

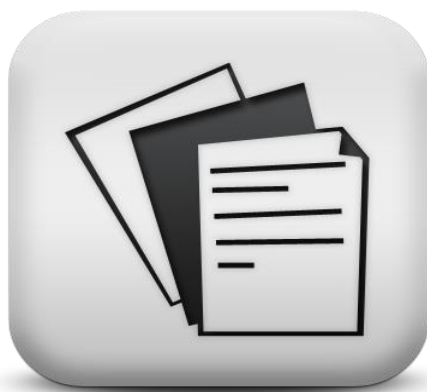
Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Мичуринский филиал

Савелькина Н. А.

Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов

учебное пособие

Ч. 3 Микробиология мяса и мясных продуктов



Брянск, 2018

УДК 637.5.047 (07)
ББК 36.92
С 12

Савелькина, Н. А. Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов: учебное пособие. В 3-х ч. Ч. 3. Микробиология мяса и мясных продуктов / Н. А. Савелькина. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 44 с.

Учебное пособие разработано на основе рабочей программы дисциплины Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов по специальности СПО 19.02.08 Технология мяса и мясных продуктов. Цель пособия - дать теоретические основы микробиологических процессов, протекающих в мясе и мясных продуктах при изготовлении и хранении.

Рецензент: преподаватель Мичуринского филиала Брянского ГАУ Сидоренко И.В.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала Брянского ГАУ протокол № 2 от 09.11.2017 г.

© Савелькина Н. А., 2018
© Мичуринский филиал, 2018
© ФГБОУ ВПО «Брянский
государственный аграрный
университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| Лекция 1. МИКРОФЛОРА МЯСА | 6 |
| Лекция 2 . КОНТАМИНАЦИЯ МЯСНОЙ ТУШИ ПРИ БОЕНСКИХ ОПЕРАЦИЯХ..... | 9 |
| Лекция 3. МИКРОФЛОРА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ И ЗАМОРАЖИВАНИИ | 17 |
| Лекция 4. МИКРОФЛОРА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ ПОСОЛЕ | 20 |
| Лекция 5. МИКРОБНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОЛБАС | 24 |
| Лекция 6. МИКРОФЛОРА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ..... | 33 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ | 42 |
| ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА..... | 41 |

ВВЕДЕНИЕ

Пищевые продукты постоянно и достаточно интенсивно обсеменены различными микроорганизмами. Изучение этой микрофлоры проводится в разных странах в течение многих десятилетий. Проведенные исследования позволили выявить ряд закономерностей в обсеменении продуктов питания, формировании микрофлоры в условиях различных технологических процессов переработки пищи, ее роли в биологической и пищевой ценности продуктов, а также этиологическую роль тех или иных продуктов питания в передаче инфекционных заболеваний и пищевых токсикоинфекций человека.

Принято дифференцировать микрофлору, обсеменяющую продукты питания, на специфическую и неспецифическую. К первой относят микроорганизмы, искусственно вносимые в продукт для придания ему определенных свойств. Такая микрофлора в виде заквасок вносится в пищевые продукты при приготовлении всех молочнокислых продуктов, хлеба, К специфической относится микрофлора, формирующаяся в отдельных продуктах на определенных этапах технологии их получения - квашение капусты и других овощей, приготовление колбасных изделий, пива, вина и т.д. Являясь обязательным технологическим звеном получения указанных продуктов, микроорганизмы обеспечивают определенные органолептические свойства этих продуктов и по ряду параметров их химический состав. Формируемая в процессе созревания этих продуктов микрофлора обеспечивает определенные сроки и условия хранения продуктов питания. Таким образом, специфическая микрофлора оказывает положительное влияние на пищевые продукты.

К неспецифическим относятся микроорганизмы, прижизненно обсеменяющие органы и ткани животных в случае заболевания или нарушения барьерных функций кишечника при травмах, голодании, перегревании или переохлаждении организма животных. При несоблюдении санитарных условий получения продуктов питания на этапах заготовки, переработки, транспортировки и хранения также возможно вторичное загрязнение их микроорганизмами.

Неспецифическая микрофлора может быть представлена микробами-сапрофитами, микробами, вызывающими порчу пищевых продуктов, потенциально патогенными и патогенными микроорганизмами.

Сапрофитные микроорганизмы, попадающие в продукты питания, в ряде случаев могут способствовать развитию определенных биохимических процессов, закономерных для данного пищевого продукта, обуславливающих его определенные свойства. В этом случае их можно рассматривать как специфичную для данного пищевого продукта микрофлору. Проявляя антагонистические свойства по отношению к другим микроорганизмам, микробы-сапрофиты часто обеспечивают сохранность и эпидемиологическую безопасность пищевых продуктов.

Микроорганизмы, вызывающие порчу пищевых продуктов, чаще всего обладают выраженной протеолитической активностью Их попадание в продукты нежелательно, так как они снижают их биологическую и пищевую ценность, а в некоторых случаях делают невозможным использование продуктов в пита-

нии. Микроорганизмы способствуют накоплению токсических компонентов, которые могут привести к пищевому отравлению. Среди потенциально патогенных микроорганизмов следует, прежде всего, указать на возбудителей пищевых токсикоинфекций человека. Это большая группа бактерий, прежде всего семейство энтеробактерий, которые после своего отмирания образуют токсические вещества.

Вторая группа микроорганизмов вызывающая пищевые отравления людей относится к группе токсикозов. Микробные пищевые токсикозы, связанные с накоплением в пищевых продуктах бактериальных токсинов и токсинов микроскопических грибов, и отравление человека может происходить при отсутствии микроорганизма, продуцирующего токсин.

В пищевых продуктах могут размножаться различные виды вышеперечисленных микроорганизмов, приводя к пищевому отравлению смешанной этиологии.

Наконец, при определенных условиях продукты питания могут быть контаминированы патогенными микроорганизмами, вызывающими дизентерию, холеру, бруцеллез и сибирскую язву, листериоз, иерсиниоз. Продуктами питания могут передаваться некоторые риккетсиозы (Ку-лихорадка) и вирусные заболевания (ящур, полиомиелит) и другие инфекции.

Лекция 1. МИКРОФЛОРА МЯСА

Мясо и мясопродукты постоянно находятся под пристальным вниманием исследователей, занимающихся микробиологией пищевых продуктов. Ряд монографий и литературных обзоров посвящен микробиологическим аспектам получения доброкачественного мяса и продуктов его переработки. Целевые микробиологические установки используются для совершенствования технологических процессов, которые, в свою очередь, направлены на повышение качества получаемой продукции.

По классификации ФАО предложено разделить микроорганизмы, контаминирующие мясо на различных стадиях технологического процесса, на четыре группы: патогенные, условно-патогенные, санитарно-показательные и сапрофиты. Через мясо человеку могут передаваться возбудители инфекционных заболеваний (ящура, туберкулеза, Ку-лихорадки, туляремии, лептоспироза, листериоза, бактериальных токсикоинфекций и интоксикаций, микотоксикозов, энтеровирусных заболеваний). К числу санитарно-показательных микроорганизмов относят кишечную палочку, стрептококки группы О. Сапрофитная микрофлора мяса включает около 30 типов различных бактерий. Все исследователи признают, что мясо животных может быть обсеменено двумя путями. В живом организме всегда находятся микроорганизмы, которые при определенных условиях могут проникать в кровь и в мускулатуру. Этот путь называется **эндогенным**, то есть происходящим при жизни животного. Посмертное обсеменение туши, связанное с попаданием микроорганизмов из окружающей среды, называют **экзогенным**.

Исследования мяса животных, убитых в нестерильных условиях, свидетельствуют о том, что в большинстве случаев оно обсеменено микроорганизмами. Одни авторы считают, что большая часть глубоких тканей и внутренних органов здоровых животных содержит значительное количество микроорганизмов (10 клеток²/г и более), другие утверждают, что глубокие ткани стерильны, третьи говорят о наличии единичных микробных клеток только в печени, селезенке в лимфатических узлах.

Изучены механизмы прижизненного обсеменения тела животного. Мясо, полученное в условиях мясокомбината и боен, чаще всего обсеменено постоянными обитателями желудочно-кишечного тракта животного, что связано с понижением общей сопротивляемости организма. На животное могут воздействовать разнообразные неблагоприятные факторы: стрессовое состояние, связанное с изменением привычной обстановки, состояние голода и жажды, переохлаждение или перегревание, утомление во время перегона на большие расстояния.

Мясо, полученное от ослабленных, истощенных и переутомленных животных, будет всегда обсеменено микроорганизмами. При голодании менее суток наблюдается незначительное обсеменение органов и тканей крупного рогатого скота микроорганизмами из желудочно-кишечного тракта. Начиная с 48 ч, оно возрастает. После недельного голодания обсемененность мышц и внутренних органов кишечной палочкой достигает 100% исследованных проб.

Целый ряд работ посвящен изучению состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных. В желудочно-кишечном тракте животных находится большое количество микроорганизмов, попадающих туда, прежде всего, с кормом. Их количество достигает 10^8 микробов в 1 г содержимого рубца. В кислой среде желудка часть микрофлоры гибнет, но могут оставаться жизнеспособные бактерии, дрожжи и плесневые грибы.

В тонком кишечнике наблюдается дальнейшее снижение уровня микроорганизмов до 10^4 кл/г содержимого. В толстом кишечнике в связи с процессами обмена происходит активация деятельности микрофлоры и ее увеличение до 10^8 кл/г содержимого. Здесь обитают микроорганизмы, относящиеся к грамотрицательным палочковидным бактериям, грамположительные энтерококки, клостридии, дрожжи и плесневые грибы. Состав и соотношение микрофлоры зависят от состава кормов, отдела желудочно-кишечного тракта, времени года и возраста животного.

Кроме того, обсеменение мяса при жизни животного может быть связано с другими органами, содержащими микроорганизмы. К ним относятся верхние дыхательные пути и вымя. Чаще всего это кокковая микрофлора, реже там находят бациллы, дрожжи и плесневые грибы. Обитателями желудочно-кишечного тракта могут быть потенциально патогенные и патогенные микроорганизмы. В последние 20 лет определенное место в структуре заболеваний человека занимают кишечные иерсиниозы. Причиной возникновения этих заболеваний чаще всего бывает мясо крупного рогатого скота и свиней. Так, при исследовании свиных языков в различных магазинах Бельгии установлено, что 50% проб содержали возбудитель данной инфекции. По мнению авторов, данный микроорганизм является естественным обитателем носоглотки животных и употребление в пищу органов, относящихся к желудочно-кишечному тракту, может служить причиной иерсиниоза, так как энтеротоксин выдерживает нагревание при 120°C в течение 30 мин и хранение в условиях холодильника при 4°C в течение 7 мес.

Кишечник животных является местом обитания клостридиозов. Работами Г.И. Сидоренко и Ю.П. Пивоварова еще в 60-е годы установлена возможность прижизненного обсеменения органов и тканей ослабленных и больных животных.

В литературе имеется много исследований, посвященных изучению микробного обсеменения мяса животных с различными клиническими заболеваниями и клинически здоровых животных. Одни авторы называют очень высокий процент обсеменения мяса животных вынужденного убоя (от 48 до 70%), другие приводят более низкие значения. Так, частота обнаружения клостридий в мышцах крупного рогатого скота с травматическими повреждениями, по данным целого ряда исследователей, составила 8,5%, в лимфоузлах - 15,5%, в печени - 19%; соответственно 3,9, 4,2 и 8,5% - в органах клинически здоровых животных.

При обследовании свиней были получены аналогичные результаты. Из мышц больных животных процент выделения составил 12,2%, из лимфоузлов - 16,9%, из печени - 22,4%; соответственно 5,1; 6,4 и 9,9% - из органов клинически здоровых животных. Полученные данные обязывают ветеринарную службу совершенствовать работу по выявлению ослабленных животных.

Обсеменение микроорганизмами органов и тканей наблюдается при травмах животного. В мышечной ткани, расположенной в нескольких сантиметрах от места травмы, снижается количество гликогена, что приводит к более интенсивному размножению микроорганизмов, чаще всего стафилококков, бактерий группы кишечных палочек и других.

Не вызывая заболевания у животного, в кишечнике могут длительное время находиться сальмонеллы. При снижении защитных сил животного они проникают в мезентериальные лимфатические узлы, затем в кровь и, распространяясь по организму, обуславливают вторичный сальмонеллез. Много работ посвящено изучению бактерионосительства среди животных. Бактерионосительство широко распространено среди животных и птиц.

В связи с болезнью или травмой из кишечника или места повреждения может происходить инфицирование тела животного патогенными микроорганизмами (сальмонеллы, золотистый стафилококк, возбудители туберкулеза, ящура, бруцеллеза), кроме того, в кровь проникают обитатели кишечника. Определенное значение для эндогенного инфицирования мяса имеет агональная инвазия микроорганизмов. Некоторые авторы объединяют ее с посмертным эндогенным обсеменением органов и тканей, которое начинается сразу после обескровливания, то есть клинической смерти животных. В этот период через слизистые оболочки носоглотки и кишечника микроорганизмы могут проникать в окружающие ткани.

Экзогенный путь обсеменения мяса связан с этапами разделки туши, последующей транспортировкой, условиями хранения, технологией получения мясопродуктов и санитарным состоянием предприятия.

Наиболее загрязнена микроорганизмами шкура животного - до 700 млн. микроорганизмов на 1 см^2 поверхности волосяного покрова крупного рогатого скота, от 44 до 58 млн. микробов на поверхности кожи свиней, среди которых в 26,6% случаев были выделены сальмонеллы, в 60% - кишечная палочка, в 55% - бактерии рода протеус, в 58% - кокковая микрофлора и в 100% - спорообразующие гнилостные бактерии. В процессе удаления шкуры в окружающую среду попадает большое количество грязи, поэтому последующими источниками загрязнения становятся воздух, полы, оборудование и инструменты на разделочных линиях, работающий персонал. По данным ряда авторов, проводивших исследование на 3 мясокомбинатах, микробная контаминация одной руки рабочих составила от $2,6 \times 10^7$ до $2,1 \times 10^8$ клеток, из них энтеробактерии составляли до 10^5 клеток, а споровые формы в зависимости от стадии разделки туши - до $3,4 \times 10^6$ клеток. Микробное обсеменение одного ножа после снятия шкуры достигало до 10^7 , содержание энтерококков - 10^3 , а споровых форм до $8,6 \times 10^4$ клеток.

Значительна и контаминация воздуха, особенно в момент отрыва шкуры от туши. Исследования показали, что на расстоянии 5-6 м от установки для механической съемки шкуры в 1 см^3 воздуха было обнаружено до 25 тыс. микробных тел. Для снижения контаминации воздуха и уменьшения загрязнения кожных покровов до разделки туши подвергаются обработке водой под душем, иногда с добавлением дезинфицирующих средств. Туши свиней без снятия шкуры подвергают опалке - обработке газовым пламенем или шпарке при тем-

пературе 58-62°C для облегчения последующего удаления щетины. В последнее время ошпаривание в чанах заменяется обработкой туши паровоздушной смесью, что уменьшает контаминацию в 200-300 раз.

Доказано, что экзогенное обсеменение микроорганизмами может быть связано с проведением обескровливания животного. В течение нескольких минут сердце животного продолжает работать, кровь, вытекающая из перерезанных артерий, может частично всасываться за счет пониженного давления в вены. В кровь могут попадать микроорганизмы с инструментов, шкуры животного, из содержимого пищевода.

Следующим этапом разделки туши является эвентрация, или нутровка, внутренних органов из грудной и брюшной полостей. Имеет значение время проведения этого этапа после обескровливания животного. По данным С.Я. Любашенко, при проведении эвентрации внутренних органов через 10-15 мин после обескровливания животного в лимфатических узлах здоровых свиней содержится в среднем 20 тыс. бактерий, а если эвентрация производится спустя 1 ч и позже, количество микроорганизмов достигает 300 тыс. в 1 г.

Особенно опасны технологические погрешности при выполнении этой операции (несвоевременная перевязка пищевода, нарушение целостности желудочно-кишечного тракта), так как это приводит к массивному обсеменению поверхности туш, достигающему миллиона и более микробных тел на 1 см² поверхности.

В процессе обработки туши на поверхности свежего мяса можно обнаружить микроорганизмы почти всех родов. Некоторые специалисты считают, что оценивать следует только уровень обсеменения. По данным некоторых авторов обсемененность мяса на конечном этапе разделки на бойне бактериями группы кишечных палочек может достигать 10⁹ кл/г продукта.

После туалета туши направляют в остывочные камеры для созревания. При температуре 0-4°C в течение 48-72 ч в мясе протекают ферментативные процессы, обуславливающие кулинарные качества продукта. На мясных тушах образуется сухая пленка, препятствующая размножению микробов на поверхности. Под действием ферментов в тканях происходит гликолиз, накопление кислот и снижение рН мяса, что является нежелательным для жизнедеятельности микроорганизмов. Следует помнить, что мясо может быть обсеменено полезной и вредной микрофлорой, и, используя полезную микрофлору, можно улучшать качество мяса.

Лекция 2 . КОНТАМИНАЦИЯ МЯСНОЙ ТУШИ ПРИ БОЕНСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

Мясо животных и птицы, получаемое на мясокомбинатах и птицекомбинатах, содержит микроорганизмы, которые попадают в него в результате микробного обсеменения тканей животных до и после их убоя. Микроорганизмы, находящиеся в мясе, могут размножаться, поскольку этот продукт является хорошей питательной средой для их развития.

В целях сохранения качества мясо подвергают холодильному хранению,

посолу, сушке и другим видам обработки. При этом изменяется состав микрофлоры мяса. Нарушение условий хранения, а, следовательно, размножение определенных групп микроорганизмов приводят к возникновению различных пороков мяса.

Микроорганизмы, как правило, не содержатся в крови, мышцах и во внутренних органах здоровых животных, имеющих высокую сопротивляемость организма. Об этом свидетельствуют данные микробиологических исследований продуктов убоя здоровых и отдохнувших животных, убитых и вскрытых с соблюдением правил стерильности. Между тем, при убое животных в условиях мясокомбинатов получают продукты убоя (мясо, внутренние органы), которые содержат сапрофитные микроорганизмы (гнилостные бактерии, бактерии группы кишечных палочек, споры плесневых грибов, актиномицеты, кокковые бактерии и др.), а в отдельных случаях сальмонеллы, палочку перфрингенс и другие патогенные микроорганизмы.

Различают, как уже говорилось, прижизненное и послеубойное обсеменение органов и тканей животных микроорганизмами.

Прижизненное (предубойное) обсеменение. Проникновение и нахождение микроорганизмов во внутренних органах и тканях еще до убоя животных (прижизненное обсеменение) наблюдается у животных, больных инфекционными болезнями. Возбудитель болезни проникает в восприимчивый организм, подавляет его защитные силы, размножается, а затем распространяется по организму. Распространение возбудителя по органам и тканям зависит от вида инфекции, ее течения и состояния организма больного животного. Так, при септических заболеваниях (сибирская язва, рожа свиней и др.) возбудитель сначала размножается в определенных тканях, а затем проникает в кровь и разносится по всем органам и в мышцы. При туберкулезе возбудитель чаще всего локализуется в одном или нескольких органах (легкие, вымя и др.), при лептоспирозе – преимущественно в почках и печени, при листериозе – главным образом, в головном мозге и печени и т. д.

У здоровых животных прижизненное эндогенное обсеменение органов и тканей микроорганизмами происходит при ослаблении естественной сопротивляемости (резистентности) организма под влиянием различных неблагоприятных (стрессовых) факторов: утомления, голодания, переохладения или перегревания, травм и пр. При нормальном состоянии защитных сил животных стенка кишечника представляет собой почти непреодолимое препятствие для микроорганизмов. В результате снижения сопротивляемости организма создаются благоприятные условия для проникновения микроорганизмов из кишечника через лимфатические и кровеносные сосуды в органы и ткани, в том числе в мышцы. При этом могут проникать не только сапрофиты – постоянные обитатели кишечного тракта животных, но и некоторые патогенные бактерии, например, сальмонеллы, носителями которых нередко являются сельскохозяйственные животные.

Наиболее часто эндогенное обсеменение тканей животных микроорганизмами происходит при утомлении, т. е. состоянии перенапряжения (стресса), возникающего при транспортировании или перегоне животных на мясокомбинаты.

Внутренние органы и ткани животных, убитых сразу же после транспортирования по железной дороге, содержат в 3-4 раза больше микроорганизмов, чем органы и ткани животных неутомленных, получивших предубойный отдых.

Степень эндогенного обсеменения органов и тканей микроорганизмами зависит от стадии утомления животных. У животных, убиваемых в состоянии резкого утомления, микроорганизмы содержатся почти во всех органах и тканях. Например, в продуктах убоя от сильно утомленного крупного рогатого скота почти всегда обнаруживают микроорганизмы в печени, селезенке, почках, легких, соматических и других лимфоузлах и довольно часто (до 30-40 % случаев) в мышцах.

У крупного рогатого скота, имеющего незначительную степень утомления, микроорганизмы обычно выделяют только из печени и портального лимфоузла, мезентериальных лимфоузлов (в 30-50 %) и легких (до 20 % случаев). У свиней, убиваемых в степени незначительного утомления, микроорганизмы обнаруживают главным образом в печени (в 30 % случаев), паховых и подчелюстных лимфоузлах (в 20 %), почках и селезенке (в 16-17 % случаев).

Мышцы и соматические лимфоузлы животных, характеризующихся незначительной степенью утомления, обычно не содержат микроорганизмов.

Степень утомления, а, следовательно, и проникновения в ткани микроорганизмов из желудочно-кишечного тракта зависит от продолжительности и условий транспортирования животных. При доставке животных автотранспортом на небольшие расстояния эндогенное обсеменение мышц и органов микроорганизмами незначительно.

После длительного транспортирования железнодорожным или водным транспортом в органах и тканях животных почти всегда содержатся в большом количестве микроорганизмы, проникшие из желудочно-кишечного тракта.

При транспортировании в жаркое время года, особенно в плохо вентилируемых, нагретых солнцем вагонах, у животных отмечается более высокая степень обсеменения тканей микроорганизмами, чем при транспортировании в прохладное время года.

Для приведения в нормальное физиологическое состояние здоровых, но утомленных в пути животных им предоставляется на мясокомбинатах предубойный отдых.

Восстановление естественных защитных сил и постепенное освобождение органов и тканей утомленных животных от проникших в них из желудочно-кишечного тракта микробов в значительной степени зависит от правильной организации предубойного отдыха (уход, условия содержания, кормления, поения).

У животных, находящихся перед убоем летом в незащищенных от солнца помещениях или зимой длительное время на холоде (что приводит к переохлаждению организма), микроорганизмы, как правило, содержатся во всех внутренних органах, в лимфоузлах и мышцах. Если животных перед убоем содержат в крытых помещениях, в нормальных температурных условиях, то микроорганизмы обнаруживают главным образом в печени и портальном лимфоузле, иногда в других внутренних органах. Мышечная ткань и соматические лимфоузлы таких животных часто оказываются стерильными. У свиней, подвергших-

ся перед убоем перегреву, бактерицидные свойства лимфы выражены слабо или совсем отсутствуют. Органолептические признаки порчи мяса, полученного от животных, перегретых или переохлажденных перед убоем, появляются на 1,5-2 сут. раньше, чем мяса животных, содержащихся перед убоем в нормальных условиях.

Кормление животных незадолго до убоя приводит к некоторому эндогенному обсеменению органов и тканей микроорганизмами из кишечного тракта. Так, при микробиологическом исследовании продуктов убоя животных, убитых через 4-6 ч после кормления, во всех случаях установлено наличие микроорганизмов в печени, почках, селезенке. Кроме того, у половины исследованных туш микроорганизмы обнаружены в крови, мышцах и костном мозге.

Существует определенная зависимость между предубойным физиологическим состоянием организма животных, содержанием в их мышечной ткани гликогена и посмертным накоплением молочной кислоты (снижением рН) в процессе созревания мяса. В мышечной ткани здоровых, упитанных животных содержится значительное количество гликогена и при созревании мяса происходит интенсивное накопление молочной кислоты, что и обуславливает понижения рН в 5,8-6,2.

У животных больных, плохо упитанных, утомленных, т. е. убитых в состоянии резкого снижения резистентности организма, кроме прижизненного эндогенного микробного обсеменения органов и тканей наблюдается уменьшение количества гликогена в мышцах почти вдвое по сравнению с нормой. При созревании мяса таких животных посмертные окислительные процессы (т. е. накопление молочной кислоты) замедлены по сравнению с процессами, протекающими в мясе здоровых и отдохнувших животных, рН колеблется в пределах 6,3-6,9.

Поскольку мясо, полученное от животных с пониженной сопротивляемостью организма, имеет после созревания более высокий рН, развитие гнилостных бактерий в нем подавляется слабо. В процессе хранения такое мясо быстрее портится.

Послеубойная контаминация. При убое животных и последующих операциях разделки туш происходит экзогенная контаминация мясных туш и органов микроорганизмами, попадающими из внешней среды, и эндогенное обсеменение внутренних тканей и органов микроорганизмами из желудочно-кишечного тракта. Источниками послеубойного микробного обсеменения продуктов убоя могут служить кожный покров животных, содержимое желудочно-кишечного тракта, воздух, оборудование, транспортные средства, инструменты, руки, одежда и обувь работников, имеющих контакт с мясом, вода, используемая для зачистки туш, и т. д.

При экзогенной контаминации попадание микроорганизмов в мышечную ткань и органы возможно во время убоя животных. При обескровливании в течение нескольких минут сердце животных продолжает работать и вытекающая из перерезанных шейных артерий кровь частично засасывается вновь через вены, находящиеся под отрицательным давлением. При этом в кровяное русло могут попадать и разноситься по всем тканям микроорганизмы с инструментов, шерстного покрова, а при несоблюдении правил перевязки пищевода — из содержимого желудка.

В процессе выполнения технологических операций разделки мясных туш экзогенное обсеменение мяса микроорганизмами происходит в основном при съемке шкур, извлечении внутренних органов и зачистке.

Съемка шкур существенно влияет на санитарное состояние вырабатываемого мяса. Во время съемки шкур возможно экзогенное обсеменение микроорганизмами поверхности мясных туш.

В 1 г (или на 1 см) волосяного покрова крупного рогатого скота содержится до 700 млн., а в отдельных случаях – даже миллиарды микроорганизмов. Значительное количество микробов имеется также на кожном покрове свиней. Так, на 1 см поверхности кожи свиней обнаруживали в области спины 58 млн. микроорганизмов, а в области живота – до 44 млн. С поверхности кожного покрова свиней были выделены сальмонеллы (в 26,6% случаев), кишечная палочка (60%), различные кокковые бактерии (58%), бактерии рода протеус (55%), споровые гнилостные бактерии (100% случаев). Наибольшая степень микробного загрязнения кожного покрова животных отмечается осенью и весной.

Во время съемки шкур значительное загрязнение обнажаемой поверхности мясных туш микроорганизмами происходит вследствие попадания на нее пыли и грязи, стряхиваемой со шкур в момент их отрыва. При этом степень микробной контаминации поверхности туш во многом зависит от способа съемки. В настоящее время на предприятиях мясной промышленности используют несколько установок для механической съемки шкур с туш крупного рогатого скота (“Москва”, “Ленинградская”, ФАУМ и др.). Кроме того, шкуры снимают с помощью лебедки. В этом случае происходит интенсивное микробное обсеменение большой поверхности туш (в области бедренной части, боковой, грудной стенки, спинной части). Это объясняется тем, что в момент отрыва шкура находится в вертикальном положении над тушей, вследствие чего микроорганизмы со шкуры беспрепятственно попадают на тушу.

Механическая съемка шкур на подвесных путях способствует улучшению санитарного состояния мясных туш. Однако не все используемые в настоящее время установки для механической съемки шкур в одинаковой степени отвечают санитарным требованиям. Например, при съемке шкур с туш крупного рогатого скота на установке “Москва” основная площадь поверхности туш не загрязняется микроорганизмами, а на установках “Ленинградская”, ФАУМ, “ВНИИМП – Омская” микроорганизмы всегда обнаруживают на бедренной части и в области грудной стенки (в 33 % случаев). Иногда микроорганизмы сохраняются даже в области спины. Количество микроорганизмов на 1 см² поверхности туш составляет более 600 тыс.

Установки для съемки шкур с туш свиней с санитарной точки зрения также не все равноценны. Установка непрерывного действия наиболее отвечает санитарным требованиям, так как при съемке поверхность туш меньше обсеменяется микроорганизмами, чем на установке периодического действия.

Обсеменение поверхности мясных туш микроорганизмами при съемке шкур происходит также с рук рабочих и используемых ими инструментов. На поверхности инструментов и рук рабочих содержится значительное количество микроорганизмов. Так, на 1 см² поверхности рук рабочих, осуществляющих

съемку шкур, количество микроорганизмов может достигать 20 млн.; на поверхности ножей – от 6 тыс. до 580 млн. на 1 см² (в зависимости от санитарного состояния производства). Причем, с поверхности инструментов в некоторых случаях выделяют патогенные бактерии, в частности, сальмонеллы.

Для уменьшения микробного загрязнения рук и инструментов необходимо проводить их систематическую санитарную обработку.

В процессе разделки источником загрязнения поверхности мясных туш микроорганизмами может служить воздух цеха убоя скота и разделки туш мясокомбинатов. Исследования санитарно-гигиенического состояния воздуха этих цехов показали, что по сравнению с другими участками цеха наибольшее содержание микроорганизмов наблюдается возле устройств съемки шкур, а также около бокса на месте подвешивания оглушенных животных на конвейер и на линии обескровливания. Так, вблизи от установки для механической съемки шкур с туш крупного рогатого скота содержится во много раз больше микроорганизмов (стафилококки, бактерии группы кишечных палочек и др.), чем у отдаленных от этого участка мест цеха. В 1 см³ воздуха на расстоянии 5-6 м от установки для съемки шкур обнаружено около 25 тыс. микробных клеток.

Изучение группового состава микроорганизмов, выделенных из воздуха помещения, показало, что микрофлора воздуха в цехе убоя скота и разделки туш представлена, как правило, различными споровыми аэробными и анаэробными гнилостными бактериями, грамотрицательными не споровыми палочками, плесневыми грибами, актиномицетами, дрожжами, различными видами кокковых бактерий, т. е. микроорганизмами, которые постоянно присутствуют на кожном покрове животных.

Все это говорит о том, что кожный покров животных является источником значительного микробного загрязнения воздушной среды цехов мясокомбинатов. В целях улучшения санитарно-гигиенического состояния воздушной среды необходимо проводить ежедневную профилактическую дезинфекцию воздуха производственных помещений. Кроме того, для улучшения санитарного состояния кожного покрова животных следует осуществлять их санитарную обработку перед убоем.

В настоящее время применяют различные методы санитарной обработки кожного покрова животных: мойку под душем с применением или без применения механических приспособлений, обеззараживание кожного покрова различными химическими препаратами. Санитарная обработка кожного покрова животных приводит к значительному уменьшению микробного загрязнения, а, следовательно, способствует улучшению санитарного состояния вырабатываемого мяса. Например, после мойки под душем и обработки раствором химического препарата кожного покрова крупного рогатого скота содержание микроорганизмов на 1 см² поверхности уменьшается с 2-20 млн. перед мойкой до 25-245 тыс. микробных клеток, т. е. примерно в 24-80 раз. Простая мойка кожного покрова свиней уменьшает микробное загрязнение в 10-15 раз, а обработка с применением механических щеток и воды – в 40-50 раз.

При обработке свиней без съемки шкуры после обескровливания проводят шпарку или опалку. В процессе этих технологических операций, особенно

при опалке, количество микроорганизмов на поверхности туш свиней резко уменьшается. Степень микробного загрязнения поверхности туш после шпарки во многом зависит от содержания микроорганизмов в воде шпарильных чанов. Кроме загрязнения микробами поверхности туш вода шпарильных чанов может быть источником обсеменения внутренних органов (легких) и даже мышечной ткани. Вода попадает в тушу через раневые отверстия. По мере прохождения туш вода в шпарильных чанах постепенно обсеменяется микробами. Если перед началом работы в 1 мл воды содержится всего несколько десятков микробных клеток, то после шпарки 250 туш свиней количество микроорганизмов возрастает до 26-27 тыс., причем преобладают споры бактерий, устойчивые к высоким температурам.

Улучшению санитарного состояния поверхности туш свиней в процессе их шпарки способствует применение прогрессивных методов технологии, в частности обработка туши паровоздушной смесью в установках непрерывного действия. По сравнению с общепринятым методом шпарки в чанах при обработке туш в агрегате непрерывного действия микробная контаминация поверхности туш уменьшается больше (в 250-300 раз вместо 90-100 раз при обработке в шпарильном чане). При извлечении внутренних органов из брюшной и грудной полостей (нутровка) происходит дополнительное микробное обсеменение поверхности мясных туш через загрязненные руки, одежду и инструменты рабочих. Так, при разделке туш свиней со съемкой шкур количество микроорганизмов на 1 см² поверхности туш после нутровки увеличивается почти в три раза. В случае нарушения технологических инструкций при выполнении этой операции (неправильная заделка проходника, нарушение целостности желудочно-кишечного тракта и др.) возможно очень массивное обсеменение микроорганизмами поверхности мясных туш в результате ее загрязнения содержимым преджелудков и кишечника, богатых различными микроорганизмами. В этих случаях количество микроорганизмов резко возрастает и может достигать более миллиона микробных клеток на 1 см² поверхности туш.

Контаминация глубоких слоев мяса имеет место, если во время извлечения внутренних органов из брюшной и грудной полостей туш животных будут сделаны проколы ножом мышечных частей туш. При хранении таких туш на месте введения инструмента отмечается интенсивное размножение микроорганизмов, и указанные туши быстрее подвергаются порче.

После извлечения внутренних органов для придания туше требуемого товарного вида и надлежащего санитарного состояния проводят ее зачистку: сухую (без применения воды) или мокрую (влажную).

При сухой зачистке срезают остатки внутренних органов, побитости, небольшие участки, загрязненные кровью или содержимым желудочно-кишечного тракта, зачищают бахрому и т. д. В процессе охлаждения и последующего хранения мясных туш, подвергавшихся сухой зачистке, подсыхают фасции и выступающая после снятия шкуры серозная жидкость. Поверхностные слои мышечной ткани обезвоживаются и уплотняются, что способствует образованию хорошо выраженной корочки подсыхания. Происходит фиксация микробов на поверхности туши. В пленках подсохших коллоидов создаются неблагоприятные условия для размножения микробов.

Мокрая зачистка заключается в обмывании туш струёй теплой воды или в обработке фонтанирующими щетками. При мокрой зачистке значительная часть загрязнений удаляется. Но слабый напор и невысокая температура воды (не выше 50°C) не столько способствуют удалению микроорганизмов, сколько приводят к их перераспределению с загрязненных на незагрязненные участки поверхности туш. В результате мойки туш, особенно при использовании травяных или капроновых щеток, рыхлая подкожная клетчатка еще более разрыхляется, и в нее проникают микроорганизмы. Кроме того, при мойке происходит значительное увлажнение поверхности туш. Вследствие этого замедляется образование корочки подсыхания, что способствует проникновению микроорганизмов в ткань.

Вода, применяемая для мойки туш в процессе их разделки, может служить причиной дополнительного микробного обсеменения поверхности мясных туш. Поэтому на мясоперерабатывающих предприятиях следует использовать воду, отвечающую санитарным требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

Таким образом, мокрая зачистка имеет ряд недостатков и может отрицательно влиять на санитарное состояние вырабатываемого мяса. В настоящее время, учитывая уровень используемой техники, а также санитарно-гигиеническое состояние кожного покрова животных, поступающих на убой, нельзя полностью отказаться от мокрой зачистки. Однако необходимо строго соблюдать технологические инструкции по убою скота, которыми предусмотрена мойка только загрязненных участков туши.

При незначительном загрязнении туш следует ограничиваться сухой зачисткой.

Эндогенная контаминация органов и тканей микроорганизмами из желудочно-кишечного тракта начинается сразу после обескровливания, т. е. клинической смерти животных, так как стенка кишечника становится легкопроницаемой для микробов, содержащихся в кишечном тракте. Так, при удалении желудочно-кишечного тракта через 10-15 мин. после обескровливания в 1 г мезентериальных лимфатических узлов здоровых свиней содержится в среднем 20 тыс. бактерий, а через 1 ч и более количество микроорганизмов составляет уже свыше 300 тыс. в 1 г.

Следовательно, для предотвращения эндогенного послепослеубойного обсеменения мышечной ткани и внутренних органов микробами необходимо как можно быстрее удалить кишечник из брюшной полости. При извлечении внутренних органов спустя 2 ч и более с момента обескровливания животных в ткани проникают микроорганизмы, в том числе патогенные и условно-патогенные. Поэтому, в соответствии с действующими Правилами ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов, такие мясные туши подлежат обязательному микробиологическому исследованию.

Лекция 3. МИКРОФЛОРА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ И ЗАМОРАЖИВАНИИ

Мясо и мясопродукты являются хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. Поэтому в целях сохранения качества мяса и мясопродуктов их подвергают посолу, холодильному хранению и другим видам консервирования.

На холодильниках и мясокомбинатах мясо и мясопродукты хранят при низких температурах в охлажденном и замороженном виде.

В процессе холодильного хранения в зависимости от температурных режимов хранения охлажденного и мороженого мяса происходят неодинаковые изменения количественного и группового состава микрофлоры, размножение которой может вызвать порчу продукта.

Микрофлора охлажденного мяса. Микрофлора мяса, поступающего на хранение в камеры охлаждения, разнообразна по составу и обычно представлена мезофилами, термофилами и психрофилами, т. е. микроорганизмами, имеющими неодинаковые температурные пределы роста.

К концу охлаждения в глубоких слоях мяса температура должна достигать 0-4°C. Следовательно, на охлажденном мясе в процессе хранения могут развиваться только те микроорганизмы, которые имеют наиболее низкие температурные пределы роста и размножения, т. е. психрофильные.

Термофильные и большинство мезофильных микроорганизмов, которые не развиваются при температурах, близких к 0°C, после охлаждения мяса полностью приостанавливают свою жизнедеятельность, переходя в анабиоз. В процессе последующего хранения продукта эти микроорганизмы постепенно отмирают и, следовательно, их количество уменьшается. Но некоторые патогенные и токсигенные бактерии из группы мезофилов (сальмонеллы, токсигенные стафилококки и др.) длительное время сохраняют жизнеспособность при низких температурах и не отмирают при хранении охлажденного мяса.

Размножение микроорганизмов в мясе при низких температурах проходит несколько фаз (лаг-фазу, логарифмическую фазу, максимальную стационарную фазу и фазу отмирания). В начальный период хранения охлажденного мяса психрофильные микроорганизмы, находясь в лаг-фазе (фазе задержки роста), некоторое время не размножаются или их размножение происходит в очень незначительной степени. По этой причине состав микрофлоры мяса в этот период почти не изменяется.

Продолжительность фазы задержки роста психрофильных микроорганизмов зависит от того, при какой температуре находилось мясо перед поступлением на хранение. Если мясо поступает из камер с более низкой температурой (3-4°C) и в нем содержатся психрофильные микроорганизмы в состоянии активного роста, то лаг-фаза будет менее продолжительной.

На продолжительность фазы задержки роста психрофилов влияют также скорость охлаждения, температура и влажность воздуха при хранении мяса. При резком и быстром охлаждении, более низкой температуре и влажности лаг-фаза увеличивается.

На длительность лаг-фазы существенно влияет степень обсемененности микроорганизмами мясных туш, поступивших на хранение. Чем ниже степень обсемененности мяса, тем более длительной будет задержка роста находящихся на нем микроорганизмов. При соблюдении установленного температурно-влажностного режима (относительная влажность 85-90%, температура воздуха от – 1 до 1°С) на охлажденном мясе, полученном в результате убоя здоровых, отдохнувших животных с соблюдением всех основных санитарных правил и имеющем обычно незначительную микробную обсемененность, размножение микроорганизмов задерживается на 3-5 дней и более. При высокой степени загрязнения мяса микроорганизмами фаза задержки роста микроорганизмов сокращается до 1 сут., а иногда составляет всего несколько часов.

По истечении лаг-фазы начинают усиленно размножаться психрофильные микроорганизмы (логарифмическая фаза) и их число резко возрастает.

В зависимости от условий хранения охлажденного мяса (определенных температур, газового состава атмосферы и влажности воздуха) наиболее активно размножаются только некоторые психрофильные микроорганизмы, для развития которых эти определенные условия хранения оказались наиболее благоприятными. Остальные психрофилы вследствие недостаточной влажности и пониженной температуры, газового состава атмосферы, непригодного для их развития, или в результате подавления их роста другими видами психрофильных микроорганизмов, обладающими антагонистической способностью, не размножаются и постепенно отмирают. Психрофильные микроорганизмы, способные активно размножаться, со временем становятся преобладающими в составе микрофлоры продуктов, хранящихся в данных условиях.

На охлажденном мясе в аэробных условиях хранения размножаются неспорообразующие грамотрицательные бактерии рода псевдомонас и ахромобактер, а также плесневые грибы и аэробные дрожжи, преимущественно родов родоторула (*Rodotorula*) и торулописис. Активность развития той или иной группы этих психрофильных микроорганизмов зависит от температурно-влажностного режима хранения мяса.

В условиях, неблагоприятных для развития психрофильных аэробных бактерий (пониженная влажность и более низкая температура хранения), наблюдается активный рост плесневых грибов и аэробных дрожжей, которые имеют более низкие температурные пределы роста и менее требовательны к влажности.

Если при хранении охлажденного мяса в процессе холодильной обработки применяют дополнительные средства (частичную замену воздуха диоксидом углерода, полную замену воздуха азотом, вакуумную упаковку), то создаются условия, неблагоприятные для развития аэробных микроорганизмов (аэробные бактерии, плесневые грибы, аэробные дрожжи). Размножение этих психрофильных микроорганизмов задерживается или полностью подавляется. В таких условиях хранения активно размножаются психрофильные микроаэрофильные и факультативно-анаэробные лактобациллы и микробактерии, а также факультативно-анаэробные грамотрицательные бактерии рода аэромонас, способные развиваться в анаэробных условиях.

При активном размножении микроорганизмов в результате их жизнедеятельности в конце стационарной фазы может наступить порча охлажденного мяса.

Микрофлора мороженого мяса. Во время замораживания мяса отмирает значительное количество микроорганизмов, содержащихся в охлажденном мясе. Кроме низкой температуры на микроорганизмы губительно действуют высокая концентрация растворенных в продукте веществ и пониженная влажность, создающиеся в результате вымерзания воды, изменение содержащихся в клетках белков и механическое действие льда, образующегося вне клетки, а при быстром замораживании — и внутри клетки.

Микроорганизмы отмирают как в процессе замораживания мяса, так и в процессе его последующего хранения в замороженном состоянии. Отмирание микроорганизмов во время замораживания находится в прямой зависимости от скорости и степени понижения температуры. Чем ниже температура ($-18...-20^{\circ}\text{C}$) и выше скорость замораживания, тем больше погибает микроорганизмов. При медленном неглубоком замораживании до температуры не ниже $-10...-12^{\circ}\text{C}$ микроорганизмов отмирает значительно меньше.

При одинаковых условиях замораживания скорость отмирания микроорганизмов зависит от видовой и родовой принадлежности, возраста и состояния микробных клеток в момент замораживания. Не спорообразующие бактерии и вегетативные клетки спорообразующих бактерий погибают быстрее, чем споры. Среди неспорообразующих бактерий энтерококки (фекальные стрептококки) и стафилококки более устойчивы к замораживанию, чем, например, такие, как палочка протей и кишечная палочка. Наиболее устойчивы к действию низких температур плесневые грибы и дрожжи. Молодые микробные клетки менее стойки, чем старые. Именно этим можно объяснить тот факт, что аэробные психрофильные бактерии отмирают во время замораживания быстрее, чем мезофильные, поскольку клетки последних находятся в охлажденном мясе в состоянии анабиоза, а клетки психрофильных — молодые.

В процессе хранения мороженого мяса отмирание микроорганизмов, выживших при замораживании, замедляется. Скорость отмирания микроорганизмов при хранении мороженого мяса в отличие от замораживания находится в обратной зависимости от температуры: чем ниже температура, тем медленнее происходит отмирание. При $-18...-20^{\circ}\text{C}$ микроорганизмов отмирает значительно меньше, чем при $-10...-12^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на то, что при замораживании и хранении уменьшается число жизнеспособных микробных клеток, полного отмирания микроорганизмов в мороженом мясе не происходит. Даже после длительного хранения мороженого мяса оно не становится стерильным и может содержать много живых сапрофитных микроорганизмов — возбудителей порчи, а иногда и патогенных бактерий. Большинство плесневых грибов и дрожжей на мороженом мясе при -18°C не погибают в течение 3 лет. При $-15...-20^{\circ}\text{C}$ токсигенные стафилококки сохраняют жизнеспособность на мороженом мясе до 30 дней, а сальмонеллы — до 6 мес. и более. При -20°C содержание кишечной палочки уменьшается только через 6 мес., а энтерококков остается практически постоянным в течение 9 мес. хранения мороженых продуктов.

Минимальная предельная температура роста психрофильных микроорганизмов выше -10°C , поэтому при хранении мяса ниже -10°C психрофилы, как и мезофильные микроорганизмы, не размножаются, а частично отмирают. В соответствии с этим по действующей в нашей стране технологической инструкции мороженое мясо рекомендуется хранить при -12°C и ниже, что позволяет сохранять его практически неограниченное время без признаков порчи.

При температуре хранения выше -10°C на мясе могут размножаться психрофильные микроорганизмы (преимущественно плесневые грибы), которые менее чувствительны к пониженной влажности и высокой концентрации растворенных в продукте солей, создающихся в результате вымерзания воды. При температурах, близких к -10°C ($-5\dots-10^{\circ}\text{C}$), размножаются плесени гроздевидная и тамнидиум; при температурах около -5°C и выше – плесени кистевидная и головчатая. Некоторые дрожжи также растут на мясе при температуре около -5°C . При -3°C и выше на мороженом мясе иногда размножаются отдельные виды бактерий.

Развиваясь на мороженом продукте при температурах выше -10°C , микроорганизмы могут вызывать во время длительного хранения его порчу.

Микроорганизмы, выжившие в процессе хранения мороженого мяса, при его оттаивании начинают размножаться, так как происходят выделение мышечного сока и увлажнение поверхности, т. е. создаются благоприятные условия. Интенсивность размножения микроорганизмов во многом зависит от способа замораживания. При медленном неглубоком замораживании в мышечной ткани образуются крупные кристаллы льда, что обуславливает разрыв оболочек большого количества клеток мышечных волокон и выделение значительного количества мышечного сока. В результате быстрого глубокого замораживания в мышечной ткани образуются мелкие кристаллы льда, которые не травмируют оболочек окружающих их клеток ткани. После оттаивания мышечный сок проникает обратно в мышечные волокна и почти не выделяется. На активность размножения микроорганизмов во время размораживания влияет также температура.

Если размораживание проводят при повышенной температуре ($20-25^{\circ}\text{C}$), то к тому времени, когда оттают глубинные участки мышечной ткани, на поверхности туши происходит интенсивное размножение микробов. При медленном размораживании (низкой плюсовой температуре $1-8^{\circ}\text{C}$) микроорганизмы размножаются на поверхности мясных туш менее активно.

Лекция 4. МИКРОФЛОРА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ ПОСОЛЕ

Посол – это способ консервирования и технологическая операция в колбасном производстве, в результате которого мясопродукты приобретают характерные запах, вкус и окраску.

При посоле под влиянием высокой концентрации хлорида натрия, пониженной температуры и антагонистических взаимоотношений микроорганизмов различных видов резко изменяется количественный и групповой состав микрофлоры мяса. Наиболее существенные изменения обусловлены воздействием

хлорида натрия. Он оказывает консервирующее действие, задерживая развитие многих микроорганизмов, что объясняется одновременным действием нескольких факторов:

Создаваемое солью высокое осмотическое давление вызывает обезвоживание тканей продукта. Вследствие обезвоживания и проникновения хлорида натрия снижается показатель a/w (активность воды), в результате чего нормальная жизнедеятельность многих организмов невозможна, они переходят в анабиотическое состояние, а иногда гибнут; выделяемые из поваренной соли ионы хлора нарушают протеолитическую ферментативную деятельность микроорганизмов. Например, палочка протей может размножаться в продукте при концентрации соли 9-10%, а разжижает желатин только при содержании хлорида натрия в количестве 2-3 %; в результате плохой растворимости кислорода в рассоле создается низкая его концентрация, вследствие чего замедляется размножение аэробных микроорганизмов. При продувании рассола кислородом количество бактерий в нем увеличивается примерно в 10 раз. Но, поскольку многие микроорганизмы, содержащиеся в рассоле, являются факультативными анаэробами, недостаток кислорода не может иметь решающего значения для задержки их размножения.

В мясе и рассоле могут содержаться микроорганизмы, имеющие различную чувствительность к хлориду натрия:

- несолелюбивые (негалофильные), которые размножаются только при 1-2% и полностью прекращают свое развитие при 6-10% соли. К этой группе относят многие неспорообразующие грамотрицательные гнилостные бактерии, многие патогенные и токсигенные микроорганизмы;

- солеустойчивые (солетолерантные) хорошо размножаются при небольших концентрациях (1-2 %), дают слабый рост в средах, содержащих до 6-8 % хлорида натрия, и длительное время сохраняют жизнеспособность при высоких его концентрациях. К ним относят многие гнилостные аэробные бациллы, анаэробные клостридии, кокки, некоторые молочнокислые и патогенные бактерии;

- солелюбивые (галофилы) бывают двух типов: облигатные и факультативные. Облигатные размножаются только при высоких концентрациях соли (от 12 % и выше) и совсем не растут на средах с низким содержанием хлорида натрия. Факультативные растут достаточно хорошо как при высоких концентрациях, так и в присутствии 1-2 % соли. Галофилами являются многие плесени, некоторые дрожжи, многие пигментные микрококки, некоторые пигментные палочковидные бактерии и др.

В процессе посола наиболее чувствительные к высоким концентрациям хлорида натрия микроорганизмы (негалофильные) полностью приостанавливают свое развитие, не размножаются и частично отмирают. Жизнедеятельность солетолерантных микроорганизмов не всегда подавляется. Некоторые из них, например, молочнокислые бактерии, постепенно адаптируются к высокой концентрации хлорида натрия, начинают размножаться. Солелюбивые микроорганизмы могут активно размножаться при высоких концентрациях поваренной соли, используемых для посола мясopодуков.

Поскольку значительная часть микроорганизмов, содержащихся в рассо-

ле, способна размножаться при высоких концентрациях хлорида натрия, посол следует проводить при пониженной температуре (не выше 3-5°C). В этом случае обеспечивается подавление жизнедеятельности этих микроорганизмов.

Хлорид натрия обладает в основном бактериостатическим, а не бактерицидным действием. Поэтому многие микроорганизмы, не способные размножаться при высоких концентрациях хлорида натрия, сохраняют свою жизнеспособность в условиях посола продолжительное время. Могут выживать некоторые патогенные бактерии, попадающие в рассол при посоле мяса больных животных. Например, листерии выживают в 24%-ных рассолах более года, возбудитель рожи свиней и сальмонеллы — несколько месяцев. Бруцеллы сохраняют свою жизнеспособность при посоле до 2 мес. Следовательно, посол не является надежным способом обезвреживания мяса, полученного от больных животных. Для посола необходимо использовать только мясо от здоровых, отдохнувших перед убоем животных, благополучное в санитарном отношении.

Под влиянием соли микроорганизмы в процессе посола могут изменять свои свойства. Например, сальмонеллы становятся похожими на сапрофитных бактерий группы кишечных палочек.

Через 30 дней посола при высеве на среду Эндо вместо характерных для сальмонелл мелких бесцветных колоний они дают рост в виде крупных красных колоний и не агглютинируются специфическими сальмонеллезными сыворотками. Поэтому из солонины редко удается выделить сальмонелл.

В процессе посола изменяется количественный и качественный состав микрофлоры рассола и мясопродуктов. В результате размножения микробов, адаптированных к условиям посола, общее количество микроорганизмов в рассоле возрастает в десятки раз и достигает в конце посола сотен тысяч и миллионов микробных клеток в 1 мл. Количество микроорганизмов в мясе в течение первых 3-4 недель посола также увеличивается, а затем начинает постепенно уменьшаться.

Качественный состав микрофлоры изменяется как в результате подавления жизнедеятельности одних и преимущественного развития других микроорганизмов, так и вследствие приспособления некоторых микроорганизмов к условиям посола.

Микрофлора рассола и соленых мясопродуктов имеет свою специфику.

В рассолах и солонине обнаруживают различные галофильные и солеустойчивые микрококки, солеустойчивые штаммы бактерий из родов псевдомонас и ахромобактер, солеустойчивые молочнокислые бактерии, кишечную палочку, энтерококки и грамположительные аэробные бациллы. Все эти микроорганизмы составляют основную микрофлору рассолов и соленых мясопродуктов.

В доброкачественных рассолах и солонине обычно преобладают микрококки, молочнокислые бактерии и некоторые виды неспорообразующих грамотрицательных палочек.

При посоле окороков в производственных заливочных рассолах к концу процесса микрофлора бывает обычно представлена главным образом молочнокислыми бактериями. Их количество в 1 мл рассола может достигать 80-90%

общего числа обнаруженных микроорганизмов. Кроме молочнокислых бактерий в состав основной микрофлоры заливочных рассолов, как правило, входят микрококки.

Многие штаммы молочнокислых бактерий (в основном лактобацилл) и микрококков обладают выраженным антагонистическим действием по отношению к гнилостным микробам.

Большое количество лактобацилл и микрококков – активных антагонистов гнилостных микробов – обнаруживают в старых производственных рассолах хорошего качества. Устойчивость таких рассолов в значительной степени обусловлена активным размножением этих микроорганизмов и наличием определенного биологического равновесия в биоценозе рассола. Подавляя развитие гнилостных бактерий, микробы-антагонисты предохраняют продукты от порчи в процессе посола. Таким образом, микробный антагонизм наряду с действием поваренной соли, пониженной температурой также является одним из важных консервирующих факторов, действующих на микроорганизмы при посоле мяса и вызывающих изменение микробиологических процессов.

Посол окороков и получение продукта с хорошо выраженными органолептическими свойствами связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов, и в частности с молочнокислыми бактериями и микрококками. В результате их жизнедеятельности накапливаются и изменяются карбонильные соединения (ацетон, диацетил), летучие жирные кислоты, спирты, аминокислоты и другие метаболиты, играющие определенную роль в образовании специфического аромата и вкуса ветчинности, а также улучшении цвета продукта.

При нарушении температурного режима посола, недостатке соли, высокой контаминации сырья, нарушении санитарно-гигиенических условий производства в результате активного размножения микроорганизмов может наступить порча рассола и соленых мясопродуктов.

При порче рассола изменяются запах (вместо ароматного и чистого – затхлый, гнилостный или кисловатый и т. д.) и вкус (прогорклый, кислый). В недоброкачественном рассоле происходит сильное помутнение и выпадают хлопья, образуются стойкая пена и поверхностная пленка, изменяется цвет (от коричневого до красно-бурого или зеленоватого при закисании). По сравнению с доброкачественным в испорченном рассоле отмечается более высокий уровень pH (выше 7,0) и более низкий окислительно-восстановительный потенциал (rH_2). При постановке редуктазной пробы с метиленовым голубым (по Деброт), которая применяется для определения rH_2 рассола, в доброкачественном рассоле метиленовый голубой обесцвечивается только через 1 ч, тогда как в испорченном рассоле – в течение 5-30 мин.

У недоброкачественной солонины изменяется цвет от розового или темно-красного до серо-зеленого или коричневого, консистенция продукта дряблая и рыхлая, запах неприятный, гнилостный, мясной сок мутный. Жир у такой солонины мажущийся, с прогорклым запахом, темно-желтого или грязно-серого цвета.

Возбудителями порчи рассолов и мясопродуктов чаще всего являются бактерии родов ахромобактер, спириллум, вибрио, иногда лактобациллы, мик-

рококки, бактерии рода лейконосток, энтерококки и плесени. Кроме этих микроорганизмов в начальной стадии порчи рассолов в них обнаруживают в небольших количествах бактерии группы кишечных палочек, рода протеус, стрептококки, анаэробные клостридии и аэробные бациллы, которые хотя и не способны активно размножаться при посоле вследствие повышенной чувствительности к высоким концентрациям соли, однако также могут участвовать в процессе порчи рассолов.

Соленые мясопродукты с незначительными признаками порчи после зачистки направляют на немедленную промышленную переработку, а при значительном поражении – на техническую утилизацию.

Рассолы, применяемые для посола мясопродуктов, не должны содержать сальмонелл и других патогенных микроорганизмов, поскольку многие патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы, обладают значительной устойчивостью к хлориду натрия. В шприцовочных рассолах должны отсутствовать анаэробные клостридии и аэробные бациллы. Наличие энтерококков допускается только в очень незначительных количествах (более чем в 50 мл), так как они могут вызывать закисание рассолов и мясопродуктов. В заливочных рассолах после прогревания при 100°C в течение 5 мин энтерококки не должны содержаться в 500 мл, а споры анаэробных клостридии и аэробных бацилл – в 50 мл рассола.

Лекция 5. МИКРОБНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОЛБАС

В процессе приготовления колбасных изделий колбасный фарш обсеменяется микроорганизмами, попадающими в него из различных источников. Степень исходной микробной контаминации колбасного фарша зависит от санитарно-гигиенических условий производства и соблюдения технологических режимов.

В силу различий технологических процессов выработки вареных и копченых колбасных изделий состав микрофлоры этих продуктов изменяется неодинаково. При нарушении сроков и режимов хранения готовых колбасных изделий в результате протекающих в них микробиологических процессов может ухудшаться их качество.

КОНТАМИНАЦИЯ КОЛБАСНОГО ФАРША МИКРООРГАНИЗМАМИ

В колбасный фарш микроорганизмы могут попадать из различных источников на всех основных этапах технологического процесса его приготовления: из сырья, при подготовке мяса (разрубке туш, обвалке, жиловке), посоле, составлении колбасного фарша, наполнении колбасной оболочки фаршем.

Сырье. К сырью в колбасном производстве предъявляют высокие санитарные требования, поскольку оно является одним из источников микробного обсеменения.

Мясо и субпродукты имеют различную степень обсеменения микроорганизмами в зависимости от предубойного состояния животных, от которых они

получены. Для выработки колбасных изделий применяют сырье, полученное от здоровых, упитанных животных.

Контаминация микроорганизмами сырья, благополучного в санитарном отношении (т. е. полученного от здоровых животных), также может быть различной в зависимости от санитарно-гигиенических условий его получения, хранения, транспортирования и предварительной обработки, а также температурных режимов. Например, размороженное мясо содержит больше микробов, чем охлажденное, так как в процессе оттаивания мороженых продуктов создаются благоприятные условия для размножения микроорганизмов. При этом контаминация поверхности размороженного мяса зависит от санитарно-гигиенических условий и соблюдения технологических режимов оттаивания.

В несвежем и ослизшем, а также с загрязненной поверхностью (кровь, содержимое желудочно-кишечного тракта и др.) сырье микроорганизмы содержатся в большом количестве. В производство такое сырье допускают только после предварительной тщательной санитарной обработки (зачистка, промывание и т. д.).

Подготовка мяса. Количество микроорганизмов в мясе резко увеличивается при разрубке туш, обвалке, жиловке, так как эти операции выполняют вручную. Например, только после разрубки и обвалки контаминация мяса микроорганизмами иногда возрастает в 100 раз и более.

Обычно мышечная ткань при ненарушенной целостности представляет собой препятствие для внедрения микробов с поверхности мясной туши в толщу мышечной ткани. Несмотря на то, что на поверхности туши иногда находится много микроорганизмов, они довольно медленно проникают в глубь тканей.

В процессе разрубки, обвалки и жиловки мышечная ткань обнажается и измельчается, вследствие чего увеличивается площадь ее соприкосновения с внешней средой и становится неизбежным попадание в мясо различных гнилостных не спорообразующих и спорных бактерий, энтерококков, актиномицетов, плесневых грибов, дрожжей, кишечной палочки, бактерий рода протеус, стафилококков и других сапрофитных и условно-патогенных микроорганизмов, а иногда и патогенных бактерий (сальмонелл и др.). Микроорганизмы попадают в мясо с рук рабочих, со спецодежды, инструментов, обвалочных столов, инвентаря, тары, из воздуха производственных помещений и др. Происходит также перераспределение микроорганизмов, имеющих на поверхности туши, на обнажаемые при разрезе новые (внутренние) участки мышечной ткани. Степень обсеменения мяса зависит от размеров кусков, на которые разделяют тушу: чем больше отношение поверхности к объему куска (т. е. меньше его величина), тем больше степень контаминация микроорганизмами. В целях максимального снижения степени микробного обсеменения сырья необходимо, чтобы процесс подготовки был кратковременным (не более нескольких часов) и проводился при пониженной температуре производственных помещений. Кроме того, следует строго соблюдать санитарно-гигиенический режим производства (тщательная санитарная обработка помещений, обвалочных столов, инструментов, тары, спецодежды, соблюдение правил личной гигиены рабочими и т. д.).

Посол. Дальнейшее увеличение количества микроорганизмов в мясе проис-

ходит главным образом в результате попадания вместе с посолочной смесью (или рассолом) различных солеустойчивых и солелюбивых гнилостных бацилл, пигментных кокков, дрожжей, спор плесневых грибов, актиномицетов и др. Для исключения этого источника дополнительного загрязнения мяса микроорганизмами рекомендуется для посола применять стерильную посолочную смесь.

Микроорганизмы попадают в мясо также с оборудования и инвентаря, используемого при посоле. При соблюдении температурного режима (температура не выше 2-4 °С) и сроков посола (не более 1-3 сут. для вареных и не более 5-10 сут. для сырокопченых колбас) значительного увеличения содержания микроорганизмов не происходит. Составление колбасного фарша. Обсеменение фарша может происходить во время выполнения механических операций (измельчение мяса на волчке и куттере, обработка фарша в смесительной машине), с оборудования, рук рабочих, тары, инвентаря, воздуха помещений. Соблюдение установленного санитарного режима при выполнении этих операций будет способствовать уменьшению микробного обсеменения фарша. Микроорганизмы могут попадать в фарш при добавлении шпика, крахмала, муки и специй. Со специями, особенно с перцем, в фарш попадают спорообразующие бактерии. Как показали исследования, микробная контаминация перца исчисляется миллионами или даже десятками миллионов микробов в 1 г. Подавляющая масса микробов, находящихся в перце, приходится на аэробные бациллы.

Использование стерилизованных специй позволяет устранить этот источник микробного загрязнения фарша.

Наполнение колбасной оболочки фаршем. При набивке колбасных батонов в фарш из шприцев могут попадать микроорганизмы. Поэтому шприцы необходимо тщательно мыть и дезинфицировать.

Другим источником микробного обсеменения фарша при набивке может служить колбасная оболочка. Применяют естественные (мокросоленые, пресносухие) и искусственные оболочки. Естественные кишечные оболочки загрязнены различными микроорганизмами, многие из которых являются возбудителями порчи мяса и мясопродуктов. В мокросоленых кишечных оболочках обычно содержатся бактериум галофилум, различные виды микрококков, сарцины, аэробные бациллы, актиномицеты, плесневые грибы и другие галофильные и солеустойчивые микроорганизмы. В пресно-сухих кишечных оболочках также часто находятся споровые аэробные гнилостные бациллы, актиномицеты, споры плесневых грибов и различные кокковые бактерии. Санитарная обработка кишечных оболочек перед использованием (очистка, дезинфекция) резко снижает микробное загрязнение. Искусственные оболочки более гигиеничны. При соблюдении санитарных условий хранения и транспортирования в них обычно содержится немного микроорганизмов.

По сравнению со шприцеванием набивка фарша в оболочку вручную во время изготовления штучных колбас (слоеная, языковая и др.) приводит к значительному микробному обсеменению. При исследовании таких колбас в 35,5 % случаев выделяли кишечную палочку и в 20 % — палочку протей. Тогда как в колбасах машинной набивки протей не был обнаружен, а кишечная палочка была обнаружена только в 5,8 % случаев.

После набивки фарша в оболочку какое-либо дополнительное микробное обсеменение извне исключено.

При последующих технологических операциях в зависимости от способа изготовления колбас происходят определенные изменения микрофлоры фарша.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ФАРША ПРИ ВЫРАБОТКЕ ВАРЕННЫХ И ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС

При выработке вареных и полукопченых изделий после наполнения фаршем колбасные батоны подвергают осадке, обжарке, варке и охлаждению. Полукопченые колбасы дополнительно коптят и сушат.

Осадка. При соблюдении технологического режима (температура не выше 2°С, относительная влажность 85-95 % и продолжительность не более 2-4 ч) состав микрофлоры фарша почти не изменяется. Повышение температуры и увеличение продолжительности осадки может привести к размножению микроорганизмов (в том числе иногда палочки перфрингенс и других токсигенных бактерий) и увеличению общей микробной контаминации.

Обжарка. При обработке горячим дымом температурой 80-110°С в течение 0,5-2 ч оболочка (а частично и сам фарш с краев) пропитывается составными частями дыма и подсушивается. В результате этого создаются условия, неблагоприятные для размножения микробов на поверхности колбасных батонов. Под влиянием горячего дыма фарш нагревается. В колбасных батонах небольшого диаметра (3-5 см) температура в центре повышается до 40-50°С, а батонов большого диаметра (от 5-15 см и больше) – до 30-40°С. Следовательно, в батонах большого диаметра создаются условия, благоприятные для размножения микробов. Поэтому количество микроорганизмов в глубине батонов несколько возрастает. В связи с этим очень важно правильно соблюдать сроки обжарки, поскольку при их удлинении возможно значительное увеличение количества микроорганизмов в фарше.

Варка. К концу процесса варки в глубине батонов температура в зависимости от вида колбас достигает 68-75°С. При таком температурном режиме погибает до 90 % и более микробов, содержащихся в сырых колбасах. При этом отмирают все не споровые патогенные и условно-патогенные бактерии: кишечная палочка и палочка протей, большинство сапрофитных не спорообразующих микроорганизмов (кокки, молочнокислые бактерии, дрожжи и др.), вегетативные формы и часть спор спорообразующих бактерий.

Под влиянием высокой температуры в процессе варки резко изменяется количественный и групповой состав микрофлоры колбасного фарша.

До варки состав микрофлоры фарша колбасных батонов очень разнообразен и обычно представлен различными видами как не спорообразующих, так и спорообразующих микроорганизмов. Общее количество микробов в 1 г сырого фарша составляет десятки тысяч и более.

После варки в 1 г фарша обычно содержатся только сотни или несколько тысяч микроорганизмов. В толще батонов количество микроорганизмов бывает несколько больше, чем в поверхностных слоях, которые более интенсивно прогреваются во время варки.

Остаточная микрофлора колбасных изделий после варки состоит в основном из спорообразующих палочковидных сапрофитных аэробных и анаэробных бактерий и незначительного количества не спорообразующих сапрофитных бактерий, главным образом кокков. Количество не спорообразующих микробов в вареных колбасах большого диаметра составляет обычно не более 10-12%, в батонах небольшого диаметра – только 4-7, а в сосисках – всего 1-3% от общего числа микробов, выживших при варке.

Копчение и сушка. Групповой состав микрофлоры полукопченых колбас после копчения и сушки не изменяется. Общее количество микроорганизмов несколько уменьшается, поскольку часть микробов, выживших при варке, отмирает в процессе дополнительной обработки.

Содержание остаточной микрофлоры в вареных и полукопченых колбасах может колебаться в зависимости от исходного количества и состава микрофлоры сырого фарша, соблюдения термического режима варки, вида, сорта колбас и др. Так, общая микробная контаминация мясных колбасных изделий составляет в среднем от нескольких десятков до нескольких сотен или нескольких тысяч микробных клеток в 1 г, тогда как в ливерных колбасах может содержаться от нескольких десятков тысяч до нескольких сотен тысяч микробов в 1 г. В колбасах III сорта всегда содержится больше микроорганизмов, чем в колбасных изделиях I и II сортов.

При соблюдении всех санитарных норм и технологических режимов производства общая микробная контаминация (КОЕ) вареных и полукопченых колбас I и II сортов должна быть не выше 1000 и колбас III сорта не выше 2000 микробных клеток в 1 г.

В колбасах не должны содержаться патогенные и условно-патогенные микроорганизмы (кишечная палочка и палочка протей).

Большое количество микроорганизмов в вареных и полукопченых колбасах (более 1000-2000 микробных клеток в 1 г) или наличие палочки протей и кишечной палочки независимо от общей микробной контаминации указывает на нарушение санитарных норм, приводящее к значительному микробному загрязнению фарша в процессе приготовления колбас, или на несоблюдение технологических режимов осадки, обжарки или варки.

Безоболочные виды колбасных изделий (мясные хлебы, карбонат и др.) после надлежащей термической обработки также имеют небольшую общую микробную контаминацию и не должны содержать патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Групповой состав их микрофлоры представлен главным образом споровыми формами сапрофитных микроорганизмов и единичными кокковыми бактериями. После термической обработки эти продукты часто получают практически стерильными. Но, поскольку они не имеют защитной оболочки, при несоблюдении мер предосторожности на конечных операциях (извлечение из форм, внутризаводские перемещения, упаковывание в бумагу или целлофан) их поверхность легко может быть обсеменена микроорганизмами, наиболее часто встречающимися в колбасном производстве: палочкой протей, кишечной палочкой, споровыми гнилостными бактериями, кокками. В этих случаях на поверхности упакованной продукции количество микробов достигает сотен тысяч на 1 см², и во всех пробах обнаруживают кишечную палочку.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ФАРША ПРИ ВЫРАБОТКЕ КОПЧЕНЫХ КОЛБАС

В зависимости от способа изготовления копченые колбасы подразделяют на сырокопченые и варено-копченые.

Сырокопченые колбасы. При изготовлении сырокопченых колбас колбасные батоны подвергают длительной (5-7 сут.) осадке, холодному копчению (при 18-25°C) и сушке (до 1,5 мес.). Разновидностью сырокопченых колбас являются сыро-вяленые (вяленые) колбасы, которые после осадки сушат без предварительного копчения (вяление).

Поскольку в процессе изготовления сырокопченых колбас не применяют тепловой обработки, обеспечивающей уничтожение не спорообразующих микроорганизмов, микрофлора этих колбас изменяется иначе, чем вареных и полукопченых.

В ходе технологического процесса изготовления сырокопченых и вяленых колбас создаются условия, хотя и замедляющие, но не исключающие жизнедеятельности микроорганизмов в продукте. Поэтому в фарше этих колбас размножаются некоторые группы микроорганизмов. В результате их размножения общая микробная контаминация фарша постепенно возрастает во время длительной осадки, копчения (у сырокопченых колбас) и в начале процесса сушки, достигая к 10-20-му дню созревания (сушки) продукта миллионов и более микробных клеток в 1 г. Затем общее количество микроорганизмов постепенно снижается и к концу сушки (примерно через 30-50 дней) уменьшается в несколько раз.

При созревании колбас их микрофлора изменяется не только количественно, но и качественно.

Групповой состав микрофлоры исходного фарша сырокопченых и сыро-вяленых колбас очень разнообразен. Основную массу микрофлоры составляют грамотрицательные бактерии, в том числе из группы кишечных палочек и рода протеус, гнилостные спорообразующие, аэробные бациллы, анаэробные клостридии, энтерококки, стафилококки. Кроме этих групп микроорганизмов в фарше обычно содержатся в небольших количествах дрожжи, микрококки и молочнокислые бактерии.

В процессе созревания колбас состав микрофлоры изменяется и становится более однородным. Происходит постепенное увеличение количества молочнокислых бактерий, микрококков, а в некоторых колбасах и дрожжей, т. е. тех групп микроорганизмов, содержание которых в начале сушки было незначительным. Обычно в конце созревания сырокопченых и вяленых колбас молочнокислые бактерии и микрококки составляют наибольшую часть от общего количества микрофлоры продукта. Грамотрицательные бактерии, преобладавшие в начальный период процесса, по мере созревания колбас постепенно отмирают: бактерии рода протеус отмирают и не обнаруживаются в фарше примерно к 18-20-30-му дню, а кишечная палочка – через 30-50 дней сушки. В готовых созревших колбасах эти микроорганизмы, как правило, всегда отсутствуют.

Изменение состава микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас связано с тем, что на состав и развитие микроорганизмов воздействуют такие факторы,

как обезвоживание среды, повышение концентрации соли и связанное с ними снижение активности воды (показателя ОН), применение коптильных веществ (на поверхностную микрофлору сырокопченых колбас), изменение рН продукта и микробный антагонизм.

В процессе копчения продукт пропитывается антисептическими веществами коптильного дыма, подавляющими развитие микроорганизмов. Однако к действию коптильных веществ наиболее чувствительны только неспорообразующие микроорганизмы, особенно палочка протей, кишечная палочка, стафилококки и вегетативные формы споровых микроорганизмов. Споры аэробных бацилл, анаэробных клостридии и плесени обычно при копчении не погибают. Кроме того, в значительном количестве коптильные вещества проникают только в поверхностные слои фарша, а в толще колбасных батонов их концентрация обычно в 10-15 раз ниже.

Следовательно, коптильные вещества играли второстепенную роль в подавлении жизнедеятельности микрофлоры фарша. Бактерицидный эффект копчения заключается главным образом в создании бактерицидной зоны на поверхностных участках продукта, защищающей его от проникновения и размножения микроорганизмов извне.

Существенное, определяющее воздействие на развитие микроорганизмов в сырокопченых и вяленых колбасах оказывают обезвоживание продукта и повышение вследствие этого концентрации соли как фактора, определяющего величину осмотического давления и активности воды в фарше. Обезвоживание и повышение концентрации соли происходит по всей толще продукта неравномерно. Поэтому в центральных, менее обезвоженных участках колбасных батонов благоприятные условия для размножения микроорганизмов сохраняются дольше, чем в поверхностных слоях. По мере обезвоживания, увеличения концентрации соли и в связи с этим значительного снижения показателя a_w количество микроорганизмов начинает уменьшаться. При концентрации соли 10 % и более происходит резкое снижение количества микробов в колбасном фарше. Дальнейшее уменьшение содержания микроорганизмов находится в прямой зависимости от повышения концентрации соли.

Существенно влияют на изменение состава микрофлоры при созревании колбас антагонистические взаимоотношения между различными микроорганизмами. Многие штаммы молочнокислых бактерий, выделяемых из копченых колбас, обладают выраженным антагонизмом в отношении тест-культур кишечной палочки, обыкновенного протей, гнилостных аэробных бацилл, стафилококков. Штаммы дрожжей из рода дебариомицес оказывают антагонистическое действие на плесневые грибы.

Микробы-антагонисты обладают значительной солеустойчивостью, что позволяет им активно размножаться в процессе постепенного обезвоживания продукта. В результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий и микрококков постепенно вытесняются грамотрицательные бактерии, аэробные гнилостные бациллы, стафилококки. Антагонизм молочнокислых бактерий и микрококков обуславливается выработкой антибиотических веществ и сдвигом рН фарша в кислую сторону, неблагоприятную для размножения гнилостных и

условно-патогенных бактерий. Активное размножение молочнокислых бактерий и микрококков объясняет факт постепенного увеличения общего количества микроорганизмов в первый период созревания колбас, когда значительная часть других микроорганизмов фарша отмирает под влиянием обезвоживания, повышенной концентрации соли, действия коптильных веществ и антагонизма микробов.

Таким образом, типичными представителями микрофлоры готовых созревших сырокопченых и сыровяленых колбас являются отдельные виды молочнокислых бактерий и различные виды микрококков. В некоторых сыровяленых и копченых колбасах (сервелат, салями и др.) кроме указанных микроорганизмов к типичной микрофлоре относятся дрожжи преимущественно из родов дебариомицес и кандиды. В составе микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас в незначительных количествах присутствуют аэробные бациллы, анаэробные клостридии и другие сапрофитные микроорганизмы.

Основная микрофлора сырокопченых и вяленых колбас (молочнокислые бактерии, микрококки, дрожжи) влияет на созревание и формирование специфических запаха, вкуса, цвета и других органолептических свойств продукта.

Варено-копченые колбасы. В отличие от сырокопченых варено-копченые колбасы подвергают менее длительной осадке (1-2 сут.), горячему копчению (при 50-60 °С), варке, вторичному копчению (при 32-45°С) и менее продолжительной сушке (7-15 сут.).

Особенности технологического процесса влияют на изменение состава микрофлоры колбас.

Во время осадки и горячего копчения, как и при изготовлении сырокопченых колбас, размножаются микрококки и молочнокислые бактерии, количество микробов в фарше увеличивается.

При варке значительная часть микрофлоры фарша погибает. В том числе отмирают палочка протей, кишечная палочка, часть молочнокислых бактерий, микрококков и спорообразующих бактерий.

В процессе вторичного копчения и сушки часть микроорганизмов, выживших при варке, главным образом молочнокислые бактерии и микрококки, размножаются. Однако по сравнению с содержанием микроорганизмов в сырокопченых колбасах общее количество микроорганизмов в фарше готовых варено-копченых колбас значительно ниже.

Состав микрофлоры варено-копченых колбас в конце сушки (созревания) почти не отличается от состава микрофлоры сырокопченых колбас. В нем преобладают те же микроорганизмы (микрококки, молочнокислые бактерии), жизнедеятельность которых играет определенную роль в процессе формирования цвета, специфических запаха и вкуса продукта.

Для улучшения качества сырокопченых и вяленых колбас и интенсификации технологического процесса применяют специально подобранные штаммы молочнокислых бактерий и микрококков.

Получены положительные результаты по использованию дрожжей из рода дебариомицес для обработки поверхности сырокопченых и вяленых колбас в целях защиты от плесневения.

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ НА КАЧЕСТВО КОЛБАС ПРИ ХРАНЕНИИ

Стойкость колбасных изделий при хранении неодинакова, что обусловлено многими факторами: степенью обезвоживания, содержанием хлорида натрия, рН, пропиткой коптильными веществами, химическим составом фарша, количеством и составом остаточной микрофлоры.

Наиболее устойчивы при хранении сырокопченые и сыровяленые колбасы, так как они содержат наименьшее количество влаги, имеют более плотную консистенцию и наибольшую концентрацию соли, в составе микрофлоры почти отсутствуют гнилостные бактерии. Кроме того, все виды копченых колбас содержат много антисептических веществ коптильного дыма.

Вареные колбасы содержат более 50 % влаги, слабо посолены, имеют не очень плотную консистенцию, лишь в незначительной степени пропитаны коптильными веществами (при обжарке), поэтому они менее стойки при хранении, чем копченые (сырокопченые, сыровяленые и др.). Из вареных колбас наименее стойки субпродуктовые колбасы, которые не подвергаются обжарке, имеют наиболее рыхлую консистенцию и более высокий, чем мясные, рН (6,7-6,9 вместо 6,2-6,4 у мясных).

При неправильном хранении остаточная микрофлора колбас и микроорганизмы, попавшие на их поверхность в процессе хранения, могут размножаться и вызывать порчу этих продуктов. Различают несколько видов порчи колбас: гниение, прогорклость, кислое брожение, плесневение.

Гниение. Гниение колбас обусловлено жизнедеятельностью тех же неспорообразующих и спорообразующих гнилостных бактерий, которые вызывают гниение мяса.

В отличие от гниения мяса гнилостное разложение колбас наступает одновременно по всей толще батона. Оно сопровождается, как и при гниении мяса, выделением дурнопахнущих продуктов разложения белков, жиров и углеводов. Под влиянием выделяющихся газообразных продуктов жизнедеятельности гнилостных бактерий колбасный фарш приобретает рыхлую консистенцию. В копченых колбасах специфический гнилостный запах “маскируется” запахом коптильных веществ, что затрудняет обнаружение признаков порчи продукта.

Колбасные изделия с признаками гнилостного разложения направляют на техническую утилизацию.

Прогорклость. Этот вид порчи чаще всего наблюдается при длительном хранении копченых колбас. Прогорклость является результатом размножения в продукте флуоресцирующих бактерий, чудесной палочки, молочной плесени и других микроорганизмов, обладающих липолитическими свойствами. Липолитические микроорганизмы расщепляют жиры на глицерин и жирные кислоты, которые окисляются, образуя альдегиды и кетоны, придающие продукту прогорклый вкус и едкий запах. Продукты с такими изменениями не допускаются в реализацию.

Кислое брожение. Возбудителями кислого брожения колбас являются те же микроорганизмы, которые вызывают аналогичный порок в мясе (палочка перфрингенс, кишечная палочка, молочнокислые бактерии, дрожжи и др.). Этот

вид порчи обычно характерен для вареных мясных и ливерных колбас, содержащих компоненты, богатые углеводами (мука, растительные примеси) и имеющие высокую влажность. В копченых колбасах этот вид порчи встречается редко. В результате накопления органических кислот, образующихся при разложении микроорганизмами углеводов, продукт приобретает кислый запах и вкус. Консистенция и цвет фарша не изменяются. В дальнейшем при широком доступе кислорода может появиться серовато-зеленая окраска фарша.

При обнаружении этого вида порчи продукцию направляют на техническую утилизацию.

Плесневение. Плесневение – наиболее распространенный вид порчи сыровяленых и сырокопченых колбас при неправильном хранении этих продуктов в условиях повышенной влажности. Обладая способностью хорошо размножаться при повышенном осмотическом давлении и устойчивостью к коптильным веществам, плесени могут размножаться на увлажненных оболочках колбасных батонов, в результате чего образуются сухие или влажные налеты. На начальных стадиях развития плесени не влияют существенно на органолептические показатели продукта. При активном и длительном размножении на поверхности батонов плесневые грибы нарушают целостность колбасной оболочки и поражают глубокие слои батона, изменяя консистенцию, цвет и запах колбасы.

Продукция с признаками начальной стадии порчи после обработки (очистка, промывание, дополнительное копчение) подлежит быстрой реализации. При изменении органолептических показателей колбасные изделия направляют на техническую утилизацию.

Лекция 6. МИКРОФЛОРА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Технологический процесс производства мясных и мясо-растительных консервов состоит из ряда операций: подготовки сырья к закладке в банки, закладки сырья и вспомогательных материалов в банки и порционирования, удаления воздуха из банок, закатки банок, проверки герметичности, стерилизации, охлаждения, хранения.

Продукты, подготовленные к стерилизации, всегда содержат микроорганизмы, которые попадают в них из различных источников. Уничтожение микроорганизмов в процессе стерилизации в значительной степени зависит от термоустойчивости микроорганизмов, степени микробной контаминации консервируемых продуктов и других условий, влияющих на выживаемость микроорганизмов при высоких температурах.

Остаточная микрофлора готовых консервов в процессе хранения может отрицательно влиять на качество продуктов и вызывать их порчу.

ПУТИ КОНТАМИНАЦИИ КОНСЕРВИРУЕМЫХ ПРОДУКТОВ

Ниже рассмотрим изменение состава микрофлоры при подготовке сырья, его закладке в банки и стерилизации, так как при других технологических операциях микрофлора не изменяется.

Обсеменение консервируемых продуктов микроорганизмами происходит

за счет микрофлоры сырья, используемого для консервирования, а также из различных источников в процессе его подготовки для закладки в банки, при закладке в банки и порционировании.

Сырье и его подготовка. Основным сырьем для выработки мясных баночных консервов служат мясо животных и субпродукты, которые всегда в той или иной степени обсеменены различными сапрофитными микробами, в том числе возбудителями порчи консервов (анаэробными клостридиями и термофильными бациллами), а иногда токсигенными и патогенными микроорганизмами (палочкой перфрингенс, токсигенными стафилококками, сальмонеллами и др.).

При изготовлении мясо-растительных консервов кроме мясного используют также растительное сырье (бобы, фасоль, горох и др.), которое может быть источником обсеменения продукта микроорганизмами. На поверхности гороха, фасоли и другого растительного сырья обычно обнаруживают десятки и сотни тысяч микробов. Основную микрофлору растительного сырья составляют почвенные спорообразующие микроорганизмы – аэробные бациллы, анаэробные клостридии, в том числе иногда возбудитель ботулизма – палочка ботулиnum.

Следовательно, мясо и растительное сырье – это основные источники микрофлоры консервируемых продуктов, от загрязненности которых в значительной степени зависит степень обсеменения продукта микроорганизмами до стерилизации. Поэтому при производстве консервов к мясному сырью предъявляют более высокие требования, чем при производстве колбас. Для выработки мясных консервов можно использовать мясо и субпродукты, полученные от здоровых, упитанных животных. Нельзя применять сырье, плохо обескровленное, загрязненное, дважды замороженное, условно годное.

Мясное и растительное сырье обсеменено микроорганизмами в основном с поверхности. Поэтому непосредственно перед переработкой его необходимо подвергнуть тщательной санитарной обработке (зачистке и мойке). При этом вода, используемая для мойки сырья, должна соответствовать требованиям ГОСТа на питьевую воду и не содержать спор анаэробных клостридии в 100 мл.

При подготовке мясного сырья к закладке в банки, т. е. при разделке, обвалке и жиловке мяса, происходит его дальнейшее обсеменение микроорганизмами. Источниками обсеменения могут стать инструменты, обвалочные столы и другой инвентарь, тара, руки и спецодежда рабочих, воздух производственных помещений. Следовательно, степень обсеменения подготавливаемого сырья микроорганизмами находится в прямой зависимости от санитарно-гигиенических условий производства.

Закладка сырья и вспомогательных материалов в банки и порционирование. В процессе закладки плотных составных частей продукта (мясо, растительное сырье, пряности), заливки жидких составных частей (бульон, соус) и доведения массы нетто до стандартной (порционирование) контаминации консервируемого сырья повышается. При этом источниками обсеменения могут быть руки рабочих (при ручной раскладке) или оборудование (наполнительные машины), а также вспомогательные материалы (пряности, соль, сахар, бульонная добавка и др.), которые всегда содержат микроорганизмы.

Пряности обычно содержат в большом количестве микроорганизмы.

Общая микробная обсемененность пряностей (перец, лавровый лист, кориандр, гвоздика и др.) часто составляет десятки и сотни тысяч, а иногда и миллионы микробных клеток в 1 г. Преобладают различные виды аэробных бацилл и анаэробных мезофильных и термофильных клостридий. Наиболее сильно обсеменены микроорганизмами молотые пряности.

Соль и, особенно, **сахар** часто бывают обсеменены (до 80 % случаев) различными спорообразующими микроорганизмами, главным образом мезофильными аэробными бациллами и анаэробными клостридиями.

Жир-сырец, добавляемый в консервы, содержит бесспорные микроорганизмы; топленый жир – термоустойчивые споры многих аэробных и анаэробных микроорганизмов; бульонная заливка – спорообразующие термофильные микроорганизмы, попадающие в нее из трубопроводов бульоноварочных установок, где они могут размножаться.

При внесении вспомогательных материалов консервируемые продукты обсеменяются главным образом термоустойчивыми микроорганизмами, что затрудняет их стерилизацию.

Дополнительным источником обсеменения продукта микроорганизмами в некоторых случаях может быть **консервная тара** (банки). До санитарной обработки на поверхностях консервных банок имеются различные кокковые бактерии, мезофильные аэробные бациллы и анаэробные клостридий, неспорообразующие гнилостные бактерии, плесени, дрожжи, актиномицеты и бактерии группы кишечных палочек. Поэтому перед использованием консервные банки следует тщательно мыть и пропаривать.

Стерилизация. Стерилизация консервов – заключительный этап технологического процесса консервирования. Под стерилизацией подразумевается различная степень нагревания продукта, приводящая к получению микробиологически стабильного консервированного продукта, не содержащего микроорганизмов, способных развиваться в нем во время хранения в определенных температурных условиях. Основная цель стерилизации консервов – уничтожение патогенных и токсигенных микроорганизмов, а также микроорганизмов, способных вызвать порчу продукта.

Режим стерилизации, регламентированный технологическими инструкциями, устанавливаются в зависимости от вида консервов, размера консервной тары, условий хранения. Мясные консервы стерилизуют при 112-120°C.

Уничтожение микробов при стерилизации является функцией времени и температуры. Чем выше температура, тем быстрее гибнут микроорганизмы. Однако, несмотря на воздействие высоких температур, в консервах после стерилизации могут сохраняться жизнеспособные микробные клетки, т. е. не всегда достигается полная стерильность всех банок. Поэтому при выработке различных видов консервов ориентируются обычно на консервированный продукт, удовлетворяющий требованиям промышленной стерильности. В консервированном продукте промышленной стерильности допускается присутствие только ограниченного числа видов спорообразующих микроорганизмов. В нем должны отсутствовать микроорганизмы и вещества микробиологического происхождения, опасные для здоровья людей, а также микроорганизмы, способные

развиваться и вызывать порчу продукта при температуре хранения, установленной для данного вида консервов.

Надежность термического консервирования, т. е. эффективность стерилизации консервов, зависит от продолжительности и температуры нагревания, а также от ряда показателей, влияющих на выживаемость микроорганизмов в процессе стерилизации: количественного и группового состава микрофлоры и физико-химических свойств консервируемого продукта, в частности его консистенции, рН среды, содержания в нем жира, хлорида натрия и сахара.

Существенно влияет на эффективность стерилизации консервов групповой состав микрофлоры продукта, т. е. то, какие микроорганизмы присутствуют в консервируемом продукте, какова их устойчивость к высоким температурам. Термоустойчивость микроорганизмов в значительной степени зависит от их родовой и видовой принадлежности, физиологического состояния клеток или спор. Неспорообразующие бактерии менее устойчивы к нагреванию, чем спорообразующие. Термоустойчивость бактериальных спор может в 10^3 раз превышать термоустойчивость вегетативных клеток. Устойчивость к высоким температурам среди неспорообразующих бактерий тоже неодинакова. Например, кокки более термоустойчивы, чем палочковидные бактерии. Молодые микробные клетки чувствительнее к воздействию высоких температур, чем старые.

Споры различных видов спорообразующих микроорганизмов обладают неодинаковой устойчивостью к высоким температурам. Так, споры многих мезофильных аэробных бацилл отмирают уже при 100°C , тогда как споры сенной палочки могут сохранять жизнеспособность при 130°C . Устойчивы к действию высоких температур также споры термофильных аэробных бацилл, сохраняющих жизнеспособность при $125\text{-}130^\circ\text{C}$. Споры анаэробных микроорганизмов отмирают при высоких температурах медленнее, чем споры аэробов. Споры разных штаммов одного и того же вида микроба также могут иметь неодинаковую устойчивость к высоким температурам. Наиболее термоустойчивыми являются зрелые покоящиеся споры.

Следовательно, результаты стерилизации во многом зависят от того, какова устойчивость микроорганизмов, содержащихся в продукте, к температурам, применяемым при его консервировании.

В не меньшей степени на результаты стерилизации влияет количественный состав микрофлоры, т. е. общее количество микроорганизмов и их спор, содержащихся в консервируемом продукте. Чем выше начальная микробная контаминация консервов, тем больше времени требуется для полного уничтожения микроорганизмов и тем больше их может выжить при нагревании.

При значительной микробной контаминации продукта перед стерилизацией увеличивается вероятность попадания в банки термоустойчивых спор, а следовательно, эффективность стерилизации при прочих равных условиях зависит от числа микроорганизмов, содержащихся в стерилизуемом продукте.

Скорость отмирания микроорганизмов в процессе стерилизации зависит также от консистенции и гомогенности продукта. В консервах, имеющих жидкую консистенцию, образуются конвекционные токи, в результате чего температура при стерилизации быстро становится почти одинаковой во всех частях

банки. При плотной консистенции продукта конвекция затруднена и тепло в основном распространяется вследствие теплопроводности банки, поэтому температура в разных точках продукта неодинакова. В периферических зонах она выше, чем в центре банки. Например, при одинаковых условиях стерилизации в банке с зеленым горошком температура 110°C достигается через 25 мин, а в банке с мясом – только через 50 мин. Поскольку консервы, имеющие жидкую заливку, быстрее прогреваются, то микроорганизмы в них гибнут быстрее, чем в сухих плотных консервах.

При стерилизации консервов от концентрации водородных ионов в среде в значительной степени зависит термоустойчивость микроорганизмов. В продуктах с нейтральной и слабощелочной реакцией среды большинство спорообразующих микроорганизмов обладают максимальной устойчивостью к высоким температурам. Например, палочка ботулиnum сохраняет свою жизнеспособность при pH 6,3-6,9, а сенная палочка – при 6,8-7,6.

Кислая реакция ускоряет денатурацию белков и отмирание микроорганизмов, а также вызывает снижение термоустойчивости вегетативных микробных клеток и их спор. Чем выше кислотность продукта, тем большее влияние она оказывает на снижение термоустойчивости микроорганизмов и, следовательно, их гибель наступает при менее высокой температуре.

На устойчивость микроорганизмов к высоким температурам влияет также наличие жира в консервируемом продукте. Жир – плохой проводник тепла – способствует выживанию микроорганизмов при стерилизации. Жир проводит тепло в 1,82 раза медленнее, чем мясо. При увеличении содержания жира в мясных консервах понижается теплопроводность продукта, а термоустойчивость микробных клеток повышается. На поверхности микробных клеток образуется гидрофобная пленка жира, которая препятствует проникновению воды в клетку и тем самым защищает белки цитоплазмы от денатурации. При этом создаются условия, близкие к условиям стерилизации “сухим жаром”, в силу чего для уничтожения микробов требуется более продолжительное время. Например, споры сенной палочки в бульоне при 106°C погибают через 10 мин, тогда как в животном жире даже при 150°C – только через 1 ч. Бактерии группы кишечных палочек в бульоне при 100°C гибнут моментально, а в масле при этой же температуре – только через 30 мин. После прогревания в течение 10 мин при 100°C в мясе без жировой ткани от общего количества микробов, содержащихся до нагревания, сохраняется только 1% жизнеспособных клеток, в мясе с 5% жира – до 6, а в мясе с 15% жира – около 9%.

Присутствие соли в консервируемом продукте влияет на термоустойчивость микроорганизмов в зависимости от ее концентрации и вида микробов.

Небольшие концентрации хлорида натрия (1-2%) повышают устойчивость к высокой температуре многих микроорганизмов и их спор, в том числе палочки ботулиnum. Наивысший эффект действия соли на термоустойчивость некоторых споровых (картофельная палочка, палочка спорогенес) и бесспорных микроорганизмов – микрококков, лактобацилл и др. – наблюдается при концентрации соли 5,8%. Споры палочки перфрингенс наиболее устойчивы к нагреванию в присутствии 3% хлорида натрия.

Значительные концентрации соли (выше 10%) оказывают обратное действие, т. е. уменьшают термоустойчивость палочки перфрингенс, палочки ботулинум и других микроорганизмов.

Повышение термоустойчивости микроорганизмов при небольших концентрациях хлорида натрия объясняется осмотическим отсасыванием влаги из микробных клеток, в результате чего их устойчивость к нагреванию повышается. Если же концентрация соли достигает 10 %, то начинает проявляться ее высаливающее действие на белки, что приводит к снижению термоустойчивости микробов и их спор. Сахар в небольших концентрациях (2-18%) заметно не влияет на устойчивость микроорганизмов к высоким температурам. Сахар в несколько больших концентрациях (30%) оказывает защитное действие на дрожжи и плесени. Высокие концентрации сахара (70 %) повышают устойчивость многих микроорганизмов, в том числе палочки ботулинум, к нагреванию. В этом случае повышение термоустойчивости также объясняется потерей клетками части свободной воды в результате осмоса.

РОЛЬ ОСТАТОЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ НА КАЧЕСТВО КОНСЕРВОВ

Микроорганизмы, которые при тепловой обработке, т. е. в процессе стерилизации консервов, сохранили свою жизнеспособность, принято называть остаточной микрофлорой. Состав остаточной микрофлоры стерилизованных консервов, как правило, бывает представлен спорообразующими микроорганизмами, споры которых обладают значительной устойчивостью к действию высокой температуры.

В некоторых мясных пастеризованных консервах в состав остаточной микрофлоры кроме спорообразующих входят также кокковые формы микроорганизмов.

Из спорообразующих микроорганизмов значительную долю остаточной микрофлоры мясных и мясо-растительных консервов обычно составляют термофильные бациллы, имеющие очень термоустойчивые споры.

Часто в состав остаточной микрофлоры, особенно консервов, богатых белковыми веществами (в том числе мясных и мясо-растительных), входят мезофильные облигатные клостридии. Споры этих микроорганизмов могут сохранять жизнеспособность даже после длительного нагревания продукта при 115-120°C. Реже в консервах обнаруживают токсигенный облигатный анаэроб – палочку ботулинум. Споры палочки ботулинум имеют несколько меньшую термоустойчивость, чем споры других анаэробных клостридии. Гибель этого микроорганизма принимается как минимальная стандартная норма при разработке режимов стерилизации низкокислотных и среднекислотных консервов, в том числе различных мясных и мясо-растительных.

Неспорообразующие микроорганизмы вследствие своей невысокой термоустойчивости обычно полностью погибают при стерилизации. Наличие в готовых консервах жизнеспособных клеток неспорообразующих бактерий всегда указывает на нарушение температурного режима и изменение продолжительности стерилизации или на высокую исходную микробную контаминацию консервируемого продукта.

В таких случаях кроме спорообразующих микробов в консервах обнаруживают стафилококков, бактерий группы кишечных палочек, бактерий рода протеус и других бактерий.

Промышленно-стерильными считают консервы, содержащие жизнеспособные клетки негазообразующих непатогенных и нетоксигенных аэробных бацилл типа сенной палочки. В промышленно-стерильных консервах не должно содержаться патогенных и токсигенных микроорганизмов, а также возбудителей порчи консервов: термофильных бацилл и клостридий, газообразующих мезофильных бацилл и клостридий. Допустимое количество клеток микроорганизмов в 1 г консервируемого продукта, не нарушающее его микробиологической стабильности в процессе хранения и не представляющее опасности для здоровья человека, составляет до 10^3 .

Для выявления остаточной микрофлоры, способной развиваться, после стерилизации консервы подвергают косвенному микробиологическому контролю – 5-10%-ной термостатной выдержке при 37°C в течение 10 сут. За это время сохранившие жизнеспособность споры микроорганизмов могут прорасти. Затем вегетативные формы их будут размножаться и вызовут порчу продукта, определяемую наружным осмотром (бомбаж или течь на лопнувших банках). Однако термостатная выдержка – недостаточный критерий для заключения о промышленной стерильности консервов. При длительном хранении консервов, подвергнутых термостатированию, иногда вновь выявляются бомбажные банки.

Это объясняется, во-первых, тем, что температура термостатной выдержки (37°C) не является оптимальной для всех микроорганизмов остаточной микрофлоры консервов, среди которых много термофилов, активно проявляющих свою жизнедеятельность при более высоких температурах. Во-вторых, споры микроорганизмов, ослабленные стерилизацией, часто не успевают прорасти в течение 10 дней и проявляют свою жизнедеятельность значительно позже. Например, споры сенной палочки и картофельной палочки иногда прорастают при 37°C только после 20-27-дневной выдержки, палочки ботулиnum и палочки спорогенес – нередко после 56-58 дней, а споры маслянокислых бактерий в некоторых случаях – через 75-91 день.

Кроме того, термостатная выдержка не позволяет обнаружить в консервах жизнеспособные микроорганизмы, размножение которых не сопровождается образованием газов и не приводит к бомбажу банок (возбудители плоскокислой порчи, токсигенные стафилококки и другие патогенные бактерии).

Наряду с термостатной выдержкой для установления видового состава остаточной микрофлоры проводят выборочный микробиологический контроль консервов.

Поскольку доброкачественность консервов значительно зависит от степени контаминация консервов перед стерилизацией микроорганизмами, в настоящее время основным методом микробиологического контроля качества продукции на консервных заводах является микробиологическое исследование содержимого консервных банок перед стерилизацией.

В процессе хранения остаточная микрофлора может или сохраняться в консервах в подавленном состоянии, не размножаясь и не влияя на их доброка-

чественность, или переходить от временного “латентного” состояния к активной жизнедеятельности и размножаться.

В результате размножения микроорганизмов, не погибших в процессе стерилизации или попавших в банки вследствие их негерметичности после стерилизации, может наступить порча консервов.

Наиболее распространенные виды порчи консервов, вызываемые микроорганизмами, – бомбаж, плоскокислая порча (плоскокислое скисание), сульфитная порча.

Бомбаж. Различают действительный (истинный) и ложный. Банки с доньшками, вздутыми вследствие внутреннего давления, называются бомбажными.

Действительный бомбаж может быть микробиологическим и химическим.

Микробиологический бомбаж обусловлен скоплением в банке газов, образующихся в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Размножаясь в консервах, микроорганизмы разлагают органические вещества (углеводы и белки) с образованием больших количеств газообразных веществ. Микробиологический бомбаж чаще всего вызывают газообразующие мезофильные облигатные анаэробные клостридии: палочки спорогенес, путрификус и перфрингенс. Бомбаж консервов может вызвать также мезофильная токсигенная клостридия ботулинум. Однако при ее размножении в консервах не всегда наблюдается явно выраженный бомбаж. Чаще всего банки остаются по внешнему виду вполне нормальными. Кроме мезофильных облигатных анаэробов к возбудителям бомбажа консервов относят термофильный облигатный анаэроб клостридиум термосахаролитикус, обладающий резко выраженными сахаролитическими свойствами и способностью к энергичному газообразованию.

Причиной бомбажа мясных и мясо-растительных консервов могут также быть факультативно-анаэробные термофильные бациллы: палочка полимикса, палочка картофельная, палочка астероспорус.

Кроме спорообразующих микроорганизмов микробиологический бомбаж могут иногда вызывать бактерии группы кишечных палочек, бактерии рода протеус, кокки, дрожжи и другие бесспорные газообразующие микроорганизмы, сохранившие жизнеспособность при стерилизации или попавшие в готовые консервы вследствие негерметичности тары.

Химический бомбаж возникает в результате скопления водорода, образующегося при коррозии металла банки. В продукте обнаруживают соли железа и олова, которые придают ему металлический привкус. Нередко изменяется цвет продукта. Химический бомбаж чаще всего наблюдается в консервах (фруктовые, овощные и др.), содержащих органические кислоты.

Ложный бомбаж (физический) после стерилизации происходит после расширения содержимого банок под воздействием высокой температуры. Он может быть в результате переполнения банки продуктом, при закладке в банку продукта с низкой температурой, вследствие недостаточного удаления из банки воздуха перед стерилизацией, при слишком быстром снижении давления пара в конце стерилизации, неправильной закатке доньшка (“хлопушка”), сильной деформации банок и т. д.

Плоскокислая порча консервов вызвана разложением углеводов с образованием различных органических кислот без выделения газа, вследствие чего деформации, т. е. бомбажа банок, не наблюдается. Содержимое банок приобретает слабый кислый запах и выраженный неприятный кислый привкус. Иногда цвет продукта изменяется.

Основные возбудители плоскокислой порчи – термофильные спорообразующие факультативно-анаэробные микроорганизмы. Порчу мясных и мясорастительных консервов чаще всего вызывают: аэротермофилус и палочка стерао-термофилус. Эти микроорганизмы сохраняют жизнеспособность и развиваются в консервированных, богатых углеводами продуктах в условиях хранения при повышенных температурах (55-70°C).

Сульфитная порча – возбудитель термофильный споровый микроорганизм клостридиум нигрификанс, который обладает слабовыраженными сахаролитическими свойствами, но разлагает белки с образованием большого количества сероводорода. Он растворяется в содержимом банки и вызывает вздутие доннышек банки, т. е. бомбаж. Сероводород адсорбируется продуктом, который чернеет и приобретает запах тухлых яиц.

При микробиологическом бомбаже, плоскокислой порче и сульфитной порче консервы на пищевые цели непригодны. Консервы с признаками химического и ложного бомбажа после органолептической оценки и лабораторных исследований используют по указанию санитарного врача.

Мероприятия по обеспечению выработки доброкачественных консервов, отвечающих требованиям промышленной стерильности, предусматривают строгое выполнение санитарных норм и всех технологических режимов производства, проведение микробиологического контроля санитарно-гигиенических условий производства и санитарного качества сырья.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях производят обязательное микробиологическое исследование мяса и какова его цель?
2. Из каких этапов состоит микробиологическое исследование мяса?
3. Как выполняют бактериоскопическое исследование мяса и с какой целью?
4. Как определяют количество микроорганизмов в мясе и на его поверхности?
5. Какими методами оценивают доброкачественность мяса?
6. По каким показателям оценивают доброкачественность мяса?
7. Как происходит обсеменение мяса микроорганизмами?
8. Какие микроорганизмы вызывают порчу мяса?
9. По каким признакам можно судить о свежести мяса?
10. Что такое «бактерицидная фаза» и какова ее продолжительность мяса?
11. Почему фарш хранят непродолжительное время? Каков его срок хранения?

12. Какие микроорганизмы содержатся в организме животных, их значение?
13. В каких случаях происходит эндогенное обсеменение мяса микроорганизмами?
14. Источники экзогенного обсеменения мяса.
15. Какие микробы развиваются в охлажденном мясе и какие процессы они вызывают?
16. Как изменяется микрофлора при замораживании, хранении и дефростации мяса?
17. Какие микроорганизмы, в каких условиях вызывают порчу мяса?
18. Укажите пути и источники обсеменения тушек птицы микроорганизмами.
19. Методы и цели посола мясопродуктов.
20. Как делятся микроорганизмы по отношению к поваренной соли?
21. Как изменяется микрофлора рассолов и соленых мясопродуктов?
22. Состав полезной микрофлоры рассолов и соленых мясопродуктов и ее роль.
23. Каким санитарным требованиям должны отвечать рассолы?
24. Какие факторы вызывают гибель микроорганизмов при сублимационной сушке?
25. Какие факторы влияют на объем остаточной микрофлоры сублимированных продуктов?
26. Какие факторы обеспечивают устойчивость быстрозамороженных мясных полуфабрикатов? Какое сырье допускается для производства колбас?
27. Как изменяется микрофлора в процессе подготовки сырья (жиловка, измельчение)?
28. Перечислите источники микробного обсеменения колбас.
29. Как влияет обжарка и варка на микроорганизмы в колбасах?
30. По каким микробиологическим показателям нормируется качество колбас?
31. Как изменяется микрофлора копченых и сыровяленых колбас?
32. Какие микробы составляют полезную микрофлору твердых колбас? Какова ее роль?
33. Чем объясняется стойкость разных колбас в хранении?
34. Виды порчи колбас, возбудители порчи

Использованная литература

1. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2. 1324-03.
2. Жарикова, Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена / Г. Г. Жарикова. – 2-е изд., стереот. – М.: Академия, 2007. – 304 с.: ил – (Среднее профессиональное образование)
3. Лаушкина, Т. А. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевом производстве: учеб. для СПО / Т. А. Лаушкина. – М.: Академия, 2014. – 144 с.: ил. – (Среднее профессиональное образование)
4. Микробиология пищевых производств: учеб. / Н. Г. Ильяшенко и др. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.: ил.

Учебное издание

Савелькина Н. А.

Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов

учебное пособие

Ч. 3 Микробиология мяса и мясных продуктов

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 20.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 2,55. Тираж 25 экз. Изд. 5523.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ