**Лекция №6**

**ИЗМЕНЕНИЯ В МЯСЕ ПОСЛЕ УБОЯ**

1)Автолитические изменения мяса

2)Распад гликогена

3)Распад АТФ

4)Изменения гидратации мышц.

После смерти животного с прекращением обмена веществ основным биохимическим процессом при переработке сырья биологического происхождения является автолиз, основу которого составляют ферментативные процессы, при жизни связанные с функцией координированного движения. В результате меняются технологические свойства мяса: его жесткость, водосвязывающая способность, а также вкус и аромат.

Автолитические изменения в мясе делят на следующие последовательные стадии: посмертное окоченение, разрешение посмертного окоченения, созревание.

Посмертное окоченение мышц обусловлено развитием биохимических процессов:

 распад гликогена;

 распад АТФ;

 асоциация актина и миозина в актомиозиновой комплексе;

 изменение гидратации мышц.

**Распад гликогена**. Автолитические превращения гликогена связаны с его фосфоролитическим распадом и дальнейшим процессом анаэробного гликолиза, который приводит к необратимому накоплению молочной кислоты и снижению рН мышечной ткани с 7,0 до 5,7–5,8 и в основном этот процесс заканчивается в мясе через 24 ч хранения при 4 °С. При этом следует отметить, что сдвиг реакции среды в кислую сторону оказывает тормозящее действие на развитие гнилостных микроорганизмов. При снижении величины рН создаются условия для действия мышечных катепсинов, участвующих в развитии последующего созревания мяса.

Содержание гликогена в мышцах здоровых животных 0,8 %.

При его распаде образуется большое количество молочной кислоты, рН снижается до 5,5–5,6. У утомленных и истощенных животных снижается содержание гликогена в мышцах, и, следовательно, количество молочной кислоты, рН снижаются до 6,2–6,5. При прекращении поступления кислорода в клетки начинается распад гликогена в направлении фосфоролиза и амилолиза. Фосфоролиз гликогена протекает под влиянием фосфорилазы, при этом происходит отщепление от молекул гликогена остатков глюкозы с одновременным их фосфолированием и образованием глюкозо-1-фосфата, который переходит через глюкозо-6-фосфат в пировиноградную кислоту, а она в анаэробных условиях восстанавливается до молочной кислоты.

В первые часы автолиза интенсивный распад гликогена до молочной кислоты происходит путем фосфоролиза. Замедляется этот процесс к концу первых суток, а затем приостанавливается в результате почти полного исчезновения АТФ и накопления молочной кислоты, которая в свою очередь подавляет фосфоролиз. Распадается 90 % гликогена.

В дальнейшем происходит амилолиз гликогена, в результате гликоген через мальтозу переходит в глюкозу, распадается 10 % гликогена.

Непосредственным результатом распада гликогена и получения продуктов с кислотными свойствами является понижение рН среды, которое сопровождается образованием продуктов распада липидов, мононуклеидов (АДФ). Кислая среда вызывает нарушение целостности оболочки лизосом, из-за чего сконцентрированные в них кислые гидролазы активизируются, преобразуя макромолекулы клеточных структур.

**Распад АТФ.** Распад АТФ играет важную роль в автолитических процессах, происходящих в мясе. **Под влиянием миозиновой аденозинтрифосфатазы АТФ гидролизуется с образованием аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и свободного неорганического фосфата, а освобождающаяся химическая энергия превращается в механическую энергию мышечного сокращения.**

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

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

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

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

После разрешения посмертного окоченения большинство волокон расслаблено, мясо становится непригодным для переработки.

Поэтому необходимо проведения процесса дальнейшего автолиза, называемого **созреванием**. **При созревании мяса происходит протеолиз, который сопровождается разрушением структурных элементов тканей.** **Мышечные волокна становятся неровными, соединительно-тканные образования разрыхляются, наблюдается распад ядер**.

**Созревание мяса происходит под действием протеолитических ферментов-катепсинов, в результате формируется вкус и аромат мяса.**

**Катепсины** – кислые протеиназы, проявляют максимальную активность при рН 2,0–5,0, широко представлены в органах и тканях и локализованы в лизосомах, которые представляют собой внутриклеточные пузырьки диаметром около 5,5 мкм, ограниченные мембраной.

Катепсины являются типичными протеиназами и вызывают деструкцию высокомолекулярных белков. С деятельностью катепсинов, которые во втором периоде автолиза освобождаются из лизосом и активируются кислой реакцией среды клетки, тесно связаны изменения свойств белков, предшествующие релаксации мышц.

В результате действия катепсинов на белки при правильном развитии автолитических процессов мясо приобретает нежность, сочность, выраженные вкус и аромат. Процесс созревания мяса связан с

переходом части водорастворимых белков мышечных волокон в коагулированное состояние, причем особенно сильный сдвиг в соотношении общего аминного и аммиачного азота водной вытяжки мяса при 4 °С приходится на 6-й час после прекращения жизни животного.

Массовая доля коагулирующих белков водной вытяжки составляет 60 % общего азота вытяжки.

Улучшение вкуса и аромата связано с накоплением в процессе его созревания низкомолекулярных летучих жирных кислот в результате гидролитического распада липидов под действием фермента липазы. Образование вкуса и аромата достигает максимума на 10–14 сутки при низких положительных температурах хранения.

Формируют вкус мяса вещества гостидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, глутамин, фенилаланин и др.

Изменения, происходящие при созревании мяса, зависят от температуры. При 0–2 °С они заканчиваются в течение 10–14 суток, при 20–25 °С – за 3 суток. Передержки мяса недопустимы, так как ферментативные процессы усиливаются и накапливаются продукты распада белков. В этих случаях изменяется его цвет, появляется неприятный кислый вкус и затхлый «лежалый» запах, продолжает уменьшаться жесткость, увеличивается отделение мясного сока, поверхность мяса становится влажной, мясо теряет свои защитные свойства и в результате развития гнилостных микроорганизмов начинает портиться.

Температура, оС 1–2 10–15 18–20

Сроки созревания, суток 10–14 4–5 3

Мясо больных животных не созревает полностью, рН составляет 6,4–6,6, а потом поднимается до 7,0 и выше. Такое мясо нельзя долго хранить, оно быстро портится.

В настоящее время особое значение приобретает вопрос использования мяса с учетом характера его автолиза, так как увеличилось поступление на мясокомбинаты животных, у которых после убоя в мышечных тканях обнаруживаются значительные отклонения от обычного развития автолитических процессов, причину возникновения которых связывают с прижизненным стрессом. В соответствии с этим выделяют мясо с признаками DFD – высокое конечное значение рН и PSE-экссудативное мясо (низкое значение рН).

**Мясо с признаками DFD** имеет через 24 ч убоя уровень рН выше 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой водосвязывающей способностью и обычно характерно для молодых животных КРС, которые подвергались различным видам стресса до убоя. Количество образовавшейся молочной кислоты в таком мясе невелико, и миофибоиллярные белки имеют хорошую растворимость.

Однако благодаря высокой влагосвязывающей способности его целесообразно использовать при производстве вареных колбас, соленых изделий и полуфабрикатов.

Мясо PSE характеризуется светлой окраской (за счет снижения содержания миоглобина), мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока за счет пониженной водосвязывающей способности, кислым привкусом. Эти признаки чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и ограниченной подвижностью при содержании. Появление признаков PSE может быть обусловлено также генетическими последствиями, действием стресса. После убоя таких животных в мышцах происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстро. В течение 60 мин рН понижается до 5,2–5,5, но поскольку температура сырья сохраняется на высоком уровне, происходит конформационные изменения саркоплазмотических белков и их взаимодействие с миофибриллярными. В результате изменений свойств мышечных белков их гидратация резко понижается.

**Мясо с признаками PSE** из-за низких значений рН и водосвязывающей способности непригодно для производства вареных изделий, так как снижается их выход и появляется кисловатый вкус, жесткая консистенция, пониженная сочность. Однако в сочетании с мясом хорошего качества или с добавлением соевого изолята пригодно для выработки рубленых полуфабрикатов.

***Контрольные вопросы***

1.Какие ткани входят в состав мяса?

2.Что такое автолиз?

3.Какие процессы протекают в мясе при автолизе?

4. Уточните сроки созревания мяса, их обоснование.

5.Каково содержание (%) гликогена в мышцах здоровых животных 0,8 %.

6.Какие биохимические процессы происходят в процессе посмертного окоченения мышц?

7.Значение распада АТФ;

8.Перечислите ферменты участвующие в формировании вкуса мяса7

9.Характеристика мяса с признаками DFD;

10.Характеристика мяса с признаками PSE.