

**Л. В. АНТИПОВА, И. Н. ТОЛПЫГИНА, А. А. КАЛАЧЕВ**

# **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАС И ПОЛУФАБРИКАТОВ**

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения в качестве учебного пособия при подготовке бакалавров по направлению 260200 «Технология продуктов животного происхождения» (профиль «Технология мяса и мясных продуктов»)

Санкт-Петербург  
ГИОРД  
2011

УДК 637.5  
ББК 36.92  
А72

*Рецензенты:* кафедра технологии мяса Орловского государственного аграрного университета; заведующий кафедрой технологии мясных и рыбных продуктов Кубанского государственного технологического университета, заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор Г. И. Касьянов

**Антипова Л. В.**

А72 Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / Л. В. Антипова, И. Н. Толпыгина, А. А. Калачев ; под общ. ред. проф. Л. В. Антиповой. — СПб. : ГИОРД, 2011. — 600 с.

ISBN 978-5-98879-134-8

В учебном пособии приведены теоретические сведения об основных процессах колбасного производства, охарактеризованы традиционные и инновационные технологии. Представлены базовые схемы и технологическое оборудование для выполнения основных операций при переработке мясного сырья.

Книга рекомендуется специалистам мясоперерабатывающей отрасли, студентам профильных вузов и средних специальных учебных заведений.

**УДК 637.5**  
**ББК 36.92**

# Оглавление

---

<b>Предисловие</b> .....	7
<b>Глава I. Мясо сельскохозяйственных животных</b> .....	8
1.1. Строение и химический состав мышечной ткани .....	8
1.2. Строение и химический состав соединительных и других тканей .....	19
1.3. Характеристика небелковых компонентов мяса .....	40
1.4. Непищевые и чужеродные вещества .....	52
1.5. Пищевая ценность и качество мяса и мясопродуктов .....	77
1.6. Биохимические и физико-химические превращения при хранении и переработке мяса .....	101
<b>Глава II. Приемка и подготовка мясного сырья</b> .....	127
2.1. Виды и приемка мясного сырья колбасного и полуфабрикатного производств .....	127
2.2. Разделка мясного сырья .....	131
2.3. Обвалка и жиловка мяса .....	135
2.4. Технологическое оборудование при подготовке мясного сырья .....	140
<b>Глава III. Производство продуктов из свинины и говядины</b> .....	162
3.1. Классификация и технологические схемы продуктов из свинины и говядины .....	162
3.2. Посол мяса .....	170
3.3. Цветообразование и стабилизация окраски мясопродуктов .....	191
3.4. Технологическое оборудование для производства продуктов из свинины и говядины .....	196
<b>Глава IV. Производство колбасных изделий</b> .....	219
4.1. Измельчение и особенности посола сырья для производства колбасных изделий .....	219
4.2. Оборудование для измельчения и перемешивания мясного сырья с посолочными компонентами .....	224
4.3. Пищевые добавки, используемые в колбасном производстве .....	242
4.4. Приготовление мясных эмульсий .....	281
4.5. Оболочки, используемые в колбасном производстве .....	287
4.6. Формование колбасных батонов .....	324
<b>Глава V. Термообработка мясных и колбасных изделий</b> .....	331
5.1. Назначение термообработки .....	331
5.2. Характеристика биохимических процессов, протекающих при термической обработке .....	332

5.3.	Обжарка . . . . .	340
5.4.	Методы и режимы термообработки . . . . .	342
5.5.	Особенности термообработки колбасных изделий в различных оболочках . . . . .	344
5.6.	Запекание . . . . .	348
5.7.	Охлаждение . . . . .	349
5.8.	Копчение . . . . .	351
5.9.	Сушка . . . . .	358
5.10.	Оборудование для термообработки . . . . .	361
<b>Глава VI.</b>	<b>Особенности некоторых технологий производства колбасных изделий . . . . .</b>	<b>390</b>
6.1.	Производство сырокопченых колбас . . . . .	390
6.2.	Особенности технологии производства полукопченых, варено-копченых колбас . . . . .	405
6.3.	Особенности технологии производства ливерных колбас . . . . .	408
6.4.	Производственные дефекты вареных колбасных изделий . . . . .	412
<b>Глава VII.</b>	<b>Производство полуфабрикатов, быстрозамороженных готовых блюд . . . . .</b>	<b>420</b>
7.1.	Производство фасованного мяса . . . . .	420
7.2.	Производство полуфабрикатов . . . . .	424
7.3.	Производство полуфабрикатов в тестовой оболочке . . . . .	435
7.4.	Производство быстрозамороженных готовых блюд . . . . .	439
7.5.	Технологическое оборудование для производства полуфабрикатов и быстрозамороженных готовых блюд . . . . .	441
<b>Глава VIII.</b>	<b>Дообвалка мяса, переработка кости и вторичного коллагенсодержащего сырья . . . . .</b>	<b>465</b>
8.1.	Дообвалка мяса . . . . .	465
8.2.	Технология переработки кости . . . . .	474
8.3.	Расчеты параметров для подбора технологического оборудования переработки кости . . . . .	479
8.4.	Структура и свойства коллагена . . . . .	482
8.5.	Характеристика коллагенсодержащего сырья . . . . .	497
8.6.	Состояние и тенденции использования коллагенсодержащих ресурсов . . . . .	523
<b>Глава IX.</b>	<b>Упаковка мясных продуктов . . . . .</b>	<b>578</b>
	<b>Библиографический список . . . . .</b>	<b>594</b>

## **Предисловие**

---

Благодаря высокой пищевой и биологической ценности мясо и мясные продукты — необходимая составляющая питания человека. Наиболее ценную их часть представляют белки, максимально приближенные по своим качественным характеристикам к физиологическим нормам питания человека, с одной стороны, и ответственные за функционально-технологические свойства мясных систем, формирующих органолептические и физико-химические показатели готовых изделий, с другой.

События последних десятилетий связаны с падением отечественного производства мяса, ростом объемов импорта и цен на мясо и мясные продукты на фоне низкой платежеспособности населения. Наметились негативные тенденции в структуре питания: норма потребления белка снизилась в зависимости от региона до 40–60 %.

Рост импорта мяса привел к активизации процессов интегрирования российского рынка в мировой продовольственный рынок со всеми вытекающими отсюда последствиями: в отечественном производстве колбас и полуфабрикатов появились новые материалы, добавки, оборудование. Ассортимент продуктов каждый год растет, что делает необходимым при подготовке специалистов мясной отрасли максимально учитывать накопленный опыт и научные достижения в образовательном процессе.

Не претендуя на исчерпывающую информацию, авторы надеются, что материал, изложенный в учебном пособии, повысит качество обучения студентов, обеспечит их необходимыми теоретическими знаниями и практическими навыками в соответствии с современными требованиями.

Благодарим всех рецензентов за оказанную помощь в подготовке рукописи, ценные критические замечания: коллектив кафедры технологии мяса и мясных продуктов ГОУ ВПО Орловского государственного аграрного университета под руководством доктора технических наук, профессора О. А. Шалимовой; заведующего кафедрой технологии мясных и рыбных продуктов Кубанского государственного технологического университета, доктора технических наук, профессора Г. И. Касьянова.

# Глава I. Мясо сельскохозяйственных животных

---

Мясо сельскохозяйственных животных — ценнейший источник пищевых веществ, в связи с чем оно издавна используется человеком в питании. Источником мяса традиционно являются сельскохозяйственные животные (крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот, свиньи). В настоящее время источники мяса значительно расширены за счет привлечения региональных ресурсов (медведи, лоси, кабаны, сайгаки, буйволы, лошади, верблюды, олени и т. д.). Мясо представляет собой совокупность тканей животного организма, соотношение которых определяет свойства и качество мяса.

В состав мяса независимо от вида входят мышечная, жировая, соединительная, костная ткани и кровь. Тканью называют группу клеток, одинаковых по морфологическому строению, выполняющих специальные функции и объединенных межклеточным веществом. При этом развитость межклеточного вещества, строение клеток и их состав различны и служат признаками идентификации тканей. Суммарный химический состав мяса складывается из веществ — клеток и межклеточного вещества и представлен довольно сложной смесью минеральных и органических веществ, в том числе биополимеров.

Особенности химического состава адекватны качественному составу и соотношению входящих в мясо тканей. Способность мяса удовлетворять физиологические потребности человека в пищевых веществах определяет его пищевую и биологическую ценность.

## 1.1. Строение и химический состав мышечной ткани

В животном организме мышечная ткань занимает по массе ведущее место, так как на ее долю приходится свыше 40 % массы животного. Мышечная ткань участвует в кровообращении, дыхании и других важных физиологических функциях. Она — главная цель переработки животных.

По морфологическому строению различают типы мышечной ткани: поперечнополосатую, гладкую и смешанную. К поперечнополосатым мышцам относятся скелетная мускулатура; гладкие мышцы находятся в стенках пищеварительного тракта, диафрагмы, матки; примером смешанной ткани является сердце. По массовому выходу, питательным и вкусовым достоинствам поперечнополосатая скелетная мускулатура — наиболее важный компонент мяса и мясопродуктов.

Мышечная ткань состоит из сложных вытянутых клеток — мышечных волокон (рис. 1.1). Между мышечными волокнами находятся тонкие прослойки

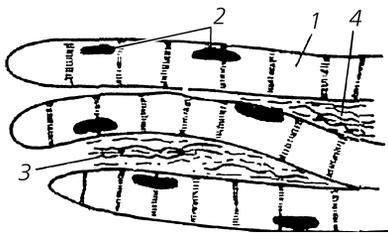


Рис. 1.1. Строение мышечной ткани:

1 — мышечная клетка (мышечное волокно);  
2 — ядра; 3 — межклеточное вещество; 4 —  
волоконца межклеточного вещества

межклеточного вещества, состоящего из соединительной ткани (клеток — волоконцев и бесструктурного желеобразного вещества). Мышечные волокна соединены в пучки, образующие отдельные мускулы (рис. 1.2). Мускулы покрыты плотными пленками из соединительной ткани — *фасциями*. Между пучками и волокнами проходят и разветвляются сосуды и нервы.

Мышечное волокно (клетка) преобладает в мышечной ткани. Длина его клеток может достигать 15 см, а толщина — 10–100 мкм. Поверхность мышечного волокна покрыта эластичной оболочкой — *сарколеммой*.

Большую часть объема мышечных клеток (60–65%) занимают *миофибриллы* — длинные тонкие нити, собранные в пучки и расположенные параллельно оси волокна. Они — рабочий аппарат клетки, который играет главную роль в двигательной функции организма при жизни.

Миофибриллы поперечнополосатой мускулатуры состоят из чередующихся темных и светлых участков (дисков). Темные участки обладают двойным лучепреломлением — это А-диски (анизотропные); светлые участки не обладают таким свойством — это I-диски (изотропные). Оптическая неоднородность дисков обуславливается их различным строением и белковым составом. Диски разных миофибрилл расположены в строгом порядке (темные — против темных, светлые — против светлых), что в целом придает волокну поперечную исчерченность.

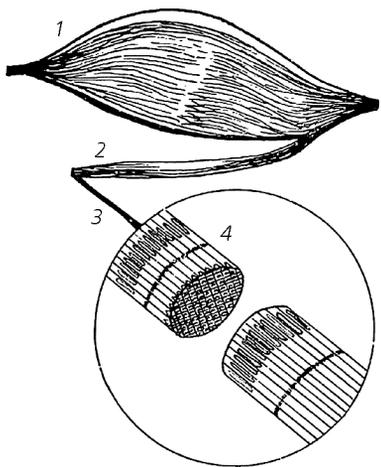


Рис. 1.2. Строение мускула:

1 — мышца; 2 — мышечный пучок; 3 — одиночное волокно; 4 — вид мышечного волокна в электронном микроскопе

Миофибриллы окружены и тесно связаны с особой структурой, состоящей из трубочек и пузырьков, называемой *саркоплазматическим ретикулумом*.

Это сложный трехмерный лабиринт мембранных каналов, многочисленные складки разветвления которого заполняют всю протоплазму — вязкую коллоидную жидкость, заполняющую весь внутренний объем клетки. В отличие от большинства клеток, имеющих по одному ядру, каждое мышечное волокно содержит много ядер вытянутой формы. Ядра расположены на периферии клеток, вблизи сарколеммы. Кроме ядер мышечная клетка содержит митохондрии, рибосомы, лизосомы и другие органеллы.

В мышечной ткани содержатся (в мас. %): вода — 70–75, белки — 18–22, липиды — 2–3, азотистые экстрактивные веще-

ства — 1–1,7, безазотистые экстрактивные вещества — 0,7–1,35, неорганические соли — 1–1,5, углеводы — 0,5–3, а также ферменты и витамины.

## Характеристика белков

На долю белковых веществ приходится 60–80 % сухого остатка, или 18–22 % массы мышечной ткани. Из белков мышечной ткани построены структурные компоненты клеток (саркоплазма, саркоlemma, миофибриллы, органеллы) и межклеточного вещества. Ввиду многообразия, их удобно представить в виде групп, локализованных в определенных участках клетки, с указанием наиболее изученных и важных в функциональном отношении (рис. 1.3).

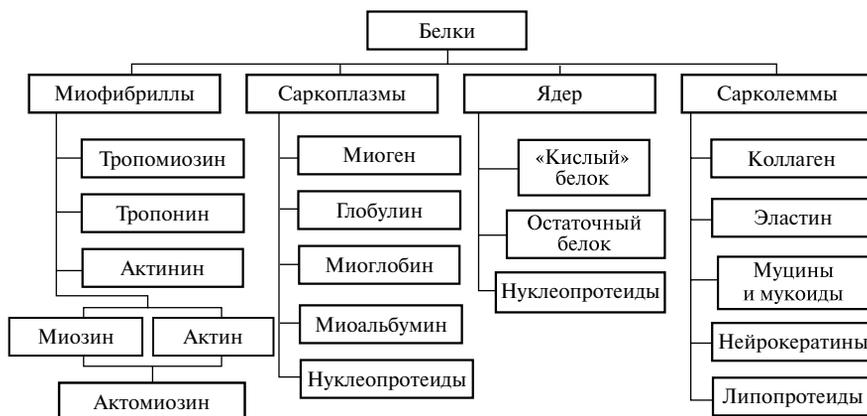


Рис. 1.3. Состав белков мышечной ткани

Белковые вещества составляют 60–80 % сухого остатка мышечной ткани и включают водорастворимые, солерастворимые и нерастворимые в водно-солевых растворах фракции. Различные белковые фракции являются основными составляющими компонентами клеточных органелл и межклеточного вещества. Растворимые в воде белки входят в основном в состав плазмы, солерастворимые образуют миофибриллы. Нерастворимые в водно-солевых растворах фракции называют условно белками стромы; к ним относятся белки сарколеммы, ядер и внутриклеточные соединительно-тканые белки.

**Белки саркоплазмы.** Белки саркоплазмы составляют 20–25 % мышечных белков. К ним относятся миоген, глобулин, миоальбумин, миоглобин. За исключением миоглобина, это сложные смеси белковых веществ, характеризующиеся схожими физико-химическими и биологическими свойствами. По растворимости и высаливаемости миоген довольно близок к альбуминам, а миоальбумин — типичный альбумин.

Миоген, миоальбумин и глобулин относятся к простым белкам. Эти белки полноценные и хорошо усваиваются.

*Миоген* представляет собой комплекс миогенов А, В и С, различающихся кристаллической формой. Обычно под миогеном подразумевается вся миогеновая фракция. Миоген составляет около 20 % всех белков мышечного волокна.

Он растворяется в воде, образуя гомогенные растворы с массовой долей 20–30 % с небольшой вязкостью. Температура денатурации свободной от солей миогена — 55–60 °С, изоэлектрическая точка лежит в интервале рН 6,0–6,5. С течением времени часть миогена переходит в нерастворимое состояние.

*Глобулин X* — это псевдоглобулин, на долю которого приходится около 20 % всех белков мышечной ткани. Для его растворения используют разные соли (например, 0,006 М КСl). Содержание солей в мышечной ткани (1,0–1,5 %) достаточно для того, чтобы глобулин перешел в раствор при водной экстракции гомогенизированной мышцы. Изоэлектрическая точка его находится при рН 5,2; молекулярная масса 160 000; коагулирует при 60 °С. Имеются сведения о том, что глобулин также гетерогенен и его функции связаны с проявлением свойств ферментов.

*Миоглобин* — один из наиболее важных белков саркоплазмы, несмотря на небольшое содержание в мышечных клетках (около 1 % массы всех белков ткани). Это сложный белок, роль небелкового компонента в котором выполняет гем. Миоглобин (Mb) относится к подклассу хромопротеинов и имеет красную окраску. Благодаря способности транспортировать газы Mb получил название дыхательного пигмента, окрашивающего мышечную ткань в красный цвет. Mb имеет молекулярную массу 16 800; растворим в воде; белковая часть (глобин), входящая в структуру Mb, имеет основной характер и полноценна по аминокислотному составу.

Миоглобин легко соединяется с газами — кислородом, диоксидом углерода, диоксидом азота и др. Это его свойство лежит в основе естественных прижизненных механизмов транспорта газов и играет важную роль в формировании органолептических свойств мясопродуктов, получаемых при специальной обработке сырья, содержащего мышечную ткань.

Миоглобин, обладая высоким сродством к кислороду, является кислород-связующим, образуя соединение с кислородом — оксимиоглобин, из которого запасенный кислород высвобождается по мере необходимости для поддержания метаболизма. Миоглобин играет роль передатчика кислорода, являясь своего рода кислородным резервуаром.

Это свойство белка имеет весьма важное значение, особенно когда в процессе мышечного сокращения в условиях сильного напряжения циркуляция крови может временно прекратиться. Mb также облегчает проникновение кислорода внутрь клетки. Поэтому в интенсивно работающей мышце с активно протекающими аэробными окислительными процессами содержится относительно больше Mb. С этим связана цветность мышц. Например, мышцы конечностей и шеи у крупного рогатого скота, грудные мышцы летающих птиц имеют более темный цвет, чем мышцы неработающие или работающие менее интенсивно.

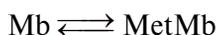
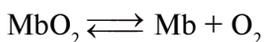
При соединении Mb с различными газами валентность железа не изменяется. При этом атом железа пигмента гема находится в двухвалентном состоянии, а шестая координационная связь занята молекулой воды. Эта связь непрочная, поэтому миоглобин легко соединяется с кислородом, образуя оксимиоглобин — пигмент ярко-красного цвета. Но при этом реакции окисления не происходит, железо гема остается двухвалентным благодаря тому, что он окружен неполярным белком.

При длительном воздействии кислорода происходит окисление миоглобина в метмиоглобин — пигмент коричневого цвета.

Изменение пигментации свежего мяса позволяет судить об условиях и сроках хранения. Например, красная окраска поверхности свежего мяса на глубину до 4 см в основном обусловлена наличием оксимиоглобина. Более глубокие слои мяса окрашены в пурпурно-красный цвет миоглобином.

Во время измельчения мяса увеличивается доступ кислорода к пигментам, в результате оксимиоглобин и миоглобин постепенно превращаются в метмиоглобин. Серо-коричневая окраска образуется, когда количество метмиоглобина достигает 60 %.

В свежем мясе в присутствии кислорода миоглобин (Mb) постоянно превращается в оксимиоглобин (MbO<sub>2</sub>) и метмиоглобин (MetMb):



MbO<sub>2</sub> при дезоксигенировании превращается в Mb. В атмосфере кислорода эта реакция обратима, но если кислорода становится меньше (например, он поглощается), то накапливается Mb. Вторая стадия — окисление Mb в MetMb. Скорость реакции и количество образовавшегося миоглобина зависят от величины парциального давления кислорода.

На изменение цвета свежего мяса влияют многие факторы: парциальное давление кислорода регулирует переход Mb в MbO<sub>2</sub>; pH среды влияет на скорость окисления пигментов; видимый свет не оказывает сильного влияния на окраску свежего мяса; ультрафиолетовые лучи вызывают превращение Mb в MetMb; при воздействии флуоресцентного света обесцвечивание протекает медленно; освещение красным или зеленым светом стабилизирует окраску свежего мяса; высокая микробная обсемененность мяса ускоряет изменение окраски. При нагреве до температуры денатурации пигментов мяса его цвет изменяется от красного до серо-коричневого в результате образования гемохромов и гематинов, а при действии температур ниже температуры денатурации глубоких изменений не происходит и пигменты мяса превращаются в MetMb.

Для сохранения розово-красного цвета свежего мяса лучше поддерживать температуру немного выше 0 °С. Для сохранения цвета на практике часто используют восстанавливающие вещества, например аскорбиновую кислоту и т. п.

Для придания мясным продуктам естественного цвета используют свойство Mb активно связывать монооксид азота NO в устойчивое соединение, не разрушающееся при высоких температурах. Для этой цели используют нитрит натрия. Как соль слабой кислоты и сильного основания NaNO<sub>2</sub> диссоциирует в растворе с образованием HNO<sub>2</sub> и ионов Na<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>; затем азотистая кислота, распадаясь, дает в качестве одного из продуктов монооксид азота, который при взаимодействии с Mb образует нитрозомиоглобин — вещество с характерной розовой окраской:

