Фальшивый шов | Отсутствие зацепления крючков | |
| Язычок | Местный раскат нижней части крышки или местный раскат нижней части замка губы | |
| Зубец | Местный неповорот шва с резким выступлением крючка крышки из-под шва | |
| Подрез | Срезание верхней или нижней плоскости шва, сопровождающийся снятием полуды и части жести с плоскости шва | |
| Раскатанный шов (раскат) | Чрезмерное уплотнение низа шва до расплющивания нижней части шва | |
| Физико-химические пороки и дефекты | | |

Продолжение таблицы 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--|
| Физический бомбаж | Увеличение объёма содержимого банки с деформацией её доньшки и крышки | Переполнение банок продуктом, применение слишком тонкой жести при изготовлении банок, несоблюдение режимов оттаивания замороженных консервов |
| Химический бомбаж | Увеличение объёма содержимого банки с деформацией её доньшки и крышки | Причиной является накопление водорода при химическом взаимодействии органических кислот продукта с металлами тары |
| Коррозия банок | Коррозия внешней поверхности банок обычно сопровождается ржавчиной 1-й степени, которая удаляется при протирке ветошью, после чего на банке остаются тёмные пятна и 2-й степени, при которой ржавчина удаляется с трудом и на банке остаются раковины | Причиной является повышенная пористость жести, наличие трещин, царапин, нарушение лакового покрытия |
| Сульфидная коррозия («мраморность», «побежалость») | Тёмные пятна или полосы на внутренней поверхности жестяных банок и крышек или стеклянных банок | Наличие в структуре жести микроскопических пор, не защищённых покрытием. Железо. Взаимодействуя с многокомпонентной сырьевой массой, переходит в ионное состояние, образуя в дальнейшем сульфиды и хлориды железа, проявляющиеся пятнами на стенках тары |
| Микробиологические пороки | | |
| Микробиологический бомбаж | Увеличение объёма содержимого банки с деформацией её доньшки и крышки | Связан с жизнедеятельностью микробов, чаще всего анаэробов. Содержимое банки размягчается, расплавляется с обильным выделением газов. Также причиной микробиологического бомбажа могут быть попавшие в продукт споры аэробов и термофильные кокки |
| Закисание (плоскокислая порча) | Оно не сопровождается повышением давления в банке и не нарушает ее нормального вида | Причиной является задержка стерилизации после закатки банок, а также закатка в банки тёплого мяса, поражённого дрожжевыми или плесневыми грибами и использование прокисшего бульона |

2.4 Микробиология колбас

Санитарные требования к сырью для производства колбас

Колбасы относятся к продуктам, употребляемым в пищу без предварительной термической обработки, поэтому колбасы должны отвечать высоким санитарным требованиям. Технологические процессы направлены на придание им соответствующих вкусовых свойств и на обезвреживание.

Источниками микрофлоры колбасных изделий является сырье и технологические операции подготовки и переработки сырья: разрубка туш, обвалка, жиловка, посол, составление колбасного фарша, наполнение фаршем колбасной оболочки.

Требования к сырью. Сырье является основным источником микробного обсеменения колбас. Для производства колбасных изделий допускается мясо, полученное от здоровых упитанных животных. Условно-годное мясо можно применять для изготовления вареных колбас с разрешения ветеринарно-санитарного надзора после предварительной проварки и с обязательным микробиологическим исследованием готовой продукции. Мясо пониженной свежести (с признаками ослизнения, плесневения) и имеющее загрязнение на поверхности разрешается использовать после санитарной обработки (промывки и зачистки) и микробиологическим контролем готовых колбас.

Динамика микрофлоры в процессе изготовления колбас

В процессе разрубки туш, обвалки и жиловки резко увеличивается количество микроорганизмов в мясе. Операции эти производятся вручную, поэтому обсеменение мяса микроорганизмами является неизбежным.

В неповрежденной мышечной ткани микроорганизмы развиваются с трудом, так как она представляет собой препятствие для распространения микробов с поверхности в толщу мышц. При разрубке, обвалке и жиловке мышечная ткань измельчается, обнажаются внутренние участки, увеличивается площадь соприкосновения мяса с внешней средой. Микроорганизмы

вносятся в мясо с рук рабочих, с инструментов, со столов, со спецодежды, из воздуха производственных помещений. Кроме того, происходит перераспределение микроорганизмов с поверхности на внутренние участки мышечной ткани.

Степень микробного обсеменения находится в зависимости от величины кусков мяса: чем мельче куски и чем больше отношение поверхности к объему кусков, тем больше уровень их микробного обсеменения. Установлено, что содержание микробов в мелких кусках почти в 100 раз превышает количество их в крупных кусках массой 1-2 кг.

Микроорганизмы размножаются на обвалочных столах, ножах, руках рабочих, так как там накапливается кровь, мышечный сок, являющиеся благоприятной средой для развития микробов.

Качественный состав микрофлоры, обсеменяющей мясо, весьма разнообразен и складывается из различных сапрофитных и условно-патогенных микроорганизмов: гнилостных, кишечных, кокковых бактерий, плесневых грибов, дрожжей и др. Возможно попадание патогенных микроорганизмов (сальмонелл и др.).

Для уменьшения степени микробного обсеменения сырья на этом этапе необходимо сократить его продолжительность и выполнять подготовительные операции при пониженной температуре в цехе. Кроме того, следует соблюдать санитарно-гигиенический режим, заключающийся в тщательной санитарной обработке столов, ножей, спецодежды, тара, соблюдении личной гигиены работниками. В конце смены и перед началом работы обвалочные столы и ножи моют горячим содовым раствором, затем раствором хлорной извести. Руки необходимо мыть в течение смены несколько раз.

При посоле количество микроорганизмов в мясе увеличивается за счет обсеменения из посолочной смеси или рассола, с оборудования. В мясе возрастает количество различных солелюбивых и солеустойчивых микроорганизмов (аэробные споровые палочки, пигментные бактерии, микрококки,

молочнокислые бактерии, дрожжи, плесени). Для уменьшения микробного загрязнения мяса при посоле рекомендуется применять стерильную посолочную смесь, рассолы хорошего качества, соблюдать температурный режим и сроки посола. Продолжительность посола для вареных колбас составляет 1-3 суток, для сырокопченых 5-10 суток при температуре не выше 3 °С-5 °С.

Для изготовления фарша производят измельчение мяса на волчке и куттере, фарш обрабатывают в смесильной машине, и при этом происходит дальнейшее обсеменение фарша микроорганизмами с оборудования, из воздуха и с рук рабочих. Кроме того, температурный режим на данной операции температура 18 °С-22 °С способствует быстрому размножению микроорганизмов.

При добавлении шпига и специй фарш обсеменяется микроорганизмами дополнительно. Со специями, особенно с перцем, в фарш попадает огромное количество спорообразующих бактерий. Лабораторными исследованиями установлено, что в 1 г черного перца содержится 10-12 млн. микробных клеток. В микрофлоре перца преобладают бациллы картофельно-сенной группы, грибовидные палочки, капустные палочки, могут быть и анаэробные бактерии. После внесения специй количество спор в колбасном фарше возрастает в 50-100 раз.

Специи, добавляемые в колбасный фарш, необходимо стерилизовать горячим воздухом. Использование стерильных специй позволяет значительно уменьшить микробное загрязнение колбасного фарша. Экспериментально доказано, что стойкость в хранении колбас, изготовленных с добавлением стерильных специй, примерно в 4 раза выше, чем стойкость колбас, выработанных с нестерильными специями.

Для уменьшения уровня микробного загрязнения колбас фарш следует готовить с соблюдением необходимых санитарных правил. Машины для измельчения мяса и мешалки перед работой и в конце рабочего дня нужно промывать горячей водой и обрабатывать паром. Решетки, ножи, валы

необходимо прочистить, тщательно вымыть горячим содовым раствором и просушить. Рабочие, обслуживающие машины, должны перед сменой и в процессе работы мыть и дезинфицировать руки 0,2 %-ным раствором хлорной извести или хлорамином, следить за чистотой спецодежды. Важно регулярно проводить микробиологический контроль качества мойки оборудования, рук рабочих, состояния спецодежды.

В процессе набивки колбасной оболочки фаршем микроорганизмы попадают с оборудования, с колбасных оболочек, с рук рабочих. Шприцевание является более гигиеничным методом набивки по сравнению с ручной набивкой колбас. Для уменьшения микробного обсеменения колбас нужно производить тщательную санитарную обработку шприцев перед началом работы.

Источником загрязнения колбасного фарша микроорганизмами служит колбасная оболочка. Сравнивая естественные и искусственные колбасные оболочки, нужно отдать предпочтение искусственным. При соблюдении санитарных требований хранения и транспортировки эти оболочки содержат очень небольшое количество микроорганизмов. Естественные кишечные оболочки загрязнены разными микроорганизмами, многие из которых являются возбудителями порчи мяса и мясопродуктов. Качественная санитарная обработка (очистка, дезинфекция) позволяет существенно снизить содержание микроорганизмов на естественных колбасных оболочках.

Очень важно, чтобы набивку колбасных батонов производили плотно и равномерно. При неплотной набивке внутри батона образуются пустоты (фонари), в которых скапливается влага и создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Влияние тепловой обработки на микрофлору вареных колбас

После наполнения колбасных оболочек фаршем микробное обсеменение колбас прекращается. При дальнейших технологических операциях происходят определенные изменения микрофлоры колбас.

Осадка вареных колбас продолжается 2-4 часа при температуре не выше 2 оС и относительной влажности от 85 % до 95 %. При соблюдении технологических параметров состав микрофлоры колбас в процессе осадки существенно не меняется. Повышение температуры и удлинение продолжительности осадки способствует размножению и накоплению микроорганизмов, в том числе токсигенных бактерий, например, *Сl.perfringens*.

Обжарка - обработка горячим дымом, имеющим температуру от 80 °С до 110 °С в течение 1-1,5 часов. Обжарке подвергают все вареные колбасы, полукопченые и твердокопченые колбасы, сосиски. Под действием дыма оболочка и частично фарш с поверхности подсушиваются и уплотняются, в результате чего микроорганизмы в них частично погибают, а сохранившиеся перестают размножаться. Внутри колбасных батонов фарш нагревается. Внутри колбасных батонов диаметром 3-5 см температура в центре достигает 40-50 оС, и количество микробов уменьшается. В батонах диаметром 8-15 см температура в центре не превышает 40 °С, и микробы размножаются. В связи с этим следует соблюдать сроки обжарки, потому что при удлинении их количество микроорганизмов в колбасах увеличивается.

Варка колбас производится с целью придания продукту соответствующих вкусовых качеств и уничтожения в нем микроорганизмов. Во время варки должны погибнуть все патогенные микроорганизмы и большинство сапрофитных - возбудителей порчи колбас.

Колбасы варят паром при температуре от 85 °С до 90 °С в течение от 10 мин до 2,5 часов. Температура внутри батонов достигает 70-72 °С. В колбасах отмирают от 99 % до 99,9 % содержащихся в них микроорганизмов. Сохраняются лишь споры бактерий и небольшое количество термоустойчивых неспорообразующих бактерий, в основном кокков.

Микробиальная обсемененность сырых колбас колеблется в широких пределах в зависимости от сорта колбас. Общее количество микроорганизмов

в 1 г составляет десятки тысяч клеток в колбасах высших сортов, сотни тысяч и даже миллионы микробных клеток в колбасах низших сортов.

После варки обсемененность микроорганизмами колбас резко снижается и составляет сотни клеток в колбасах высших сортов или несколько тысяч бактерий в низкосортных изделиях. В глубине батонов количество микроорганизмов больше, чем в поверхностных слоях, за счет разной интенсивности прогрева.

Состав остаточной микрофлоры

Готовые колбасы должны соответствовать высоким микробиологическим требованиям. В них нормируется содержание патогенных, условно-патогенных и общее количество бактерий. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов не должно превышать $1-2,5 \times 10^3$ КОЕ; сальмонеллы должны отсутствовать в 25 г продукта; облигатные анаэробы (сульфитредуцирующие клостридии) не допускаются в 0,01 г. Наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП), протей, *Cl. perfringens* свидетельствует о недостаточной термической обработке - недоваре. Высокая микробиальная обсемененность готовых колбас может быть связана с нарушением санитарных норм или несоблюдением технологических режимов осадки, варки, а также зависит от первоначальной обсемененности сырья микроорганизмами.

После варки колбасы охлаждают под душем до температуры от 30 °С до 35 °С и далее в камере охлаждения до 4 °С с целью предотвращения быстрого размножения сохранившихся бактерий. Вареные колбасы относятся к скоропортящимся изделиям и должны быть реализованы в течение 72 часов.

При производстве ливерных колбас в качестве сырья используют субпродукты, печень, кровь, которые являются отличной питательной средой для развития микроорганизмов. В ливерных колбасах кроме высокой температуры на микроорганизмы оказывают действие высушивание и антисептические вещества при холодном копчении, в кровяных колбасах - горячее копчение. При нарушении технологии горячего копчения в кровяных колбасах

может увеличиться содержание микроорганизмов, что приводит к появлению органолептических изменений, особенно запаха.

Микробиология копченых и сыровяленых колбас

Копченые колбасы подразделяются на сырокопченые и варенокопченые, отличающиеся технологией изготовления.

Сырокопченые колбасы. Технология изготовления сырокопченых колбас включает следующие этапы: осадку в течение 5-7 суток, копчение при температуре от 18 °С до 25 °С, сушку продолжительностью до 1,5 месяцев. Разновидностью сырокопченых колбас являются сыровяленые колбасы, которые сушат без предварительного копчения.

Важнейшим фактором консервирования является закисание (созревание) колбасного фарша и сушка колбасы. Вкус и запах готовой сырокопченной колбасы обуславливают различные добавки, компоненты копильного дыма, а также значительное количество микроорганизмов, образующих полезную микрофлору этих изделий.

В ходе технологического процесса микрофлора сырокопченых колбас изменяется в количественном и качественном отношении. На начальных этапах количество микроорганизмов увеличивается, достигая миллионов клеток в 1 г. Состояние колбасного фарша оценивают как гигиенически удовлетворительное, если общая бактериальная обсемененность составляет не более 10^6 КОЕ, а клостридий не более 10 КОЕ в 1 г. К концу сушки количество микроорганизмов уменьшается в несколько раз. Важнейшим условием обеспечения нужного направления микробиологических изменений является соблюдение производственной и личной гигиены работниками.

Качественный состав микрофлоры фарша в процессе созревания колбас также претерпевает изменения. В составе первоначальной микрофлоры преобладают бактерии группы кишечной палочки, гнилостные бактерии, стафилококки. В небольшом количестве обнаруживают молочнокислые бактерии, микрококки, дрожжи. В процессе созревания колбас увеличивается количество молочнокислых бактерий, микрококков и дрожжей, они стано-

вятся преобладающими. По мере созревания в колбасах отмирают грамотрицательные палочки, гнилостные бактерии.

Изменение микрофлоры сырокопченых колбас связано с комплексным воздействием ряда факторов: повышение концентрации соли, антисептических коптильных веществ, обезвоживание среды, снижение рН, микробный антагонизм. Молочнокислые бактерии, микрококки и дрожжи являются устойчивыми к повышенной концентрации поваренной соли, к коптильным веществам, поэтому они активно размножаются в процессе сушки изделий. Они обладают антагонистическим действием на гнилостные бактерии, кишечные бактерии, стафилококки. Антагонистическое действие молочнокислых бактерий и микрококков обусловлено изменением рН колбасного фарша в кислую сторону, что неблагоприятно влияет на гнилостные бактерии. Кроме того, микробы-антагонисты вырабатывают антибиотические вещества.

Таким образом, под влиянием комплекса бактерицидных и бактериостатических факторов микрофлора сырокопченых колбас существенно меняется. Микрофлору готовых сырокопченых и сыровяленых колбас составляют молочнокислые бактерии видов *Lbs. plantarum*, *Lbs. brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc dext.*, микрококки, дрожжи рода *Debariomycetes*. Эта микрофлора колбас является полезной и оказывает существенное влияние на формирование специфических органолептических свойств сыровяленых и сырокопченых колбас.

В некоторых странах чистые культуры вышеуказанных микроорганизмов используют в качестве заквасок, которые вводят в колбасный фарш для получения высококачественных колбасных изделий. Положительные результаты получены при использовании дрожжей рода *Debariomycetes* для обработки поверхности сырокопченых колбас с целью предохранения от плесневения.

Варено-копченые колбасы изготавливаются по иной технологии, которая включает осадку в течение 1-3 суток, горячее копчение при температуре

от 50 °С до 60 °С, варку, вторичное копчение при температуре от 32 °С до 45 °С, сушку в течение 5-7 суток.

Изменение микрофлоры варено-копченых колбас происходит по тем же закономерностям, что и в сырокопченых колбасах. Однако при варке большая часть микроорганизмов отмирает, в том числе кишечные палочки, протей, гнилостные бактерии, большинство молочнокислых бактерий и микрококков. В ходе последующих технологических этапов (вторичное копчение, сушка) происходит размножение сохранившихся после варки микроорганизмов, главным образом, молочнокислых бактерий и микрококков. Но общее количество микроорганизмов в варено-копченых колбасах значительно меньше, чем в сырокопченых.

Микробиологические показатели копченых и сыровяленых колбас такие же, как и вареных. В тех случаях, если изделия не соответствуют нормативным показателям, то их направляют на повторную сушку в течение 7-10 суток. Если микробиологические показатели и после сушки остаются хуже нормативных, то колбасу перерабатывают в вареную.

Изменение микрофлоры колбасных изделий при хранении

Стойкость колбасных изделий при хранении определяется рядом факторов: количественным и качественным составом остаточной микрофлоры, степенью обезвоженности, содержанием поваренной соли, значением рН, концентрацией коптильных веществ, консистенцией продукта.

Самыми устойчивыми в хранении являются сырокопченые колбасы, что объясняется наиболее низким содержанием влаги, наибольшей концентрацией соли и антисептических коптильных веществ, кислой реакцией фарша (рН 6,2-6,4), плотной консистенцией продукта. Большое значение для стойкости этих колбас имеет остаточная микрофлора, обладающая антагонистическим действием в отношении гнилостных микроорганизмов. Хранить сырокопченую колбасу рекомендуется при температуре от 4 °С до 6 °С. Продолжительность сохранения качества колбасы колеблется от 1-2 недель

до 6 месяцев в зависимости от сорта и метода изготовления. Допускается непродолжительное хранение при комнатной температуре.

Варено-копченые колбасы менее стойкие в хранении. Продолжительность сохранения качества продукта при температуре от 4 °С до 6 °С составляет 3-5 дней; в замороженном состоянии варено-копченые колбасы могут сохраняться до 6 месяцев. После такого хранения возможно возникновение такого порока как размягчение и потеря коптильного аромата.

Наименее стойкими в хранении являются вареные колбасы, что связано с довольно высоким содержанием влаги (около 60 %) и менее плотной консистенцией изделий. Самой меньшей стойкостью в хранении обладают субпродуктовые колбасы, в которых условия для размножения микроорганизмов самые благоприятные. Это обусловлено составом сырья (субпродукты), рыхлой консистенцией фарша, наличием пористой оболочки, которую не подвергают обжарке, проницаемой для микробов, более высокими значениями pH (6,7-6,9).

Вареные колбасы можно хранить при температуре от 2 °С до 4 °С в течение 1-2 недель. При длительном или неправильном хранении в колбасах происходит размножение сохранившихся микроорганизмов и попавших с поверхности, что приводит к порче колбас. Различают следующие виды порчи колбас: кислое брожение, гниение, прогорклость, плесневение.

Кислое брожение наблюдается в вареных мясных и ливерных колбасах, имеющих высокую влажность, содержащих муку и растительные примеси. Возбудителями порока являются молочнокислые бактерии, кишечные палочки, дрожжи и др. Микроорганизмы разлагают углеводы с образованием молочной и других органических кислот, в результате чего продукт приобретает кислый вкус и запах, цвет и консистенция колбас не изменяется. При доступе кислорода фарш приобретает серо-зеленый цвет.

Гниение обусловлено деятельностью гнилостных бактерий, которые попадают в колбасы при нарушении санитарного и технологического режимов производства. Гниение колбас отличается тем, что гнилостное

разложение происходит во всей массе батона, сопровождается размягчением и выделением дурнопахнущих газов. В копченых колбасах обнаружить гнилостную порчу трудно, так как запах маскируется запахом коптильных веществ.

Прогорклость наблюдается при длительном хранении копченых колбас. Возбудителями порока являются микроорганизмы, обладающие липолитическими свойствами: бактерии рода псевдомонас, плесневые грибы. В колбасах происходит глубокое разложение жира с накоплением альдегидов и кетонов, в результате чего продукт приобретает прогорклый вкус и едкий запах.

Плесневение является наиболее частым пороком копченых колбас при длительном хранении в условиях повышенной влажности. Обычно плесени развиваются на оболочке колбасных батонов, образуя сухие и влажные налеты. Пороки колбасных изделий описаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Пороки колбасных изделий

| Вид дефекта | Причины возникновения |
|--|---|
| 1 | 2 |
| Дефекты внешнего вида | |
| Усадка и разрыв оболочки | Нарушение процессов жиловки мяса и куттерования фарша. Слишком плотное наполнение оболочки фаршем при шприцевании. Варка колбас при чрезмерно высокой температуре или повышенной скорости нагревания. Недоброкачественная оболочка. |
| Морщинистость оболочки, образование складок на ней | Плохое перемешивание фарша. Неплотное наполнение оболочки фаршем. Охлаждение колбас на воздухе, минуя стадию охлаждения водой под душем. Недостаточная длительность охлаждения водой. Нарушение режимов сушки для сырокопченых колбас (повышение температуры, снижение относительной влажности). Хранение батонов в слишком сухом помещении или на сквозняке. |
| Ослизнение оболочки | -Слишком продолжительное и резкое охлаждение колбас после варки. Хранение в теплом помещении. Перепад температур. Высокая влажность воздуха в камере хранения. |
| Слипы-участки кишечной оболочки, не обработанные дымом | Соприкосновение батонов друг с другом во время обжарки, копчения. Слишком плотное навешивание батонов на рамы. Несоблюдение параметров обжарки батонов. |

Продолжение таблицы 2.4

| 1 | 2 |
|---|---|
| Потемнение и загрязнение оболочки батонов (сажей, еплом) | Помещение навешенных колбасных изделий в непрогретые камеры. Обжарка влажных батонов. Использование при обжарке смолистых пород дерева, неошкуренной березы, сырых опилок. |
| Пересушенные, прихваченные жаром концы | Высокая (свыше 110 °С) температура при обжарке; Загрузка в камеру батонов неодинаковой длины. |
| Дефекты консистенции | |
| Пористость фарша | Слабое наполнение оболочки фаршем при шприцевании. Недостаточная выдержка батонов при осадке. Превышение дозы вносимых фосфатов. Использование аскорбиновой кислоты без предварительной нейтрализации. |
| Отеки бульона под оболочкой, выделение желе из фарша | Использование мяса с нестандартными характеристиками или использование мороженого мяса длительных сроков хранения. Недостаточная выдержка мяса в посоле. -Сильный перегрев мяса при измельчении и приготовлении фарша (куттеровании). Повышенное содержание жира в фарше. Излишнее количество добавленной воды(льда) при составлении фарша. Нарушение последовательности закладки в куттер сырья и вспомогательных материалов при приготовлении фарша. Слишком сильное разогревание мяса при использовании тупых режущих инструментов. Перевар колбас. |
| Наличие в фарше кусочков желтого (с прогорклым вкусом) шпика | Использование шпика с признаками окислительной порчи |
| Неравномерное распределение шпика | Недостаточная продолжительность перемешивания фарша. Разница температур шпика и фарша. |
| «Мокрые глазки» на срезе (из кусочков оплавленного шпика,жира) | Ранняя закладка жира-сырца при куттеровании. Завышенная температура тепловой обработки. Слишком близкое расположение колбасных батонов к источнику тепла в обжарочных камерах |
| Выпадение крупно измельченных включений | Недостаточное или слишком продолжительное массирование крупных рецептурных ингредиентов. Слишком большая разница температур фарша и крупно измельченных включений. |
| Крошливая консистенция | Неправильный подбор сырья Несоблюдение параметров процесса жиловки и посола мясного сырья. Использование мяса механической обвалки с повышенным содержанием (свыше 0,8 %) костных включений. Нарушение режимов куттерования фарша и варки колбасных изделий(перевар) |

Продолжение таблицы 2.4

| 1 | 2 |
|--|--|
| Слишком твердая консистенция | <p>Чрезмерно высокое количество нежирного мяса и соединительной ткани.</p> <p>Недостаточное количество добавленной воды</p> <p>При куттеровании под вакуумом очень длительная обработка или слишком высокий вакуум</p> |
| Слишком мягкая консистенция | <p>Длительное куттерование фарша при повышенной температуре и высокой скорости ножей.</p> <p>Некачественное сырье(высокое содержание жира).</p> <p>Превышение количества добавляемой воды.</p> <p>Недостаточное содержание белка соединительной ткани.</p> <p>Низкая температура или недостаточная продолжительность варки(«недовар»)</p> |
| Резинистая или крупитчатая структура фарша | <p>Недостаточное количество добавленной при куттеровании воды.</p> <p>Сверхнормативное введение добавок.</p> <p>Перекуттерование фарша.</p> <p>-Высокая температура или недостаточная длительность варки.</p> |
| Пустоты в фарше | <p>Неплотное наполнение оболочки фаршем при шприцевании и недостаточная выдержка батонов при осадке.</p> <p>Нарушение режимов куттерования и шприцевания.</p> |
| Дефекты цвета | |
| Недостаточное цветообразование | <p>Недостаточное или слишком большое количество нежирного мяса в рецептуре.</p> <p>Не добавлены или передозированы вспомогательные средства для цветообразования.</p> <p>Сверхнормативное хранение нитритной посолочной смеси (обратить внимание на дату хранения) или хранение ее во влажном помещении.</p> <p>Длительный предварительный посол нежирного мяса.</p> <p>Непродолжительная фаза цветообразования.</p> <p>Длительность варки недостаточна (не достигнута температура 68 °С-72 °С в центре батона).</p> |
| Недостаточное сохранение окраски | <p>Использование мяса после слишком долгого хранения.</p> <p>Излишнее или недостаточное количество вспомогательных средств для цветообразования.</p> <p>Не достигнута температура 68 °С-72 °С в центре батона.</p> <p>Применение «старых» натуральных оболочек.</p> |
| Обесцвечивание фарша на разрезе | Повышенное количество вводимой воды. |

Продолжение таблицы 2.4

| 1 | 2 |
|---|--|
| Серые пятна на разрезе и разрыхление фарша | <p>Низкое количество нитрита натрия.</p> <p>Применение щелочных фосфатов без аскорбиновой кислоты и её производных.</p> <p>Недостаточная продолжительность выдержки мяса в посоле.</p> <p>Высокая температура в помещении для посола.</p> <p>Обжарка батонов при пониженной температуре.</p> <p>Большой интервал между обжаркой и варкой. Задержка батонов после шприцевания в помещении с повышенной температурой воздуха.</p> <p>Низкая температура варки.</p> <p>Увеличение продолжительности обжарки при пониженной температуре в камере.</p> <p>Низкая температура воздуха в камере в начальный период варки;</p> <p>Использование прогорклого шпика.</p> <p>Низкая температура батонов колбас, поступающих на обжарку.</p> |
| Зелёные пятна на месте воздушных пузырьков | <p>Использование загрязненного мясного сырья.</p> <p>Недостаточное количество вспомогательного средства для цветообразования.</p> <p>Применение нитритной посолочной смеси с превышенным сроком хранения.</p> <p>Не достигнута температура 68 °С-72 °С в центре батона.</p> <p>Высокая температура хранения готовой продукции.</p> |
| Серое кольцо на разрезе | <p>Низкая температура варки.</p> <p>Резкое охлаждение батонов после варки.</p> <p>Хранение в теплом и сыром помещении.</p> |
| Зеленоватые пятна на разрезе батона | <p>Использование не свежего мяса.</p> <p>Слишком низкая температура воды при варке.</p> <p>Продолжительное нахождение в холодной воде после варки. Хранение в теплом и сыром помещении.</p> |
| Нежелательное возникновение светло розовой окраски в белых колбасах | <p>Взаимодействие мяса или добавок с посолочной смесью.</p> <p>Продолжительное выдерживание фарша перед варкой.</p> <p>Не достигнута температура 68 °С-72 °С в центре батона.</p> <p>Высокая температура хранения готовой продукции.</p> |
| Изменение цвета батонов (обесцвечивание) | <p>Неудовлетворительное качество посола.</p> <p>Неравномерная температура в варочных камерах.</p> <p>Слишком плотное навешивание батонов на рамы.</p> <p>Несоблюдение параметров обжарки батонов.</p> <p>Окисление под действием микроорганизмов при повышенной температуре хранения.</p> <p>Яркий свет в камере хранения(освещенность свыше 100 лк)</p> |

Продолжение таблицы 2.4

| 1 | 2 |
|----------------------------------|---|
| Дефекты вкуса и запаха | |
| Посторонние привкус и запах | <p>Использование условно-годного сырья с признаками порчи (мясо, шпик, специи). Некачественная зачистка мяса. Низкая температура процесса варки. Несоблюдение сроков и условий хранения вспомогательных материалов. Хранение сырья или готовой колбасы совместно с сильно пахнущими веществами, а также в свежеекрашенном помещении. Применение оболочек с сильным запахом. Использование сырья (мяса, шпика и пряностей), не соответствующего гигиеническим требованиям. Не соблюдение порядка мойки и дезинфекции производственных помещений и технологического оборудования, а также остатки моющих средств. Использование при обжарке влажных и слежавшихся опилок с длительным сроком хранения. Хранение при слишком высокой влажности воздуха.</p> |
| Затхлый привкус | <p>Использование долго хранившегося сырья, в том числе прогорклого жира. Применение «старых» натуральных оболочек Обжарка с помощью очень влажных, слежавшихся опилок с длительным сроком хранения.</p> |
| Кисловатый привкус | <p>Использование сырья слишком длительного срока хранения. Не достигнута температура 68 °С -72 °С в центре батона. Высокие температуры охлаждения и хранения.</p> |
| Плесневение и закисание продукта | <p>Нарушение параметров хранения готовой продукции. Применение загрязненной тары, нарушение условий упаковки готовой продукции.</p> |
| Лопнувшая оболочка | <p>Излишне плотная набивка батонов при шприцевании; Варка колбас при повышенной температуре, не качественная оболочка.</p> |

2.5 Микробиология яиц и яйцепродуктов

Характеристика яиц и яйцепродуктов

Яйцо птицы состоит из белка, желтка и скорлупы с оболочками. В скорлупе имеются поры диаметром 4-40 мкм. Под скорлупой находятся подскорлупная и белковая оболочки. Внутри последней заключен белок. В центре белка находится желток с зародышевым диском. В яйце содержится

комплекс питательных и биологически активных веществ, необходимых для развития живого организма.

Содержимое свежих яиц, полученных от здоровых птиц, является стерильным, т.е. не содержит микроорганизмов. Стерильность яиц обеспечивается защитными механизмами организма птицы, и в частности, наличием бактерицидного белка лизоцима.

Эндогенный путь заражения яиц микроорганизмами

Яйца птицы обсеменяются микроорганизмами двумя путями: эндогенным и экзогенным. Эндогенное заражение *яиц* происходит при его формировании в яичнике и яйцеводе больных птиц при сальмонеллезе, орнитозе, туберкулезе и др. заболеваниях. В яйцах больных птиц часто содержатся возбудители болезни, которые нередко передаются через яйцо. Нередко птицы имеют скрытую форму инфекционного заболевания или являются бактерионосителями и также могут нести яйца, содержащие патогенные микроорганизмы. Количество инфицированных яиц, получаемых от птиц-бактерионосителей составляет от 10 % до 95 %. Наиболее часто заражение яиц происходит в период усиленной яйцекладки, что связано с ослаблением организма птиц.

Весьма опасным является заражение яиц сальмонеллами, что чревато возникновением токсикоинфекций при употреблении инфицированных яиц. Особую опасность представляют яйца водоплавающих птиц, которые часто бывают заражены сальмонеллами. В связи с этим утиные и гусиные яйца запрещено продавать и использовать в системе общественного питания.

Эндогенное обсеменение яиц микроорганизмами возможно при наличии у птицы авитаминоза А и при заболевании яичников и яйцеводов разной природы. При этом в яйцах кроме возбудителей болезни часто содержатся условно-патогенные микроорганизмы: коагулазоположительные стафилококки, палочки протей, сине-гнойная, флюоресцирующая и др. палочки.

Экзогенное обсеменение яиц микроорганизмами

Экзогенное обсеменение яиц микроорганизмами происходит при сборе, хранении, транспортировке в результате проникновения микробов через поры скорлупы и подскорлупные оболочки. Через скорлупу в яйца могут проникать разные группы микроорганизмов, в том числе и патогенные.

Экзогенное обсеменение яиц микроорганизмами связано с загрязнением скорлупы фекалиями птиц, землей, подстилкой, руками и т.д. Количество микроорганизмов на скорлупе варьирует в зависимости от степени ее загрязнения от нескольких сотен на 1 см² поверхности до миллионов микробных клеток. Уровень загрязнения скорлупы микроорганизмами зависит от условий содержания и кормления птиц.

Обильное загрязнение скорлупы патогенными и условно-патогенными микроорганизмами происходит при напольном содержании птиц, плохом оборудовании гнезд, нарушении микроклимата, использовании некачественной подстилки. Содержание птиц в одноярусной автоматизированной батарее с высоким уровнем механизации характеризуется лучшими санитарно-гигиеническими условиями и выходом яиц с чистой скорлупой до 96 %.

Микроорганизмы со скорлупы проникают внутрь яйца через поры. Проникновению микробов в яйцо способствуют повышенная влажность воздуха и колебания температуры, при которых в поры всасывается воздух и микроорганизмы.

Для уменьшения уровня экзогенного обсеменения яиц необходимо строго соблюдать правила сбора яиц и санитарно-гигиенический режим. Для улучшения товарного вида яиц и удаления микроорганизмов применяют мойку с дезинфицирующими препаратами, а также дезинфекцию яиц парами формальдегида, йода, хлора.

Изменение микрофлоры яиц при хранении

Яйцо птицы обладает естественными защитными механизмами, предохраняющие яйцо от развития микроорганизмов. Белок яйца характеризуется

сильным бактерицидным действием в отношении многих групп микроорганизмов. Бактерицидные свойства белка обусловлены наличием в нем антибиотических веществ: лизоцима, овидина, овомукоида и др. Размножение микробов в яйце подавляется и другими факторами: высоким значением рН (9,2) и устойчивостью протеинов белка к протеолитическим ферментам. Более сильное антимикробное действие отличает внутренний слой белка, прилежащий к желтку.

Наиболее сильными антимикробными свойствами обладает свежеснесенное яйцо. При хранении постепенно изменяются физико-химические свойства содержимого яйца, ослабляется антимикробное действие белка, скорлупы и подскорлупной оболочки, так как инактивируются лизоцим и другие защитные вещества, поры скорлупы становятся более проницаемыми. Это создает благоприятные условия для проникновения и размножения микроорганизмов в яйце.

Для того, чтобы замедлить ослабление защитных свойств яйца, их нужно хранить при температуре от 0 °С до 2 °С и относительной влажности воздуха 85 %. При повышенной температуре и высокой влажности инактивация бактерицидных веществ яйца ускоряется. Бактерии, проникшие в подскорлупное пространство, размножаются, образуя мелкие колонии. Под действием протеолитических ферментов бактерий подскорлупные оболочки растворяются, бактерии проникают в содержимое яйца и размножаются, вызывая его порчу.

Гнилостные бактерии, плесневые грибы, актиномицеты разлагают составные части яйца. Белок разжижается, становится мутным, появляется неприятный запах сероводорода. При овоскопии таких яиц определяются темные пятна. В связи с газообразованием и возрастанием давления внутри яйца они лопаются. Яйца с признаками порчи непригодны для пищевых целей.

Микрофлора яйцепродуктов

Вырабатывают мороженые и сухие яйцепродукты. К мороженым яйцепродуктам относится замороженная смесь белка и желтка в естественном

соотношении (меланж). При его изготовлении происходит обсеменение микроорганизмами из разных источников. Микрофлора меланжа разнообразная. Часто обнаруживаются микрококки, сарцины, стафилококки, бациллы и грамотрицательные палочки, плесневые грибы. Иногда присутствуют сальмонеллы и другие патогенные бактерии.

Источниками микробного обсеменения являются яйца инвентарь, посуда, воздух производственных помещений, руки и спецодежда работников. Для уменьшения загрязнения микроорганизмами необходимо тщательно соблюдать санитарно-гигиенический режим, применять мойку и дезинфекцию яиц. Весьма эффективной в этом плане является пастеризация яичной массы перед замораживанием, благодаря чему содержание микроорганизмов в меланже снижается на 98-99 %.

Замораживают яичную массу при температуре не выше от минус 18 °С до минус 20 °С. При этом часть микроорганизмов отмирает. Хранение при температуре от минус 8 °С до минус 9 °С приводит к дальнейшему сокращению микрофлоры. Однако полной гибели микроорганизмов не происходит. При размораживании меланжа начинается быстрое размножение остаточной микрофлоры, поэтому размороженный меланж подлежит немедленному использованию.

Для длительного хранения изготавливают яичный порошок методом высушивания яичной массы в дисковых сушилках при температуре около 60 °С или методом сублимационной сушки. Яичную массу перед высушиванием готовят в меланжевом цехе. В процессе приготовления масса обсеменяется микроорганизмами из тех же источников. Следовательно, качество санитарной обработки яиц, соблюдение санитарно-гигиенического режима оказывают существенное влияние на уровень обсемененности микроорганизмами сухих яйцепродуктов.

В высушенных яйцепродуктах сохраняются жизнеспособными споры бактерий и часто вегетативных форм микробов. В составе остаточной микрофлоры постоянно присутствуют аэробные бациллы, анаэробные

кlostридии, различные кокки, иногда обнаруживают сальмонеллы. В процессе хранения микроорганизмы постепенно отмирают, что объясняется низкой влажностью 4-8 %. Хранить сухие яйцепродукты следует при комнатной температуре, так как отмирание микробов происходит интенсивнее. В условиях повышенной влажности яичный порошок подвергается порче в связи с развитием микроорганизмов.

Пороки яиц и яйцепродуктов

Зеленая гниль – обуславливается действием различных видов *Pseudomonas*, которые размножаясь в белке образуют зеленый пигмент. Желток при этом может остаться неизменным, а желточная оболочка становится толстой, матовой, иногда черной.

Краска или розовая гниль – вызывается бактериями группы *Pseudomonas*. При просвечивании она дает красный оттенок в желтке.

Черная гниль появляется в результате размножения *Bact. proteus* и характеризуется образованием газов, вследствие чего возрастает давление внутри яйца, поэтому нередко происходит разрыв скорлупы и содержимое яйца дает фекальный запах. При овоскопировании яйцо не просвечивается, выглядит черным и мутным.

Смешанная гниль – вызывается различными микроорганизмами.

Продукты переработки куриных яиц – меланж и яичный порошок, также содержит микрофлору, способную развиваться при благоприятных условиях.

Меланж является особо скоропортящимся продуктом. Для предупреждения порчи хранить его можно только в замороженном виде.

Размороженный меланж после вскрытия банок нужно использовать не позднее чем через 2–3 ч. В меланже нормируется обсемененность микробами: коли-титр должен быть не менее 0,1; патогенных микробов не должно содержаться совсем.

Яичный порошок более стоек по сравнению с меланжем. Однако в грамме порошка может содержаться до нескольких сот тысяч микробов.

При увлажнении или хранении яичного порошка в разведенном виде эта микрофлора быстро вызывает порчу.

В порошке могут длительно сохраняться сальмонеллы, кишечная палочка, палочка протей. Поэтому при термической обработке изделий из яичного порошка следует обеспечивать их сплошной прогрев до высокой температуры.

Список использованных источников

1. Кожевникова, О.Н. Микробиология мяса и мясных продуктов : учебное пособие. Направление подготовки 19.03.03 - Продукты питания животного происхождения. Профиль "Технология мяса и мясных продуктов". Бакалавриат / Е.Н. Стаценко, О.Н. Кожевникова. - Ставрополь : изд-во СКФУ, 2016 . - 196 с.

2. Кудряшов, Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 260300 "Технология сырья и продуктов животного происхождения" специальности 260301 "Технология мяса и мясных продуктов" / Л.С. Кудряшов. - Москва : ДеЛи принт, 2008. - 159 с.

3. Лузина, Н.И. Микробиология мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н.И. Лузина. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. – 75 с.

4. Мирошникова, Е.П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учеб. пособие / Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова, С.В. Стадникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. технологии перераб. молока и мяса. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 247 с.

5. Микробиология продуктов животноводства (практическое руководство): учебное пособие / О.Д. Сидоренко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 172 с.

6. Перкель, Т.П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Т.П. Перкель. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. - 100 с.

7. Розанцев, Э.Г. Биохимия мяса и мясных продуктов (общая часть) : учебное пособие / Э.Г. Розанцев. - Москва : ДеЛи принт, 2006. - 240 с.
8. Рогожин, В.В. Биохимия молока и мяса [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Рогожин. - СПб. : ГИОРД, 2012 . - 456 с.
9. Родин, В.В. Биохимия мяса и молока: учебное пособие / В.В. Родин, В.А. Эльгайтаров. - Ставрополь: АГРУС, 2007. - 120 с.
10. Савелькина, Н.А. Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов. В 3 частях. Часть 3. Микробиология мяса и мясных продуктов: учебное пособие. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 44 с.
11. Соляник, Т.В. Микробиология. Микробиология мяса. Курс лекций / Т.В. Соляник, М.А. Гласкович. - Горки: БГСХА, 2014. - 83 с.