

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии мясных,
молочных продуктов и химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ
И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

по дисциплине

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИНЦИПЫ
ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ**

Направление подготовки
19.04.03 Продукты питания животного происхождения

Направленность программы
Технологии и цифровые системы контроля качества мясных продуктов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Уфа 2024

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета пищевых технологий (протокол № 8 от «21» марта 2024 г.).

Составитель: к.т.н., доцент Зубаирова Л.А.
к.б.н., доцент Гизатова Н.В.
к.т.н., доцент Салихов А.Р.

Ответственный за выпуск:
зав. кафедрой технологии мясных,
молочных продуктов и химии,
д.б.н., профессор

Миронова И.В.

г. Уфа, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, кафедра технологии мясных,
молочных продуктов и химии

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Составление карты пищевой и энергетической ценности пищевых продуктов

Цели работы: приобрести навыки расчета пищевой и энергетической ценности продуктов питания и умение делать сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности разных продуктов

Задачи:

1. Знакомство с понятиями пищевой и энергетической ценности пищевых продуктов.
2. Определение пищевой и энергетической ценности продуктов.
3. Сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности разных продуктов питания.

Теоретические сведения

Пищевая ценность - понятие, отражающее всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергию и органолептические достоинства. Характеризуется химическим составом пищевого продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах.

Энергетическая ценность - количество энергии, высвобождаемой из пищевого продукта в организме человека для обеспечения его физиологических функций. Энергетическая ценность пищи характеризуется количеством тепла, выделяемого в организме человека при биохимических реакциях. Ее измеряют в единицах тепловой энергии - килокалориях (ккал) или единицах энергии - килоджоулях (кДж) (1 ккал = 4.184 кДж).

Чтобы определить количество пищи, которое требуется человеку для восполнения его энергетических затрат, необходимо рассчитать калорийность потребляемой пищи. Известно, что белки, жиры, углеводы и другие нутриенты при полном окислении в организме человека выделяют различное количество тепловой энергии:

1. 1 г усвояемых углеводов – 3.75 ккал или 15.7 кДж;
2. 1 г жиров – 9.0 ккал или 37.7 кДж;
3. 1 г белков – 4.0 ккал или 16.7 кДж;

Зная вышеуказанные энергетические коэффициенты, можно рассчитать калорийность всего дневного рациона или калорийность любого пищевого продукта, если известен его химический состав.

Пример. Определить энергетическую ценность 200 г пастеризованного коровьего молока, если в нем содержится (в %): белков – 3.5, жиров – 3.2; углеводов – 4.5. (химический состав молока)

В 200 г молока содержится:

белков $3.5 \times 2 = 7$ г;

жиров $3.2 \times 2 = 6.4$ г;

углеводов $4.5 \times 2 = 9$ г.

Зная калорийность 1 г белков, жиров, углеводов, можно рассчитать энергетическую ценность (в г):

белков – 7, жиров – 6.4, углеводов – 9.

Белков $4.0 \text{ ккал (16.7 кДж)} \times 7 = 28.0 \text{ ккал}$;

жиров $9.0 \text{ ккал (37.7 кДж)} \times 6.4 = 57.6 \text{ ккал}$;

углеводов $3.75 \text{ ккал (15.7 кДж)} \times 9 = 33.8 \text{ ккал}$.

Следовательно, энергетическая ценность 200 г молока коровьего пастеризованного равна:

$28.0 \text{ ккал} + 57.6 \text{ ккал} + 33.8 \text{ ккал} = 119,4 \text{ ккал}$

2. Определите пищевую и энергетическую ценность продуктов (табл. 1). Работа ведется по индивидуальным заданиям.

Номер задания соответствует номеру студента в журнале теоретического обучения.

6	Белые грибы (свежие)	90	3.7	1.7	1.1	-
	Пастила	130	0.5	-	76.8	0.5
7	Скумбрия атлантическая холодного копчения	130	23.4	6.4	-	-
	Сок абрикосовый с мякотью	220	0.7	-	6,9	0,7
8	Икра из кабачков	160	2.0	9.0	8.54	0.5
	Кальмар (мясо)	85	18.0	4.2	-	
9	Грейпфрут	210	0.9	0.2	6.5	1.7
	Сервелат (колбаса сырокопченая)	130	24,0	40,5	-	
10	Компот из абрикосов (половинки)	190	0.5	0	21.0	1.0
	Сельдь иваси специального посола	70	17,5	11,4	-	
11	Говядина тушеная (консервы)	80	16.8	17.0	-	-
	Капуста белокочанная	170	1,8	0,1	4,6	0,3
12	Судак в томатном соусе (консервы в томатном соусе)	180	14.0	5.3	3.7	0.4
	Дыня	320	0,6	-	9,0	0,2
13	Сок томатный	190	1.0	-	3.5	0.5
	Сосиски русские	120	11,3	22,0	-	-
14	Грудинка сырокопченая из свинины	120	8.9	63.3	-	-
	Кофе жареный в зернах	35	13,9	14,4	2,8	9,2
15	Голландский круглый сыр	90	23.7	30.5	-	2.1
	Томаты квашеные	110	1,1	0,1	1,6	1,2
16	Мармелад фруктово-ягодный		0.4	следы	74.8	0.7
	Язык говяжий		16,0	12,1	-	-
17	Зеленый горошек (консервы)	90	3.1	0.2	6.5	0.1
	Уши свиные	160	21,0	14,4	-	-
18	Камбала обжаренная в масле (консервы в масле)	130	14.4	21.3	-	-
	Черешня	85	1,1	0,4	10,6	0,6
19	Халва подсолнечная	60	11.6	29.7	41.5	-
	ванильная Мандарин	250	0,8	0,3	8,1	1,1

Продолжение таблицы 1

20	Томат-паста	15	3,6	0	11,8	1,8
	Язык говяжий в желе	140	71,8	15,1	0,6	-
21	Завтрак туриста (свинина, консервы)	180	16,9	15,4	-	-
	Смородина черная	70	1,0	0,2	6,7	2,3
22	Масло сливочное несоленое	35	0,5	82,5	0,8	0,03
	Томаты (грунтовые)	170	1,1	0,2	3,5	0,8
23	Колбаса докторская	140	12,8	16,7	-	-
	Картофель	120	2,0	0,4	1,3	0,2
24	Зефир	120	0,8	следы	73,4	0,5
	Сыворотка творожная	40	0,8	0,2	3,5	0,73
25	Горбуша (консервы натуральная)	130	20,9	5,8	-	0,5
	Ирис тиражный	70	3,6	7,3	74,3	0,1

Сравните полученные данные по продуктам питания (пищевая и энергетическая ценность), оформите в виде таблицы и сделайте вывод.

Таблица 2

Продукты	Химический состав (на 100г. продукта)			Калорийность	Энергетическая ценность 100г продукта
	белки, г	жиры, г	углеводы, г		
Зефир					
Сыворотка творожная					

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 ПОНЯТИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ

Качество сырья и мясных продуктов характеризуется сложным комплексом химических, биохимических, физико-химических, гистологических и других характеристик.

Применительно к мясоперерабатывающей промышленности конкретное технологическое содержание понятия "качество" связано с такими критериями, как органолептические свойства, пищевая ценность, гигиенические и токсикологические состояния, технологические показатели.

Номенклатура показателей (признаков, параметров) качества (ПК) включает единичные ПК, каждый из которых характеризует одно свойство объекта; групповые ПК, применяемые для характеристики совокупности нескольких свойств, и комплексные (обобщенные) ПК, отражающие качество объекта в целом. Кроме того, используется понятие "относительный показатель", определяемый соотношением аналогичных ПК сравниваемых объектов.

Группа эргономических показателей характеризует систему продукт – потребитель – окружающая среда и включает показатели: гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические и психологические.

Гигиенические показатели отражают соответствие продукта санитарным нормам (отсутствие токсичных, канцерогенных и других вредных для здоровья человека веществ).

Антропометрические показатели характеризуют объекты относительно размеров человека и должны обеспечивать удобство транспортирования, хранения, реализации в сфере обращения и использования продукта потребителем.

Физиологические показатели оцениваются применительно к возможностям и потребностям организма человека. При разработке композиционных продуктов особое внимание уделяется сбалансированности химического состава.

Психофизиологические показатели характеризуют восприятие продукта с помощью органов чувств: зрения, осязания, обоняния, вкуса, иногда слуха, а также силовых и других физиологических способностей человека. Эту группу показателей называют так же психофизическими. При определении величины показателя учитывается пороговая возможность человека к восприятию запаха, вкуса, к тактильным (осязательным) ощущениям.

Эстетические показатели качества отражают товарный вид, включая целостность композиции, совершенство производственного исполнения, художественное оформление, индивидуальные особенности товара (форма, упаковка, товарные знаки, и др.), выделяющие его среди аналогов.

Патентно-правовые показатели обеспечивают патентную чистоту и защищенность объекта в стране и за рубежом. Это может касаться способа получения, состава продукта или устройства для его изготовления.

Показатели унификации и стандартизации характеризуют степень преимущества показателей нового продукта по отношению к аналогам. Эти показатели служат гарантией качества и отражают техническое совершенство объекта, но могут играть и консервативную роль, являясь тормозом при внедрении новых разработок.

Экологические показатели характеризуют степень вредного влияния объекта на окружающую среду при хранении и использовании.

Показатели назначения характеризуют социальную ориентацию и целевую функцию товара. К ним относятся: показатель общественной целесообразности производства данной продукции, отражающий потребность населения в продукте и неудовлетворенный спрос; показатель социального адреса и потребительского класса, характеризующий предназначение товаров конкретным группам потребителей. Показатель соответствия продукта оптимальному ассортименту отражает место продукта в фактическом и прогнозируемом ассортименте; показатель морального износа служит основанием для исключения из ассортимента выпускаемых товаров некоторых изделий, на которые снижается спрос. Показатель сопутствующих социальных эффектов ориентирует производство на выпуск товаров с измененными свойствами в соответствии с новыми запросами потребителей, например низкокалорийных, витаминизированных, обогащенных биологически ценными компонентами и т. д.

Показатели функционального назначения отражают сферы использования продукта и универсальность применения; показатели соответствия – полезность продуктов. К показателям соответствия выполнению вспомогательных функций можно отнести содержательность информации, которую несут товарные этикетки, например, сведения о составе, полезности, способах употребления, условиях хранения и сроках годности продуктов.

Технологические показатели отражают материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость производства продукции, а также возможность утилизации отходов, т.е. употребления их с пользой для народного хозяйства, например для пищевых, кормовых, технических или иных целей.

Экономические показатели рассчитывают с учетом затрат на разработку, изготовление, хранение и потребление продукции.

Показатели сохраняемости и транспортабельности в товароведении называют также показателями надежности. Они характеризуют свойства продуктов сохранять

стандартное качество при перевозках и в течение гарантийных сроков хранения при соблюдении условий, установленных в нормативно-технической документации.

Показатели безопасности потребления отражают соответствие гигиенических показателей государственным и международным нормативам: санитарным правилам, стандартам отечественным и ИСО.

Поэтому требования к работе предприятий в новых условиях рыночной экономики ставят задачу быстрого повышения эффективности производственных систем отрасли на основе их интенсификации, при этом особая роль принадлежит совершенствованию технологических процессов, которые характеризуются большим разнообразием качественных показателей сырья и значительной сложностью происходящих в нем физико-химических и биохимических изменений, разной продолжительностью, дискретностью, слабым техническим оснащением, экологическим несовершенством.

Задачу оптимального управления технологическими процессами мясной промышленности можно решить с помощью сплошного контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на основе применения неразрушающих методов контроля. Это достигается физическими неразрушающими методами, предусматривающими воздействие на объект контроля различных веществ, физических полей или регистрацией этих полей, имитируемых самим контролируемым объектом. Неразрушающий контроль как часть интроскопии (т.е. внутривидения) решает такие задачи, как измерение физико-химических свойств, химического состава, структуры, прочностных характеристик, внутреннего строения и т. д. Выделяют девять видов неразрушающего контроля, в том числе магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновый, тепловой, оптический, радиационный, акустический и контроль проникающими веществами.

Представляется целесообразным одновременное использование нескольких взаимно дополняющих и дублирующих методов для решения конкретных задач.

В структуре затрат на контроль качества у нас в стране в последние годы произошли существенные изменения в сторону увеличения объемов средств на оценку сырья и контроль за его изменениями в процессе технологической обработки по сравнению с затратами средств на анализ готовой продукции.

Научный подход к организации эффективного производства в мясной промышленности должен базироваться на системах, обеспечивающих гарантированное качество готовой продукции с учетом медико-биологической его оценки и санитарно-ветеринарной экспертизы сырья.

Перспективным направлением сохранения качества сырья, его повышения при технологической обработке, прогнозирования качества готовой продукции является внедрение автоматизированных систем управления качеством технологических процессов на базе ЭВМ и информационного обеспечения, характеризующего процесс или состояние объекта управления по совокупности его параметров.

Приведенные на рис. 4.8 факторы качества применительно к мясу и мясным продуктам свидетельствуют о достаточно высоком уровне сложности проблемы измерения и оценки показателей, что сдерживает разработку объективных методов и приборов для определения их качества и внедрения в мясную промышленность АСУТП.

Характерной особенностью мясного сырья и продуктов из него является то, что их качество не может быть описано какой-либо одной или несколькими характеристиками. Полное описание качества мясных продуктов требует использования десятков показателей, значимость которых может быть сравнима между собой. В настоящее время частью показателей пренебрегают, отчего существенно страдает полнота оценки.

Предложен ряд моделей для оценки качества мясных продуктов на основе ряда характеристических показателей. Наиболее распространенной является модель,

предложенная А. М. Бражниковым, согласно которой иерархическая классификация свойств мясной продукции разделена на четыре группы:

критические свойства, однозначно определяющие возможность использования мясных продуктов на пищевые цели; к ним относятся санитарно-гигиенические свойства и содержание вредных веществ;

существенные свойства, которые в значительной мере характеризуют ценность мясных продуктов (биологическая ценность и органолептические характеристики);

второстепенные свойства, менее значительно влияющие на оценку качества продукта, хотя для отдельных видов продуктов они могут быть достаточно важными (содержание свободной влаги, стойкость при их хранении и др.);

свойства, слабо влияющие на качество, наличие которых желательно, но не обязательно (внешний вид, упаковка, этикетки и т. д.).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3,4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТУШ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ТУШЕК ПТИЦЫ

Органолептические показатели могут указывать на степень развития автолитических процессов, проходящих при хранении, свежесть, характер и глубину развития микробиологических процессов.

Обычно гнилостная порча начинается с поверхности, а затем проникает в толщу мяса, причем скорость порчи зависит от температуры и влажности окружающей среды, состояния поверхности (корочка подсыхания, порезы) и гистологической структуры, вида бактерий, возбуждающих гнилостный распад.

Различные виды порчи взаимосвязаны. Ослизнение, протекающее при повышенных температурах и относительной влажности воздуха более 90 %, сопровождается сплошным ростом бактерий. Плесени, развивающиеся в кислой среде, сдвигают рН в щелочную сторону и подготавливают условия для жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов.

В результате развития гнилостной микрофлоры происходит распад белка с образованием как первичных, так и вторичных продуктов гидролиза, оказывающих существенное влияние на органолептические показатели и пищевую ценность мяса.

В ходе превращения белковых веществ в мясе накапливаются карбоновые жирные (уксусная, масляная, муравьиная) и оксикислоты, амины, альдегиды, а также неорганические соединения (H_2O , NH_3 , CO_2 , N_2 , H_2S) и вещества, изменяющие вкус и запах (фенол, крезол, индол, скатол, меркаптан). Биологическая ценность мяса падает за счет распада белковых веществ. Процесс гнилостной порчи частично затрагивает и липидную фракцию.

Изменение цвета обусловлено образованием мет- и сульфмиоглобина, появлением пигментации желто-зеленого цвета и обесцвеченных участков под воздействием перекиси водорода и специфических пигментов, выделяемых некоторыми микроорганизмами. Консистенция мяса ухудшается, возрастает его рыхлость.

Испортившееся мясо может стать причиной пищевых отравлений: токсикоинфекций, возникающих в результате употребления продукта, содержащего сальмонеллы, кишечную, дизентерийную палочку и протей, и интоксикаций, вследствие наличия в продуктах ядов (токсинов), выделяемых некоторыми видами микроорганизмов (стафилококки, стрептококки, палочка ботулинус) в процессе их деятельности.

Одним из быстрых методов определения свежести мяса является разработанный во ВНИИМПе метод гистологического анализа, который в сочетании с органолептическими показателями позволяет в течение 40-60 мин получить полное представление о состоянии и степени свежести мяса.

Результаты гистологического анализа отличаются высокой достоверностью, в

целом ряде случаев их можно дополнить данными физико-химических, биохимических, органолептических, микробиологических и других исследований.

Гистологический метод позволяет проводить исследования поверхностных и глубинных слоев мяса отдельно и таким образом устанавливать локализацию изменений и увязывать их с изменением определенных структур мышечной ткани мяса.

Метод гистологического анализа мяса, вошедший в ГОСТ 19496-74, позволяет определять начало снижения качества мяса в результате воздействия гнилостной микрофлоры на 3-4 дня раньше, чем в нем обнаружатся органолептические и физико-химические признаки порчи. При этом в поверхностных слоях мяса в местах развития гнилостной микрофлоры четко выявляются изменения структуры ядер.

Гистологическое исследование мяса, полученного от здоровых животных в хороших санитарно-гигиенических условиях, при строгом соблюдении технологии разделки, охлаждения и хранения туш (при температуре хранения 2÷ 4 °С) и взятого через 2-3 суток после убоя животного, обнаруживает в его поверхностных слоях хорошо выраженную корочку подсыхания – уплотненный слой соединительнотканых фасций и прилегающих к ним утонченных мышечных волокон с плохо различимой поперечной исчерченностью. В местах разуба поверхностный слой также уплотнен.

В глубоко лежащих слоях мышц структура ядер, поперечная и продольная исчерченность хорошо выражены, окраска их равномерная. Это свидетельствует о хорошей сохранности структур мышечной ткани и наличии условий, которые исключают возможность размножения гнилостной микрофлоры, сопровождающейся изменением микроструктуры мяса.

Изменение структуры ядер мышечных волокон характеризует первоначальные признаки снижения качества мяса под воздействием ферментов развивающейся в его поверхностных слоях гнилостной микрофлоры и свидетельствует о начавшемся процессе гнилостного разложения тканей мяса.

При хороших органолептических показателях такое мясо относят по гистоогическим показателям к свежему, но не подлежащему длительному хранению и транспортированию. Микроструктурные изменения, характеризующие порчу мяса, распространяются на большую глубину, чем размножающаяся гнилостная микрофлора, что указывает на значительно опережающее проникновение в глубь мяса ферментов последней и имеет большое диагностическое значение при установлении границ порчи мяса.

Когда процесс гнилостного разложения мяса достигает большой степени, в мышечных волокнах отмечается множественный распад миозиновых и актиновых протофибрилл, деструкция мембран саркоплазматического ретикулума и базальной мембраны сарколеммы, слияние разрушенного содержимого рядом лежащих мышечных волокон с образованием клеточного детрита.

Таким образом, в микроструктурных изменениях при порче мяса прослеживается определенная последовательность, позволяющая объективно оценивать степень его свежести:

гомогенизация структуры ядер и их сморщивание характеризуют мясо свежее, но не подлежащее длительному хранению;

набухание мышечных волокон и начало лизиса их внутренних структур характеризуют мясо сомнительной свежести, перед использованием следует производить его санитарную зачистку в местах порчи;

полный лизис внутренних структур мышечных волокон характеризует мясо несвежее, подлежащее утилизации.

Таким образом, изменения мышечной ткани при порче носят диффузный характер и отличаются глубоким распадом всех структур мышечных волокон. Это и положено в основу микроструктурной дифференциации процессов гнилостного разложения мяса и

локально развивающихся автолитических процессов, лежащих в основе созревания мяса. Общие органолептические признаки свежести мяса, субпродуктов, мяса птицы и кроликов приведены в табл. 1-3.

Таблица 1 Признаки свежести мяса и субпродуктов

Наименование показателя	Характерный признак мяса или субпродуктов		
	Свежих	Сомнительной свежести	Несвежих
Внешний вид и цвет поверхности туши	Имеет корочку подсыхания бледно-розового или бледно-красного цвета; у размороженных туш красного цвета; жир мягкий, частично окрашен в ярко-красный цвет	Местами увлажнена, слегка липкая, потемневшая	Сильно подсохшая, покрытая слизью серовато-коричневого цвета или плесенью
Мышцы на разрезе	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге; цвет свойственный данному виду мяса: для говядины – от светло-красного до темно-красного, для свинины – от светло-розового до красного, для баранины – от красного до красно-вишневого, для ягнятины – розовый	Влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкие, темно-красного цвета. Для размороженного мяса – с поверхности разреза стекает мясной сок, слегка мутноватый	Влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, красно-коричневого цвета. Для размороженного мяса – с поверхности разреза стекает мутный мясной сок
Консистенция	На разрезе мясо плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	На разрезе мясо менее плотное и менее упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивается медленно (в течение 1 мин), жир мягкий, у размороженного мяса слегка разрыхлен	На разрезе мясо дряблое; образующаяся при надавливании пальцем ямка не выравнивается, жир мягкий, у размороженного мяса рыхлый, осалившийся
Запах	Специфический, свойственный каждому виду свежего мяса	Слегка кисловатый или с оттенком затхлости	Кислый или затхлый, или слабогнилостный
Состояние жира	Говяжьего – имеет белый, желтоватый или желтый цвет; консистенция твердая, при раздавливании крошится; свиного – имеет белый или бледно-розовый цвет; мягкий, эластичный; бараньего – имеет белый цвет, консистенция плотная. Жир не должен иметь запаха осаливания или прогоркания	Имеет сероватоматовый оттенок, слегка липнет к пальцам; может иметь легкий запах осаливания	Имеет сероватоматовый оттенок, при раздавливании мажется. Свиной жир может быть покрыт небольшим количеством плесени. Запах прогорклый

Состояние сухожилий	Сухожилия упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая. У размороженного мяса сухожилия мягкие, рыхлые, окрашенные в ярко-красный цвет	Сухожилия менее плотные, матово-белого цвета. Суставные поверхности слегка покрыты слизью	Сухожилия размягчены, сероватого цвета. Суставные поверхности покрыты слизью
Прозрачность и аромат бульона	Прозрачный, ароматный	Прозрачный или мутный, с запахом, не свойственным свежему бульону	Мутный, с большим количеством хлопьев, с резким, неприятным запахом

Таблица 2 Органолептические показатели мяса (тушек) птицы различной степени свежести

Наименование показателей	Характерные признаки мяса (тушек) птицы		
	свежих	сомнительной свежести	несвежих
Внешний вид и цвет:			
клюва	Глянцевитый	Без глянца	Без глянца
слизистой оболочки ротовой полости	Блестящая, бледно-розового цвета, незначительно увлажнена	Без блеска, розовато-серого цвета, слегка покрыта слизью. Возможно наличие плесени	Без блеска, серого цвета, покрыта слизью и плесенью
глазного яблока	Выпуклое, роговица блестящая	Не выпуклое, роговица без блеска	“Провалившееся”, роговица без блеска
поверхности тушки	Сухая, беловато-желтого цвета с розовым оттенком, у нежирных тушек желтовато-серого цвета с красноватым оттенком, у тощих - серого цвета с синюшным оттенком	Местами влажная, липкая под крыльями, в пахах и в складках кожи; беловато-желтого цвета с серым оттенком	Покрыта слизью, особенно под крыльями, в пахах и в складках кожи; беловато-желтого цвета с серым оттенком, местами с темными или зеленоватыми пятнами
подкожной и внутренней жировой ткани	Бледно-жёлтого или желтого цвета	Бледно-желтого или желтого цвета	Бледно-желтого цвета, а внутренняя желтовато-белого цвета с серым оттенком
серозной оболочки	Влажная, блестящая, без слизи и плесени	Без блеска, липкая, возможно наличие небольшого количества слизи и плесени	Покрыта слизью, возможно наличие плесени
Мышцы на разрезе	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета у кур и индеек, красного - у уток и гусей	Влажные, оставляют пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкие, более темного цвета, чем у свежих тушек	Влажные, оставляют пятно на фильтровальной бумаге, липкие, более темного цвета, чем у свежих тушек

Консистенция	Мышцы плотные, упругие, при надавливании пальцем образующаяся ямка быстро выравнивается	Мышцы менее плотные и менее упругие, чем у свежих, при надавливании пальцем образующаяся ямка выравнивается медленно (в течение 1 мин)	Мышцы дряблые, при надавливании пальцем образующаяся ямка не выравнивается
Запах	Специфический, свойственный свежему мясу птицы	Затхлый в грудобрюшной полости	Гнилостный с поверхности тушки и внутри мышц, наиболее выражен в грудобрюшной полости
Прозрачность и аромат бульона	Прозрачный, ароматный	Прозрачный или мутноватый с легким неприятным запахом	Мутный с большим количеством хлопьев и резким неприятным запахом

Таблица 3 Органолептические показатели мяса (тушек) кроликов различной свежести

Наименование показателей	Характерные признаки мяса (тушек) кроликов		
	свежих	сомнительной свежести	несвежих
Внешний вид и цвет:			
поверхности тушки	Имеет корочку подсыхания бледно-розового цвета	Местами увлажнена, слегка липкая, слегка потемневшая	Покрыта слизью серовато-коричневого цвета
покровной и внутренней жировой ткани	Желтовато-белого цвета	Желтовато-белого цвета. У размороженных тушек с красноватым оттенком	Серовато-белого цвета. У размороженных тушек с коричневым оттенком
серозной оболочки брюшной полости	Влажная, блестящая	Без блеска, липкая, возможно наличие небольшого количества слизи и плесени	Без блеска, покрыта слизью, плесенью
Мышцы на разрезе	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-розового цвета с красноватым оттенком	Влажные, оставляют влажное пятно на бумаге, слегка липкие, темно-красного цвета	Влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, красно-коричневого цвета

Консистенция	Мышцы плотные, упругие, при надавливании пальцем образующаяся ямка быстро выравнивается, жир плотный	Мышцы менее плотные и менее упругие, чем у свежих тушек, при надавливании пальцем образующаяся ямка выравнивается медленно (в течение 1 мин), жир мягкий, у размороженных тушек слегка разрыхлен	Мышцы дряблые, при надавливании пальцем образующаяся ямка не выравнивается, жир мягкий, у размороженных тушек рыхлый, осалившийся
Запах	Специфический, свойственный свежему мясу кроликов	Затхлый, наиболее выражен в брюшной полости	Гнилостный, наиболее выражен в брюшной полости
Прозрачность и аромат бульона	Прозрачный, ароматный	Прозрачный или мутный, с легким неприятным запахом	Мутный, с большим количеством хлопьев, с резким неприятным запахом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы : приобрести практический навык в органолептической оценке мяса и мясных продуктов. В задачи работы входит подготовка образцов мяса и мясных продуктов и проведение органолептической оценки; заполнение форм действующей документации по органолептической оценке и оценка качества.

Методические указания

Для выполнения работы в лабораторных условиях необходимо максимально соблюсти рекомендации по условиям и оснащению помещения (см. с. _).

Органолептическая оценка проводится для установления соответствия органолептических показателей качества продуктов требованиям нормативно-технической документации, а также для определения показателей новых видов мясной продукции при постановке ее на производство.

Органолептическая оценка проводится для определения внешнего вида, цвета, вкуса, аромата консистенции и других показателей посредством органов чувств.

Органолептическая оценка осуществляется студентами при непосредственной консультации преподавателя или специалистов-дегустаторов, имеющих опыт работы по оценке качества мясной продукции.

Студенты перед проведением органолептической оценки знакомятся с требованиями нормативно-технической документации к качеству оцениваемой продукции.

Образцы продукции дегустируют в следующей очередности: в первую очередь оценивают продукты, обладающие слабо выраженным (тонким) ароматом, менее соленые и острые, затем – продукты с умеренным ароматом и соленостью, после этого – продукты с сильно выраженным ароматом, соленые и острые.

В последнюю очередь оценивают изделия в подогретом виде (сосиски, сардельки и т. д.) и термически обработанные (кулинарные изделия, пельмени, котлеты и другие

полуфабрикаты); порядок их представления определяется также степенью выраженности аромата и вкуса.

В работе предлагается провести органолептическую оценку мясопродуктов по 9-ти балльной шкале. При этом предварительно знакомятся с перечнем установленных показателей и характеристикой этих показателей для каждого балла избранной системы оценок, которые приведены в прилож. к гл.IV, лаб. раб. № 1.

Объекты исследования: мясные продукты – фаршированные, вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, ливерные и кровяные колбасы, мясные хлеба, сосиски, сардельки, зельцы, студни, холодцы, паштеты, а так же продукты из свинины, говядины, баранины, мяса птицы и других убойных животных, полуфабрикаты, кулинарные изделия, мясные бульоны.

Материалы, реактивы, оборудование: дегустационные листы; набор посуды; столовые приборы; деревянные (или металлические) иглы; термометры с диапазоном измерения 0-100 °С; мясорубка; водяная баня; электрическая плитка.

Подготовка проб

Отбор проб проводят согласно требованиям нормативно-технической документации на соответствующие виды продукции.

Перед подачей на дегустацию их кодируют цифрами или буквами. Проводится либо “закрытая” дегустация, либо “открытая”. В последнем случае преподаватель (или специалист) дает краткую информацию о представленном образце продукции.

Ход работы

Органолептическую оценку проводят сначала на целом (неразрезанном), а затем разрезанном продукте.

При оценке целого продукта визуально путем наружного осмотра определяют внешний вид, цвет и состояние поверхности. Фиксируют запах на поверхности продукта. При необходимости определения запаха в глубине продукта берут специальную деревянную или металлическую иглу, вводят ее в толщу продукта, затем быстро извлекают и определяют запах, оставшийся на поверхности иглы.

Затем определяют консистенцию путем надавливания шпателем или пальцем.

При оценке разрезанного продукта показатели определяют в следующей последовательности:

перед проведением оценки мясные изделия освобождают от упаковки, оболочки и шпагатов (клипсов), удаляют из них кости (если они имеются) и с помощью острого ножа нарезают тонкими ломтиками таким образом, чтобы обеспечить характерный для данного продукта вид и рисунок на разрезе;

цвет, вид и рисунок на разрезе, структуру и распределение ингредиентов – визуально на только что сделанных поперечном и (или) продольном разрезах продукции;

запах, аромат, вкус и сочность – опробованием мясных продуктов, нарезанных на ломтики. При этом определяют специфический запах, аромат и вкус; отсутствие или наличие постороннего запаха, привкуса; степень выраженности аромата пряностей и копчения; солености;

консистенцию продуктов – надавливанием, разрезанием, разжевыванием, размазыванием (паштеты). При определении консистенции устанавливают плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость, упругость, однородность массы (паштеты).

Запах, вкус, сочность сосисок и сарделек определяют в нагретом виде, для чего их опускают в теплую воду (50-60 °С) и доводят ее до кипения. Сочность сосисок и сарделек в натуральной оболочке можно также определять проколом. В местах прокола в сочной продукции должна выступить капля жидкости.

В случае мясных консервов оценку проводят в разогретом или холодном виде в зависимости от рекомендуемого способа употребления в пищу данного продукта. В первом случае после внешнего осмотра закрытую банку погружают в спокойно кипящую воду на 20-30 мин в зависимости от размера банки и вида консервов. Нагретые консервы сразу же подают для органолептической оценки, остывание их не допускается.

Содержимое банок помещают в чистую сухую тарелку.

При оценке качества консервов, употребляемых в холодном виде, продукт нарезают перед подачей на исследование, чтобы не изменились цвет ломтиков и их товарный вид. Минимальная толщина ломтиков должна быть такой, чтобы обеспечить их цельность.

Вскрытые банки (и крышки) после опорожнения промывают горячей водой и подвергают осмотру (при необходимости).

Оформление результатов

Продукцию оценивают по 9-ти балловой системе, если она предусмотрена нормативной документацией, или описательно – на соответствие показателей качества требованиям стандартов и технических условий.

При оформлении собственных результатов анализа не рекомендуется обмениваться мнениями.

В процессе органолептической оценки каждый участник записывает свои оценки и замечания в виде дегустационного листа рекомендуемой формы:

Дегустационный лист

Фамилия, инициалы _____ Дата " _____ " _____ 20 г.

Организация _____

Наименование продукта	Оценка продукта по 9-ти балловой системе							Другие замечания
	Внешний вид	Цвет	Запах, аромат	Консистенция	Вкус	Сочность	Общая оценка в баллах	

Подпись _____

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ СВЕЖЕСТИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы : освоить методы определения свежести мяса и мясных продуктов. В задачи работы входит отбор проб мяса и субпродуктов для определения свежести; органолептическая оценка мяса и субпродуктов разных видов скота, птицы, кроликов; определение свежести мяса и мясных продуктов на основе физико- химического и микроструктурного анализа.

Методические указания

В работе приведены известные и экспрессные методы определения свежести мяса и мясных продуктов, которые могут применяться независимо или в совокупности.

Органолептические методы предусматривают определение: внешнего вида и цвета; консистенции; запаха; состояния жира; состояния сухожилий; прозрачности и аромата бульона, при этом каждый образец анализируют отдельно.

Окраска мяса обусловлена, в основном, наличием пигмента мышечной ткани – миоглобина. Красная окраска поверхности свежего мяса на глубину до 4 см образуется за счет оксимиоглобина (MbO_2). Более глубокие слои мяса окрашены в пурпурно-красный цвет.

При длительном хранении на воздухе или сильном бактериальном обсеменении возможно потемнение тканей вследствие образования метмиоглобина ($MetCO_2$), обесцвечивание или специфическое изменение окраски (зеленый, желтый, розовый или серый пигменты), образующиеся как за счет химических превращений миоглобина, так и в результате выделения их микроорганизмами.

Консистенция мяса тесно связана с состоянием белков актина и миозина – основных компонентов миофибрилл, являющихся рабочим органом движения мышц.

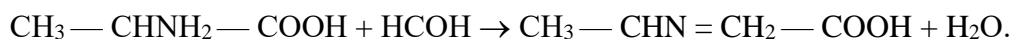
Метод определения продуктов первичного распада белков в бульоне основан на осаждении белков нагреванием, образовании в фильтрате комплексов сернокислородной меди с продуктами первичного распада белков, выпадающих в осадок.

Физико-химическая оценка свежести основана на определении нескольких показателей.

Метод количественного определения летучих жирных кислот основан на их выделении из мяса после хранения, и определении их массового содержания титрованием дистиллята гидроксидом калия (натрия).

Накопление в мясе аминокислот и аммиака — наиболее характерный и постоянный признак его порчи. Для определения амино-аммиачного азота мясную вытяжку предварительно освобождают от белков и титруют в два приема: по первому смешанному индикатору (равная смесь спиртовых растворов нейтральрота и метиленового голубого с массовой долей 0,1 %) до pH 7 для нейтрализации кислых продуктов, а затем последобавления нейтрального формалина по второму смешанному индикатору (1 часть раствора с массовой долей тимолблау 0,1 % и 3 части раствора с массовой долей фенолфталеина 1 % в растворе с объемной долей спирта 50 %) до pH 9 для определения аммиачного и аминного азота.

В аминокислотах оба водорода аминной группы замещаются углеводородным радикалом, в результате чего щелочная функция аминокислоты теряется при сохранении кислот:



При взаимодействии формалина с солями аммония выделяется эквивалентное количество свободной кислоты:



В свежем мясе содержание амино-аммиачного азота не превышает 80 мг%, в мясе подозрительной свежести – от 81 до 130 мг% и в несвежем – более 130 мг%.

Наиболее распространены модификации метода определения амино-аммиачного азота по А.М. Софронову и по Г.В. Колоботскому.

В начальных стадиях порчи мяса соотношение между окисными и закисными соединениями резко изменяется, величина потенциала платинового электрода снижается в соответствии с накоплением окисляющихся веществ. Окислительно-восстановительный потенциал является также одним из объективных показателей свежести субпродуктов.

По величине окислительно-восстановительного потенциала вытяжек можно отличать мясо здоровых животных от мяса животных, убитых в патологическом состоянии.

Окислительно-восстановительный потенциал вытяжек из мяса крупного рогатого скота колеблется в следующих пределах: созревшее годное мясо – от 380 до 421 мВ, несвежее – от минус 204 до минус 303 мВ. Мясо, вытяжки из которого имеют окислительно-восстановительный потенциал ниже нуля по отношению к нормальному водородному электроду, находится в той или иной стадии порчи. Окислительно-восстановительный потенциал свежего говяжьего мяса здоровых животных равен 363-391 мВ, свиного 320- 350 мВ, в мясе больных животных окислительно-восстановительный потенциал снижается до 120-200 мВ.

Безусловными преимуществами пользуется метод определения свежести по микроструктурным показателям мяса.

Объекты исследования: мясо в тушах, полутушах, четвертинах, а также отдельные отруба или мякотные ткани мяса разных видов.

Материалы, реактивы, оборудование:

1. Весы лабораторные; мясорубка или электромясорубка бытовая; баня водяная электрическая; ножницы; цилиндры мерные вместимостью 25 см³; стекло часовое; палочки стеклянные; колбы конические; бумага фильтровальная; вода дистиллированная.
2. Стаканы, пробирки, капельницы и воронки стеклянные; градуированные пипетки; бумага фильтровальная или бумажные фильтры; раствор сернокислой меди с массовой долей 5%.
3. Мясной фарш, приготовленный на мясорубке из образца исследуемого мяса; весы лабораторные; прибор для отгонки летучих веществ; колбы конические; микробюретки и капельницы; цилиндры мерные вместимостью до 250 см³; раствор серной кислоты с массовой долей 2 %; растворы гидроксида калия или гидроксида натрия молярной концентрацией 0,1 моль/дм³; спиртовой раствор фенолфталеина с массовой долей 1 %.
4. Микротом замораживающий с металлическим шлангом, набор ножей и принадлежности для их заточки, углекислота в баллонах, микроскоп МБИ-3 или другой аналогичной марки, микрометр окулярный, объект-микрометр, осветитель (ОИ-7, ОИ-9), спиртовка, ножницы, нож секционный, пинцеты анатомические, иглы препаровальные или зонды зубоветеринарные, бальзам пихтовый или канадский, гематоксилин, глицерин дистиллированный, кислота карболовая кристаллическая (фенол), кислота соляная, кислота уксусная ледяная, квасцы алюмо-калиевые, ксилол (орто), масло вазелиновое медицинское, спирт этиловый ректификованный, тушь черная, тимол или камфара, кальций углекислый, бумага фильтровальная, водный раствор х. ч. формалина с массовой долей 10 %, эозин водорастворимый, белок яичный, кристаллизаторы вместимостью 100 см³, цилиндры мерные вместимостью 100 см³, колбы Эрленмейера вместимостью 100 см³, стекла предметные и покровные, стаканчики стеклянные с крышками размером 40×20×85 мм вместимостью 35 см³, штатив металлический с отверстиями овальной формы размером 40×20 мм.

Подготовка проб

От каждой исследуемой мясной туши или ее части отбирают три пробы массой не менее 200 г: у зареза, против 4-5-го шейных позвонков; из мышц в области лопатки, в области бедра из толстых частей мышц. От замороженных или охлажденных блоков мяса и субпродуктов или от отдельных блоков сомнительной свежести также отбирают пробы целым куском массой не менее 200 г.

Для получения однородной пробы каждый образец отделяют от кости и отдельно пропускают через мясорубку диаметром отверстий решетки 2 мм, фарш тщательно перемешивают.

Для определения прозрачности и аромата бульона 20 г полученного фарша взвешивают на лабораторных весах с погрешностью не более 0,2 г и помещают в

каноническую колбу вместимостью 100 см³, добавляют 60 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивают, закрывают часовым стеклом и ставят в водяную баню при температуре кипения.

Ход работы

1. Органолептическая оценка

Мясо осматривают при естественном освещении. При осмотре отмечают состояние поверхности мяса, цвет поверхности и цвет жира. Регистрируют наличие или отсутствие корочки подсыхания, обращают внимание на наличие сгустков крови, загрязненность, плесень и личинки мух. Для установления внешнего вида и цвета мышечной ткани в глубинных слоях рекомендуется сделать надрез мяса ножом и определить цвет и внешний вид поверхности свежего разреза; наличие липкости устанавливают ощупыванием. Увлажненность поверхности мяса на разрезе определяют путем прикладывания к разрезу полоски фильтровальной бумаги. Если мясо свежее, то на бумаге не остается пятна, при порче мяса бумага становится влажной или липкой.

Практически консистенцию мяса определяют путем легкого надавливания пальцем на свежий срез мяса. При этом фиксируют наличие и скорость восстановления поверхности. Результаты фиксируют.

При определении запаха вначале анализируют поверхностный слой исследуемых проб, а затем – свежий разрез мяса. При осмотре туши или ее частей особое внимание обращают на запах слоев мышечной ткани, прилегающей к кости. Данные фиксируют.

Состояние жира определяют в туше в момент отбора образцов, устанавливают цвет, запах и консистенцию жира в соответствии с рекомендациями лаб. раб. № 4 настоящей главы.

Состояние сухожилий определяют в туше в момент отбора образцов. Ощупыванием сухожилий устанавливают их упругость, плотность и состояние суставных поверхностей. У свежих туш сухожилия упругие, плотные, поверхность суставов гладкая блестящая. У размороженного мяса сухожилия мягкие, рыхлые, окрашены в ярко-красный цвет. В стадии сомнительной свежести сухожилия менее плотные, матово-белого цвета. Суставные поверхности слегка покрыты слизью. В несвежем состоянии сухожилия размягчены, сероватого цвета, а суставные поверхности покрыты слизью.

Запах мясного бульона определяют в процессе нагревания до 80-85 °С в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы.

Для определения прозрачности 20 см³ бульона наливают в мерный цилиндр вместимостью 25 см³, имеющий диаметр 20 мм, и устанавливают степень его прозрачности визуально.

По результатам анализа делают заключение о свежести мяса или субпродуктов в соответствии с данными табл. 4.6.

Заключение о степени свежести мяса птицы и кроликов делают по результатам органолептической оценки в соответствии с данными табл. 4.7, 4.8.

При определении продуктов первичного распада белков в бульоне приготовленный горячий бульон фильтруют через плотный слой ваты толщиной не менее 0,5 см в пробирку, помещенную в стакан с холодной водой. В пробирку наливают 2 см³ фильтрата, 3 капли (0,3 см³) раствора с массовой долей сульфата меди 5%. Пробирку встряхивают 2-3 раза и ставят в штатив. Через 5 мин отмечают результат анализа.

Оформление результатов

Результаты ощущений и наблюдений сравнивают с данными табл. 4.7 и заполняют таблицу рекомендуемой формы:

Наименование образца	Внешний вид и цвет	Консистенция	Запах	Состояние жира	Состояние сухожилий	Прозрачность и аромат бульона

На основании сравнения опытной органолептической оценки каждого образца с показателями свежего мяса студенты фиксируют отклонения (если такие имеются); сравнивая полученные результаты, самостоятельно делают выводы о качестве бульона.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Анализ глубины и характера автолитических превращений мяса методами гистологического анализа

Цель и задачи работы: приобрести практический навык определения микроструктуры мяса на основе оптических методов.

Задачей работы является прямое микрофотографирование гистологических срезов мышечных тканей разных видов убойных животных и птицы.

Объекты исследования: образцы гистологических срезов мышечной ткани разных видов убойных животных и птицы на разных стадиях автолиза.

Материалы, реактивы, оборудование: микроскоп; фильтровальная бумага; предметное стекло; яичный белок с глицерином; препаровальная игла; покровное стекло.

Подготовка к работе

Исследование препарата начинают с его просмотра при небольшом увеличении, а затем применяют большее увеличение.

Наблюдая в микроскоп, устанавливают параллельно шкалы объект- и окуляр-микрометров и совмещают их нулевые отметки. Затем определяют, сколько делений объект-микрометра точно совпадает с делениями окуляр-микрометра.

Прежде чем приступить к работе с окуляр-микрометром, необходимо определить цену его делений для каждого используемого в работе сочетания объективов и окуляров.

Для измерений при очень малых увеличениях выпускаются объект-микрометры, у которых 1 см разделен на 100 частей, по 0,1 мм каждая. В этом случае одно деление шкалы объект-микрометра равно 100 мкм.

Цену деления окуляр-микрометра M , мкм, определяют по формуле

$$M = (a \cdot c) / b, \quad (1)$$

где a – отсчитанное значение делений по шкале объект-микрометра;

b – соответствующее значение делений шкалы окуляр-микроскопа;

c – известное значение одного деления шкалы объект-микрометра (10 мкм).

Пример определения цены деления окуляр-микрометра

В 32 делениях объект-микрометра полностью укладывается 16 делений окуляр-микрометра; значение одного деления шкалы объект-микрометра известно: оно равно 0,01 мм или 10 мкм. По формуле (1) находим цену деления шкалы окуляр-микрометра:

$$\frac{32 \cdot 10 \text{ мкм}}{16} = 20 \text{ мкм} .$$

Зная цену одного деления окуляр-микрометра при заданном увеличении, можно приступать к измерению объектов. При этом соответствующее длине измеряемого объекта число делений окуляр-микрометра необходимо умножить на 20 мкм (цена одного деления).

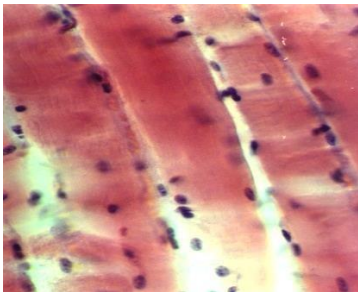
Ход работы

В ходе выполнения работы составляют протокол гистологического исследования, в котором приводят зарисовки и дают характеристику микроструктуры исследуемых препаратов, сопоставляя полученные данные с характеристикой этапов созревания (табл. 3).

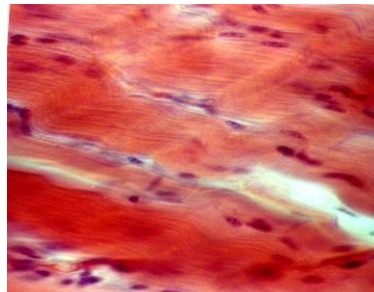
Обращают внимание на состояние мышечных волокон, клеточные ядра, соединительнотканые образования и на выраженность исчерченности мышечного волокна.

Гистологически у парного мяса, взятого в первые 1,5-3 ч после убоя животного, мышечные волокна расслаблены, набухшие, плотно прилегают друг к другу и имеют прямолинейные или слегка волнистые очертания. Границы волокон различимы лишь по расположенным под сарколеммой ядрам, имеющим палочковидную форму и зернисто-глубчатую структуру хроматина. В мышечных волокнах отчетливо выражена крупная поперечная исчерченность, продольная исчерченность сглажена (рис.).

В мышечных волокнах скапливается значительное количество АТФ за счет идущего ресинтеза АТФ и торможения ее распада, обусловленного отсутствием в волокнах диссоциированных ионов Ca^{2+} . В этот период они связаны структурами боковых тяжей продольного саркоплазматического ретикулума. Это оказывает на миофибриллярные белки пластифицирующее действие и обуславливает расслабление мышц, т.е. имеет место наличие актина и миозина, несвязанных в комплекс, что предопределяет высокую влагоудерживающую способность и целесообразность замораживания парного мяса для его использования при изготовлении ветчинных изделий, вареных колбас.



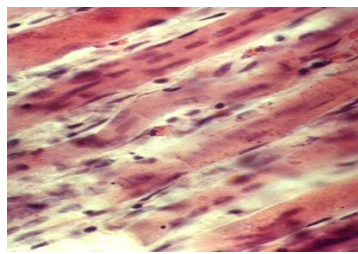
а) мышечное волокно в стадии



б) извитая конфигурация мышечных волокон в стадии развивающегося автолиза



в) мышечные волокна сжаты и уплотнены, стадия глубокого окоченения



г) мышечные волокна в стадии созревания (разложение сегментов на миофибриллы и их распад на саркомеры)

С развитием посмертного окоченения увеличивается сопротивление мышечной ткани

растяжению и резанию, как у сырого, так и у вареного мяса. В максимуме окоченения мышечной ткани, характеризующемся минимальной водоудерживающей способностью и максимальной жесткостью, мясо наименее пригодно для промышленной переработки и кулинарной обработки.

Посмертное окоченение туши развивается с мышц шеи и постепенно распространяется на мышцы передних конечностей, грудные и брюшные мышцы, мышцы спины и, наконец, мышцы задних конечностей. В таком же порядке происходит и разрешение посмертного окоченения.

В основе развития посмертного окоченения лежит нарастающее сокращение мышечных волокон и некоторое укорочение длины соединитель-нотканых вследствие набухания их под действием накапливающейся в этот период в мышцах молочной кислоты.

В результате различий структуры мышечных волокон (белые, красные и переходные формы) и их энергетических запасов в развитии посмертного сокращения наблюдается определенная асинхронность, которая, однако, не влияет на общую тенденцию развития процессов посмертного окоченения.

Гистологически посмертное сокращение мышечных волокон выражается постепенным сближением, а затем ослаблением их поперечной исчерченности с одновременным усилением выраженности продольной исчерченности. В связи с различиями степени и синхронности сокращения отдельных мышечных волокон и некоторым укорочением длины соединительнотканых волокон в процессе развития посмертного окоченения, в мышцах в этот период наблюдается возникновение различного рода деформаций, придающих волокнам зигзагообразную, волнистую и другие формы.

Особенно сильно деформация мышечных волокон выражена в начале развития посмертного окоченения. Затем по мере увеличения общего количества сокращенных мышечных волокон деформированность их уменьшается.

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

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

Второй этап, начинающийся через 6-12 ч после убоя, характеризуется средней степенью развития посмертного окоченения. В этот период наряду с сохранившейся местами зигзагообразной волнистостью отмечается появление в отдельных мышечных волокнах значительных дугообразных и S-образных изгибов и различного рода выпячиваний. Встречается много сокращенных волокон, отличающихся прямолинейным расположением и сближенной поперечной исчерченностью.

Третий этап, начинающийся через 12-24 ч после убоя, характеризуется сильной степенью развития посмертного окоченения, в этот период происходит постепенное выпрямление мышечных волокон. При максимальном развитии посмертного окоченения сокращено наибольшее количество волокон, однако встречаются отдельные волокна еще не полностью сократившиеся или находящиеся уже в стадии расслабления. В целом поперечная исчерченность большинства мышечных волокон в это время сильно сближена и выявляется плохо. Мышечные волокна раздвинуты и между ними обнаруживаются небольшие пространства, в связи с чем хорошо выявляются границы волокон, ядра которых овальной формы с хорошо выраженной структурой хроматина.

Разрешение посмертного сокращения происходит асинхронно. Оно выражается не только разной степенью растянутости отдельных мышечных волокон и их миофибрилл, но и смещением структурных элементов как между миофибриллами, так и в самих миофибриллах.

Полного распада актомиозина на актин и миозин ни после разрешения посмертного окоченения, ни в дальнейшем учеными не обнаружено. Полагают, что в этот период

происходят локальные нарушения связей в структуре миофибрилл, которых оказывается достаточно для растяжения волокна в результате восстановления упругой деформации соединительнотканых структурных элементов.

На первом этапе созревания на поперечных срезах мышечных волокон поперечно-щелевидные нарушения их целостности обнаруживаются в виде участков разрушенной или полностью отсутствующей миофибриллярной субстанции.

Второй этап характеризуется средней степенью созревания мяса и начинается через 10 сут его хранения после убоя животного при температуре 2-4 °С. В этот период происходит дальнейшее увеличение количества и размеров поперечно-щелевидных нарушений, захватывающих большинство мышечных волокон с их множественной фрагментацией и сегментацией (распадом мышечного волокна на поперечные участки, примерно равные его диаметру).

При этом не нарушается общая конфигурация мышечных волокон, а внутри фрагментов и сегментов сохраняется структура ядер, поперечная и продольная исчерченность.

Третий этап характеризуется высшей степенью созревания мяса и начинается после 10 сут его хранения при температуре 2-4 °С. В этот период происходит более глубокий распад отдельных фрагментов и сегментов. Образующаяся при этом зернистая масса в большинстве случаев остается заключенной в структуру мышечного волокна благодаря наличию оболочки из разволокненной и местами потерявшей целостность сарколеммы и эндомизия.

Степень созревания мяса определяют по трем основным микроструктурным показателям:

интенсивности автолитического распада мышечных волокон на сегменты при сохранении эндомизия волокон, а в сегментах – структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности;

разложению сегментов на миофибриллы и их распаду на саркомеры в виде зернистой массы, заключенной в эндомизий;

сохранению восприятости к окраске составными элементами волокна.

Особенности гистокартины созревшего мяса: мышечные волокна неровные, частично разорванные, зубчатые, клеточные ядра сморщены, деформированы и частично распавшиеся; соединительнотканые образования разрыхлены и расслаиваются.

Оформление результатов

На основании протокола гистологического исследования формулируют выводы, составляют заключение по работе.

Таблица 3 – Характеристика этапов созревания мяса

Этапы созревания мяса	Микроструктурная характеристика	Микрокартина структурных изменений мяса

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Теоретическая часть

В послеубойный период свойства всех тканей животного организма значительно изменяются, особенно существенны изменения мышечной ткани, в которой ферменты (протеазы, карбогидразы, эстеразы, ферменты гликолиза и другие) – катализируют реакции распада. Процесс становится необратимым, протекающим только в одном направлении. Особая роль в процессе автолиза принадлежит внутриклеточным протеазам – катепсинам.

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

Рекомендуется использовать мышечную ткань на разных стадиях автолиза. При изучении влияния температуры на активность катепсинов субстраты (растворы стандартных белков) прогревают до температур соответственно 20, 40, 50, 60 °С.

При изучении влияния рН на ферментативную активность мышечного экстракта субстрат растворяют и доводят рН раствором HCl молярной концентрацией 0,3 моль/дм³ до 3,0; 4,0; 5,0; 6,0. Для определения активности протеиназ используют метод Ансона в модификации Е. Каверзневой, в котором о каталитических свойствах судят по степени расщепления стандартных белков с образованием низкомолекулярных продуктов: пептидов и аминокислот, в частности, по накоплению тирозина.

За единицу протеолитической активности (ПА) принято количество фермента, которое за одну минуту при 30 °С катализирует переход в неосаждаемое ТХУ состояние такого количества субстрата, которое содержит 1 мкмоль тирозина (1,181 мг).

Протеолитическая активность экстракта катепсинов (ПА) выражается числом протеолитических единиц в 1 см³ ферментного раствора (ед./см³).

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы . Освоить методику определения протеолитической активности катепсинов мышечной ткани убойных животных. В задачи работы входит получение экстракта катепсинов из мышечной ткани и определение протеолитической активности фотометрическим методом в различных условиях реакции.

О б ъ е к т ы и с с л е д о в а н и я : мышечная ткань одного или разных видов животных (говядины, свинины, баранины), содержащая комплекс ферментов.

Материалы, реактивы, оборудование: дистиллированная вода; бумажные фильтры; водяная баня и термостат; раствор казеината натрия или гемоглобина с массовой долей 2 % с рН 3; 4; 5; 6; раствор ТХУ с массовой долей 2 %; раствор карбоната натрия молярной концентрацией 0,5 моль/дм³; рабочий раствор реактива Фолина; колориметр фотозлектрический КФК-2.

Подготовка проб

Мышечную ткань очищают от жировой и соединительной ткани, измельчают сначала на мясорубке, а затем гомогенизируют. Навеску измельченного сырья смешивают с дистиллированной водой в соотношении 1:20 и экстрагируют при (20 ± 5) °С при периодическом перемешивании смеси в течение 30 мин. Затем смесь фильтруют через бумажный фильтр, фильтрат используют в качестве вытяжки протеолитических ферментов – катепсинов.

Ход работы

Субстрат (раствор казеината натрия или гемоглобина с массовой долей 2 % с заданным значением рН) объемом 2 см³ помещают в пробирку, прогревают до нужной температуры (в соответствии с конкретным заданием) и прибавляют 2 см³ исследуемого экстракта протеолитических ферментов мышечной ткани (время внесения фиксируют). Смесь выдерживают в течение 15 мин, а затем прибавляют 4 см³ раствора с массовой долей ТХУ 2 %, встряхивают и выдерживают 20 мин (количество вносимого фермента рассчитывают так, чтобы в смеси присутствовал избыток субстрата).

Параллельно с опытной готовят контрольную пробу, смешивая реактивы в обратной последовательности. Для этого в контрольную пробирку помещают 2 см³ ферментной вытяжки, прибавляют 4 см³ раствора ТХУ с массовой долей 2 %, встряхивают и выдерживают 15 мин. Затем прибавляют 2 см³ субстрата, встряхивают и выдерживают 20 мин при заданной температуре.

Реакционные среды (контроль и опыт) фильтруют через бумажный фильтр. В чистые сухие пробирки отбирают по 1 см³ прозрачного фильтрата и прибавляют 5 см³ раствора Na₂CO₃ молярной концентрацией 0,5 моль/дм³ и 1 см³ рабочего раствора реактива Фолина. Смесь встряхивают и выдерживают 20 мин. После этого окрашенный раствор фотокolorиметруют против контроля при длине волны = 670 нм с красным светофильтром (№ 9), в кюветах с толщиной светопоглощающего слоя 10 мм. Протеолитическая активность (ПА, ед./см³)

$$ПА = (4Д \cdot K) / (ТЭ \cdot T), \quad (2)$$

где Д – оптическая плотность раствора;

К – разведение;

ТЭ – тирозиновый эквивалент, определяемый по градуировочному графику для данного реактива Фолина; Т – продолжительность гидролиза, мин (Т=15 мин).

Оформление результатов

Экспериментальные данные оформляют в виде таблицы:

Наименование зучаемого объекта	Протеолитическая активность катепсинов		Условия реакции	
	Д	ПА, ед./см ³	рН	температура, °С

По полученным данным строят графические зависимости активности катепсинов f(A), где А – исследуемый фактор. Примеры показаны на рис. 2.

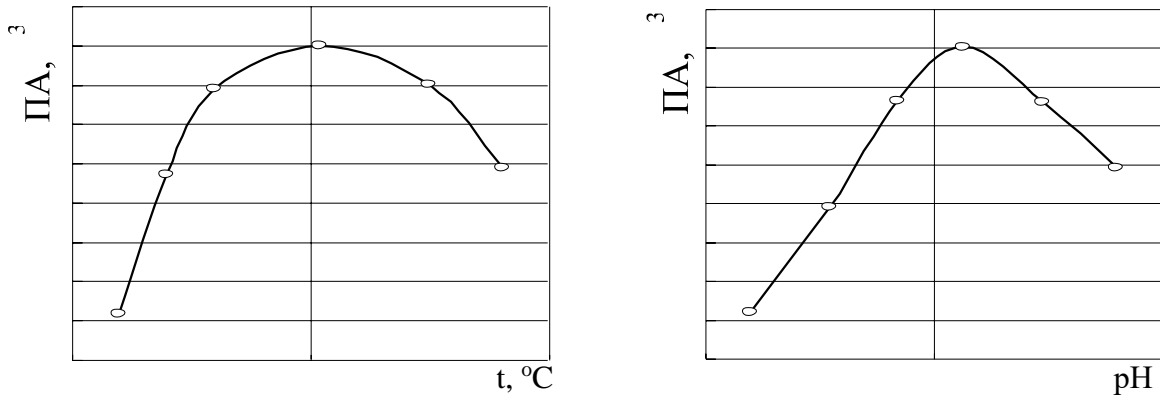


Рис. 2 Примеры экспериментальных зависимостей протеолитической активности катепсинов от температуры и рН среды

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТОМИОЗИНА

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы . Приобрести практический навык количественного анализа белков актомиозинового комплекса в образцах мышечной ткани разных видов убойных животных и птицы. В задачи работы входит экстрагирование солерастворимой белковой фракции мышечной ткани, осаждение белков, гравиметрическое определение и расчет массовой доли актомиозинового комплекса.

Методические указания

Количественное соотношение различных белковых фракций мышечной ткани характеризует степень и глубину автолитических превращений. В частности, количественное содержание актомиозина свидетельствует о степени трупного окоченения, ограничивающего применимость мясного сырья; с другой стороны, дает информацию о необходимости использования дополнительных средств, расширяющих его технологические возможности.

В свежей мышечной ткани растворимость миофибриллярных белков максимальна, поскольку актин и миозин существуют отдельными фракциями. Мышца в результате этого расслаблена, имеет высокую гидрофильность. С развитием автолитических процессов в период посмертного окоченения актин и миозин образуют комплекс, и мышца укорачивается, теряет влагу.

Актомиозин, извлекаемый из мышцы солевыми растворами, выпадает в осадок при диализе или разведении экстрактов, имеет изоэлектрическую точку при рН 5,5 и составляет около 55 % всех белков мышцы.

Количественное соотношение различных фракций, их состояние во многом определяет как технологические свойства сырья, так и его биологическую ценность.

Миофибриллярные белки мышечной ткани на различных стадиях автолиза определяют по методу Баленовича – Штрауба. Осаждение белков актомиозинового комплекса производят из супернатанта солерастворимых белков, полученных при экстрагировании навески ткани раствором Вебера путем снижения молярной концентрации хлорида калия до 0,05-0,06 моль/дм³ при определенных значениях рН раствора.

Для снижения молярной концентрации солей применяется десятикратное разведение супернатанта охлажденной до 0 °С дистиллированной водой.

О б ъ е к т ы и с л е д о в а н и я : образцы мышечной ткани одного или разных видов убойных животных и птицы на различных стадиях автолиза, полученные от аналогичных анатомических участков.

Материалы, реактивы, оборудование: сушильный шкаф; лабораторный потенциометр – рН-метр; весы аналитические, стаканчик для титрования; беззольные фильтры; ступка охлажденная; раствор Вебера; ацетатный буферный раствор (рН 4,8); раствор CH_3COOH с массовой долей 1 %.

Подготовка проб

Навеску мышечной ткани массой 3-4 г тщательно измельчают ножом на часовом стекле. К навеске измельченного сырья добавляют дистиллированную воду в соотношении 1:6 (по массе) и ведут экстракцию на холоде при $0\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин. Затем центрифугированием при 83 c^{-1} в течение 5 мин отделяют осадок. Надосадочную жидкость осторожно декантируют и удаляют.

Осадок количественно переносят в фарфоровую ступку, растирают с песком и добавляют солевой раствор Вебера в соотношении 1:6 к первоначальной навеске мышечной ткани. Экстракцию ведут при $0\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 20 мин. По истечении указанного времени экстракт отделяют центрифугированием в течение 10 мин при 83 c^{-1} . Надосадочную жидкость декантируют и используют для количественного определения актомиозинового комплекса миофибриллярных белков.

Ход работы

1. Для снижения концентрации солей в экстракте белков солерастворимой фракции к их экстракту объемом 2 см^3 добавляют дистиллированную воду температурой $0\text{ }^\circ\text{C}$ в соотношении 1:9.

2. Исследуют две зоны осаждения белков актомиозинового комплекса: при рН 5,2 и рН 7,0.

В первом случае к разведенному раствору добавляют из расчета на каждый см^3 экстракта солерастворимых белков (в данном случае 2 см^3) по $0,5\text{ см}^3$ ацетатного буфера с рН 4,8, контролируя и доводя рН раствора по лабораторному потенциометру – рН-метру до 5,2.

Во втором случае разведенный охлажденной дистиллированной водой раствор центрифугата осторожно по каплям нейтрализуют раствором уксусной кислоты с массовой долей 1 %, доводя рН раствора по потенциометру – рН-метру до 7,0.

Осажденный актомиозин после некоторого уплотнения в растворе при отстаивании на холоде отделяют фильтрованием через предварительно высушенный до постоянной массы и взвешенный с точностью до $0,0001\text{ г}$ фильтр. Массу осадка определяют после его высушивания на фильтре при $105\text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Массовая доля фракции актомиозина (X, %) рассчитывается по формуле:

$$X = 100 [(a-b) K] / 2c, \quad (1.12)$$

где а – масса фильтра и сухого остатка, г; б – масса высушенного фильтра, г; 2 – объем экстракта белка, взятый для осаждения, см^3 ; с – масса навески образца ткани, г; К – разбавление раствором Вебера.

Оформление результатов

Полученные экспериментальные и расчетные данные оформляют в виде таблицы:

Наименование образца	Сроки и условия хранения (при исследовании образцов мышечной ткани на разных стадиях автолиза)	Массовое содержание актомиозиновой фракции	
		мг/г	%

По результатам проведенных определений делают выводы и общее заключение по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАДИИ АВТОЛИЗА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Теоретическая часть

В процессе автолитических превращений происходит изменение водосвязывающей способности мышечной ткани.

Непосредственно после убоя животного мышечная ткань характеризуется высокой способностью к гидратации. В первый период автолиза водосвязывающая способность у разных видов мышц весьма специфично уменьшается: интенсивность уменьшения водосвязывающей способности и сроки наступления минимума, а затем последующего нарастания резко различаются. В мышцах с глубоким и длительным окоченением наблюдается также длительное и интенсивное уменьшение водосвязывающей способности. Интенсивность снижения водосвязывающей способности согласуется с особенностями изменений миофибриллярных белков, а также спецификой их агрегационных взаимодействий.

Наряду с миофибриллярными белками существенное влияние на водосвязывающую способность мышечной ткани оказывает характер изменений и остальных белков мышечной ткани. В начальных стадиях автолиза в результате подкисления большая часть белков мышечной ткани переходит в изоэлектрическое состояние, что способствует лучшей агрегации белков и уменьшению гидратационной способности. Поэтому как повышение, так и понижение рН среды от изоэлектрической точки белков (рН 5,5) приводит к повышению гидратации мышц.

Таким образом, белки мышц являются главными связывающими воду соединениями.

В связи с изменением растворимости белков саркоплазмы и миофибрилл созревшее мясо при кулинарной обработке (варке) выделяет в воду меньше белка, и бульон получается прозрачным.

Уменьшение степени дисперсности белков и коагуляция их с образованием крупных частиц вызывают выделение мясного сока. Увеличение нежности мяса при созревании связано с набуханием белков стромы, главным образом коллагена, под воздействием кислот. При варке такой коллаген легче переходит в желатин.

Таким образом, определение глубины автолитических превращений возможно путем комплексного исследования активности важнейших ферментов, например, катепсинов, физико-химических показателей и функционально-технологических свойств сырья.

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.

Цель и задачи работы. Приобрести практический навык в оценке функционально-технологических свойств мяса от степени созревания. В задачи работы входит:

- установить закономерности изменения функционально-технологических свойств (рН, ВСС, ВУС, усилие резания) мышечной ткани убойных животных разных сроков хранения;
- сформулировать рекомендации по рациональному использованию мяса установленной стадии автолиза.

Объекты исследования: образцы свежей мышечной ткани (парное мясо – не более 30 мин после убоя для мяса птицы, 2-4 ч для говядины), а также мышечной ткани разных сроков хранения в соответствии с рекомендуемыми ниже режимами, полученные от аналогичных анатомических участков одного или разных видов убойных животных.

Материалы, реактивы, оборудование: вода дистиллированная, фильтровальная бумага; бумажные пакеты с вкладышем из фильтровальной бумаги; кружки из полиэтилена диаметром 15-20 мм; лабораторная установка для определения усилия резания; молочный жиромер; баня водяная; потенциометр (рН-метр - Нитрон-рН); груз массой 1 кг; стеклянные или плексигласовые пластинки размером 10 10 см; сушильный шкаф ШС-80-01 до 200; весы электронные ВЛТЭ-500; мясорубка Philips HR 2730; диспергатор ИКА р; центрифуга ЦЛМН-Р10-01.

Подготовка проб

Предлагается провести исследование в соответствии с рекомендуемыми вариантами.

Номер варианта	Объект исследования	Время отбора проб после убоя, ч					
		2,04,0	6	24	48	72	120
1	Говядина	2,04,0	6	24	48	72	120
2	Свинина	1,0	2	12	24	48	72
3	Мясо птицы	0,5	2	6	12	24	72

Условия хранения опытных образцов: температура 4 °С, относительная влажность воздуха 80 %.

Показатель рН определяют в водном экстракте мышечной ткани потенциометрически. Водосвязывающую способность характеризуют массовой долей свободной и связанной влаги в образце, определяемой методом прессования (или центрифугирования). Влагоудерживающую способность определяют при помощи молочного жиромера нагреванием образца на водяной бане при температуре кипения в течение 15 мин. Жесткость характеризуют усилием резания вдоль и поперек волокон образца мышечной ткани стандартного размера (1 □ 1 см), определяемого на лабораторной установке.

При определении рН, ВСС и ВУС навеску ткани массой 50 г измельчают сначала на мясорубке, а затем гомогенизируют.

При определении усилия резания мышечную ткань тщательно очищают от жира и собственно соединительной ткани, вырезая пробу 1 □ 1 см.

Ход работы

Определение рН

Навеску каждого из образцов мяса массой $(10,00 \pm 0,02)$ г экстрагируют дистиллированной водой в соотношении 1:10 в течение 30 мин при (20 ± 5) °С, перемешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр. Определяют рН фильтрата на потенциометре (рН-метре) любой марки. Результаты фиксируют.

1 Определение водосвязывающей способности (ВСС)

Возможно использование двух методов (прессования или центрифугирования), выбор которых следует сделать самостоятельно.

При использовании метода прессования навеску мышечной ткани массой $(0,30 \pm 0,01)$ г взвешивают на аналитических или торсионных весах на кружке из полиэтилена диаметром 15-20 мм, после чего ее переносят на обеззоленный фильтр диаметром 9-11 см, помещенный на стеклянную или плексигласовую пластинку так, чтобы навеска оказалась под полиэтиленовым кружком. Сверху навеску накрывают пластинкой такого же размера, как нижняя, устанавливают на нее груз массой 1 кг и выдерживают 10 мин. Фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки. Карандашом очерчивают контур пятна вокруг спрессованного мяса, контур влажного пятна вырисовывается сам при высыхании фильтровальной бумаги на воздухе.

Площадь пятна, образованного адсорбированной влагой, вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом. Площади пятен, образованных спрессованным мясом и адсорбированной влагой, измеряют планиметром. Экспериментально установлено, что 1 см^2 площади влажного пятна фильтрасоответствует 8,4 мг воды.

Для определения массовой доли общей влаги навеску ткани массой $(2,00 \pm 0,01)$ г вносят в бумажный пакет (10 7 см) с вкладышем из фильтровальной бумаги и равномерно распределяют. Затем помещают в прибор ВЧ, предварительно нагретый до (160°C) и сушат в течение 3-5 мин. Пакет после высушивания охлаждают в эксикаторе и взвешивают с точностью $\pm 0,1$ г. Вынимают вкладыш и взвешивают пакет. Результаты фиксируют и используют при расчете ВСС образцов мышечной ткани.

Массовую долю связанной влаги по методу прессования вычисляют по формулам

$$x_1 = (A - 8,4Б) 100/m_0, \quad (9)$$

$$x_2 = (A - 8,4Б) 100/A, \quad (10)$$

где x_1 - массовая доля связанной влаги, % к массе мяса; x_2 - то же, % к общей влаге; А - общая масса влаги в навеске, мг;

Б - площадь влажного пятна, образованного адсорбированной влагой, см^2 ;

m_0 - масса навески мяса, мг.

$$A = m_1 - m_2, \quad (11)$$

где m_1 – масса навески с пакетом до высушивания в аппарате Чижовой или ВЧ;
 m_2 – то же после высушивания.

При определении ВСС методом центрифугирования образцы мяса массой около 4 г помещают в полиэтиленовую пробирку с перфорированным вкладышем, укрепленным таким образом, чтобы был обеспечен необходимый зазор для стекания жидкости. Пробы центрифугируют 20 мин при 100 с^{-1} . После центрифугирования пробы взвешивают снова. К массе пробы после центрифугирования прибавляют массу веществ, содержащихся в отделенной центрифугированием жидкости, которую определяют высушиванием при 105

°С до постоянной массы. Для расчета массовой доли связанной влаги необходимо располагать данными об общем содержании влаги в объекте.

Массовую долю связанной влаги по методу центрифугирования x , %, рассчитывают по формуле

$$x = (m_1 + m_3 - m_2) 100/m_0, \quad (12)$$

где m_1 - масса навески после центрифугирования, г; m_3 - масса сухого остатка выделившейся жидкости, г;

m_2 - масса сухого остатка в навеске, г; m_0 - масса навески до центрифугирования, г.

3 Определение влагоудерживающей способности ВУС

Образец массой $(5,00 \pm 0,01)$ г равномерно наносят стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Жиромер плотно закрывают пробкой и помещают на водяную баню при температуре кипения узкой частью вниз на 15 мин. Массу выделившейся влаги определяют расчетным путем по числу делений на шкале жиромера. Влагоудерживающая способность мяса (ВУС, %)

$$\text{ВУС} = V - \text{ВВС}, \quad (13)$$

влаговыделяющая способность (ВВС, %)

$$\text{ВВС} = a n m^{-1} 100, \quad (14)$$

где V - общая массовая доля влаги в навеске, %; a - цена деления жиромера ($a = 0,01 \text{ см}^3$); n - число делений; m - масса навески, г.

4 Определение усилий резания

Из каждого образца мяса вырезают кусочки размером 1×1 см вдоль и поперек волокон, помещают в лабораторную установку прикладывают усилие, достаточное для резки тканей. Величину усилия, достаточного для разрезания заданной толщины образцов, фиксируют.

Для определения усилия резания образцов мяса может быть использована лабораторная установка, режущим элементом рабочего органа которой является лезвие безопасной бритвы, а в качестве измерительного прибора используется динамометр или бытовые пружинные весы, при этом рабочий орган лабораторной установки приводят в движение вручную, а величину усилия, достаточного для разрушения образца, фиксируют визуально.

Оформление результатов

Полученные расчетные и экспериментальные данные студенты оформляют в виде таблицы:

Образец	Стадия автолиза (время хранения, температура, относительная влажность воздуха)	pH	ВСС, %	ВУС, %	Усилие резания, кг/см ²	
					вдоль волокон	поперек волокон

Проанализировав данные таблицы результатов, студенты самостоятельно строят графические зависимости изменений значений pH, ВСС, ВУС, усилия резания вдоль и

поперек волокон в координатах: соответствующий показатель – продолжительность созревания, ч. После этого формулируют заключение по результатам проведенных исследований, отмечая характер изменения показателей.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под ФТС мясного сырья?
2. Как изменяются ФТС мяса в процессе автолиза?
3. Как практически определить водосвязывающую, влагоудерживающую способности?
4. Как практически определить рН мясного сырья?
5. Устройство и принцип действия лабораторной установки для определения усилия резания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ СОЗРЕВАНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСА

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы . Приобрести практический навык в оценке функционально-технологических свойств мяса от степени созревания. В задачи работы входит:

- установить закономерности изменения функционально-технологических свойств (рН, ВСС, ВУС, усилие резания) мышечной ткани убойных животных разных сроков хранения;
- сформулировать рекомендации по рациональному использованию мяса установленной стадии автолиза.

Объекты исследования: образцы мышечной ткани разных сроков хранения в соответствии с рекомендуемыми ниже режимами, полученные от аналогичных анатомических участков одного или разных видов убойных животных.

Материалы, реактивы, оборудование: фильтровальная бумага; бумажные пакеты с вкладышем из фильтровальной бумаги; кружки из полиэтилена диаметром 15-20 мм; лабораторная установка для определения усилия резания; молочный жиромер; баня водяная; потенциометр (рН-метр); гиря массой 1 кг; стеклянные или плексигласовые пластинки размером 10×10 см; аппарат Чижовой или прибор ВЧ; весы лабораторные; мясорубка; гомогенизатор; настольная центрифуга.

Подготовка проб

Предлагается провести исследование в соответствии с рекомендуемыми вариантами.

Номер варианта	Объект исследования	Время отбора проб после убоя, ч					
		2,0-4,0	6	24	48	72	120
1	Говядина	2,0-4,0	6	24	48	72	120
2	Свинина	1,0	2	12	24	48	72
3	Мясо птицы	0,5	2	6	12	24	72

Условия хранения опытных образцов: температура 4 °С, относительная влажность воздуха 80 %.

При определении рН, ВСС и ВУС навеску ткани массой 50 г измельчают сначала на мясорубке, а затем гомогенизируют.

При определении усилия резания мышечную ткань тщательно очищают от жира и собственно соединительной ткани, вырезая пробу 1×1см.

Ход работы

1 Определение рН

Навеску каждого из образцов мяса массой (10,00± 0,02) г экстрагируют дистиллированной водой в соотношении 1:10 в течение 30 мин при (20±5) °С, перемешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр. Определяют рН фильтрата на потенциометре (рН-метре) любой марки. Результаты фиксируют.

2 Определение водосвязывающей способности (ВСС)

Возможно использование двух методов (прессования или центрифугирования), выбор которых следует сделать самостоятельно.

При использовании метода прессования навеску мышечной ткани массой (0,30±0,01) г взвешивают на аналитических или торсионных весах на кружке из полиэтилена диаметром 15-20 мм, после чего ее переносят на обезоленный фильтр диаметром 9-11 см, помещенный на стеклянную или плексигласовую пластинку так, чтобы навеска оказалась под полиэтиленовым кружком. Сверху навеску накрывают пластинкой такого же размера, как нижняя, устанавливают на нее груз массой 1 кг и выдерживают 10 мин. Фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки. Карандашом очерчивают контур пятна вокруг спрессованного мяса, контур влажного пятна вырисовывается сам при высыхании фильтровальной бумаги на воздухе.

Площадь пятна, образованного адсорбированной влагой, вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом. Площади пятен, образованных спрессованным мясом и адсорбированной влагой, измеряют планиметром. Экспериментально установлено, что 1 см² площади влажного пятна фильтрасоответствует 8,4 мг воды.

Для определения массовой доли общей влаги навеску ткани массой (2,00±0,01) г вносят в бумажный пакет (10×7 см) с вкладышем из фильтровальной бумаги и равномерно распределяют. Затем помещают в аппарат Чижовой (прибор ВЧ), предварительно нагретый до (160° С) и сушат в течение 3-5 мин. Пакет после высушивания охлаждают в эксикаторе и взвешивают с точностью ±0,1 г. Вынимают вкладыш и взвешивают пакет. Результаты фиксируют и используют при расчете ВСС образцов мышечной ткани.

Массовую долю связанной влаги по методу прессования вычисляют по формулам

$$x_1 = (A - 8,4Б) 100/m_0, \quad (2)$$

$$x_2 = (A - 8,4Б) 100/A, \quad (3)$$

где x_1 - массовая доля связанной влаги, % к массе мяса;

x_2 - то же, % к общей влаге;

A - общая масса влаги в навеске, мг;

Б - площадь влажного пятна, образованного адсорбированной влагой, см²;

m_0 - масса навески мяса, мг.

$$A = m_1 - m_2, \quad (4)$$

где m_1 – масса навески с пакетом до высушивания в аппарате Чижовой или ВЧ;
 m_2 – то же после высушивания.

При определении ВСС методом центрифугирования образцы мяса массой около 4 г помещают в полиэтиленовую пробирку с перфорированным вкладышем, укрепленным таким образом, чтобы был обеспечен необходимый зазор для стекания жидкости. Пробы центрифугируют 20 мин при 100 с^{-1} . После центрифугирования пробы взвешивают снова. К массе пробы после центрифугирования прибавляют массу веществ, содержащихся в отделенной центрифугированием жидкости, которую определяют высушиванием при $105 \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Для расчета массовой доли связанной влаги необходимо располагать данными об общем содержании влаги в объекте.

Массовую долю связанной влаги по методу центрифугирования x , %, рассчитывают по формуле

$$x = (m_1 + m_3 - m_2) 100/m_0, \quad (5)$$

где m_1 - масса навески после центрифугирования, г;
 m_3 - масса сухого остатка выделившейся жидкости, г;
 m_2 - масса сухого остатка в навеске, г;
 m_0 - масса навески до центрифугирования, г.

3 Определение влагоудерживающей способности (ВУС)

Образец массой $(5,00 \pm 0,01)$ г равномерно наносят стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Жиромер плотно закрывают пробкой и помещают на водяную баню при температуре кипения узкой частью вниз на 15 мин. Массу выделившейся влаги определяют расчетным путем по числу делений на шкале жиромера.

Влагоудерживающая способность мяса (ВУС, %)

$$\text{ВУС} = \text{В} - \text{ВВС}, \quad (6)$$

влаговыделяющая способность (ВВС, %)

$$\text{ВВС} = a n m^{-1} 100, \quad (7)$$

где В - общая массовая доля влаги в навеске, %;
 a - цена деления жиромера ($a = 0,01 \text{ см}^3$);
 n - число делений;
 m – масса навески, г.

4 Определение усилий резания

Из каждого образца мяса вырезают кусочки размером 1×1 см вдоль и поперек волокон, помещают в лабораторную установку прикладывают усилие, достаточное для резки тканей. Величину усилия, достаточного для разрезания заданной толщины образцов, фиксируют.

Для определения усилия резания образцов мяса может быть использована лабораторная установка, режущим элементом рабочего органа которой является лезвие безопасной бритвы, а в качестве измерительного прибора используется динамометр или бытовые пружинные весы, при этом рабочий орган лабораторной установки приводят в

движение вручную, а величину усилия, достаточного для разрушения образца, фиксируют визуально.

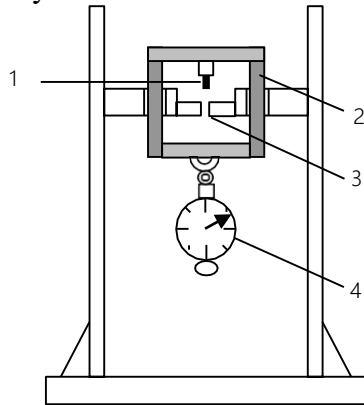


Схема лабораторной установки для определения усилия резания

- 1 – режущий элемент;
2 – подвижная направляющая для режущего элемента;
3 – стол для образца;
4 – динамометр

Оформление результатов

Полученные расчетные и экспериментальные данные студенты оформляют в виде таблицы:

Образец	Стадия автолиза (время хранения, температура, относительная влажность воздуха)	рН	ВСС, %	ВУС, %	Усилие резания	
					вдоль волокон	поперек волокон

Проанализировав данные таблицы результатов, студенты самостоятельно строят графические зависимости изменений массовой доли актомиозина, значений рН, ВСС, ВУС, усилия резания вдоль и поперек волокон в координатах: соответствующий показатель – продолжительность созревания, ч. После этого формулируют заключение по результатам проведенных исследований, отмечая характер изменения показателей.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под ФТС мясного сырья?
2. Как изменяются ФТС мяса в процессе автолиза?
3. Как практически определить водосвязывающую, влагоудерживающую способности?
4. Как практически определить рН мясного сырья?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСА

Ц е л ь и з а д а ч и р а б о т ы . Установить свойства мясных систем в зависимости от механического воздействия.

О б ъ е к т ы и с с л е д о в а н и я : образцы жилованного мяса убойных животных (птицы) одного вида и сорта.

Материалы, реактивы, оборудование:

мясорубка; молочный жиромер; баня водяная; весы лабораторные; бюксы металлические; колбы конические вместимостью 150-500 см³; гиря массой 1 кг; стеклянные или плексигласовые пластинки размером 10×10 см; аппарат Чижовой или прибор ВЧ; настольная центрифуга; сушильный шкаф; фильтровальная бумага; фпфрфорная ступка; прокаленный песок.

Подготовка проб

Работа выполняется с определенным видом сырья, который задается преподавателем. При исследовании влияния механической обработки рекомендуется исследовать свойства мяса до механического воздействия и после 10., 20, 30, 40 мин имитируя циклическую обработку в массажере: 5 мин встряхивание колбы - 5 мин покой.

Ход работы

1 Определение водосвязывающей способности (ВСС)

Методика определения представлена в лабораторной работе № 1.

2 Определение влагоудерживающей способности (ВУС)

Методика определения представлена в лабораторной работе № 1.

3 Определение усилий резания

Методика определения представлена в лабораторной работе № 1.

Оформление результатов

Наименование и характеристика образца	Массовая доля влаги, %	ВСС, %	ВУС, %	Усилие резания	
				вдоль волокон	поперек волокон
0					
10 мин					
20 мин					
30 мин					
40 мин					

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы интенсификации созревания и тендеризации мясного сырья
2. Изменение функционально-технологических и структурно-механических свойств мясного сырья при механической обработке.
3. Какие органолептические изменения наблюдаются при механической обработке мяса?
4. Как практически определить усилие резания?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – Москва: Колос, 2001. – 376 с.
2. Антипова, Л. В. Биохимия мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, Н. А. Жеребцов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 184 с.
3. Антипова, Л.В. Влияние автолитических превращений на свойства конины / Л. В. Антипова, С.М. Сулейманов, Л.А. Зубаирова // Мясная индустрия. – 2004. – № 9. - С. 46-49.
4. Кудряшов, Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л.С. Кудряшов. – Москва: ДеЛи принт, 2008. – 160с.
5. Перкель, Т.П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: Учебное пособие / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. - 100 с.
6. Тагиров, Х.Х. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учеб. пособие / Х.Х. Тагиров, Ребезов М.Б., Асенова Б.К. и др. Алматы, 2015. – 215 с.
7. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина, И.М. Чернуха. – Москва: ВНИИМП, 2004. – 378 с.