

Технохимический контроль мяса и продуктов его переработки

Мясное сырье многокомпонентно, вариабельно по составу и свойствам, что приводит к значительным колебаниям в качестве готовой продукции. Основные факторы, оказывающие влияние на качество мяса-сырья для производства мясной продукции представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Факторы, оказывающие влияние на качество мяса-сырья для производства мясной продукции

В связи с этим, важное значение приобретает информация о функционально-технологических свойствах различных видов основного сырья и его компонентов, влиянии вспомогательных материалов и внешних факторов на характер их изменения.

Под функционально-технологическими свойствами (ФТС) мясного сырья понимают совокупность показателей, характеризующих уровни эмульгирующей, водосвязывающей, жиро-, водопоглощающей и гелеобразующей способностей, структурно-механические свойства (липкость, вязкость, пластичность и т.д.), сенсорные характеристики (цвет, вкус, запах), величину выхода и потерь при термообработке различных видов сырья и мясных систем. Перечисленные показатели имеют приоритетное значение при определении степени приемлемости мяса для производства пищевых продуктов.

Мясные фарши – сложная гетерогенная система, функциональные свойства которой зависят от соотношения тканей, содержания в них специфических белков, жиров, воды, морфологических компонентов.

В составе мяса мышечная ткань оказывает значительное влияние на ФТС, так как состоит из комплекса белков, имеющих структурные отличия. В аспекте функциональных свойств при получении мясопродуктов совокупность мышечных белков ответственна за эффективность образования мясных эмульсий. Количественное содержание белка в системе, его качественный состав, условия среды определяют степень стабильности получаемых мясных систем, влияют на уровень водосвязывающей, жиропоглощающей и эмульгирующей способности, структурно-механические и органолептические характеристики.

При технологической обработке мясного сырья со свойствами белков связано взаимодействие белок–белок (гелеобразование); белок–вода (набухание, водосвязывающая способность, растворимость); белок–липиды (жиропоглощающая и жиरोудерживающая способности), а также поверхностно-активные свойства – образование и стабилизация пен и эмульсий.

Преобладающий количественно в мышечной ткани (54... 60 %) и наиболее важный функциональный белок – миозин. Его молекулы имеют выраженную ферментативную активность, легко взаимодействуют между собой и актином, обладают высокой водосвязывающей, гелеобразующей и эмульгирующей способностью.

На характер взаимодействия в системе белок–вода оказывают влияние такие факторы, как растворимость белковых систем, концентрация, вид, состав белка, степень нарушения нативной конформации, глубина денатурационных превращений, рН системы, наличие и концентрация солей в системе. Знание и направленное применение особенностей связывания влаги различным белоксодержащим сырьем позволяет прогнозировать и регулировать выход продукта, уровень потерь влаги при термообработке, органолептические характеристики и т.д.

Влагоудерживающая способность (ВУС), как и растворимость, одновременно зависит от степени взаимодействий как белков с водой, так и белка с белком, и поэтому от конформации и степени денатурации белка. В связи с этим, тепловая обработка оказывает

сильное влияние на влагоудерживающую способность белков, что, в свою очередь, сказывается на массовом выходе готовых изделий.

В реальных многокомпонентных мясных системах поведение белка как основного стабилизирующего компонента рецептуры рассматривают во взаимосвязи как с другими компонентами (жир, вода, минеральные вещества, морфологические элементы), так и с изменяющимися в процессе технологической обработки сырья условиями среды.

3.1 Особенности использования мясного сырья различных качественных групп

Для производства большинства вареных мясопродуктов целесообразно использовать парное мясо. Белки парного мяса обладают наибольшей водосвязывающей и эмульгирующей способностью, развариваемость коллагена на этой стадии автолиза – максимальная (рисунок 2).



Рисунок 2 – Отделение влаги после прессования мяса на разных стадиях автолитического процесса

Все это обеспечивает высокий выход продукции и снижает вероятность возникновения дефектов при тепловой обработке. Серьезным преимуществом переработки парного мяса является снижение энергетических затрат на охлаждение, расхода холодильных площадей.

Хотя возможна стабилизация свойств парного мяса путем определенной технологической обработки (быстрое замораживание жидким азотом или твердой углекислотой; обвалка, измельчение, посол с 2...4 % соли и замораживание до минус 1 °С; введение рассолов одновременно с обескровливанием и др.), но все виды обработки следует

проводить не позднее трех часов после убоя.

В настоящее время особое значение приобретает вопрос направленного использования мяса с учетом характера его автолиза (таблица 17), так как условия содержания и подготовки животных к убою на крупных предприятиях приводит к появлению мясного сырья, в котором процессы автолиза в мышечной ткани протекают со значительными отклонениями.

Таблица 17 – Основные характеристики мясного сырья разных качественных групп

Характеристика	NOR	PSE	DFD
1	2	3	4
Цвет	От нежно-розового до ярко-красного	Бледно-розовый	Темно-красный
Текстура	Упругая	Рыхлая, выделение мясного сока	Грубая волокнистость, жесткая консистенция, липкость
Вкус и запах	Характерный, выраженный	Кислый привкус	Слабый аромат
Активная кислотность (pH)	5,4...5,8 через 24 ч после убоя	5,2...5,7 через 1 ч после убоя	> 6,5 через 24 ч после убоя
Влагосвязывающая способность, %	65...75	50...60	80...95

Окончание таблицы 17

1	2	3	4
Причины образования	Нормальное развитие автолиза	Усиленный гликолиз как результат малой подвижности животных, кратковременных стрессов	Снижение количества гликогена при длительном стрессе, чаще всего у молодняка КРС
Рекомендации по использованию	Производство всех видов мясопродуктов(без ограничений)	Использовать: – в парном состоянии после введения NaCl; – в сочетании с мясом DFD; – в комплексе с соевыми изолятами; – с введением фосфатов; – в комбинации с мясом повышенной сортности	Использовать: — для эмульгированных продуктов, соленых изделий с коротким сроком хранения; — в сочетании с мясом PSE; — при изготовлении замороженных мясопродуктов

Мясо с признаками *DFD* (*dark, firm, dry* – темное, жесткое, сухое) имеет через 24 ч после убоя уровень pH 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой влагосвязывающей способностью, повышенной липкостью. Обычно такими свойствами обладает мясо молодых животных КРС, которые подвергались различным видам стресса до убоя. У них уже частично израсходован запас гликогена, поэтому образование молочной кислоты снижено. Высокое значение pH ограничивает продолжительность хранения такого мяса в охлажденном состоянии. Его целесообразно использовать при производстве вареных колбасных изделий и быстрозамороженных полуфабрикатов.

Мясо *PSE* (*pale, soft, exudative* – бледное, мягкое, водянистое) через 24 ч. после убоя имеет pH 5,6 и ниже, характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока, кислым привкусом. Подобными характеристиками чаще всего обладает свинина, полученная от животных с интенсивным откормом и ограниченным движением при содержании. Эти

свойства могут быть обусловлены воздействием кратковременных стрессов и чрезмерной возбудимостью животных. В этом случае происходит интенсивный распад гликогена: за 60 мин величина рН мяса понижается до 5,2-5,5 при сохранении достаточно высокой температуры. В результате происходит частичная денатурация белков, уменьшение их гидратации и, следовательно, понижение влагосвязывающей способности мяса. Целесообразнее всего использовать мясо с признаками *PSE* для производства тех мясных продуктов, где важна низкая остаточная массовая доля влаги, например, копченых колбас.

3.2 Методы определения функционально-технологических свойств мясного сырья

3.2.1 Определение активной кислотности (рН)

Величина рН мяса – важный показатель качества мяса с позиций технологий его переработки и хранения. От концентрации ионов водорода в мышечной ткани зависит влагосвязывающая способность мяса (ВСС), влияющая на выход продукта, потерю массы при хранении, а также устойчивость продукта в отношении развития гнилостной микрофлоры. Наряду с другими показателями величину рН используют для выяснения целесообразных направлений переработки мяса. К определению рН прибегают при классификации мяса по группам качества – *PSE* и *DFD*, измеряя этот показатель у парных туш (через 1 ч. после убоя) и в охлажденных в течение 24 ч. По величине рН определяют свежесть мяса. Показатели рН водной вытяжки свежего мяса – 5,9...6,4; дефростированного мяса – 6,0...6,5; мяса подозрительной свежести – 6,5...6,6; несвежего мяса – 6,7 и выше.

При использовании портативного рН-метра электроды вводят в мышечную ткань на глубину 2...3 см, исключая их соприкосновение с жировой тканью. Измерения проводят непосредственно в цехах с использованием экспресс-измерителей.

3.2.1.1 Определение активной кислотности (рН) водной вытяжки

Ход исследования. Отвешивают 10 г мяса, освобождают от жира и сухожилий. Пробу измельчают на 50...60 кусочков, переносят в коническую колбочку емкостью 200 мл и заливают 100 мл дистиллированной воды комнатной температуры. Пробу настаивают в течение 15...30 минут, встряхивая колбу через каждые 5 минут. Затем вытяжку фильтруют в мерный цилиндр через бумажный фильтр и в фильтрате определяют значение рН.

3.2.2 Определение массовой доли влаги

3.2.2.1 Метод определения массовой доли влаги высушиванием в сушильном шкафу при температуре 150 °С

Влажность продуктов – важный показатель при оценке качества мясных продуктов, который влияет на сохранность, выход, влагоудерживающую способность, консистенцию и другие технологические характеристики.

Вода является важнейшим компонентом всех пищевых продуктов. Она оказывает предопределяющее влияние на многие качественные характеристики готовой продукции, особенно на сроки хранения. Массовая доля влаги в мясе и мясных продуктах колеблется в широких пределах, например, в свежих сосисках ее от 40 до 70 %, а в жирном мясе от 50 до 60 %. Вода в пищевых продуктах может находиться в свободной и связанной формах. Свободная влага, являясь растворителем органических и неорганических соединений, участвует во всех биохимических и физико-химических реакциях и процессах, протекающих при хранении и переработке мясного сырья, влияет на жизнедеятельность микроорганизмов. От массовой доли влаги зависят сроки хранения мяса и мясных продуктов, стабильность мясных консервов, формирование цвета и запаха, а также потери в процессе термообработки и хранения. Связанная влага по своим свойствам значительно отличается от свободной: она не замерзает при низких температурах; не растворяет электролиты, имеет плотность вдвое превышающую плотность свободной влаги. Связанная влага в отличие от свободной не доступна микроорганизмам. Поэтому для подавления развития

микроорганизмов в пищевых продуктах свободную влагу полностью удаляют или переводят в связанную, добавляя влагосвязывающие компоненты (соли, функциональные добавки, полисахариды и т.п.).

Ход исследований: В бюкс помещают песок в количестве 6...9 г и высушивают в сушильном шкафу при температуре 150 ± 2 °С в течение 30 мин. Затем бюкс закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Далее в бюкс с песком вносят навеску продукта 3 г, взвешивают повторно, тщательно перемешивают с песком и высушивают в сушильном шкафу в открытом бюксе при температуре 150 ± 2 °С в течение 1 ч. Затем бюкс закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Массовую долю влаги рассчитывают по разнице массы проб

$$B = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \times 100, \quad (7)$$

где m_1 , m_2 – масса бюкса с песком и навеской соответственно до и после высушивания, г;

m – масса бюкса с песком после высушивания, г.

Определение влаги высушиванием в сушильном шкафу при атмосферном давлении проводят арбитражным методом. При этом навеску продукта необходимо поместить в бюксы и высушивать в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 102 °С.

3.2.2.2. Метод определения массовой доли влаги высушиванием в сушильном шкафу при температуре 195 °С (экспресс-метод)

Навеску измельченного продукта в количестве 20 г помещают в тарированную алюминиевую или фарфоровую чашку, равномерно распределяют шпателем по дну чашки и взвешивают с точностью до 0,01 г. Чашку помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 195 ± 5 °С и проводят высушивание в течение 25...30 мин. После высушивания чашку охлаждают до комнатной температуры, взвешивают с точностью до 0,01 г и рассчитывают содержание влаги по формуле

$$B = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100, \quad (8)$$

где m_1 , m_2 – масса чашки с навеской соответственно до и после высушивания, г;

m – масса навески, г.

3.2.2.3 Определение влажности на приборе УВО-1

Влажность сырья можно определить, используя устройство для высушивания образцов пищевого сырья и продуктов УВО-01 (аналог прибора Чижовой).

Подготовка к анализу

1. Бумажные пакеты изготавливают из слабо проклеенной бумаги типа ротаторной или газетной. Листы, размером 150×150 мм сгибаю по диагонали пополам в виде треугольника, загибая края примерно на 10...15 мм. Размеры пакета могут быть иными, при этом необходимо, чтобы его края не выходили за пределы плит прибора.

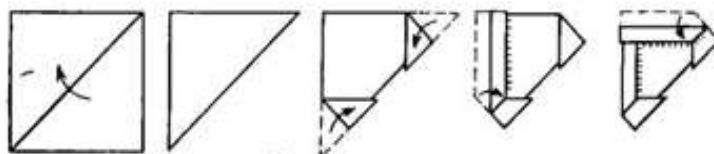


Рисунок 3 – Схема приготовления пакетиков для высушивания

Изготовленные пакеты помещают между плитами и сушат в течение 3 мин. при температуре 105 °С. Высушенные пакеты охлаждают 1...2 мин., взвешивают, записывают их массу.

Навеску фарша в количестве 5 г равномерно распределяют по внутренней площади пакета, пакет закрывают по имеющимся сгибам на краях.

Пакет с сырьем помещают между плитами и включают тумблером таймер. По истечении установленного времени высушивания срабатывает звуковой сигнал. Высушивание проводят при температуре 105 °С. Высушивание проводят до

неизменяющейся массы. Продолжительность высушивания определяют опытным путем.

Пакет с сырьем извлекают из прибора охлаждают 1...2 мин и взвешивают и рассчитывают влажность сырья по формуле

$$B = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100, \quad (9)$$

где m_1 , m_2 – масса навески сырья с бумажным пакетиком соответственно до и после высушивания, г;

m – масса пробы, г.

3.2.3 Оценка водосвязывающей способности мяса

Водосвязывающая способность – это количество влаги, которое может удержать мясное сырье за счет различных форм связи влаги, выраженное в процентах к исходной массе мяса.

Ход исследований. Фарш в количестве 0,3 г помещают на полиэтилен диаметром 15...20 мм и перенести на беззольный фильтр, предварительно выдержанный три дня в эксикаторе над насыщенным раствором хлористого калия (подготовленные фильтры надо хранить в полиэтиленовом пакете, в холодильнике) помещенный на стеклянную пластинку так, чтобы полиэтилен оказался сверху фарша, сверху накрывают идентичной стеклянной пластинкой и устанавливают груз (1 кг) на 10 мин. Затем на фильтровальной бумаге очерчивают контур спрессованного мяса, контур влажного пятна. Размер влажного пятна вычисляют по разности площадей пятен (в эксперименте 1 см² площади влажного пятна соответствует 8,4 мг воды).

Площадь пятна необходимо определить по среднему диаметру круга, измеряя линейкой с точностью до 1,0 мм по формуле

$$S = d^2 / 4, \quad (10)$$

где S – площадь влажного пятна, см²;

d – диаметр круга, см.

Массовую долю связанной воды устанавливают по формуле

$$B = (A - 8,4 \times B) \times 100 / M, \quad (11)$$

где B – массовая доля связанной влаги в проц. к мясу;

A – содержание воды в образце, мг;
 B – площадь влажного пятна, см²;
 M – масса образца фарша, мг.



Рисунок 4 – Отделение влаги после прессования с хорошей влагосвязывающей способностью и водянистого

Добавление соли представляет собой наиболее простой способ повышения влагосвязывающей способности мяса (рисунок 5).

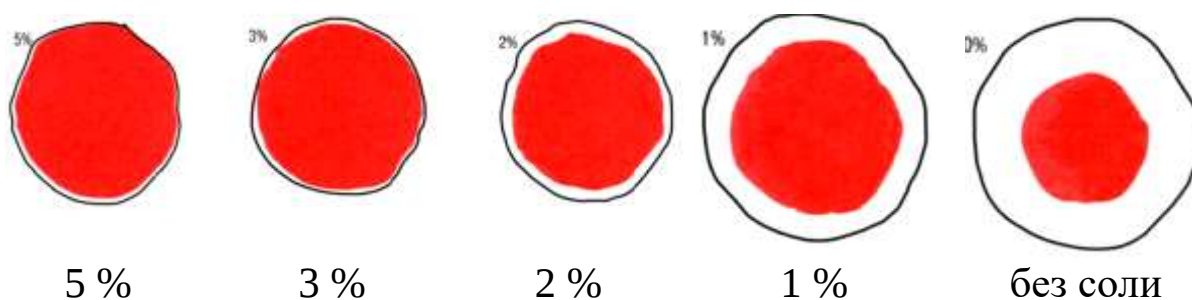


Рисунок 5 – Действие поваренной соли в различной концентрации на водосвязывающую способность колбасного фарша.

Особое место среди структурно-механических свойств занимают такие поверхностные свойства как липкость (адгезия). Исследование липкости колбасного фарша позволяет определить оптимальное время куттерования. В практике это свойство мяса оценивают обычно по прилипаемости фарша к поверхности руки. Так же по состоянию поверхности мяса можно с известным правдоподобием оценить его водосвязывающую способность.

3.2.4 Определение влагоудерживающей способности мясного сырья

3.2.4.1 Определение влагоудерживающей способности жиросмером

Оценка влагоудерживающей способности основана на определении разности между массовым содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки.

Ход исследований Навеску тщательно измельченного мяса массой 4...6 г равномерно наносят стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Его плотно закрывают пробкой и помещают узкой частью вниз на водяную баню при температуре кипения на 15 мин, после чего определяют массу выделившейся влаги по числу делений на шкале жиромера.

Влагоудерживающая (ВУС) способность мяса (проц.)

$$ВУС = B - BBC, \quad (12)$$

где B – общая массовая доля влаги в навеске, проц;

BBC – влаговыделяющая способность мяса (проц.), которая находится по формуле

$$BBC = a \times n \times m^{-1} \times 100, \quad (13)$$

где a – цена деления жиромера, $a = 0,01 \text{ см}^3$;

n – число делений на шкале жиромера;

m – масса навески, г.

3.2.4.2 Определение влагоудерживающей способности методом прессования

Отбор проб для определения влагоудерживающей способности проводится весовым методом: мясо или фарш, размороженный до температуры 3...4 °С, пропускают через мясорубку с мелкой решеткой, не допуская потери сока. Навеску фарша массой 0,3 г (которую взвесили с погрешностью не более 0,01 г) кладут на предварительно взвешенный полиэтиленовый круг диаметром 15...20 мм и переносят последний на круг фильтровальной бумаги, какой необходимо положить на стеклянную пластинку (круг) так, чтобы навеска фарша лежала на фильтровальной бумаге. Сверху полиэтиленовый круг накрывают стеклянной пластинкой, на нее кладут гирю массой 1 кг. Продолжительность прессования 10 минут. После прессования массу освобождают от фильтровальной бумаги и

полиэтиленовой пленки, кладут в предварительно подготовленную тарированную бюксу, которую взвешивают на тех же весах, ставят в сушильный шкаф для высушивания при температуре 100...105 °С.

Количество отпрессованной воды m_1 (г) определяют по формуле

$$m_1 = m - m_2, \quad (14)$$

где m – масса навески до прессования, г;

m_2 – масса навески после прессования, г.

Влагоудерживающая способность BUC (проц.) исследуемого продукта вычисляется по формуле

$$BUC = m_1 / m \times B, \quad (15)$$

где B – содержание воды в отпрессованной массе, проц.

Расхождения между параллельными определениями не должно превышать 1 %.

Для получения ориентировочных данных влагоудерживающей способности, проводится расчет сразу после прессования навески по формуле

$$BUC = 100 - m_1 \times 100 / m \quad (16)$$

3.2.5 Определение эмульгирующей способности и стабильности эмульсии

Отношение объема эмульгированного масла к общему его объему в системе называют эмульгирующей способностью (ЭС). При таком определении ЭС в нее включается и понятие стабильности эмульсии, проявляющейся за промежуток времени от окончания эмульгирования до момента измерения при фиксированных условиях проведения эксперимента.

Устойчивость фарша характеризует связанное фаршевой эмульсией количество влаги и жира и определяется отношением

массы выделившегося в процессе тепловой обработки бульона и жира к массе фарша, взятого на исследование.

Ход исследований. Навеску измельченного мяса массой 7 г суспензируют в 100 см воды в гомогенизаторе (или миксере) при в течение 60 с. Затем добавляют 100 см³ рафинированного подсолнечного масла и смесь эмульгируют в гомогенизаторе или миксере в течение 5 мин. После этого эмульсию разливают в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см и центрифугируют при в течение 10 мин. Далее определяют объем эмульгированного масла.

Эмульгирующая способность (проц.) рассчитываются по формуле

$$ЭС = (V_1/V) \times 100, \quad (17)$$

где V_1 – объем эмульгированного масла, см³ ;
 V – общий объем масла, см³ .

Стабильность эмульсии определяют путем нагревания при температуре 80° С в течение 30 мин и охлаждения водой в течение 15 мин. Затем заполняют эмульсией 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см и центрифугируют при частоте вращения в течение 5 мин. Далее определяют объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии (проц.) рассчитывают по формуле

$$СЭ = (V_1/V_2) \times 100, \quad (18)$$

где V_1 – объем эмульгированного масла, см³ ;
 V_2 – общий объем эмульсии, см³ .

3.2.6 Определения массовой доли жира в мясе и мясных продуктах

Животные жиры (липиды) представляют собой смесь одноокислотных (или простых) и разноокислотных (или смешанных) триглицеридов, представленных в разных соотношениях. В них

также присутствует небольшая доля ди-и моносахаридов, а также свободных жирных кислот. Роль жиров в технологии мясопродуктов многофункциональна. Они могут использоваться как самостоятельных продукт питания (шпик), как пищевые животные жиры, а также как добавка в вареные колбасы в виде шпика и белково-жировых эмульсий. В связи с необходимостью сбалансированного питания важно определять в готовых продуктах массовую долю жира.

3.2.6.1 Метод определения массовой доли жира жиромером (бутирометрический метод)

Метод основан на извлечении жира изоамиловым спиртом после разрушения белков исследуемого продукта серной кислотой при нагревании с последующим отделением жира центрифугированием.

Навеску массой 2 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в фарфоровую чашку, заливают 5 мл серной кислоты, перемешивают стеклянной палочкой и нагревают, не доводя до кипения, 5...10 мин до образования однородной массы. Образовавшуюся бурюю жидкость количественно переносят через воронку в жиромер, куда предварительно наливают 5 мл серной кислоты, смывая остаток на чашке небольшими порциями кислоты. В жиромер добавляют 2...4 мл изоамилового спирта и закрывают его резиновой пробкой. Смесь перемешивают, перевертывая жиромер 2...3 раза. Во избежание ожогов жиромер следует держать обернутым в полотенце. После встряхивания жиромер (пробкой вниз) помещают на 5 мин в водяную баню, предварительно нагретую до 65...70 °С, затем центрифугируют (жиромер располагают узким концом к центру) в течение 5–7 мин при 1000 об/мин. После центрифугирования жиромер вновь помещают на 5 мин в водяную баню, после чего отсчитывают по шкале количество жира. При отсутствии четкой границы раздела между жиром и растворителем нагревание, взбалтывание и центрифугирование повторяют.

Содержание жира определяют по формуле

$$Ж = 0,01133 \times a \times 100 / m_0, \quad (19)$$

где $0,01133$ – количество жира, соответствующее одному делению жиромера, г;

a – высота столбика жира по шкале жиромера;

m_0 – масса навески, г.