

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Э.Ш. Юнусов, В.Я. Пономарев, Г.О. Ежкова,
Р.Э. Хабибуллин, А. Б. Маргулис

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Учебное пособие

Казань
Издательство КНИТУ
2013

УДК 663.18, 664

Юнусов Э.Ш.

Современные методы анализа мяса и мясопродуктов: учебное пособие/ Э.Ш. Юнусов [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. - 156 с.

ISBN 978-5-7882-1522-8

Учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями ГОС ВПО к подготовке бакалавров по направлениям 260100 «Технология продуктов питания», 260200.62 «Продукты питания животного происхождения» (профиль «Технология мяса и мясных продуктов»), 260800.62 «Технология продукции и организация общественного питания» и магистров по направлениям 260800.68 «Технология продукции и организация общественного питания», 260200.68 «Продукты питания животного происхождения».

Приведены теоретические основы и различные физические, химические, физико-химические и биохимические методы анализа мясных продуктов.

Подготовлено на кафедре технологии мясных и молочных продуктов КНИТУ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета.

Рецензенты: доц. *О.А. Якимов*
доц. *В.П. Коростелева*

ISBN 978-5-7882-1522-8

© Юнусов Э.Ш., Пономарев В.Я., Ежкова Г.О.,
Хабибуллин Р.Э., Маргулис А.Б., 2013

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2013.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ	6
1.1 Белки, пептиды и аминокислоты	6
1.2 Липиды	19
1.3 Углеводы	26
1.4 Фосфорорганические соединения	31
1.5 Вода	35
1.6 Лабораторные работы	37
<i>Лабораторная работа № 1.6.1 Анализ фракционного состава белков на основе их растворимости</i>	37
<i>Лабораторная работа № 1.6.2 Анализ суммарных белков в животных тканях на основе минерализации проб</i>	40
2 ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНОГО СЫРЬЯ	44
2.1 Понятие о функционально-технологических свойствах мясного сырья	44
2.2 Методы определения функционально-технологических свойств	48
2.3 Лабораторные работы	51
<i>Лабораторная работа № 2.3.1 Определение влагосвязывающей способности (ВСС)</i>	51
<i>Лабораторная работа № 2.3.2 Определение влагоудерживающей (ВУС), жирудерживающей (ЖУС), эмульгирующей способности (ЭС), стабильности фаршевой эмульсии (СЭ)</i>	54
3 БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИВОТНЫХ ТКАНЕЙ	60
3.1 Механизм автолиза и автолитические превращения мышечной ткани	61
3.2 Ферментно-эндокринное сырье животных тканей	67
3.3 Пищевая и биологическая ценность мясопродуктов	72
3.4 Лабораторные работы	79
<i>Лабораторная работа № 3.4.1 Определение показателей биологической ценности расчетным методом</i>	79

<i>Лабораторная работа № 3.4.2</i>	<i>Определение активности катепсинов мышечной ткани</i>	84
<i>Лабораторная работа № 3.4.3</i>	<i>Определение степени кулинарной готовности мясных продуктов</i>	87
<i>Лабораторная работа № 3.4.4</i>	<i>Определение pH мясного сырья</i>	90
4	АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МЯСОПРОДУКТОВ	93
4.1	Требования к сырью, вспомогательным материалам и готовой продукции	93
4.2	Определение качества готовой продукции	96
4.2.1	Органолептические исследования	96
4.2.2	Химические исследования	99
4.3	Анализ мясных полуфабрикатов	101
4.4	Лабораторные работы	113
<i>Лабораторная работа № 4.4.1</i>	<i>Органолептическая оценка мясных продуктов</i>	113
<i>Лабораторная работа № 4.4.2</i>	<i>Определение влаги в мясе и мясопродуктах</i>	117
<i>Лабораторная работа № 4.4.3</i>	<i>Определение содержания поваренной соли</i>	120
<i>Лабораторная работа № 4.4.4</i>	<i>Определение нитритов</i>	122
<i>Лабораторная работа № 4.4.5</i>	<i>Определение содержания крахмала</i>	128
<i>Лабораторная работа № 4.4.6</i>	<i>Определение микробных контаминантов в колбасных изделиях и продуктах из мяса</i>	132
<i>Лабораторная работа № 4.4.7</i>	<i>Определение интенсивности и устойчивости окраски вареных колбасных изделий</i>	146
<i>Лабораторная работа № 4.4.8</i>	<i>Исследование пельменей</i>	149
	СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	151
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	155

ВВЕДЕНИЕ

Продукты убоя сельскохозяйственных животных представляют собой многокомпонентные и структурно сложные системы. Мясо и мясопродукты в питании человека являются источниками полноценных белков, жиров, витаминов, минеральных и экстрактивных веществ, используемых организмом для конструктивного и энергетического обмена. Мясо — это сложная система различных клеток и тканей, различающихся химическим составом и функционально.

Конечная цель производства — качество продуктов, гарантирующее здоровье человека, потребительские свойства и безвредность. Освоение методов определения этих показателей позволит не только оценивать свойства продукта и его безвредность, но и реально управлять производством.

Таким образом, анализ мяса и мясопродуктов сегодня выходит за рамки простого определения основных химических веществ и требует более сложных комплексных подходов. Реализация последних возможна лишь на основе использования современных методов анализа, совокупность которых позволит оценить не только количественное и качественное соотношение входящих компонентов сырья и продуктов, но и объективно оценить технологическую и биологическую функциональность последних.

Методы количественного и качественного анализа весьма разнообразны, характеризуются различными подходами и принципами, лежащими в основе их классификации. При этом отдельно выделяют методы разделения и концентрирования в процессе подготовки проб к анализу.

Применение современных методов исследования пищевых продуктов позволяет не только глубоко изучить их свойства, качество, пищевую ценность и безвредность, но и вскрыть изменения состава и реологических свойств, не обнаруживаемые органолептическими или обычными физическими и химическими методами, прогнозировать изменение качества, установить способы хранения и сроки использования. Внедрение современных методов исследования в анализе мяса и мясных продуктов в производственную практику, при хранении и реализации в торговле и общественном питании позволит коренным образом повысить качество, улучшить их питательную ценность, потребительские свойства, обеспечить сохранность и использование ресурсов питания с наибольшей эффективностью.

1 АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

1.1 Белки, пептиды и аминокислоты

Поступающие с пищей белки в организме выполняют важнейшие функции, многие из которых незаменимы. Белки сами по себе не являются незаменимыми компонентами рациона человека. Для нормального питания и поддержания здоровья необходимы содержащиеся в них незаменимые аминокислоты, важность и обязательность наличия которых в пищевых рационах связаны с тем, что они не синтезируются животными организмами. В связи с этим весьма важно их качественное и количественное соотношение. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называют полноценными. Если в белке нет хотя бы одной незаменимой аминокислоты, то он считается неполноценным. Большинство белков мяса относится к полноценным, что делает их обязательным компонентом питания.

Количественное содержание и физико-химические свойства белковых веществ определяют поведение пищевых систем под воздействием воды, электролитов, рН среды, окислителей и восстановителей, нагрева и т.д., что имеет весьма важное значение в формировании заданных функционально-технологических и органолептических свойств сырья, полуфабрикатов и готовых мясных продуктов, включая формирование коагуляционно-денатурационной структуры фаршевых изделий, сваривание и гидротермический распад коллагена при доведении продуктов до кулинарной готовности.

Уникальные биологические функции и технологическое значение белков в производстве мясных продуктов тесно связаны с особенностями их химического строения и пространственной структуры, отличающихся разнообразием, динамичностью и наличием внутримолекулярных взаимодействий, способностью изменяться под воздействием внешних факторов в водно-солевых растворах и водных растворах полярных растворителей, восстанавливать исходное состояние, вступать в различные реакции, включая биокаталитические процессы.

В составе мяса и мясопродуктов содержатся простые и сложные белки, среди них имеются водо-, соле- и щелочерастворимые, обеспечивающие, например, такие важные показатели, как водоудержание, набухаемость и растворимость, а также сложные белки-пигменты, придающие цветность. Эти белки отличаются не

только химическим и пространственным строением, но и размерами частиц, а также формой молекул. К примеру, в зависимости от формы молекул выделяют две группы белков – фибриллярные и глобулярные, отличающиеся физико-химическими свойствами, прежде всего растворимостью в воде, водно-солевых растворах и водных растворах полярных растворителей, а также способностью к денатурации, гидролизу и другим превращениям.

Белки мяса и мясопродуктов принято разделять по морфологическому признаку клеток животных тканей. При этом группа нуклеопротеидов самостоятельного технологического значения не имеет. Саркоплазматические, миофибриллярные белки и белки стромы обеспечивают функциональность пищевой системы в получении мясопродуктов.

Фракция суммарных белков саркоплазмы составляет 20-25 % количества всех мышечных белков. Установлено, что белки саркоплазмы способны желировать, особенно в присутствии АТФ. При высоких концентрациях Ca^{2+} гель разжижается. Это связано с присутствием в саркоплазме фрагментов саркоплазматического ретикула. Очищенные от примесей белки саркоплазмы способны желировать утрачивают.

Миоген представляет собой комплекс миогенов А, В и С, отличающихся 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 свободного 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.

Миоальбумины составляют около 1-2 % белковых веществ мышечного волокна. Растворимы в воде, нерастворимы в кислой среде, так как имеют изоэлектрическую точку около рН 3-3,5; температура их денатурации 45-47 °С.

Глобулин Х составляет около 20 % общего количества белковых веществ мышечного волокна. Растворим в солевых растворах даже очень низкой концентрации, температура денатурации при рН 6,5 около 50 °С, при рН 7,0 около 80 °С, изоэлектрическая точка при рН 5,0-5,2.

Миоглобин – хромопротеид, составляющий в среднем 0,6-1,0 % общего количества белков. Он состоит из белковой части – глобина и протетической группы – гема. На одну молекулу миоглобина

приходится одна группа гема. В миоглобине не обнаружено цистина. Миоглобин хорошо растворяется в воде. Температура его денатурации около 60 °С. Денатурация миоглобина сопровождается отщеплением протетической группы. Миоглобин способен присоединять окись азота, сероводород и кислород за счет дополнительных связей. В последнем случае образуется оксимиоглобин (алого цвета), который переходит с течением времени в метмиоглобин (буро-коричневого цвета). При этом железо отдает один электрон. При действии восстановителей метмиоглобин снова образует миоглобин. Миоглобин окрашен в темно-красный цвет и обуславливает естественную окраску мышечной ткани, интенсивность которой зависит от его содержания и соотношения форм белков пигментов. Изменение цветности мяса и мясопродуктов происходит под влиянием микрофлоры, теплового воздействия, посола, света и других факторов. Количество пигментов, глубина их превращений и образование форм соответствующей окраски играют значительную роль в получении продуктов высокого качества. При переходе миоглобина в метмиоглобин окраска мяса становится коричневой; она заметна, когда в мет-форму переходит более 50 % миоглобина. Это свойство широко используется для определения сроков хранения мяса путем выявления соотношения различных спектральных форм миоглобина, а также в регулировании цветности мясопродуктов.

Миозин – фибриллярный белок с асимметрией молекулы 10:1, составляет около 40 % белков мышечной клетки. Гетерогенен. Обычно под миозином подразумевается вся миозиновая фракция. Миозин – полноценный, хорошо переваривающийся белок. Совершенно чистый миозин растворим в воде и образует вязкий раствор с массовой долей до 4 % белка. Растворы солей щелочных металлов небольшой молярной концентрации (0,25-0,04 моль/дм³) осаждают миозин из его растворов; в солевых растворах повышенной молярной концентрации (до 0,6 моль/дм³) он растворяется. Температура денатурации миозина около 45-50 °С (у птицы около 51 °С); изоэлектрическая точка при рН 5,4. Биологические функции миозина связаны с участием в координированном движении живых организмов и в аутолитических превращениях мышечных тканей после убоя животных.

Актин составляет 12-15 % всех мышечных белков и является основным компонентом тонких нитей. Этот белок существует в двух формах – глобулярной (Г-форма) и фибриллярной (Ф-форма). В

растворах с низкой ионной силой актин существует в виде мономера с относительной молекулярной массой около 47 000. При повышении ионной силы раствора до физиологического уровня Г-актин полимеризуется в Ф-актин, очень похожий на нить. Г-актин представляет собой одну полипептидную цепочку, сложенную в глобулу. Быстрая полимеризация актина происходит также при добавлении ионов Mg^{2+} . При этом образуется двунитчатая спираль, каждая составляющая в которой напоминает нить бус, закрученных одна вокруг другой. Актин относится к полноценным и легкоусвояемым белкам.

Актомиозин – это сложный комплекс, который образуется при добавлении раствора актина к раствору миозина. Поскольку цепь Ф-актина содержит много молекул Г-актина, каждая нить Ф-актина может связывать большое число молекул миозина. Формирование этого комплекса сопровождается увеличением вязкости раствора. Возрастание вязкости обращается добавлением АТФ или в присутствии ионов Mg^{2+} . Содержание актомиозина указывает на глубину автолитических превращений в процессе трупного окоченения и позволяет опосредованно судить о функциональности мясного сырья в процессе технологической обработки.

Тропомиозин – постоянно присутствующий в структуре тонких (актиновых) филаментов белок с относительной молекулярной массой около 70000, палочковидной формы. Биологическая роль тропомиозина сводится к регулированию взаимодействия актина и миозина в процессе мышечного сокращения. Массовая доля тропомиозина составляет 10-12 % всех белков миофибрилл или 2,5 % белков мышц. Растворим в воде, но из мышечной ткани водой не извлекается. Изoeлектрическая точка лежит при pH 5,1.

Тропонин представляет собой сферическую молекулу с относительной молекулярной массой 76 000, включающей три субъединицы, аминокислотный состав которых полноценен.

Весьма важной группой сложных белков являются *нуклеопротеиды*, играющие первостепенную роль в жизнедеятельности организма, в частности, в явлениях наследственности. Протестической группой нуклеопротеидов являются нуклеиновые кислоты. Они нерастворимы в воде, но растворяются в щелочах. В их состав входит простой белок, как правило, протамин или гистон. При полном гидролизе

нуклеопротеидов образуются α -аминокислоты, рибоза и дезоксирибоза, фосфорная кислота и азотистые основания (пуриновые и пиримидиновые). Массовая доля нуклеопротеидов в мышечной ткани составляет 0,207-0,245 %, где они входят в состав рибосом и саркоплазматического ретикулула. В основном это рибонуклеопротеиды, функции которых связаны с синтезом белков. Нуклеопротеидами богаты ткани мозга, где они представлены нейроглобулином (дезоксирибонуклеопротеидом) и нейростромином (рибонуклеопротеидом). Нуклеопротеиды являются полноценными белками, однако, как отмечалось выше, самостоятельного технологического значения не имеют и используются в составе мышечных клеток.

В составе перечисленных групп белков имеются все аминокислоты, включая важнейшую из них – триптофан. Это явилось основой оценки количественного содержания полноценных белков в сырье и продуктах путем его количественного определения.

Из белков стромы важная роль отводится коллагену, эластину и ретикулину, определяющих прочностные свойства соединительных тканей. Это – протеиноиды, являющиеся фибриллярными белками упроченной структуры, не растворимы в обычных растворителях.

Уникальными свойствами обладает *коллаген*. Фибриллы коллагеновых нитей состоят из субъединиц, называемых тропоколлагеном, в котором R-группы всех аминокислот находятся на внешней стороне молекулы и мало участвуют в стабилизации структуры. Характерным признаком коллагена является высокое содержание пролина и нестандартной аминокислоты – 4-гидроксипролина, сумма которых составляет около 21 %. На определении оксипролина основаны многие методы количественного анализа коллагена. Нестандартная аминокислота – гидроксизин, также может служить средством идентификации коллагенов.

Коллаген способен сильно набухать в водных растворах, причем масса его увеличивается в 1,5-2,0 раза. По этому свойству он уступает лишь миозину мышечной ткани. Высокая гидратация коллагена связана с содержанием в его структуре значительных количеств диамино- и аминодикарбоновых кислот. При смещении pH в кислую или щелочную стороны от ИЭТ набухаемость коллагена резко увеличивается, при этом масса белка в состоянии полного набухания может достигнуть от 400 до 1000 % к массе сухого белка.

Способность коллагена к набуханию имеет большое значение для мясного, желатинового и кожевенного производства.

Вторым важным белком стромы мышечных волокон и соединительных тканей является *эластин*. Это, по существу, многокомпонентная система, представленная сложными белками – гликопротеинами. Подобно коллагену, эластин богат глицином и аланином. Тропоэластин отличается от тропоколлагена большим содержанием лизина, но малым – пролина. Суммарное содержание глицина, аланина, валина и пролина составляет почти 70 %. Из-за малого содержания кислых и основных аминокислот молекула эластина практически неполярна. В водной среде цепи эластина принимают форму глобул. Гидрофобные цепи аминокислот, образующие соответствующие связи, спрятаны внутри молекулы, окруженной водой. В результате свободная энергия системы минимальна. Установлено, что он очень устойчив: не растворяется в холодной и горячей воде, солевых растворах, разбавленных растворах кислот и щелочей. Даже концентрированная серная кислота оказывает на него слабое действие. Он не образует желатин, практически не расщепляется пищеварительными ферментами.

Ретикулин также входит в состав стромы мышечной клетки и соединительных тканей. Подобно коллагену и эластину, он является гликопротеином, неполярен, очень устойчив, плохо усваивается организмом.

Таким образом, группа соединительно-тканых белков имеет общие свойства и структурные признаки. Именно они используются в исследовательской практике для оценки пищевой ценности сырья и продуктов путем их количественного определения. Например, при определении сортности мяса, а также пищевой ценности по соотношению триптофана к оксипролину.

В соответствии с современной теорией питания роль соединительнотканых белков пересмотрена. Установлено положительное действие компонентов соединительной ткани на процесс пищеварения. Показано, что коллаген и эластин обладают свойствами пищевого волокна, проявляют радиопротекторные свойства, активно стимулируют секреторную и двигательную функции желудка и кишечника, оказывают благоприятное влияние на состояние и функцию полезной кишечной микрофлоры. В настоящее время на основе коллагена и других белков соединительной ткани создаются биологически ценные пищевые продукты и добавки с лечебно-

профилактическим эффектом. Для рационального использования сырьевых ресурсов отрасли и создания биологически полноценных продуктов, обеспечивающих здоровье человека, весьма важно дозированное введение соединительных тканей в рецептурные композиции, что возможно лишь на основе количественного анализа соответствующих ингредиентов.

Кровь – жидкая соединительная ткань животного организма, которая циркулирует в артериях, венах и капиллярах. Представляет собой непрозрачную жидкость красного цвета со слабощелочными свойствами (рН 7,3-7,5), специфического запаха и солоноватого вкуса. На долю крови приходится в среднем 7,5 % живой массы крупного рогатого скота, 4,5 % – свиней, 7 % – овец и 8 % – птицы. Кровь вместе с лимфой и тканевой жидкостью, окружающей клетки, является внутренней средой организма, которая объединяет органы с тканями и выполняет ряд весьма важных прижизненных функций (доставка молекулярного кислорода и питательных веществ к клеткам организма, освобождение тканей от углекислоты и продуктов распада). Дыхательная, питательная, выделительная, защитная, регуляторная функции крови обеспечиваются определенными ее компонентами, а в целом кровь представляет собой сложную многокомпонентную систему. После убоя животных кровь частично остается в капиллярах и потому является неотъемлемой составляющей мяса. В настоящее время кровь приобретает огромное значение и как самостоятельное сырье для производства антианемических продуктов, фракции крови используются для структурирования пищевых систем, придания окраски продуктам, получения эмульсий, обогащения продуктов органическим железом, которое в 4-6 раз быстрее усваивается организмом в сравнении с другими источниками. В связи с вышеизложенным анализ веществ и элементов крови необходим для расширения спектра максимального и рационального использования этого важного сырья мясной промышленности.

Кровь состоит из жидкой части – плазмы и взвешенных в ней форменных элементов. К форменным элементам относятся: эритроциты (красные кровяные тельца), лейкоциты (белые кровяные тельца), тромбоциты (красные пластинки, бляшки). В крови разных видов животных массовая доля форменных элементов неодинакова: в среднем у крупного рогатого скота 33 %, у мелкого 28 %, свиней 43,6 % к массе крови.

Кровь, лишенная форменных элементов (например, центрифугированием с соблюдением мер предосторожности против свертывания), представляет собой *плазму*. На долю растворимых веществ плазмы крови приходится 9-10 % ее массы, из них около 7 % – белки, остальная часть включает липидные компоненты, азотистые и безазотистые экстрактивные и минеральные вещества.

Плазма крови, лишенная белка фибриногена (предшественника фибрина), называется *сывороткой*.

Белки крови как пищевое сырье эффективнее, чем белки из других источников, могут восстанавливать белки плазмы и гемоглобин в организме. В связи с этим среди пищевых белков одно из первых мест принадлежит именно им. Массовая доля белков в цельной крови зависит от вида, возраста, упитанности, условий предубойного содержания и в среднем составляет у крупного рогатого скота 17,41 %, баранов – 16,59 %, свиней – 2,25 %. При этом в среднем 6,8-7,3 % белков находится в плазме, 30,3-32,7 % в форменных элементах. Основная масса белков крови представлена альбуминами, глобулинами, фибриногеном и гемоглобином.

По аминокислотному составу наиболее ценным является фибриноген, в структуре которого содержится 3,5 % триптофана, 7 % фенилаланина, 2,6 % метионина.

Фибриноген является главным компонентом системы свертывания крови. Он нерастворим в воде, но хорошо растворяется в разбавленных растворах нейтральных солей и в щелочах, осаждается сульфатом магния и хлоридом натрия ранее, чем наступает полное насыщение. Таким образом, фибриноген близок по свойствам к глобулинам. Фибриноген быстро усваивается и полноценен по аминокислотному составу.

Сывороточные альбумин и глобулин также содержат полный набор незаменимых аминокислот, хотя и в меньшем количестве. Особенно мало содержание триптофана в сывороточном альбумине. Гемоглобин нельзя отнести к полноценным белкам, так как в нем отсутствует изолейцин. Однако содержание других незаменимых аминокислот довольно высокое. Поэтому в сочетании с другими белками крови его можно рассматривать как важнейший источник жизненно необходимых аминокислот.

Таким образом, пищевая и биологическая ценность крови тесно связана с наличием природного пигмента – белка гемоглобина. Это сложный белок, состоящий из окрашенной простетической

группы – гема и бесцветной белковой части – глобина. Молекула гемоглобина по своей форме приближается к сфере с диаметром около 5,5 нм, относительная молекулярная масса 64 500, ИЭТ при рН 5,5. Гемоглобин в кислой и щелочной среде диссоциирует на гем и глобин. Так, если добавить раствор гемоглобина к смеси ацетон – HCl, то глобин осаждается, а гем остается в растворе.

Особенно полезна информация о количестве гемоглобина как источника органического железа, усвояемость которого прямо пропорциональна содержанию гемовых пигментов.

Концентрация гемоглобина в крови зависит от вида животного организма и количества эритроцитов. Гемоглобин разных животных различается аминокислотной последовательностью. Гемоглобин выполняет функцию дыхательного белка – переносчика кислорода. При воздействии на гемоглобин окислителей железо гема переходит в трехвалентную форму и образует, подобно миоглобину, метгемоглобин. Изменение валентности связано с изменением цвета продукта от ярко-алого до коричневого, что имеет прямое технологическое значение. Некоторые фракции белков плазмы крови обладают железирующими свойствами. Показана способность сывороточного альбумина железировать плазму, что открывает новые перспективы использования крови на пищевые цели и ставит задачу отработки и внедрения методов анализа компонентов крови.

В аналитической практике известно достаточно много методов определения белков. Наиболее распространен метод Кьельдаля и его известные модификации, основанные на минерализации проб и количественном определении азота.

Получившие в последнее время распространение ускоренные фотометрические методы (метод Лоури, Биуретовый метод, а также методы, основанные на связывании белками красителей) имеют существенные преимущества по сравнению с классическим методом Кьельдаля. Основные из них – простота и быстрота выполнения – делают эти методы пригодными для массовых анализов и осуществления оперативного контроля качества сырья и готовой продукции по содержанию белка. Эти методы весьма перспективны, особенно для однородных систем, и основаны на непосредственном фотометрировании пробы.

Ряд важных биологических соединений можно изучать с помощью спектрофотометрии в видимой и ультрафиолетовой областях, например измеряя поглощение белков при 280 нм.

Экстинкция белка при 280 нм зависит от содержания в нем ароматических кислот, поэтому значения молярной экстинкции при 280 нм для всех белков различны, и для определения содержания каждого требуется калибровочная кривая. При работе со смесью белков пользуются градуировочным графиком, полученным для белка или смеси белков со средним содержанием тирозина и триптофана. Преимуществами этого метода являются быстрота и простота анализа. Предел чувствительности – $10\div 20$ мкг/см³. Однако метод не надежен для белков, содержащих примеси, или для нехарактерных белков. Затруднения вызывают разные коэффициенты экстинкции, присущие разным белкам.

Измерения концентрации белков в далеком ультрафиолете (180÷220 нм) отличаются большей чувствительностью и точностью, чем таковые при 280 нм. Однако определение белков при 280 нм отличается большей воспроизводимостью.

Общими достоинствами методов определения массовой доли белков методами УФ-спектрофотометрии являются простота, скорость и легкость выполнения. Однако сложность химического состава пищевых продуктов, в частности, мясных, возможность влияния небелковых компонентов на результаты определения ограничивают применение этой группы методов. Методы УФ-спектрофотометрии рекомендуются для проведения анализов при приемке сырья, контроля за ходом технологического процесса, оценки качества готовой продукции в рамках предприятия.

К высокоточным методам относятся хроматографические – основанные на разделении. Они применяются, в основном, в препаративной практике и не используются для анализа больших количеств материала. На первых стадиях используют такие методы, как осаждение, диализ, адсорбция, жидкостная хроматография на колонке и противоточное распределение. На конечных стадиях применяют методы с высоким разрешением, например, ионный обмен, газожидкостную, афинную и другие методы хроматографии.

В любом случае методы хроматографии основываются на всех возможных различиях молекул. Поскольку эти методы требуют соответствующего материально-технического оснащения, при выборе конкретного варианта или способа следует обратить внимание на доступность оборудования, стоимость и дефицитность реактивов.

По форме проведения хроматографические методы делят на: колоночную, хроматографию на бумаге и в тонком слое. Наибольшее распространение получила колоночная хроматография.

Гель-хроматография (гель-фильтрация) – фракционирование смеси компонентов по размерам молекул путем прохождения их через гели с определенной величиной пор.

Раствор, содержащий смесь двух и более веществ, отличающихся по размеру молекул, а следовательно, и по молекулярной массе, вносят в колонку, заполненную гелем с сетчатой структурой и уравновешенную буферным раствором. Наибольшей скоростью продвижения по колонке обладают компоненты раствора, размеры молекул которых больше пор геля. Такие компоненты не проникают в гранулы гелевой фазы и выходят из колонки первыми. Более мелкие молекулы, способные проникать внутрь геля, непрерывно обмениваются между жидкими фазами внутри и вне геля и продвигаются по колонке значительно медленнее. Находящиеся в растворе самые маленькие частицы (например, неорганические соли) выходят из колонки последними. На этом принципе основаны методы фракционирования белков и других полимеров, их обессоливание, определение молекулярной массы.

Наиболее широкое распространение среди носителей для гель-хроматографии белков получили сорбенты, приготовленные на основе декстрана (сефадексы, сефакрилы, молселекты), полиакриламида (биогели Р, акрилексы) и агарозы (сефарозы, биогели А) и др. Набухая в воде, они образуют гели.

При фракционировании белков методом ионообменной хроматографии большое внимание уделяют выбору ионообменника (природе материала и емкости ионита) и буферного раствора, при котором осуществляется сорбция веществ (величине рН и ионной силы, природе буфера и буферной емкости).

При работе с белками в качестве сорбентов используют иониты, обладающие высокой степенью гидрофильности.

Белки могут быть разделены как на катионитах, так и на анионитах. Выбор типа ионита определяется изоэлектрическими точками хроматографируемого материала и устойчивостью белка в определенной зоне значений рН.

При ионообменной хроматографии смесь белков сорбируется в верхней части колонки и затем вытесняется веществами, уменьшающими их сорбцию на ионите. Понижение сорбции

осуществляют повышением ионной силы раствора и (или) изменением его рН. Изменение рН и ионной силы элюирующего буферного раствора можно проводить путем создания ступенчатой или градиентной элюции.

Разделение аминокислот на колонках в настоящее время проводятся автоматически в специальных приборах, называемых анализаторами аминокислот. Погрешность определения на этих приборах для многих аминокислот достигает 0,1 %. Для работы на анализаторах требуется 1-0,3 мг белка. Метод широко используется при определении состава свободных аминокислот и связанных в структуре белков и пептидов.

Метод хроматографического разделения на бумаге основан на различной растворимости разделяемых веществ в двух мало смешивающихся жидкостях, одна из которых удерживается бумагой, а другая подвижна. Неподвижной фазой служат полосы фильтровальной бумаги, которые, будучи помещены во влажную камеру, удерживают до 20-22 % воды, оставаясь внешне сухими. В качестве подвижной фазы обычно применяют насыщенный водой органический растворитель. Чем больше растворимость аминокислот или пептидов в неподвижной фазе, тем медленнее они движутся при продвижении органического растворителя по бумаге и наоборот. Скорость движения будет определяться характерной для данного вещества в данной системе растворителей величиной коэффициента распределения α .

$$\alpha = \frac{C_{нф}}{C_{пф}},$$

где C – концентрация в подвижной (пф) и неподвижной (нф) фазе.

Следовательно, относительное расположение анализируемых веществ на хроматограмме для данной системы растворителей постоянно и характеризуется величиной коэффициента скорости движения R_f :

$$R_f = \frac{\text{расстояние анализируемого вещества от старта}}{\text{расстояние фронта растворителя от старта}}.$$

Следует тем не менее учитывать, что воспроизводимость значений R_f зависит от качества бумаги, постоянства температуры, степени чистоты растворителей, однотипности процедур и аппаратуры и др.

В методе бумажной хроматографии используют модификации – методы восходящей и нисходящей хроматографии, которые проводят в специальных хроматографических камерах. Для лучшего насыщения камеры ее стенки оклеивают фильтровальной бумагой, смоченной водой (иногда и органическим растворителем). Это применяется для предотвращения испарения растворителя при его продвижении по бумаге.

Хроматография в тонком слое основана на принципах распределительной и адсорбционной хроматографии.

В качестве носителей при тонкослойной хроматографии чаще всего используют измельченный силикагель или порошок целлюлозы, а также окись алюминия, кизельгур, крахмал, сефадекс и др. В последнее время широкое распространение получил метод разделения аминокислот на пластинках, покрытых ионообменной смолой. В качестве растворителей используют системы с органическими растворителями различной степени полярности. Тонкослойная хроматография имеет ряд преимуществ по сравнению с хроматографией на бумаге: она характеризуется быстротой разделения (30-60 мин в зависимости от размеров пластинки), большей чувствительностью метода (примерно в 10 раз) и устойчивостью слоя сорбента по отношению к агрессивным проявителям и нагреванию.

Хроматографию на пластинках проводят в закрытых стеклянных камерах, предварительно насыщенных парами растворителя, восходящим способом, при комнатной температуре или при нагревании, одномерно или двухмерно. Двухмерный способ (второй растворитель движется по пластинке в направлении, перпендикулярном первому) используют для повышения эффективности метода. Часто тонкослойную хроматографию сочетают с электрофорезом (метод пептидных карт). В этих случаях пробу на пластинку наносят в виде небольшого пятнышка ($d \sim 2-3$ мм) в один из

углов пластинки на расстоянии 20 мм от ее краев. При одномерном хроматографировании пробы на пластинку можно наносить в виде полос.

Многие коммерческие сорбенты для тонкослойной хроматографии содержат флуоресцентные красители, что позволяет идентифицировать разделяемые соединения, поглощающие в ультрафиолетовой области спектра.

В настоящее время разделение аминокислот (гидролизатов белков) методом тонкослойной хроматографии осуществляют на пластинках, покрытых тонким слоем ионообменной смолы полистирольной природы с сульфокислотными группировками (типа Дау экс 50×8) или ионообменной целлюлозой. Такие пластинки выпускаются промышленностью, например, "Фиксион 50×8" (Венгрия) или могут быть приготовлены в лаборатории.

Сочетание при разделении на пластинках "Фиксион" процессов ионообменной и тонкослойной хроматографии обуславливает высокую разрешающую способность этого метода.

Пластинки могут быть использованы для разделения аминокислот, олигопептидов, аминов и др.

1.2 Липиды

К липидам относятся природные органические соединения, нерастворимые в воде и растворимые в органических растворителях (хлороформе, эфире, бензоле и др.). Липиды выполняют в организме важнейшие биологические функции: они входят в состав клеточных мембран и других биологически активных структур, служат энергетическим материалом, выполняют защитную роль. Некоторые из этих веществ выполняют функции светочувствительных пигментов, гормонов и т.д.

Название одной из групп липидов, а именно – жиров (от греч. липос – жир) взято для обозначения класса в целом. Липиды – сборная группа химических соединений, не имеющая единой химической характеристики. В целом их можно рассматривать как класс органических соединений, большинство из которых принадлежит к сложным эфирам многоатомных или специфически построенных спиртов и высших жирных кислот.

В настоящее время известны различные системы классификации липидов. В зависимости от состава, строения и роли в организме сложилась следующая классификация липидов.

1. Простые липиды представлены двухкомпонентными веществами – сложными эфирами высших жирных кислот с глицерином, высшими или полициклическими спиртами. Сюда относятся: жиры (триглицериды) – сложные эфиры высших жирных кислот и трехатомного спирта – глицерина; воски – сложные эфиры высших жирных кислот и высших спиртов; стериды – сложные эфиры высших жирных кислот и полициклических спиртов – стеролов.

2. Сложные липиды имеют многокомпонентные молекулы, компоненты которых соединены химическими связями различного типа. К ним принадлежат: фосфолипиды, состоящие из остатков высших жирных кислот, глицерина или других многоатомных спиртов, фосфорной кислоты и азотистых оснований различной природы; гликолипиды, имеющие в составе наряду с многоатомным спиртом и высшей жирной кислотой также углеводы.

3. Неомыляемая фракция липидов. В нее входят свободные высшие жирные кислоты, высшие спирты и полициклические спирты (стеролы), производные стеролов – стероиды, жирорастворимые витамины, высшие гомологи предельных углеводородов и другие соединения.

Из простых липидов наибольшее практическое значение имеют нейтральные жиры, широко встречающиеся в биологических объектах. В некоторых органах и тканях животных их массовая доля достигает 90 %. Животные жиры более разнообразны по набору высших жирных кислот по сравнению с растительными. В их составе чаще встречаются высшие жирные кислоты с числом углеродных атомов от 20 до 24.

Наиболее часто и в большей пропорции в природных жирах встречаются олеиновая (в большинстве жиров ее более 30 %) и пальмитиновая кислоты (от 15 до 50 %).

Животные липиды имеют различную температуру плавления, что коррелирует со степенью непредельности входящих в их состав жирных кислот.

Животные жиры представляют собой смесь одноокислотных (или простых) и разноокислотных (или смешанных) триглицеридов в разных соотношениях. В них также присутствует небольшая доля ди- и моноглицеридов, а также свободных жирных кислот.

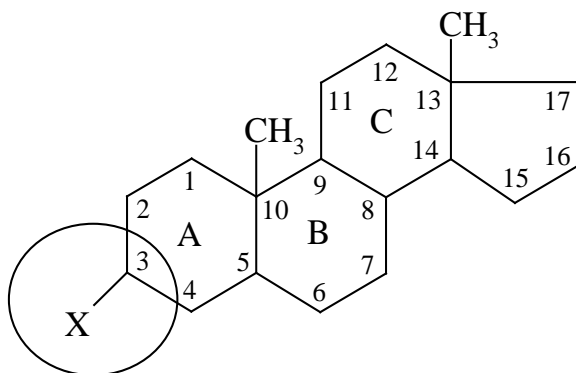
Триглицериды образуют оптические и геометрические изомеры, так как во многих случаях имеют асимметрический углеродный атом в остатке глицерина и одну или несколько двойных связей в радикалах кислотных остатков. Характерно, что непредельные высшие жирные кислоты в триглицеридах находятся, как правило, в цис-конфигурации, что сказывается на форме молекулы.

Помимо нейтральных триглицеридов, постоянной составной частью животных жиров являются липоиды, качественный состав которых представлен фосфатидами, стероидами, стероидами.

Фосфатида или глицерофосфолипиды – сложные эфиры глицерина, высших жирных кислот, фосфорной кислоты и азотистого основания.

Обладая асимметрическим строением (2-й углеродный атом остатка глицерина всегда асимметричен), фосфатида оптически активны и образуют соответствующие стереоизомеры. Вместе с тем им свойственна изомерия за счет перестановки остатков высших жирных кислот из α - в β -положение или наоборот.

В "сыром" жире содержатся также стероиды, которые широко распространены в природе, многочисленны (до 20 тыс. соединений) и выполняют разнообразные функции в организме. В основе их строения лежит циклическая группировка атомов, состоящая из восстановленного фенантрена и циклопентана. Эта циклическая группировка называется циклопентанопергидрофенантеном или стераном. Общий углеродный каркас стероидов имеет следующий вид:



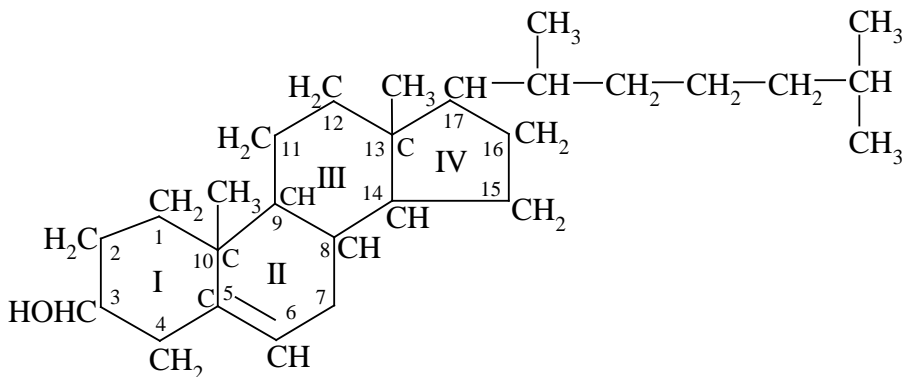
где X – OH или OR.

Стероиды делят на две группы: высокомолекулярные циклические спирты – стеролы и их сложные эфиры – стериды.

Массовая доля стеролов в жирах, как правило, относительно невелика и составляет менее 0,5 % к массе жира, иногда достигая 1 %.

Основным стеролом жиров животных и человека является холестерин (3 β -оксихолестен или Δ^5 -холестен-3 β -ол), тривиальное название происходит от греч. chole – "желчь" и stereos – "твердый".

Структурная формула холестерина:



Холестерин присутствует во всех животных липидах, в крови и яичном желтке и отсутствует (или присутствует в незначительном количестве) в липидах растений. Холестерин является структурным компонентом клетки, участвует в обмене желчных кислот, гормонов. 70-80 % холестерина от его общей массы в организме человека (250 г на 65 кг массы тела) синтезируется в печени и других тканях, около 20 % поступает с пищей.

Окраска животных жиров зависит от наличия каротиноидов – пигментов, окрашивающих жиры в желтый цвет и одновременно служащих провитаминами. Массовая доля каротинов в жирах зависит от условий откорма животных, достигая максимума при пастбищном откорме к осени. В жирах присутствуют жирорастворимые витамины групп А, Д, Е и К, однако массовая доля двух последних незначительна. Суммарная доля витаминных примесей служит показателем пищевой ценности жиров.

Роль липидов в технологии мясопродуктов многофункциональна:

- самостоятельный продукт питания (шпик);
- пищевые животные жиры;
- добавка в вареные колбасы в виде шпика и белково-жировых эмульсий;
- в составе самостоятельных пастообразных продуктов повышенной пищевой ценности на основе эмульсий;
- смеси для внутрикишечного зондового питания, источник липидов в которых тонко эмульгирован.

В связи с новыми представлениями о питании, необходимостью балансирования пищевых компонентов в составе продуктов, анализ жиров в настоящее время сводится не только к определению его массового содержания. Он связан с анализом жирнокислотного состава, пищевой, биологической ценности и других показателей.

Методы количественного определения суммарных липидов в сырье и пищевых продуктах разнообразны и отличаются способами анализа, приемами экстракции, применяемыми экстрагентами, подготовкой образцов к анализу, продолжительностью и условиями экстрагирования и т.д.

По способам анализа методы делятся на две группы:

- 1) методы определения массовой доли жира непосредственно в объекте (методы ядерного магнитного резонанса, инфракрасной спектроскопии, турбидиметрии, ультразвуковые и др.)
- 2) методы, связанные с предварительным извлечением липидов или жира. Эта группа объединяет методы, в которых липиды или жир извлекаются в органическую фазу с последующим их количественным определением гравиметрическим или другим способом.

Полное извлечение липидов из клеток или тканей представляет собой довольно трудную задачу, поскольку они являются весьма гетерогенной группой соединений, находящихся в клетках, как в свободном, так и в связанном состоянии. Причем в последнем случае липиды образуют более или менее прочные комплексы с гидрофильными компонентами клетки (белками, углеводами и др.). В образовании этих комплексов участвуют Ван-дер-Ваальсовы силы, гидрофобные взаимодействия, водородные и ковалентные связи. Преобладание того или иного типа связей обуславливает различную экстрагируемость связанных липидов из биологического материала.

В зависимости от степени экстрагируемости из клеток липиды условно разделяют на свободные, связанные и прочносвязанные. Свободные липиды легко переходят в слабополярные растворители (петролейный и диэтиловый эфир, хлороформ, бензол и др.), способные разрушать комплексы, образованные за счет гидрофобных взаимодействий и Ван-дер-Ваальсовых сил. Для извлечения связанных липидов, удерживаемых в комплексах водородными связями (например в липопротеидах мембран), применяют более полярный растворитель (метанол или этанол) в смеси со слабополярными. Прочносвязанные липиды, удерживаемые ковалентными связями, выделяют после гидролиза комплекса слабыми растворами кислот или щелочей в органическом растворителе.

По приемам экстракции и полноте извлечения липидов или жира эти способы можно разделить на три подгруппы:

- методы экстракции сырого жира из измельченного обезвоженного материала неполярным или слабополярным растворителем;

- методы экстракции сырого жира из измельченного невысушенного материала полярным растворителем или его смесью со слабополярным или полярным растворителем;

- методы экстракции сырого жира из бесклеточного или полностью разрушенного (гидролизом, гидродинамической кавитацией) клеточного материала полярным растворителем или его смесью со слабополярным растворителем.

Отличительной особенностью методов 1-й подгруппы является извлечение главным образом только свободных липидов, которые сорбированы и механически удерживаются гелевой частью клетки. Эти методы, как правило, предполагают использование специальных приборов и аппаратов, в том числе на основе аппарата Сокслета.

Главная особенность методов 2-й подгруппы – обеспечение оптимальных условий для максимального извлечения липидов из клеточного материала, не подвергнутого разрушению химическим или физическим способом. Однако отсутствие специальных экстракторов приводит, как правило, к потере экстракта при отделении липидов от нелипидной части и других операциях.

Методы 3-й подгруппы можно условно отнести к приемам, обеспечивающим практически полное выделение липидов, в том числе и прочносвязанных. Условность связана с тем, что химическое разрушение клеточного материала при гидролизе изменяет

фракционный состав выделяемых липидов, а физическое – не затрагивает липиды, связанные с белками ионной связью, в том числе через ионы двухвалентных металлов. К методам 3-й подгруппы примыкают методы концентрирования жира в бутиромерах с помощью поверхностно-активных веществ. В последнее время в оценке полного содержания липидов, а также количества прочносвязанных липидов в различных пищевых продуктах и биологических объектах, нашел применение метод динамической кавитации.

Большинство липидов легко окисляется вследствие наличия в их структуре двойных связей, поэтому для их экстракции следует применять возможно более чистые органические растворители, не содержащие следов окислителей.

Для экстракции липидов применяют смесь из двух-трех растворителей. Суммарные липиды извлекают чаще всего смесью хлороформа и метанола в объемных отношениях 2:1, 1:1 и 1:2 или этанола и диэтилового эфира (3:1, 1:1). Наиболее распространенным способом является метод Фолча – экстракция смесью хлороформа и метанола (2:1), позволяющий извлекать 90-95 % всех клеточных липидов. Преимуществом метода Фолча является то, что используемая смесь растворителей не проявляет селективности по отношению к тем или иным группам липидов.

Для определения массовой доли суммарных липидов предварительно обезвоженный образец ткани экстрагируют петролейным эфиром, диэтиловым эфиром или смесью эфира и спирта.

Полное извлечение липидов из тканей достигается путем многократной экстракции летучим растворителем в аппарате Сокслета. Все части аппарата плотно соединяются между собой при помощи шлифов. Пары эфира из экстракционной колбы при нагревании поднимаются по трубке экстрактора и попадают в холодильник. Здесь они охлаждаются, сгущаются и каплями стекают в экстрактор, где в бумажной гильзе находится исследуемый материал. Гильза постепенно наполняется эфиром, который экстрагирует жир из ткани. Когда уровень эфира становится выше верхнего колена сифонной трубки, эфир вместе с растворенным в нем жиром стекает в нижнюю часть аппарата - экстракционную колбочку. Жир остается в колбочке, а пары эфира снова поднимаются и экстрагируют новую порцию жира. Исследуемое вещество, подвергаясь многократной

повторной экстракции, полностью обезжиривается. Жир перемещается в колбочку.

Массовую долю экстрагированных липидов определяют гравиметрически или колориметрически.

1.3 Углеводы

К классу углеводов относят органические соединения, содержащие альдегидную ($\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$) или кетонную (

$\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$) группу и несколько спиртовых гидроксильных. Их

элементарному составу соответствует общая формула $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n$, однако название класса и эмпирическая формула не отражают химический характер и особенности строения этих соединений, обуславливающие многообразие свойств углеводов. Это предопределяет характер участия углеводов в процессах жизнедеятельности и построении тканей животных и растений. Основными физиологическими функциями углеводов являются структурная, энергетическая и метаболическая.

Как правило, в животных организмах большинство углеводов выполняют роль энергетических субстратов, при окислении которых выделяется энергия, необходимая для протекания химических реакций, и рассматриваются как резервные. Наряду с этим промежуточные продукты окисления углеводов используются для синтеза многих других органических соединений.

Углеводы делят на две группы: простые и сложные. Простые углеводы не подвергаются гидролизу, сложные – гидролизуются с образованием простых углеводов.

Среди сложных углеводов выделяют группу олигосахаридов и группу полисахаридов. Олигосахариды – сахароподобные сложные углеводы, характеризующиеся сравнительно невысокой молекулярной массой, хорошей растворимостью в воде, легкой кристаллизацией и, как правило, сладким вкусом. Полисахариды – высокомолекулярные сложные углеводы с молекулярной массой порядка сотен тысяч.

Полисахариды отличаются друг от друга химической природой повторяющихся моносахаридных единиц, степенью разветвления и длиной цепи. Полисахариды не содержат свободных редуцирующих групп, поэтому не обладают восстанавливающей способностью. Полный гидролиз полисахаридов в присутствии кислот или специфических ферментов приводит к образованию моносахаридов, обладающих редуцирующими свойствами.

Различают гомополисахариды, содержащие остатки монополисахарида одного вида, и гетерополисахариды, состоящие из остатков моносахаридов двух или более видов, регулярно или нерегулярно чередующихся в молекуле.

Полисахариды либо нерастворимы в воде, либо образуют растворы, напоминающие по свойствам коллоидные, что обусловлено высокой молекулярной массой растворенных частиц. Полисахариды не образуют явно оформленных кристаллов, лишь некоторые из них обладают псевдокристаллическим строением. Сладкий вкус для них не характерен.

К числу наиболее важных природных гомополисахаридов принадлежат крахмал, гликоген, клетчатка, декстран, хитин.

Гликоген, содержащийся в мясе и мясопродуктах, служит резервным питательным веществом, вследствие чего за ним сохраняется название "животный крахмал". Массовая доля гликогена в печени животных достигает 20 %, в мышцах – 4 %. Содержание углеводов зависит от степени упитанности животного. В мышцах плохо откормленных, истощенных, голодных и больных животных гликогена в 2-3 раза меньше, чем у животных нормального физиологического состояния.

Гликоген имеет много общих свойств с крахмалом. Например, гликоген дает цветную реакцию с йодом. При взаимодействии крахмала и гликогена с йодом образуются комплексные адсорбционные соединения, окрашенные в реакции с крахмалом в синий, а с гликогеном – в красно-бурый цвет. Различие в цвете комплексов обусловлено некоторыми особенностями химической структуры крахмала и гликогена.

Гликоген сравнительно хорошо растворяется в горячей воде с образованием сильно опалесцирующих растворов. Как и крахмал, гликоген высаливается из коллоидного раствора при 33 °С сульфатом

аммония или сульфатом натрия, подобно белкам осаждается двойным объемом спирта и эфиром в виде белого хлопьевидного осадка.

Промежуточными продуктами гидролиза гликогена являются декстрины и мальтоза, конечным – Д-глюкоза. Гликоген оптически активен, причем удельное вращение его растворов близко к таковому для крахмала.

Структура молекулы гликогена идеально удовлетворяет его прижизненным функциям как глюкозного депо, служащего источником энергии. При интенсивной работе, когда доступ кислорода к тканям затруднен, быстрое окисление с выделением энергии протекает по анаэробному пути (гликогенолиз). При этом дефицит энергии восполняется за счет отщепления и окисления фосфорного эфира глюкозы сразу с нескольких ветвей молекулы гликогена.

При жизни организма образовавшийся в результате гликогенолиза лактат с помощью регуляторных механизмов снова вовлекается в метаболизм.

В послеубойный период лактат накапливается в мышцах и выступает фоном для развития автолитических превращений мышечной ткани, формирования предшественников букета вкуса и аромата, присущего созревшему мясу. Малая массовая доля гликогена в мясе и мясопродуктах отдает предпочтение растениям в покрытии норм потребления углеводов в питании человека. Однако в технологии переработки и хранения мяса он играет весьма существенную роль по ряду причин:

1. Гликоген непосредственно влияет на формирование функционально-технологических характеристик мясного сырья (ВУС, ЖУС, ВСС, липкость, эмульгирующая способность, структурно-механические свойства), так как его автолитические превращения в послеубойный период являются пусковым механизмом для процесса созревания мяса, сопровождающегося конформационными и гидролитическими изменениями мышечных и соединительнотканых белков, что оказывает решающее влияние на консистенцию мяса и мясных продуктов, приобретение нежности и сочности, накопление химических предшественников вкуса и аромата, кулинарно обработанного созревшего мяса (свободных аминокислот, нуклеотидов, низкомолекулярных пептидов, органических кислот и других соединений).

2. Продукты распада гликогена – моносахариды (глюкоза, декстроза и др.) наряду с поваренной солью и нитритом натрия

являются важными ингредиентами в составе посолочных смесей при производстве колбасных и соленых штучных изделий для достижения эффекта стабилизации окраски продуктов.

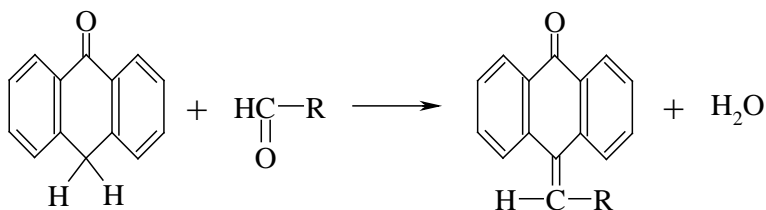
В связи с этим, анализ гликогена, определение глубины его распада и образующихся продуктов необходимы в технологических целях.

Количество гликогена в свежих мышцах указывает на упитанность животного, а динамика количественного изменения гликогена в процессе хранения и переработки свидетельствует о глубине автолитических превращений.

Количество гликогена легко определить по цветной реакции с антроном. Метод сравнительно нетрудоемок и пригоден для массовых определений.

Метод состоит из следующих основных операций: гидролиз белков щелочью, выделение гликогена из раствора этиловым спиртом, промывание гликогена и его растворение, реакция с антроном и развитие окраски, измерение интенсивности окраски.

При нагревании образцов тканей с концентрированным раствором щелочи происходит гидролиз белков, при этом гликоген освобождается из клеток. Гликоген не растворяется в спирте, он выпадает в осадок при добавлении довольно большого объема спирта. Прибавление сюда же нескольких капель концентрированной серной кислоты способствует осаждению гликогена вследствие образования сульфата аммония.



Нагревание промытого осадка гликогена с антроном (высокоспецифичным реактивом на углеводы), растворенным в концентрированной серной кислоте, приводит к гидролизу гликогена до глюкозы вследствие каталитического действия серной кислоты и к развитию окраски при реакции между глюкозой и антроном по схеме:

По интенсивности окраски судят о количестве глюкозы. Развившаяся окраска пропорциональна количеству взятой глюкозы в пределах от 10 до 100 мкг в пробе.

Окрашенный от зеленого до сине-зеленого цвета продукт реакции имеет максимум поглощения при длине волны 620 нм. Интенсивность окраски раствора измеряют на спектрофотометре, фотоэлектроколориметре или фотометре с красным светофильтром с максимумом пропускания при той же длине волны.

С развитием технологической науки значительно возрос ассортимент мясных продуктов, включая традиционные и комбинированные. Для образования мясных структурированных систем, придания специфических свойств и вкуса, повышения выхода все шире используются различные полисахариды и другие углеводы, не характерные для мяса.

Особого внимания заслуживает применение в рецептурных композициях мясопродуктов физиологически полезных балластных веществ. Это главным образом структурные (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин и т.д.) и неструктурные (альгинаты, камеди и т.д.). Полисахариды растений в соответствии с современной научно-обоснованной теорией адекватного питания должны строго дозироваться.

Целлюлоза – прочное, волокнистое, водонерастворимое соединение, фибриллы которого образуют каркас растительных клеток. Этот внеклеточный структурный полисахарид – самый распространенный в природе биополимер. Линейная неразветвленная цепь целлюлозы состоит из 10000 и более остатков D-глюкозы, связанных друг с другом (1-4)-гликозидными связями в β -конфигурации. Такой вид соединения мономеров не гидролизуется α -амилазой и другими ферментами желудочно-кишечного тракта.

Полисахариды гемицеллюлоз относятся к гетерополимерам разной степени ветвления. В их состав входят ксиланы, ксилоглюканы, арабинаны, различные галактаны и маннаны. Углеводный состав гидролизатов гемицеллюлоз пищевого и непищевого сырья в основном идентичен. Он включает гексозы (глюкозу, галактозу, маннозу, глюкуроновую, галактуроновую кислоты) и пентозы (ксилозу, арабинозу, рамнозу).

Пектин также относится к группе полисахаридов. Его макромолекулы представляют собой цепь, построенную из остатков D-

галактуроновой кислоты, соединенных по месту 1-4 углеродных атомов α -связью. В состав молекул входят свободные и метилированные карбоксилы, частично нейтрализованные кальцием и магнием. Пектиновые вещества содержатся в срединной пластинке клеточной стенки и выполняют роль связующего компонента. Водные растворы их обладают желирующими и гелеобразующими свойствами. В цементирующий матрикс растительных клеток входит также полимер лигнин, обладающий хорошими сорбционными свойствами.

Свойствами балластных веществ обладают и негидролизующиеся в кишечнике гликозаминогликаны (мукополисахариды), содержащиеся в межклеточном веществе животных тканей. Наибольшее количество этих структурных полисахаридов содержится в соединительной ткани, легких, крови.

К балластным веществам животного происхождения относят нерастворимый полисахарид хитин. Из него состоят панцири омаров, крабов, а также многих насекомых. В некоторых странах уже освоено производство этого биополимера.

Ряд ученых считают физиологически полезными веществами и отдельные элементы продуктов реакции Майяра. Образующиеся в процессе тепловой обработки белков и редуцирующих сахаров меланоидины становятся резистентными к действию пищеварительных ферментов.

Получает развитие производство синтетических биополимеров, которые при употреблении в пищу могут быть использованы в качестве балластных веществ. К ним относятся многие фармацевтические препараты, а также различные виды модифицированной целлюлозы, применяемой в качестве пищевой добавки.

Анализ этих веществ необходим при расчете сырья рецептурных композиций, для придания продуктам лечебно-профилактических свойств, обеспечения физиологических норм питания и поддержания здоровья человека.

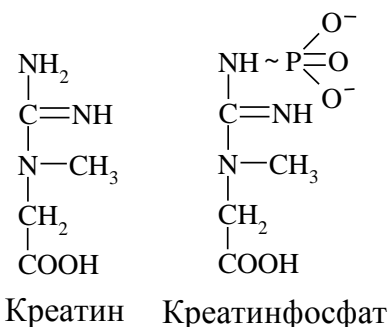
1.4 Фосфорорганические соединения

Фосфорорганические соединения при жизни животных играют роль запасников энергии. После убоя животных многие фракции этих

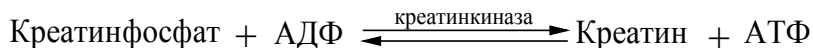
веществ участвуют в образовании специфического вкуса мясных продуктов. Особая роль отводится креатинфосфату (КрФ), аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ) и их производным.

Креатин (метилгуанидиноуксусная кислота) является обязательной составной частью поперечнополосатой мускулатуры. Содержание креатина в скелетных мышцах достигает 400-500 мг %, в сердечной мышце креатина в 2-3 раза меньше. Креатин присутствует также в ткани мозга (около 100 мг %) и в значительно меньших количествах в паренхиматозных органах (10-50 мг %).

В мышечной ткани креатин содержится как в свободном виде, так и в виде фосфорилированного производного (креатинфосфата, фосфокреатина) – макроэргического соединения, представляющего собой депо легко утилизируемой энергии:



Креатинфосфат участвует в обратимом переносе фосфорильного остатка с креатинфосфата на АДФ, реакция катализируется креатинкиназой:



Это единственная ферментативная реакция с участием креатинфосфата.

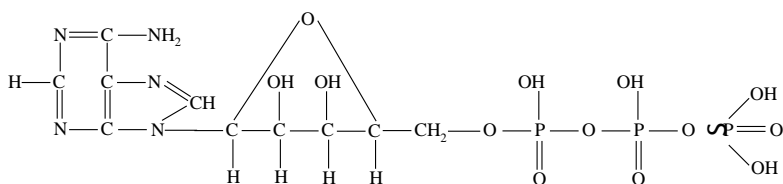
Соотношение количеств свободного креатина и креатинфосфата в мышечной ткани зависит от физиологического состояния мышцы. При сокращении происходит распад АТФ, но за

счет креатинкиназной реакции при наличии креатинфосфата происходит ее регенерация, что в итоге приводит к увеличению свободного креатина и уменьшению креатинфосфата. В покое синтез АТФ превалирует над распадом и приводит к синтезу и накоплению в ткани креатинфосфата.

Креатинфосфат, являясь источником энергии для мышечных сокращений, представляет собой важнейший компонент мышечной ткани. По сравнению с АТФ креатинфосфат характеризуется более высоким потенциалом переноса высокоэнергетических фосфатных групп. Если имеющееся в мышце количество АТФ может поддерживать ее сократительную активность на протяжении доли секунды, то в целом, резерва энергии АТФ и креатинфосфата хватает на 10-12 с мышечной работы. Дальнейшее понижение энергетического потенциала мышцы приводит к стимулированию гликолиза и гликогенолиза, цикла карбоновых кислот и окислительного фосфорилирования. В среднем концентрация креатинфосфата в скелетных мышцах позвоночных в 4-5 раз превышает концентрацию АТФ.

Уровень креатинфосфата зависит от упитанности животного и степени тренированности мышц. Определение креатинфосфата в мышцах имеет большое значение для выявления уровня физического развития и физиологического состояния животного. Массовая доля креатинфосфата в мышцах больных животных, как правило, значительно понижается.

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ):



занимает центральное место в обмене веществ, являясь универсальным источником энергии для биохимических реакций. Так, для гликолитических реакций организм человека в сутки расходует около 0,5 кг АТФ. При дефосфорилировании 1 моля АТФ освобождается 33,6-42,0 кДж энергии.

Массовая доля АТФ в мышцах составляет в среднем 30,0-45,0 мг%. Уровень АТФ является также показателем физического и

физиологического состояния животного, снижаясь при мышечном утомлении и дегенеративных процессах. В послеубойный период эти вещества вносят существенный вклад в формирование вкуса мяса при созревании.

После убоя животного в мышечной ткани под воздействием ферментов органические фосфаты распадаются, в связи с чем уменьшается содержание органического фосфора и увеличивается количество более простых азотистых продуктов и неорганических фосфатов.

Фосфорорганические соединения входят в группу экстрактивных веществ и в технологии мясных продуктов являются компонентами вкуса. Важнейшими из них являются креатин, креатинин и креатинфосфорная кислота.

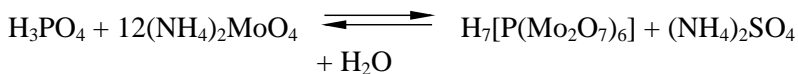
К группе фосфорорганических соединений относится кроме АТФ и ее производные: АДФ, АМФ.

Принципы методов определения фосфорсодержащих органических соединений основаны на способности неорганического фосфата давать цветные реакции.

Модифицированный колориметрический метод Фиске-Субарроу применяется при определении АТФ, КрФ и других соединений.

Метод основан на измерении нарастания массовой концентрации неорганического фосфора в безбелковом фильтрате после кислотного гидролиза.

Неорганический фосфор определяют колориметрически. Суть метода состоит в том, что при обработке раствора, содержащего фосфор, молибдатом аммония в кислой среде образуется фосфорно-молибденовая кислота $H_7[P(Mo_2O_7)_6]$.



При взаимодействии с восстановителем фосфорно-молибденовая кислота образует смесь комплексов, содержащих молибден в различных валентностях, которая растворима в воде и называется молибденовой синью.

Интенсивность синей окраски пропорциональна концентрации фосфора в растворе и может быть измерена фотоколориметрически.

Модификации метода связаны с применением различных восстановителей (амидола, аскорбиновой кислоты и др.) при соответствующей кислотности среды.

1.5 Вода

Вода – важнейший компонент всех пищевых продуктов. Воду нельзя рассматривать как просто инертный компонент или универсальный растворитель для пищевых веществ. Она является не только преобладающим компонентом большинства пищевых продуктов, но и оказывает предопределяющее влияние на многие качественные характеристики пищевых продуктов.

Вода в пищевых продуктах может находиться в самых разнообразных формах связи. При этом энергия связи имеет решающее значение.

Связь влаги осуществляется межмолекулярными силами (Ван-дер-Ваальсовы силы). Ван-дер-Ваальсовы силы взаимодействия имеют место на расстоянии до 0,1-1,2 мкм, т.е. значительно больше самих молекул. Энергия Ван-дер-Ваальсового взаимодействия колеблется в пределах 0,42-4,20 кДж/моль.

Особым видом межмолекулярного взаимодействия является водородная связь. Она проявляется между ковалентно связанным атомом водорода и электроотрицательными атомами (кислород, фтор, азот), которые принадлежат к той же или другой молекуле. Энергия водородной связи равна 21,0-29,4 кДж/моль, что лишь на один порядок меньше энергии химического взаимодействия.

По величине и энергии связи различаются четыре формы связи влаги: химически связанная, адсорбционно-связанная, осмотически связанная, капиллярно-связанная.

Химически связанная влага представляет воду гидратов, связанную в виде гидроксильных ионов, и конструкционную воду кристаллогидратов, связанную значительно слабее. Химическое связывание влаги в строго определенных молекулярных соотношениях происходит при химической реакции (гидратации). При этом вода входит в состав новообразованного вещества. При кристаллизации из раствора вода входит в структуру кристалла целыми молекулами.

Адсорбционно-связанная влага обусловлена взаимодействием молекул, адсорбента и молекул воды. Большую часть адсорбционно-связанной влаги в животных тканях мясopодуlктов составляет влага,

которая образует сольватную оболочку молекул белковых веществ и гидрофильных коллоидов. Часть адсорбционной влаги входит в состав сольватных оболочек гидрофобных коллоидов.

Осмотически связанная влага является свободной в том смысле, что ей соответствует весьма малая энергия связи. Влага поглощается без выделения тепла и сжатия системы. Осмотически связанная влага диффундирует внутри тела в виде жидкости через стенки клеток благодаря разности концентрации внутри и вне клеток.

К капиллярно-связанной относится влага макрокапилляров. Эта часть воды находится в капиллярах (порах), средний радиус которых

10^{-7} м. Капиллярная влага перемещается в теле как в виде жидкости, так и в виде пара. Различают два состояния капиллярной влаги: стыковое, когда влага разобщена в виде манжеток (защемленная вода), и канатное состояние, когда клинья жидкости соединены между собой, образуя непрерывную жидкую пленку, обволакивающую дисперсные частицы тела.

Роль воды в технологии мясных продуктов необычайно важна и многообразна, и именно она во многом предопределяет состояние мяса и мясопродуктов в процессах переработки и хранения.

Вид или форма связи влаги с продуктом определяют технологические показатели продукта и его реологические свойства. В среднем содержание влаги в мясопродуктах колеблется в пределах 40-60% в колбасных изделиях, до 80% в свежем мясе.

Влажность продуктов весьма важный показатель при оценке качества мясных продуктов, который влияет на хранимость, выход, консистенцию и другие технологические характеристики. В аналитической практике применяются различные методы и их модификации, в основе которых лежит гравиметрическое определение после предварительного высушивания исследуемых образцов.

1.6 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1.6.1

АНАЛИЗ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕЛКОВ НА ОСНОВЕ ИХ РАСТВОРИМОСТИ

Белки мяса и мясопродуктов можно подразделить на растворимые в воде (белки саркоплазмы), растворимые в солевых растворах (белки миофибрилл) и нерастворимые в водно-солевых растворах, условно называемые белками стромы.

Водорастворимые саркоплазматические белки включают миоген, миоглобин (природный пигмент), миоальбумин, глобулин X.

К солерастворимым (миофибриллярным) белкам относятся миозин, актин, тропомиозин, тропониновый комплекс.

Фракция стромы включает белки, входящие в состав сарколеммы и внутримышечной соединительной ткани, объединяющей мышечные волокна в пучки, а также белки ядер. Она объединяет белки: коллаген, эластин, ретикулин, а также гликопротеиды – муцины и мукоиды. Последние представляют собой слизистые белки, выполняющие защитные функции и облегчающие скольжение мышечных пучков. Все эти белки можно извлечь щелочными растворами. На практике их часто называют "щелочерастворимая белковая фракция мышечной ткани".

Количественное соотношение различных фракций, их состояние определяет не только технологические свойства сырья и продуктов, но и их биологическую ценность.

Для анализа белковых веществ используют много методов, включая различные модификации метода Кьельдаля, фотометрические методы с использованием спектрофотометров и фотоэлектроколориметров.

На основе информации о количественном соотношении белковых фракций возможно реальное прогнозирование функционально-технологических свойств сырья, особенно в получении продуктов заданного качества.

Объекты исследования: мышцы разных видов животных (говядина, свинина, баранина) аналогичных анатомических участков, образцы соединительнотканых образований и внутренних органов.

Материалы, реактивы, оборудование: дистиллированная вода; солевой раствор Вебера; раствор с массовой долей гидроксида натрия 10 %; сывороточный альбумин; биуретовый реактив; фотоэлектроколориметр; часовое стекло; пипетки; пробирки; технические весы; колбы вместимостью 100 см³ мерные цилиндры вместимостью 10 см³; фильтровальная бумага.

Подготовка проб. Мышцы животных разных видов (говядина, свинина, баранина) аналогичных анатомических участков или произвольно тщательно освобождают от жира и прирезают соединительной ткани. Навеску 3-4 г тщательно измельчают ножом на часовом стекле. К навеске измельченного сырья приливают дистиллированную воду в соотношении 1:6 (по массе) и ведут экстракцию на холоде при 0 °С в течение 30 мин. Затем фильтрованием отделяют осадок. Фильтрат используют для количественного определения белков.

Осадок с фильтра количественно переносят в фарфоровую ступку, растирают с песком и приливают солевой раствор Вебера в соотношении 1:6 к первоначальной навеске мышечной ткани. Экстракцию ведут при 0 °С в течение 20 мин. По истечении указанного времени экстракт отделяют фильтрованием. Фильтрат используют для количественного определения солерастворимых белков, а осадок подвергают обработке.

Осадок количественно переносят в термостойкую пробирку, добавляют 10 см³ раствора гидроксида натрия с массовой долей 10 % и нагревают на водяной бане с температурой до 96 °С. Полученный раствор после охлаждения фильтруют. Надосадочную жидкость декантируют и используют для количественного определения белков стромы.

Ход работы. Для проведения цветной реакции к 1 см³ исследуемых растворов белков (фракции: водорастворимая, солерастворимая и щелочерастворимая) добавляют 4 см³ биуретового реактива. Смесь оставляют при температуре (20±5) °С в течение 30 мин. По истечении времени образования окрашенного комплекса измеряют оптическую плотность раствора при длине волны 540-560 мкм на фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром.

Для того чтобы практически определить содержание белка в любой из фракций мышечной ткани, нужно снять показатели оптической плотности D_1 , найти это значение на оси ординат

калибровочного графика и определить соответствующую концентрацию на оси абсцисс.

Массовую долю соответствующих белковых фракций (X, %) определяют по формуле:

$$X = 100 (c \cdot v) / a,$$

где c – концентрация белка, найденная по калибровочному графику, мг/см³; v – объем пробы после экстрагирования соответствующей белковой фракции, см³; a – масса навески мышечной ткани, мг. Подставив полученные значения концентрации белка, найденной по калибровочному графику, в формулу, рассчитывают содержание водорастворимых, солерастворимых и щелочерастворимых белков.

Оформление результатов. Подготовив образцы мышечной ткани определенного вида животных, проведя фракционирование, измерение оптической плотности, выполняют расчеты и оформляют результаты в виде таблицы:

Наименование образцов	Содержание белков						Всего	
	Водорастворимых		Солерастворимых		Щелочерастворимых			
	мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%

После заполнения таблицы рекомендуется проанализировать данные для одного и нескольких видов животных, различных тканей, сформулировать заключение по работе.

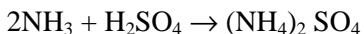
Лабораторная работа № 1.6.2

АНАЛИЗ СУММАРНЫХ БЕЛКОВ В ЖИВОТНЫХ ТКАНЯХ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРОБ

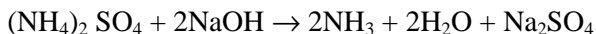
Контроль и оценка качества мяса и мясных изделий по массовой доле белка как при проведении научно-исследовательских работ, так и в условиях производственных лабораторий требует наличия ускоренных, нетрудоемких и достаточно точных методов анализа.

Классическим методом определения массовой доли белков в мясе и мясопродуктах является метод Кьельдаля, предложенный для определения общего азота в различных материалах в 1883 г. За многие годы его применения появилось много модификаций, во многих из которых сохранились все основные стадии оригинального метода Кьельдаля – минерализация, отделение аммиака дистилляцией и титрование.

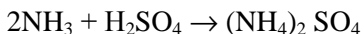
Минерализация проводится нагреванием навески с концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора (ртутно-кадмиевая соль, сульфатная смесь или перекись водорода). Выделившийся аммиак вступает в реакцию с избытком концентрированной серной кислоты с образованием сульфата аммония:



Для выделения аммиака сульфат аммония разлагают концентрированным гидроксидом натрия:



Выделившийся аммиак поглощается титрованными растворами серной кислоты:



Избыток серной кислоты оттитровывают гидроксидом натрия и по количеству связанной кислоты вычисляют количество поглощенного аммиака или соответствующее ему количество азота.

Используемые на практике методы количественного определения белков основаны на анализе составных частей макромолекул или исследовании некоторых физических свойств их растворов, изменяющихся в прямой зависимости от концентрации.

В связи с этим интерес представляют фотометрические методы определения белков в мясе и мясных продуктах, которые отличаются высокой чувствительностью и точностью, требуют значительно меньших затрат времени, чем классический метод Кьельдаля. Для фотометрического анализа применяют различные типы фотоэлектроколориметров и спектрофотометров, которые удобны в работе и выпускаются отечественной промышленностью.

В группе методов определения суммарных белков в животных тканях на основе минерализации проб основное время занимает минерализация пробы, продолжительность которой благодаря подбору эффективных катализаторов составляет 2-2,5 ч. Последующее проведение цветной реакции и фотометрирование не превышают 30-40 мин, при этом одновременно можно анализировать серию проб.

Часто массовую долю белка в тканях и продуктах определяют по массовой доле азота, являющейся характерным показателем элементарного состава белков. Массовая доля азота для многих белков близка к 16 %, поэтому массовое содержание белковых веществ вычисляют, умножая полученную массу азота на коэффициент 6,25, который выводят путем деления: $100:16 = 6,25$. Для определения массового содержания белков соединительной ткани пользуются коэффициентом 5,62, принимая во внимание, что массовая доля азота в коллагене 17,8 %. При использовании метода не учитывается небелковый азот продуктов.

Объекты исследования: образцы мышечной, соединительной ткани, внутренних органов или кровь убойных животных.

Материалы, реактивы, оборудование: серная кислота плотностью 1840 кг/м³; раствор соляной кислоты молярной концентрацией 1 моль/дм³; перекись водорода; сульфат аммония; хлорат кальция; гидроксид натрия; фенол; нитропруссид натрия; тиосульфат натрия; гипохлорит или дихлоризоцианурат натрия; йодид калия; карбонат натрия; установка Кьельдаля, фотоэлектроколориметр.

Подготовка проб к анализу. Исследуемые образцы тщательно измельчают (ножом или на мясорубке). В колбу Кьельдаля вместимостью 50 см³ вносят 0,2 см³ сыворотки крови или взвешивают на аналитических весах 0,15-0,20 г ткани (мышцы, сухожилия, почки, печени и др.). При помощи кусочка стекла навеску опускают на дно колбы. Добавляют 1-2 см³ концентрированной серной кислоты (плотностью 1840 кг/м³), 1 г смеси сульфата меди и сульфата калия в качестве катализатора. Содержимое колбы нагревают в вытяжном шкафу. Когда смесь приобретет коричневую окраску, колбу снимают с огня, охлаждают при комнатной температуре, добавляют 2-3 см³ раствора Н₂О₂ с массовой долей 30 % и продолжают нагревать до получения бесцветного минерализата. Минерализат используют для количественного определения белка.

Порядок выполнения. Минерализат охлаждают, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см³, объем доводят до метки дистиллированной водой, содержимое перемешивают.

В мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят 5 см³ полученного раствора минерализата, повторно доводят объем до метки дистиллированной водой. Для проведения цветной реакции 1 см³ вторично разбавленного минерализата вносят в пробирку, добавляют последовательно 5 см³ реактива 1 и 5 см³ реактива 2, содержимое пробирки перемешивают. Одновременно готовят контрольный раствор, используя при этом контрольный минерализат (проба с использованием дистиллированной воды). Через 30 мин определяют оптическую плотность растворов на фотоэлектроколориметре с красным светофильтром. Измерение проводят в сравнении с контрольным раствором.

По полученной величине оптической плотности с помощью калибровочного графика определяют концентрацию азота.

Массовую долю белка (X, %) определяют по формуле:

$$X = [C \cdot 250 \cdot 100 / (m_0 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 10^6)] (100 - 6,25),$$

где С – концентрация азота, найденная по калибровочному графику, мкг/см³; 250 – объем минерализата после первого разведения, см³; 100 – объем минерализата после вторичного разведения, см³; m₀ – масса навески, г; 5 – объем разбавленного минерализата для вторич-

ного разведения, см^3 ; 1 – объем раствора, взятые для проведения цветной реакции, см^3 ; 10 – множитель для перевода мкг в г ; 100 – множитель для перевода в проценты; 6,25 – коэффициент пересчета на белок.

Приготовление реактивов. Реактив 1: 10 г фенола и 0,05 г нитропрусида натрия растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 см^3 и объем раствора доводят до метки.

Реактив 2: 5 г гидроксида натрия растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 см^3 . После охлаждения добавляют исходный раствор гипохлорита натрия из расчета достижения его массовой концентрации 0,42 г/дм^3 или 0,2 г дихлоризоцианурата натрия. Объем раствора доводят дистиллированной водой до метки.

Приготовленные растворы хранят в темной посуде в холодильнике не более 2 мес.

Оформление результатов. Полученные экспериментальные и расчетные данные оформляют в виде таблицы, форма которой приведена ниже.

Объект исследования	Оптическая плотность раствора	Концентрация азота по калибровочному графику, мкг/см^3	Массовая доля в образце, %	
			азота	белка

На основании анализа результатов делают выводы и заключение по работе.

2 ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНОГО СЫРЬЯ

2.1 Понятие о функционально-технологических свойствах мясного сырья

Мясное сырье многокомпонентно, вариабельно по составу и свойствам, что приводит к значительным колебаниям в качестве готовой продукции. В связи с этим особенно важное значение приобретает информация о функционально-технологических свойствах различных видов основного сырья и его компонентов, влиянии вспомогательных материалов и внешних факторов на характер их изменения.

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

Под функциональными свойствами изолированных белков принято понимать широкий комплекс физико-химических характеристик, определяющих их поведение при переработке и хранении, обеспечивающих желаемую структуру, технологические и потребительские свойства готовых продуктов.

Физическая структура и свойства не подвергнутого термической обработке мясного фарша близки к классическим эмульсиям.

В классическом определении под эмульсией понимают дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой, диспергированные в коллоидном состоянии. Жир – неполярное вещество и плохо (0,5 %) растворимо в воде. Однако при определенных условиях (наличие эмульгаторов и стабилизаторов, высокие температуры, ультразвуковые и импульсные воздействия) в системах жир - вода могут образовываться водо-жировые эмульсии прямого (жир в воде) и обратного (вода в жире) типа.

Стойкость эмульсий во многом зависит от наличия в системе эмульгаторов - веществ, имеющих в составе полярные и неполярные группы.

В мясной эмульсии, образуемой в результате интенсивного механического измельчения тканей, дисперсная система состоит из дисперсной фазы - гидратированных белковых мицелл и жировых частиц различных размеров и из дисперсионной среды -раствора белков и низкомолекулярных веществ. В мясной эмульсии белок и вода образуют матрицу, которая окружает жир, т.е. колбасный фарш - эмульсия жира в воде, при этом солерастворимые белки являются эмульгаторами и стабилизаторами эмульсии. По убыванию величины эмульгирующей способности (ЭС) белки мышечных волокон располагаются в последовательности: актин (без NaCl), миозин, актомиозин, саркоплазматические белки, актин в растворе соли молярной концентрацией 0,3 моль/дм³.

Подобного рода мясные эмульсии относят к коагуляционным структурам, частицы которых связаны силами межмолекулярного взаимодействия в единую пространственную сетку (каркас). Сопоставление ЭС различных высокомолекулярных веществ показывает, что во всех случаях они стабилизируют эмульсии, образуя трехмерные сетчатые структуры с близкими геометрическими свойствами. Стабилизация эмульсий, обусловленная особыми структурно-механическими свойствами адсорбционных межфазных слоев, может привести к повышению устойчивости этих дисперсных систем вплоть до полного фиксирования. Такая стабилизация носит универсальный характер и необходима при получении высокоустойчивых, особенно концентрированных эмульсий.

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

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

В составе мяса мышечная ткань оказывает значительное влияние на ФТС, так как состоит из комплекса белков, имеющих

структурные отличия. В аспекте функциональных свойств при получении мясопродуктов совокупность мышечных белков ответственна за эффективность образования мясных эмульсий. Количественное содержание белка в системе, его качественный состав, условия среды предопределяют степень стабильности получаемых мясных систем, влияют на уровень водосвязывающей, жиропоглощающей и эмульгирующей способности, структурно-механические и органолептические характеристики.

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

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

Влагоудерживающая способность (ВУС), как и растворимость, одновременно зависит от степени взаимодействий как белков с водой, так и белка с белком, и поэтому от конформации и степени денатурации белка. В связи с этим, тепловая обработка оказывает сильное влияние на влагоудерживающую способность белков, что, в свою очередь, сказывается на массовом выходе готовых изделий.

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

При изготовлении вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов для направленного регулирования ФТС мясных фаршевых систем используют, кроме поваренной соли, пищевые фосфаты – смеси различных солей фосфорной кислоты в количестве 0,3-0,4 % к массе фарша. Фосфаты действуют как синергисты поваренной соли,

вызывая изменение величины рН среды, повышая ионную силу растворов и, связывая ионы кальция в системе актомиозинового комплекса, обеспечивают интенсивное набухание мышечных белков, увеличивают уровень водосвязывающей, влагоудерживающей и эмульгирующей способности.

Особенно эффективно использование фосфатов при переработке размороженного и тощего мяса, сырья с признаками PSE. В последние годы в связи с увеличением объемов мясного сырья с нарушениями нормального хода автолиза возникла необходимость расширения диапазона рН фосфатных препаратов, используемых в отечественной промышленности, с 6,9-7,0 до 9,0.

Экспериментально установлено, что вареные колбасы имеют в среднем приемлемое качество и удовлетворительную органолептическую оценку при устойчивости фаршевой эмульсии не ниже 85 %, влагоудерживающей способности – приблизительно 85 % общего содержания влаги в фарше, или около 90-92 % связанной влаги в сыром фарше и жироудерживающей способности – на уровне 95 % содержания жира в фарше.

2.2 Методы определения функционально-технологических свойств

На практике чаще всего ВСС определяют с помощью прессования или центрифугирования.

Метод прессования основан на выделении воды испытуемым образцом при легком его прессовании, сорбции выделяющейся воды фильтровальной бумагой и определении количества отделившейся влаги по площади пятна, оставляемого ею на фильтровальной бумаге. Достоверность результатов обеспечивается трехкратной повторностью определений.

Метод центрифугирования основан на выделении под действием центробежной силы из исследуемого объекта, находящегося в фиксированном положении, жидкой фазы, количество которой зависит от степени взаимодействия влаги с "каркасной фазой" объекта. Метод условен. Достоверность результатов может быть обеспечена при трех-четырёхкратной повторности определений.

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

Жирудерживающая способность мясного фарша определяется как разность между массовым содержанием жира в фарше и количеством жира, отделившимся в процессе термической обработки.

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

Устойчивость фарша характеризует связанное фаршевой эмульсией количество влаги и жира и определяется отношением массы выделившегося в процессе тепловой обработки бульона и жира к массе фарша, взятого на исследование.

Возможность последовательного определения в одной навеске нескольких функциональных показателей позволяет снизить погрешность за счет неоднородности химического состава и лабильности свойств сырья. При этом определение и расчет устойчивости фаршевой эмульсии, ВУС и ЖУС по массе фактически связанных компонентов фаршевой эмульсии производится в условиях,

максимально приближенных к производственным. Методика характерна простотой практической реализации, высокой воспроизводимостью результатов.

При использовании метода последовательного определения ВУС, ЖУС, устойчивости фаршевой эмульсии в одной навеске образцы фарша массой 180-200 г помещают в герметично закрытые консервные банки № 3, взвешивают и подвергают тепловой обработке при режимах, соответствующих производственным (варка в водяной бане при температуре 78-80 °С в течение 1 ч, охлаждение в проточной воде до температуры 12-15 °С).

Консервные банки вскрывают, выделившийся бульон и скопления жира переносят в предварительно взвешенные алюминиевые бюксы. После удаления бульона и жира фарш промокают фильтровальной бумагой и взвешивают.

Бюксы с бульоном помещают в сушильный шкаф и сушат до постоянной массы при 103-105 °С. Определяют массовую долю влаги, выделившейся при тепловой обработке фарша, и влагоудерживающую способность фарша.

Из бюкс с остатками бульона и жира экстрагируют жир 10-15 см³ растворителя (смесь хлороформа с этиловым спиртом в соотношении 1:2). Экстрагирование жира проводят в течение 3-4 мин трех-четырёхкратной повторностью. Установив массовую долю оставшегося жира после тепловой обработки фарша, рассчитывают жиरोудерживающую способность.

Устойчивость фаршевой эмульсии (УЭ, % к массе фарша) :

$$УЭ = \frac{A - Д}{A} \cdot 100,$$

$$УЭ = \frac{C}{A} \cdot 100,$$

$$A = B - \bar{b},$$

$$Д = A - C,$$

где A – масса навески фарша, г; B – масса герметизированной консервной банки с навеской фарша, г; \bar{b} – масса

консервной банки, г; C – масса сгустка фарша после термообработки, г; D – масса всего отделившегося бульона с жиром, г.

Влагоудерживающая способность (ВУС, % к массе фарша)

$$ВУС = B - \frac{Dв}{МА} \cdot 100,$$

где B – массовая доля влаги в фарше, %, $в$ – масса воды в исследуемом бульоне, г; M – масса исследуемого бульона с жиром, г.

Жироудерживающая способность фарша (ЖУС, % к массе фарша)

$$ЖУС = Ж - \frac{Dж}{МА} \cdot 100,$$

где $Ж$ – массовая доля жира в фарше, % к массе; $ж$ – масса жира в исследуемом бульоне, г.

2.3 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 2.3.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГОСВЯЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ (ВСС)

На практике чаще всего ВСС определяют с помощью прессования или центрифугирования.

Метод прессования основан на выделении воды испытуемым образцом при легком его прессовании, сорбции выделяющейся воды фильтровальной бумагой и определении количества отделившейся влаги по площади пятна, оставляемого ею на фильтровальной бумаге. Достоверность результатов обеспечивается трехкратной повторностью определений.

Метод центрифугирования основан на выделении под действием центробежной силы из исследуемого объекта, находящегося в фиксированном положении, жидкой фазы, количество которой зависит от степени взаимодействия влаги с "каркасной фазой" объекта. Метод условен. Достоверность результатов может быть обеспечена при трех-четырёхкратной повторности определений.

Объекты исследования: образцы мышечной ткани убойных животных (птицы) разных видов и сортов. В качестве объектов сравнения рекомендуется использовать образцы имеющих технологическое значение жировой, соединительной ткани с различных анатомических участков туши животных, вторичного мясного сырья (субпродукты II категории, мясо механической дообвалки и т.д.).

Материалы, реактивы, оборудование: груз массой 1 кг; планиметр; полиэтиленовые пробирки; центрифуга лабораторная; фильтровальная бумага; стеклянные палочки; стеклянные (или плексигласовые) пластинки.

Подготовка проб. Пробы мышечной ткани животных разных видов и сортов массой по 200-250 г отбирают на участке обвалки и жиловки мяса колбасного цеха или жилуют в соответствии с нормируемыми показателями массового содержания соединительной ткани и жира.

При жиловке говядину любой упитанности разделяют на три сорта в зависимости от массовой доли соединительной ткани и жира.

К высшему сорту относят мышечную ткань без жира и соединительной ткани; к I сорту – мышечную ткань, в которой допускается наличие соединительной ткани в виде пленок не более 6 % к массе мяса; ко II сорту – мышечную ткань, содержащую до 20 % соединительной ткани и жира.

При жиловке свинину разделяют в зависимости от массового содержания жировой ткани на три сорта: нежирную, содержащую не более 10 % жировой ткани; полужирную – 30-50 % жировой ткани и жирную – более 50 % жировой ткани.

Пробы обработанных субпродуктов I и II категории массой по 50-100 г отбирают в субпродуктовом цехе или на соответствующих участках цеха первичной переработки скота.

Жилованную говядину, свинину, субпродукты I и II категории тщательно измельчают на волчке или мясорубке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм; гомогенизаторе. Замороженное мясо механической обвалки (или дообвалки) предварительно размораживают.

Ход работы.

1. При определении ВСС методом прессования навеску мясного фарша (0,3 г) взвешивают на аналитических весах на кружке из полиэтилена, после чего ее переносят на беззольный фильтр, помещенный на стеклянную или плексигласовую пластинку так, чтобы навеска оказалась под кружком.

Сверху навеску накрывают такой же пластинкой, как и нижняя, устанавливают на нее груз массой 1 кг и выдерживают 10 мин. После этого фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки, а затем карандашом очерчивают контур пятна вокруг спрессованного мяса.

Внешний контур вырисовывается при высыхании фильтровальной бумаги на воздухе. Площади пятен, образованных спрессованным мясом и адсорбированной влагой, измеряют планиметром.

Размер влажного пятна (внешнего) вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом. Экспериментально установлено, что 1 см² площади влажного пятна фильтра соответствует 8,4 мг воды.

Массовую долю связанной влаги по методу прессования вычисляют по формулам:

$$x_1 = (A - 8,4Б) 100/m_0,$$

$$x_2 = (A - 8,4Б) 100/A,$$

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, мг; m_0 – масса навески мяса, мг.

2. 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. К массе пробы после центрифугирования прибавляют массу веществ, содержащихся в отделенной центрифугированием жидкости. Массу веществ, содержащихся в отделенной центрифугированием жидкости, определяют высушиванием при $105 \text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Для расчета количества связанной влаги необходимо располагать данными об общем содержании влаги в объекте.

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

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

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.

Сравнивая компонентный состав мясных фаршей, делают выводы и самостоятельно формулируют заключение по работе.

Лабораторная работа № 2.3.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ (ВУС), ЖИРОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ (ЖУС), ЭМУЛЬГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ (ЭС), СТАБИЛЬНОСТИ ФАРШЕВОЙ ЭМУЛЬСИИ (СЭ)

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

Жирудерживающая способность мясного фарша определяется как разность между массовым содержанием жира в фарше и количеством жира, отделившимся в процессе термической обработки.

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

Устойчивость фарша характеризует связанное фаршевой эмульсией количество влаги и жира и определяется отношением массы выделившегося в процессе тепловой обработки бульона и жира к массе фарша, взятого на исследование.

Объекты исследования: мясные фарши, составленные из различного мясного и немясного сырья в произвольных пропорциях.

Материалы, реактивы, оборудование: молочный жиромер; стеклянные палочки; бюкса; сушильный шкаф; бумажный фильтр; фарфоровая ступка; прокаленный песок; α -монобромнафталин; складчатый бумажный фильтр; рефрактометр; консервные банки; водяные бани.

Подготовка проб. Осуществляется в соответствии с рекомендациями к лабораторной работе № 2.3.1.

Ход работы.

1. Определение влагоудерживающей способности (ВУС).

Навеску тщательно измельченного мяса массой 4-6 г наносят равномерно стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Жиромер плотно закрывают пробкой и помещают в водяную баню при температуре кипения узкой

частью вниз на 15 мин, после этого определяют массу выделившейся влаги по числу делений на шкале жиросмера.

Влагоудерживающая способность мяса (ВУС, %):

$$\text{ВУС} = \text{В} - \text{ВВС}.$$

Влаговыделяющая способность (ВВС, %):

$$\text{ВВС} = a \cdot n \cdot m^{-1} \cdot 100,$$

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

2. Определении жиросудерживающей способности (ЖУС).

Предварительно рассчитывают ВВС по п. 1, находят массу мяса, оставшегося в жиросмере, с точностью до $\pm 0,0001$ г. Мясо помещают в бюкс и высушивают до постоянной массы при температуре 423 К в течение 1,5 ч. После высушивания берут навеску массой $(2,0000 \pm 0,0002)$ г, помещают в фарфоровую ступку, куда добавляют 2,5 г ($1,6 \text{ см}^3$) мелко прокаленного песка и 6 г ($4,3 \text{ см}^3$) α -монобромнафталина. Содержимое ступки тщательно растирают 4 мин и фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

3-4 капли испытуемого раствора равномерно наносят стеклянной палочкой на нижнюю призму рефрактометра. Призмы закрывают, скрепляют винтом. Луч света направляют с помощью зеркала на призму рефрактометра, устанавливая зрительную трубу так, чтобы были отчетливо видны пересекающиеся нити (алиада). Алиаду передвигают до тех пор, пока граница между освещенной и темной частями не совпадет с точкой пересечения нитей, и отсчитывают показатель преломления. Одновременно определяют показатель преломления монобромнафталина.

Определения повторяют несколько раз, используя при расчете средние данные.

Жиросудерживающая способность мяса (ЖУС, %):

$$\text{ЖУС} = g_1 \cdot g_2^{-1} \cdot 100,$$

где g_1 – массовая доля жира в навеске после термообработки, %; g_2 – то же до термообработки, %.

Массовая доля жира в навеске (g):

$$g = [10^4 \cdot \alpha \cdot (n_1 - n_2) \cdot m_1] / m_2, \%$$

где α – коэффициент, характеризующий такое содержание жира в растворителе, которое изменяет показатель преломления на 0,0001%; n_1 – показатель преломления чистого растворителя; n_2 – показатель преломления испытуемого раствора; m_1 – масса 4,3 см³ α -монобромнафталина, г; m_2 – масса навески, г.

Коэффициент α устанавливают опытным путем при сопоставлении результатов определения массовой доли жира методом Сокслета и рефрактометрическим:

$$\alpha = c_1 / (10^4 \cdot \Delta n),$$

$$c_1 = (c \cdot 100) / m_0,$$

где c_1 – массовая доля жира в фильтрате, %; Δn – разность между показателями преломления чистого растворителя и испытуемого фильтрата; c – содержание жира в навеске, определенное в аппарате Сокслета, г; m_0 – масса навески растворителя, г.

Коэффициент α для некоторых продуктов:

Продукт	Коэффициент α
Мясной порошок	0,0470
Сосиски:	
Свиные	0,0375
Русские	0,0369
Колбаса ливерная	0,0394

3. Определение эмульгирующей способности. Навеску измельченного мяса массой 7 г суспензируют в 100 см³ воды в гомогенизаторе (или миксере) при 66,6 с⁻¹ в течение 60 с. Затем добавляют 100 см³ рафинированного подсолнечного масла и смесь эмульгируют в гомогенизаторе или миксере при 1500 с⁻¹ в течение

5 мин. После этого эмульсию разливают в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см³ и центрифугируют при 500 с⁻¹ в течение 10 мин. Далее определяют объем эмульгированного масла.

Эмульгирующая способность (ЭС, %):

$$ЭС = \frac{V_1}{V} \cdot 100,$$

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

Стабильность эмульсии (СЭ) определяют путем ее нагревания при температуре 353 К в течение 30 мин и охлаждения водой в течение 15 мин. Затем заполняют эмульсией 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см³ и центрифугируют при 500 с⁻¹ в течение 5 мин. Далее определяют объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии (СЭ, %) рассчитывают по формуле

$$СЭ = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100,$$

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

4. При использовании метода последовательного определения ВУС, ЖУС, устойчивости фаршевой эмульсии в одной навеске образцы фарша массой 180-200 г помещают в герметично закрытые консервные банки, взвешивают и подвергают тепловой обработке при режимах, соответствующих производственным (варка в водяной бане при температуре 78-80 °С в течение 1 ч, охлаждение в проточной воде до температуры 12-15 °С).

Консервные банки вскрывают, выделившийся бульон и скопления жира переносят в предварительно взвешенные алюминиевые бюксы. После удаления бульона и жира фарш промокают фильтровальной бумагой и взвешивают.

Бюксы с бульоном помещают в сушильный шкаф и сушат до постоянной массы при 103-105 °С. Определяют массовую долю влаги, выделившейся при тепловой обработке фарша, и влагоудерживающую способность фарша.

Из бюкс с остатками бульона и жира экстрагируют жир 10-15 см³ растворителя (смесь хлороформа с этиловым спиртом в соотношении 1:2). Экстрагирование жира проводят в течение 3-4 мин с трех-четырёхкратной повторностью. Установив массовую долю оставшегося жира после тепловой обработки фарша, рассчитывают жирудерживающую способность.

Устойчивость фаршевой эмульсии (УЭ, % к массе фарша):

$$УЭ = \frac{A - Д}{A} \cdot 100,$$

$$УЭ = \frac{C}{A} \cdot 100,$$

$$A = B - б,$$

$$Д = A - C,$$

где A – масса навески фарша, г; B – масса герметизированной консервной банки с навеской фарша, г; $б$ – масса консервной банки, г; C – масса сгустка фарша после термообработки, г; $Д$ – масса всего отделившегося бульона с жиром, г.

Влагоудерживающая способность (ВУС, % к массе фарша):

$$ВУС = B - \frac{Дв}{МА} \cdot 100,$$

где B – массовая доля влаги в фарше, %, $в$ – масса воды в исследуемом бульоне, г; $М$ – масса исследуемого бульона с жиром, г.

Жирудерживающая способность фарша (ЖУС, % к массе фарша):

$$ЖУС = Ж - \frac{Дж}{МА} \cdot 100,$$

где $Ж$ – массовая доля жира в фарше, % к массе; $дж$ – масса жира в исследуемом бульоне, г.

Оформление результатов. Экспериментальные данные для различных вариантов модельных фаршей размещают в таблице вида:

Массовая доля компонентов в составе модельного фарша, %	ВУС, %	ЖУС, %	ЭС, %	СЭ, %
---	--------	--------	-------	-------

По результатам определений делают выводы о технологической функциональности сырья и формулируют общее заключение по работе.

3 БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИВОТНЫХ ТКАНЕЙ

Рациональное использование животного сырья основано на знании не только химического состава, но и особенностей протекания биохимических процессов в органах и тканях при жизни животного, после ее прекращения и при технологической обработке.

Прижизненные процессы управляемы и многообразны, протекают в строгом соответствии и взаимоувязаны. Большую роль в них играют биологически активные вещества – ферменты и гормоны. Многие ткани животных организмов синтезируют в той или иной мере эти вещества, обеспечивая жизнедеятельность организма. После убоя животных эти ткани служат источниками для получения биологически активных веществ и изымаются в процессе разделки туш. Например, поджелудочная железа, гипофиз, слизистые оболочки желудков и кишечника и др.

После смерти животного, с прекращением обмена веществ, основным биохимическим процессом при переработке сырья биологического происхождения является *автолиз* (от греч. autos – сам и lysis – растворение), основу которого составляют ферментативные процессы, при жизни связанные с функцией координированного движения. Автолизом называется процесс распада веществ и тканей под действием ферментов самих тканей. При жизни животного он возможен только в патологических случаях, например, при недостаточном снабжении какого-либо органа кровью.

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.

Итак, при переработке убойных животных ткани можно разделить на две группы: к первой относятся те, в которых протеолиз происходит под действием внутриклеточных протаз типа катепсинов (мышечная ткань, печень, и др.); ко второй – ткани, в которых синтезируются внеклеточные протеазы типа пепсина, трипсина, химотрипсина, карбоксипептидазы, дипептидазы, аминоксипептидазы (слизистая желудка, поджелудочная железа и т.д.), а также гормоны. Для первой группы тканей весьма важен период автолиза, так как

именно он определяет функционально-технологические свойства сырья.

Вторая группа представляет объекты для получения медицинских и технических препаратов, нашедших широкое применение в медицине и перерабатывающих отраслях АПК.

3.1 Механизм автолиза и автолитические превращения мышечной ткани

Эффективное и рациональное использование сырья предусматривает сохранение качества на всех этапах переработки, начиная от транспортировки животных на мясокомбинат и их убой до хранения готовой продукции. Определяющим условием для формирования биохимических свойств мяса и качества продуктов является уровень и характер развития автолитических процессов в животных тканях. Изменения, происходящие в послеубойный период в мышечной ткани, имеют важное практическое значение, оказывают существенное влияние на пищевую ценность мяса и его потери в процессе технологической обработки.

Современные представления о механизме автолитических процессов базируются на ферментативной природе посмертных изменений мышечной ткани, установленных в 30-х годах И.А. Смородинцевым. Наиболее важное значение здесь отводится двум основным ферментным системам. Одна из них, очевидно, связана с функцией движения и регулирует сокращение – расслабление, другая – катализирует непрерывный распад главных структурных элементов мышечного волокна по типу гидролиза. Роль каждой из этих двух систем в развитии этапов автолиза различна, но их функции тесно связаны между собой.

Начиная с момента убой в мышечной ткани происходят непрерывные изменения под действием тканевых ферментов. В основе всех изменений, приводящих к развитию посмертного окоченения, его последующему разрешению и завершению созревания мяса с приобретением им функциональных и технологических свойств, лежат ферментативные реакции.

В послеубойный период с развитием окоченения главную роль играют ферменты сокращения – расслабления, вызывающие изменения сократительного аппарата – миофибрилл, распад АТФ и других несущих в себе запас энергии веществ, а также

обеспечивающие синтез АТФ за счет превращения углеводов, и прежде всего гликогена.

В сложных процессах автолитических превращений мышечной ткани важная роль принадлежит изменениям углеводной системы. Накопление продуктов их автолитического распада существенно влияет на физико-химические и биохимические изменения белков мышечной ткани.

В комплексе биохимических превращений, происходящих в начальный период автолиза мышц, наиболее отчетливо проявляются превращения гликогена и изменения органических фосфорных соединений.

Автолитические превращения гликогена связаны с его фосфоролитическим распадом и дальнейшим процессом анаэробного гликолиза, который приводит к необратимому накоплению молочной кислоты и снижению рН мышечной ткани. Кроме того, мышечный гликоген в процессе автолиза подвергается интенсивному гидролитическому амилолитическому распаду, ведущему к накоплению в мышечной ткани редуцирующих углеводов. Таким образом, автолитический распад мышечного гликогена обусловлен двумя параллельно протекающими процессами: анаэробным гликолизом с образованием молочной кислоты и гидролизом с образованием редуцирующих углеводов.

Таким образом, методы химического и биохимического анализа тканей весьма полезны в оценке глубины и характера автолитических превращений тканей мяса.

Состояние автолиза тканей легко определить по внешним признакам визуально. Сразу после убоя мышечная ткань расслаблена, поскольку в клетках содержится АТФ, уровень которой поддерживается в результате ряда хаотично протекающих реакций. Затем через несколько часов ранее расслабленные мышцы теряют свою гибкость, эластичность, становятся твердыми и непрозрачными. Наступает посмертное окоченение, которое сохраняется в течение 24-28 ч. По истечении 24-28 ч все более заметными становятся признаки разрушения клеточных структур: ядра сморщиваются, появляются поперечные разрывы мышечных волокон. Накопление специфических химических веществ в процессе автолиза служит основой органолептической оценки состояния сырья.

Можно выделить ряд объективных биохимических, физико-химических, морфологических признаков оценки этапов послеубойного созревания мяса.

Так, процесс созревания мяса связан с переходом части водорастворимых белков мышечных волокон в коагулированное состояние, причем особенно сильный сдвиг в соотношении общего аминного и аммиачного азота водной вытяжки мяса при 4 °С приходится на 6-й час после прекращения жизни животного. Массовая доля коагулирующих белков водной вытяжки составляет 60 % общего азота вытяжки.

Отношение миозина к миогену уменьшается почти в три раза к 24-му часу и остается затем постоянным. Отношение азота растворимого белка к белковому азоту к 24-му часу уменьшается в два раза – с 0,6 до 0,3 – и стабилизируется. Общее количество экстрактивных веществ держится на стабильном уровне в течение 10 сут. Массовая доля молочной кислоты составляет 0,7-0,8 %; редуцирующих сахаров – 0,2 %; рН 5,6-5,7 (данные для однотипных животных: коровы в возрасте 6-7 лет, средней упитанности).

Наиболее важной составной частью мяса по объему, питательной и биологической ценности является поперечнополосатая мышечная ткань туш убойных животных. В этой связи важно знать не только последовательность послеубойных изменений мышечной ткани, но и иметь достоверный метод их определения.

Важно отметить, что в процессе биохимических превращений белковых и азотистых экстрактивных веществ в мясе накапливаются химические предшественники вкуса и аромата мяса.

Интенсивный обмен белков в животных тканях требует наличия системы, осуществляющей интенсивный распад белковых веществ. В связи с ведущим значением биохимических ферментативных процессов для направленного регулирования свойств мясного сырья и готовых продуктов большое практическое значение имеют тканевые ферментные системы мяса. Действие протеолитических ферментов в животных тканях в послеубойный период направлено на расщепление собственных компонентов и структур клеток.

Протеиназы, осуществляющие гидролиз белков, подразделяют на экзо- и эндопептидазы. Место приложения первых – концевые участки полипептидных цепей, вторых – внутренние участки цепи.

Экзопептидазы содержатся как в саркоплазме и саркоплазматическом ретикулууме, так и в лизомах, тогда как внутриклеточные эндопептидазы находятся, как правило, в лизосомах клеток.

Прижизненная роль внутриклеточных протеолитических ферментов многогранна: они участвуют в катаболизме белков и доставке пластического материала для биосинтетических реакций, образовании и распаде физиологически активных веществ, оказывают прямое воздействие на энзиматический аппарат клетки посредством активации зимогенов или протеолитической модификации самих ферментов и т.д.

В автолитических превращениях мышечной ткани наиболее важное значение имеет деятельность двух основных ферментных систем. Одна из них связана с функцией движения, другая катализирует непрерывный распад главных структурных элементов мышечного волокна, в том числе актомиозинового комплекса. Главная роль здесь отводится катепсинам.

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

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

В настоящее время в мышечной ткани идентифицирован ряд ферментов эндопептидазного действия – катепсины В₁, D, H, L, G и экзопептидазы – катепсины А, В₂ и С.

Катепсин В₁ является тиоловой эндопептидазой и активируется SH-соединениями, имеет оптимум активности при pH 6,0, проявляет более высокую, по сравнению с коллагеназой, способность к гидролизу коллагена в кислой среде и напоминает папаинтиоловую протеиназу растительного происхождения, широко используемую для мягчения мяса.

Катепсин D – карбоксильная эндопептидаза, проявляющая активность при pH 2,8-4,0, расщепляет низкомолекулярные пептиды, имеет сродство к пептидным связям, образованным гидрофобными боковыми радикалами, и поэтому сходен с пепсином –

пищеварительным ферментом, выделяемым слизистой оболочкой желудка. Катепсин Е отличается от катепсина D субстратной специфичностью, более кислым характером и лабильностью. Катепсин Н относится к эндоаминопептидазам, способен гидролизовать белки и пептиды с максимальной активностью при рН 6,0. Катепсин L – тиоловая эндопептидаза, присутствует в лизосомальной фракции, гидролизует различные белки с максимальной активностью при рН 5,0.

Лизосомальные экзопептидазы были открыты позднее эндопептидаз. В настоящее время установлено, что они наиболее активны на последних стадиях расщепления белковых молекул, когда под действием эндопептидаз образовалось много новых концевых групп.

Катепсин А – лизосомальная карбоксипептидаза, проявляет наибольшую активность по отношению к пептидам при рН около 5,6-6,9, не способен гидролизовать крупные молекулы белка, однако проявляет синергизм с действием катепсина D на белки мышц. Отличительной чертой катепсина А является способность гидролизовать синтетический субстрат карбобензоксипептидаза-L-глутамил-L-тирозин.

Катепсин В₂ – относительно неспецифическая карбоксипептидаза, активируемая сульфгидрильными соединениями; гидролизует полипептиды до свободных аминокислот с оптимумом рН 5,5-5,6. Катепсин В₂ осуществляет глубокий гидролиз полипептидных фрагментов, образующихся в результате действия эндопептидаз.

Катепсин С является типичной тиоловой экзопептидазой, которая расщепляет пептиды и их производные с оптимумом рН 5,0-6,0. Являясь своеобразной аминопептидазой, принимает участие в деградации белка в комплексе с другими катепсинами, или выполняет функции трансфераз.

В настоящее время в саркоплазме, митохондриях и рибосомах клеток выделен ряд протеиназ, проявляющих максимальную активность в нейтральной среде (рН 7,0-8,0) при наличии ионов кальция. Кальцийзависимые тканевые протеиназы получили название кальпаинов.

Лизосомальные протеиназы – катепсины и кальцийзависимые протеиназы – кальпаины участвуют в аутолитической деструкции тканей двояким образом: непосредственно воздействуя на основные

компоненты клеточных элементов и путем активации других протеолитических ферментов.

Определяющую роль в деградации белков играют катепсины L, B, H и D, при этом важное место в процессе внутриклеточного протеолиза отводится катепсину D.

Действуя на разные субстратные фрагменты, катепсины оказывают существенное влияние на структуру белковых компонентов. Это вносит вполне определенный вклад в диссоциацию образовавшихся на этапе посмертного окоченения белковых агрегатов, ведет к появлению свободных сульфгидрильных групп и частичному восстановлению свойств мышечной ткани, утраченных в процессе окоченения.

В результате действия катепсинов на белки при правильном развитии автолитических процессов мясо приобретает нежность, сочность, выраженные вкус и аромат. Характер и глубина автолитических изменений в мясе влияют на его качество и пищевую ценность.

Изучение и целенаправленное использование биохимических свойств тканевых ферментных систем необходимы для регулирования и интенсификации технологических процессов получения свежего мяса и продуктов его переработки.

В получении продуктов с заданными свойствами управление технологическими процессами осуществляется путем воздействия на основные ферментные системы мяса внешних факторов: температуры, рН среды и т.д., для чего необходимо знать условия проявления активности катепсинов.

Таким образом, имея объективную информацию о характере и глубине изменений структурных компонентов тканей, активности катепсинов, возможно предполагать условия максимального использования животных тканей для получения качественных мясных продуктов.

Для определения степени развития автолитических изменений используется несколько общепризнанных методик, наиболее распространенной из которых является определение общей протеолитической активности (ПА) методом Ансона в различных модификациях (методика ГОСТированная) с использованием в качестве субстрата казеина по Гаммерстену (казеинат натрия) при различных величинах рН.

Метод основан на определении скорости ферментативной реакции гидролиза белкового субстрата под действием исследуемого протеолитического фермента.

Скорость реакции протеолиза оценивается по количеству образовавшегося тирозина (α -амино- β -оксифенилпропионовой кислоты), которое идентифицируется колориметрической реакцией с реактивом Фолина.

За единицу ПА принимается количество фермента, которое за 1 мин при 30 °С катализирует переход в не осаждаемое трихлоруксусной кислотой состояние количество казеина по Гаммерстену, содержащее 1 мкмоль тирозина.

Протеолитическая активность рассчитывается по формуле

$$ПА = c \times D \times 1000 / (T \times 10 \times a),$$

где c – отношение объемов реакционной смеси и раствора фермента после добавления трихлоруксусной кислоты;

D оптическая плотность;

10 – длительность гидролиза субстрата, мин;

a – масса или объем ферментного препарата, участвующего в реакции, мг или см³;

1000 – коэффициент пересчета г в мг.

3.2 Ферментно-эндокринное сырье животных тканей

При жизни животных организмов некоторые органы и ткани способны накапливать и секретировать биологически активные вещества, которые выполняют важнейшие функции в поддержании жизнедеятельности. При убое сельскохозяйственных животных совокупность таких источников называют ферментно-эндокринным сырьем и используют для производства органотерапевтических препаратов, которые, в свою очередь, имеют широкое применение в теоретической науке, медицине, фармацевтической промышленности, сельском хозяйстве и при переработке пищевого сырья. По механизму действия, свойствам, физиологическому и лечебному эффекту эти вещества подразделяют на гормоны (гормональные препараты) и ферменты (ферментные препараты). Гормоны выделяют главным

образом из эндокринных желез (железы внутренней секреции). К такому сырью относятся гипофиз, парашитовидные железы, щитовидная, поджелудочная, половые железы, надпочечники. Ферментные препараты получают преимущественно из слизистой оболочки желудков свиней и сычугов крупного рогатого скота, молочных ягнят и телят, слизистой оболочки тонкого отдела кишечника, а также поджелудочной и слюнной желез.

Важнейшими условиями правильной организации сбора ферментно-эндокринного сырья являются быстрое извлечение его из туши животного, соблюдение санитарно-гигиенических требований, предотвращающих загрязнение и микробное инфицирование.

Под каталитическим воздействием ферментов осуществляются процессы гидролиза, фосфоролита, переноса различных групп (метильных радикалов, остатков фосфорной кислоты и т.д.), окисления, восстановления и т.д. При посредстве ферментов реализуется влияние как внутренних, генетических, так и внешних, природных факторов на развитие организма. Тончайшие различия строения ферментов определяют видовые особенности организмов, а в нарушении биосинтеза некоторых из них лежат причины возникновения наследственных и других заболеваний.

Будучи выделены из клеток, ферменты не утрачивают способности осуществлять каталитическую функцию. На этом основано их практическое применение в пищевой, легкой, фармацевтической промышленности. В связи с этим ткани животных, в которых активно синтезируются ферменты, имеют практическое значение как источники для их получения. Интерес представляют ткани низкой пищевой ценности, клетки которых синтезируют ферменты.

Традиционно с этой целью используются слизистые оболочки, богатые пищеварительными ферментами, которые в метаболизме животного организма выполняют функции гидролитического распада пищевых веществ: 1) секрет слюнных желез (слюна), особое значение в функции которой принадлежит амилазе, а также лизоциму; 2) желудочный сок, содержащий пепсин, реннин и липазу (первые два из которых активируются соляной кислотой желудочного сока); 3) секрет поджелудочной железы, желчь и кишечный сок, богатые трипсином, химотрипсином, липазой, амилазой, рибонуклеазой и др.

Пепсин, трипсин и химотрипсин выделяются железистыми клетками в виде неактивных предшественников – зимогенов:

пепсиногена, трипсиногена и химотрипсиногена. Их активные центры блокированы фрагментами полипептидной цепи, после отщепления которых ферменты приобретают активность.

В группе протеолитических ферментных препаратов животного происхождения наибольший практический интерес представляют ферментные препараты, вырабатываемые из поджелудочной железы убойных животных, а также пепсин, вырабатываемый из слизистой оболочки сычугов крупного рогатого скота.

Поджелудочная железа содержит комплекс ферментов, около 50 % которых составляют трипсин и химотрипсин. Они выделены в кристаллическом виде и всесторонне изучены. Комплексный препарат ферментов поджелудочной железы называют панкреатином.

Отечественной промышленностью вырабатывается достаточно широкий спектр ферментных препаратов для медицины, препаративной практики, пищевой и перерабатывающей промышленности.

Гормоны осуществляют гуморальную регуляцию обмена веществ и координацию функций организма. Они регулируют размножение, рост и развитие организма, влияют на дифференцировку тканей, формирование функций, на поддержание гомеостаза центральной нервной системы, участвуют в адаптационных реакциях на внешние раздражители (стресс) и т. д.

Гормоны взаимодействуют со специфическим для данного гормона рецептором (часто это белки), вызывая ряд биохимических изменений в клетке. В зависимости от механизма взаимодействия гормонов с рецептором все гормоны можно разделить на две группы: 1) гормоны, не проникающие в клетку и взаимодействующие с рецепторами на наружной стороне мембраны; 2) гормоны, проникающие внутрь клетки и взаимодействующие с рецепторами в цитоплазме клеток.

В клетке имеются специальные механизмы, которые прекращают действие гормонов, т. е. влияют на обратимое соединение гормон – рецептор. Разрушение гормонов происходит в печени.

Эндокринные заболевания возникают не только при гипер- или гипофункции эндокринных желез, но также при интенсивном распаде гормонов или при нарушении функции рецепторов, без которых гормон не проявляет своего действия.

Гормонами (от греч. гормао – побуждаю, возбуждаю, поощряю) называют группу химических соединений, вырабатываемых преимущественно железами внутренней секреции, не имеющими прямого пищевого значения, и оказывающими регулирующее влияние на процессы обмена веществ и функционирование органов и тканей.

Гормоны интегрируют обмен веществ, регулируя соподчиненность и взаимосвязь разнообразных химических реакций в различных органах и тканях и организме в целом. В свою очередь, деятельность желез внутренней секреции, продуцирующих гормоны, контролируется центральной нервной системой.

Действие гормонов в организме следующее: 1) изменяют проницаемость мембран для определенных веществ, например, для глюкозы, аминокислот; 2) регулируют активность отдельных ферментов путем аллостерического воздействия; 3) регулируют синтез ферментов, действуя на генетический аппарат клетки; 4) влияют на образование белковой части фермента (или на распад ферментов) и образование коферментов.

Гормоны млекопитающих по химической природе можно разделить на три большие группы: 1) белки и полипептиды; 2) стероиды; 3) прочие гормоны, в том числе амины, образующиеся в ходе метаболизма из аминокислот.

Некоторые полипептидные гормоны, в том числе инсулин и глюкагон, подобно протеолитическим ферментам желудка и поджелудочной железы, синтезируются в клетках эндокринных желез в виде неактивных предшественников, или прогормонов. Пример – инсулин, превращающийся в активную форму путем ферментативного отщепления части полипептидной цепи.

Среди гормонов, синтезируемых поджелудочной железой, наиболее важное значение имеют инсулин и глюкагон. Являясь веществом белковой природы, инсулин реагирует с образованием специфически окрашенных веществ, которые служат качественными реакциями и могут быть использованы для обнаружения его в экстрактах.

Количественное определение инсулина осуществляется химическим, так называемым фибриллярным методом. Сущность его состоит в том, что при нагревании инсулина в кислом растворе при 100 °С образуется тиксотропный гель, обладающий сильным двойным лучепреломлением. Путем нагревания в кислой среде при 100 °С и последующего охлаждения до минус 80 °С получается устойчивая

фибриллярная модификация инсулина в растворе. Кристаллизующийся продукт, регенерированный из фибрилл, не отличается от исходного инсулина по физическим, химическим и биологическим свойствам.

Метод определения активности инсулина *in vitro* основан на специфической реакции удлинения инсулиновых фибрилл за счет нативного инсулина и определении их массы.

Принцип метода сводится к получению стандартного фибриллярного инсулина, который готовят из кристаллического инсулина активностью 24-25 и.е. в 1 мг. Заготовленный фибриллярный инсулин используют в качестве затравки при определении нативного инсулина.

Испытуемые растворы инсулина после затравки выдерживают в течение 24 ч при 48 °С. За этот срок инсулин осаждается, принимая фибриллярную форму.

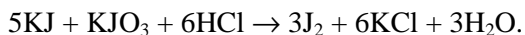
Фибриллы отделяют от раствора центрифугированием, затем промывают различными растворителями на центрифуге для очистки инсулина от балластных белков и примесей. Полученный осадок высушивают над пятиокисью фосфора и взвешивают или производят спектрофотометрическое определение суспензии инсулина.

Масса инсулина за вычетом массы добавленного для затравки фибриллярного инсулина соответствует содержанию инсулина в испытуемом растворе активностью 24 и.е. в 1 мг.

При определении спектрофотометрическим методом небольших количеств инсулина получают более точные результаты, чем при гравиметрическом определении.

Гормоны щитовидной железы представляют собой йодированные производные аминокислоты тирозина. Йод поступает в организм с водой. В ткани железы он окисляется, принимает форму молекулярного йода и присоединяется к тирозиновому кольцу, образуя монойодтирозин. Затем в результате полимеризации йодтирозина образуются гормоны щитовидной железы – тироксин и трийодтиронин.

Т.к. гормоны щитовидной железы являются йодсодержащими соединениями. При их разрушении образуется йодид калия, который окисляется йодатом калия в кислой среде с образованием молекулярного йода



Результатом реакции йода с крахмалом является соединение синего цвета.

Адреналин – гормон, синтезируемый в мозговом веществе надпочечных желез, по химической структуре является амином-1-(3,4-диоксифенил)-2-метиламиноэтанолом (производным пирокатехина). При добавлении к раствору адреналина хлорида железа (III) жидкость окрашивается в изумрудно-зеленый цвет вследствие образования комплексного соединения типа фенолята железа. Адреналин обладает слабощелочной реакцией, легко окисляется на воздухе с образованием аденохрома, вследствие чего раствор окрашивается в красный цвет. При взаимодействии диазореактива с адреналином жидкость окрашивается в красный цвет вследствие образования сложного соединения типа азокрасителя. В кислой среде с йодновато-кислым калием адреналин образует соединение красно-фиолетового цвета. Адреналин, окисляясь кислородом воздуха, при добавлении щелочи дает флюоресцирующие продукты.

Количественное определение адреналина основано на колориметрическом определении интенсивности синего окрашивания, возникающего при взаимодействии адреналина с реактивом Фолина. Входящие в него соли при взаимодействии с адреналином восстанавливаются с образованием более низких окислов металлов, комплексы которых окрашиваются в синий цвет.

3.3 Пищевая и биологическая ценность мясопродуктов

По общепринятой терминологии в понятие "пищевая ценность" входят количественное соотношение пищевых веществ в продукте и суммарная энергетическая ценность, органолептические характеристики изделия и способность веществ перевариваться и усваиваться организмом.

Энергетическая ценность дает представление о той части энергии, которая выделяется из пищевых веществ в процессе их биологического окисления в организме. Необходимая калорийность рациона питания различна для людей разного пола, возраста, массы,

рода занятий и колеблется от 2850 до 20875 кДж в сутки. В зависимости от вида мяса и его состава мясопродукты имеют различную энергоёмкость – от 147,5 до 1662,5 кДж на 100 г продукта.

Зная уровень усвоения пищевых веществ в организме (белок – 84,5 %, жир – 94 %, углеводы – 95,65 %) и величину теплоты сгорания компонентов пищи, можно рассчитать энергетическую ценность продукта.

Таким образом, зная общий химический состав и массу продукта, а так же энергетическую ценность пищевых веществ, можно рассчитать пищевую ценность мясных изделий в энергетическом выражении.

Одновременно пищевые вещества являются источником биологически необходимых, незаменимых компонентов. С этих позиций весьма важными являются показатели биологической ценности белка. Понятие биологической ценности (БЦ) характеризует качество белкового компонента продукта, обусловленное как степенью сбалансированности состава аминокислот, так и уровнем перевариваемости и ассимиляции белка в организме.

В среднем взрослый человек нуждается в получении в течение суток с пищей 1-1,2 г белка на 1 кг массы тела, 30 % суточного белкового рациона человека должны составлять полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, годовая потребность человека в полноценном белке – 20 кг.

Существует критерий для определения качества белка – эталон, сбалансированный по незаменимым аминокислотам (табл. 2) и в наибольшей степени отвечающий потребностям организма. Часто за эталон принимают белки молока или яйца.

На основании сопоставления результатов определения количества незаменимых аминокислот в исследуемом продукте с данными в эталонном белке можно расчетным путем определить индекс биологической ценности или так называемый аминокислотный скор. Применительно к мясным изделиям расчет сора ведут либо для всех незаменимых аминокислот, либо для трех наиболее дефицитных: лизин, триптофан и суммы серосодержащих (метионин + цистеин).

Следует отметить, что дефицит незаменимых аминокислот зависит как от качественного состава самого сырья (например, белок крови содержит мало метионина и изолейцина), так и от степени воздействия на белок различных внешних факторов. Например, при

жестких режимах термообработки и щелочного гидролиза ряд аминокислот разрушается.

Кроме определения аминокислотного сора, применяют и другие методы расчета потенциальной биологической ценности белка (индекс Озера, индекс Карпачи, показатель Митчелла и другие), наиболее простым и распространенным в практике является способ расчета величины качественного белкового показателя (КПБ), представляющего собой отношение количества триптофана к оксипролину. Метод дает возможность установить соотношение мышечных и соединительнотканых белков.

Количественное соотношение белков и жиров в составе продукта влияет на усвояемость тех и других компонентов. При избыточном содержании жира тормозится отделение желудочного сока, замедляется переваривание белков пепсином и трипсином, изменяется ход обмена некоторых веществ, подавляется система свертывания крови и процесс ассимиляции витаминов. Установлено, что оптимальным соотношением жира и белка в мясopодуктах является 1(0,8):1,0.

Нужно отметить, что химическая оценка биологической ценности белков пассивна, поскольку отражает лишь потенциальную возможность белка в удовлетворении потребностей человека и животных. Конечный же результат зависит от особенностей структуры белка и атакуемости его со стороны пищеварительных протеиназ (пепсин, химотрипсин, трипсин и др.).

Биологическая доступность белковых веществ, характеризуется способностью расщепляться под действием пищеварительных ферментов на отдельные фрагменты (аминокислоты и пептиды), которые проникают через стенку кишечника и ассимилируются организмом. Биоактивность характеризует способность продукта стимулировать процессы внутреннего обмена веществ, секреторную функциональность. В связи с этим, ранее перечисленные показатели являются составной частью комплекса биологической оценки пищевых продуктов. Биологическая доступность белка и степень его усвоения зависит от многих факторов. В частности, она обусловлена природой белка и его структурой, например, белки соединительной ткани расщепляются хуже, чем мышечные; нативные – хуже, чем денатурированные. Изменение физической структуры мяса (степени дисперсности за счет измельчения) и биохимической структуры белка (денатурация)

повышают доступность компонентов действию пищеварительных ферментов. Образование надмолекулярных белковых структур в результате взаимодействия белковых частиц друг с другом или с молекулами некоторых других веществ понижает их биологическую доступность.

Также необходимо учитывать скорости переваривания белков отдельными ферментами желудочно-кишечного тракта.

Определение степени расщепления и усвояемости белкового компонента мяса, как правило, производят двумя путями: в опытах *in vivo* и *in vitro*. В опытах *in vitro* в системах "пепсин-трипсин" либо с использованием реснитчатой инфузории *Tetrachymena periformis* моделируется процесс переваривания белков в желудочно-кишечном тракте. Однако, получить достоверное представление о биологической ценности белкового компонента и продукта можно лишь на основе опытов на животных и наблюдений за человеком, определяя степень фактической утилизации пищевых веществ в организме в процессе обмена веществ по характеру адсорбции белка и изменений ростовесовых показателей. На практике используют: коэффициент эффективности белка (КЭБ), биологическую ценность (БЦ), истинную перевариваемость (ИП) и коэффициент чистого использования белка (КИБ).

ИП характеризует главным образом способность белка распадаться под действием протеолитических ферментов пищеварительного тракта и всасываться через слизистую кишечника;

БЦ учитывает ту часть азота, которая фактически используется; она зависит преимущественно от сбалансированности изучаемых белков по аминокислотному составу и от одновременности введения этих метаболитов в кровеносную систему;

КИБ – отношение связанного азота к азоту, поглощенному с пищей; т. е. суммарная оценка, принимаемая в расчет при оценке биологической ценности и перевариваемости.

Биологические методы базируются на принципе азотного баланса в процессе жизнедеятельности организма. Поступивший в организм азот расходуется по двум направлениям: после всасывания в пищеварительном тракте и поступает в кровеносную систему (перевариваемый азот) и выбрасывается с фекалиями. Перевариваемый азот удерживается организмом или катаболизируется (используется как источник энергии) и выделяется с мочой. Наконец, постоянное новообразование белков в организме из имеющихся

происходит с потерей азота. Исходя из азотных фракций, можно установить различные соотношения, позволяющие характеризовать превращения белков в организме.

Различия в усвояемости влияют на утилизацию белков, в связи с чем вводят поправки на усвояемость при пересчете потребности в эталонных белках в соответственные безопасные уровни потребления обычных смесей пищевых белков. Поскольку оценки безопасных уровней потребления основаны на данных, полученных при использовании белков молока, яиц, мяса и рыбы, усвояемость других белков выражают в сопоставлении с усвояемостью белков вышеперечисленных продуктов.

Для определения усвояемости белка измеряют содержание азота в пище и кале в опытах *in vivo*. Предполагаемая усвояемость белка (азота) и истинная усвояемость белка (азота) рассчитываются в соответствии с формулами:

$$\text{Предполагаемая усвояемость (\%)} = (I-F) \times 100/I;$$

$$\text{Истинная усвояемость (\%)} = [I-(F-F_k) \times 100]/I,$$

где I – общее количество азота употребленной пищи; F – количество азота, выделяемого с калом, на фоне тест-диеты; F_k – количество азота, выделяемого с калом, на фоне безбелковой диеты.

Хотя биологические методы достаточно объективны, однако дороги в исполнении, требуют длительного времени и большого количества материалов для анализа. Химические методы, в связи с этим, имеют существенные преимущества. Наиболее известны подходы, основанные на определении аминокислотного состава, когда выделяют лимитирующие аминокислоты, а затем проводят сравнение со стандартным белком. При этом подсчитывают сумму лимитирующих аминокислот и выражают в процентах от суммы всех аминокислот, либо сравнивают соотношение незаменимых аминокислот с тем же показателем в идеальном белке.

В последнее время стали очень популярны ферментативные методы, поскольку позволяют искусственно создать условия, максимально приближенные к условиям живого организма. Например, перевариваемость белков *in vitro* широко используется в аналитической практике.

Более полное суждение о биологической ценности белков дает показатель так называемого *аминокислотного сора*. Для каждой из незаменимых аминокислот лимитирующей качество белка является та, показатель аминокислотного сора которой является наименьшим.

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.

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 сульфомиоглобина, 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, используемый в практике с 1974 года, 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 мышечной и соединительной тканей.

При хороших органолептических показателях такое мясо относят по гистологическим показателям к свежему, но не подлежащему длительному хранению и транспортированию.

3.4 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 3.4.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

В качестве исходных данных для расчетов используют экспериментально полученные при анализе состава аминокислот мясopодуKтоB, или из справочной литературы.

Используя данные аминокислотного состава, расчетным путем определяются показатели биологической ценности продуктов. Рекомендуется вести расчет по нескольким объектам для сопоставления результатов.

В качестве исходных данных для расчетов используют экспериментально полученные данные при анализе состава аминокислот мясных продуктов или данные из справочной литературы (табл. 1).

Таблица 1 - Состав незаменимых аминокислот в некоторых видах мяса и мясных продуктах, г на 100 г белка

Продукт	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Тreonин	Триптофан	Фенилаланин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Говядина (мышечная ткань)	5,3	4,3	7,5	8,0	2,7	4,0	1,2	4,1
Свинина (мышечная ткань)	5,5	4,7	7,5	7,9	2,3	4,7	1,3	3,9

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конина I категории	5,1	4,0	7,6	8,9	2,4	4,7	1,4	4,3
Куры I категории	4,8	3,8	7,7	8,7	2,5	4,8	1,6	4,0
Колбаса вареная докторская	5,2	4,2	7,1	7,3	2,7	4,1	1,1	3,9
Колбаса сырокопченая сервелат	5,5	4,5	7,6	8,4	3,0	4,2	1,5	3,9
Яйцо куриное целое	6,0	4,7	8,5	7,1	3,3	4,8	1,6	5,1

Объекты исследования: мясо различных видов животных, птицы, мясопродукты, субпродукты, колбасные изделия и консервы.

Материалы, реактивы, оборудование: микрокалькулятор, справочные данные о составе аминокислот различных мясопродуктов.

Ход работы

1. Расчет аминокислотного сора. Выписывают данные о содержании незаменимых аминокислот в мясопродуктах и рекомендации ФАО/ВОЗ применительно к идеальному (стандартному) белку. Расчет ведут по формуле

$$a = \frac{AK_{\text{пр}}}{AK_{\text{ст}}} 100,$$

где АКпр – содержание незаменимой аминокислоты в 1 г исследуемого белка, мг; АКст - содержание той же аминокислоты в 1 г идеального (стандартного) белка, мг; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой считается та, скор которой составляет менее 100 %.

2. Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %). Величина показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с

наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты. КРАС показывает избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum \Delta \text{РАС}}{n},$$

где n – количество незаменимых аминокислот; $\Delta \text{РАС}$ – различие аминокислотного сора аминокислоты.

$$\Delta \text{РАС} = C_i + C_{\min},$$

где C_i – избыток сора аминокислоты; C_{\min} – наименьший сора аминокислоты.

3. Биологическую ценность пищевого белка (БЦ, %) определяют по формуле

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}.$$

4. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава имеет практическое значение, так как возможность утилизации организмом аминокислот predetermined минимальным сора одной из них.

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты, доли единицы, рассчитывают по формуле

$$a_j = C_{\min} / C_j,$$

где C_{\min} – минимальный сора незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.; C_j – сора j -й незаменимой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.;

$$C_j = (A_j / A_{эj}) \cdot 100,$$

где A_j – массовая доля j -й незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка; $A_{эj}$ – массовая доля j -й незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г белка.

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты используют для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U), который является численной характеристикой, достаточно полно отражающей сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j; a_j)}{\sum_{j=1}^k A_j},$$

где A_j – утилитарность содержания j -й аминокислоты в белке продукта; a_j – содержание j -й аминокислоты, г на 100 г белка.

5. Меньшая возможность утилизации организмами незаменимых аминокислот в составе белка пищевого продукта наблюдается тогда, когда их скорости максимальны или наиболее близки к максимуму.

Общее количество незаменимых аминокислот, которое из-за взаимнесбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, является основой для определения информативного показателя сбалансированности состава незаменимых аминокислот в белке оцениваемого пищевого продукта – так называемого показателя сопоставимой избыточности σ_c , который определяется по формуле

$$\sigma_c = \sigma_n / C_{\min},$$

где σ_n – показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г; C_{\min} – минимальный из скоров незаменимых аминокислот белка исследуемого продукта по отношению к эталону (массовая доля);

$$\sigma_n = \sum_{j=1}^k (A_j - C_{\min} A_{эj}).$$

Оформление результатов. Студенты рассчитывают скор каждой из незаменимых аминокислот, при этом фиксируют, по каким аминокислотам биологическая ценность лимитирована, дают оценку средней величины избытка аминокислотного скор незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем скор конкретной аминокислоты; делают заключение о биологической ценности белковых продуктов.

Результаты расчетов оформляют в виде таблицы рекомендуемой формы (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты расчетов

Аминокислота	Содержание в стандартном белке, мг		Содержание в исследуемом образце, мг		Скор, %	КРАС %	БЦ, %	U	σ _c
	на 1 г белка	на 1 г азота	на 1 г белка	на 1 г азота					
Изолейцин	40	50							
Лейцин	70	440							
Лизин	55	340							
Метеонин + цистин	35	220							
Фенилаланин + тирозин	60	380							
Треонин	40	250							
Триптофан	10	60							
Валин	50	310							
Всего	360	2250							

Лабораторная работа № 3.4.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТЕПСИНОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

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).

Метод определения протеолитической активности, приведенный в данной работе успешно может быть применен и при анализе пищеварительных ферментов: пепсина, панкреатина, химотрипсина и трипсина.

Объекты исследования: мышечная ткань одного или разных видов животных (говядины, свинины, баранины), содержащая комплекс ферментов.

Материалы, реактивы, оборудование: дистиллированная вода; бумажные фильтры; водяные бани и термостаты; 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; фотоэлектроколориметр.

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 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 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 pH) объемом 2 см^3 помещают в пробирку, прогревают до нужной температуры (в соответствии с конкретным заданием) и прибавляют 2 см^3 исследуемого экстракта протеолитических ферментов мышечной ткани (время внесения фиксируют). Смесь выдерживают в течение 15 мин, а затем прибавляют 4 см^3 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 см^3 ферментной вытяжки, прибавляют 4 см^3 раствора ТХУ с массовой долей 2 %, встряхивают и выдерживают 15 мин. Затем прибавляют 2 см^3 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 см^3 прозрачного фильтрата и прибавляют 5 см^3 раствора Na_2CO_3 молярной концентрацией $0,5\text{ моль/дм}^3$ и 1 см^3 рабочего раствора реактива Фолина. Смесь встряхивают и выдерживают 20 мин. После этого окрашенный раствор фотоколориметруют против контроля при длине волны $\lambda = 670\text{ нм}$ с красным светофильтром (№ 9), в кюветках с толщиной светопоглощающего слоя 10 мм.

Протеолитическая активность (ПА, ед./ см^3)

$$\text{ПА} = (4\text{Д} \cdot \text{К}) / (\text{ТЭ} \cdot \text{Т}):$$

где Д – оптическая плотность раствора; К – разведение; ТЭ – тирозиновый эквивалент, определяемый по калибровочному графику для данного реактива Фолина; Т – продолжительность гидролиза, мин; Т=15 мин.

Оформление результатов. Экспериментальные данные оформляют в таблице вида

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

По полученным данным строят графические зависимости активности катепсинов $f(A)$, где A – исследуемый фактор.

После построения графиков студенты самостоятельно описывают полученные результаты, делают выводы и формулируют заключение.

Лабораторная работа № 3.4.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ КУЛИНАРНОЙ ГОТОВНОСТИ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Принятые режимы тепловой обработки вареных колбас, вареных мясных продуктов предусматривают инактивацию тканевых ферментов. В случае разногласия в оценке кулинарной готовности вареных продуктов прибегают к использованию методов, позволяющих определить остаточную активность ферментов.

Арбитражный метод основан на фотометрическом определении в продукте интенсивности развивающейся окраски, зависящей от остаточной активности кислой фосфатазы, выраженной массовой долей фенола.

Объекты исследования: вареное мясо, мясопродукты, колбасные изделия.

Материалы, реактивы, оборудование: весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 200 г; потенциометр; фотоэлектроколориметр или спектрофотометр; ультратермостат или водяная баня, обеспечивающие регулирование температуры от 30 до 99 °С; воронки; колбы мерные вместимостью 500 см³ и 1000 см³; пипетки, колбы, пробирки; палочки стеклянные; бумага фильтровальная лабораторная; груша резиновая; кислота лимонная; натрий лимоннокислый 5-водный; свежеприготовленный раствор динатриевой соли фенолфосфорной кислоты концентрацией 2 г/дм³; растворы трихлоруксусной кислоты концентрацией 50 и 200 г/дм³; раствор гидроксида натрия молярной концентрацией 0,5 моль/дм³; вода дистиллированная; фенол; толуол; натрий вольфрамвокислый двухводный; натрий молибденовокислый; литий серноокислый одноводный; кислота ортофосфорная плотностью 1,72 г/см³; кислота соляная плотностью 1,19 г/дм³; бром.

Подготовка проб. Пробы продуктов из свинины освобождают от жировой ткани и шкурки, пробы вареных колбас, сосисок и сарделек – от оболочки и шпика. Пробы продуктов дважды измельчают на мясорубке, тщательно перемешивают, помещают в стеклянную или пластмассовую банку с крышкой и хранят при температуре (4±2) °С до окончания анализа.

Порядок выполнения . От каждой пробы отбирают две навески по 1 г, взвешенные с точностью до 0,001 г, переносят в две пробирки, одна из которых является опытной, а вторая – контрольной.

В пробирки вносят по 10 см³ цитратного буфера с рН 6,5, тщательно перемешивают стеклянной палочкой и настаивают в течение 20 мин при комнатной температуре, периодически перемешивая.

В контрольную пробирку добавляют 5 см³ раствора трихлоруксусной кислоты концентрацией 200 г/дм³, перемешивают и добавляют 5 см³ раствора динатриевой соли фенолфосфорной кислоты концентрацией 2 г/дм³, выдерживают 10 мин и фильтруют.

В опытную пробирку добавляют 5 см³ раствора динатриевой соли фенолфосфорной кислоты концентрацией 2 г/дм³ и помещают в ультратермостат при температуре (39±1) °С на 1 ч, затем добавляют 5 см³ раствора трихлоруксусной кислоты концентрацией 200 г/дм³, выдерживают 10 мин и фильтруют.

Для проведения цветной реакции из контрольной и опытной проб отбирают по 2,5 см³ безбелкового фильтрата. В каждую пробирку добавляют 5 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией 0,5 моль/дм³, перемешивают, выдерживают 10 мин, добавляют 1,5 см³ реактива Фолина, разбавленного дистиллированной водой в соотношении 1:2, и перемешивают.

Через 30 мин измеряют оптическую плотность растворов по отношению к раствору трихлоруксусной кислоты на фотоэлектроколориметре с применением светофильтра с $\lambda = 600$ нм в кювете с расстоянием между рабочими гранями 10 мм или на спектрофотометре при той же длине волны в кювете аналогичного размера.

Содержание фенола определяют по градуировочному графику. Массовую долю фенола (X, %) вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 20 \cdot 100}{m \cdot 2,5 \cdot 10^6},$$

где m_1 и m_2 – масса фенола соответственно в опытной и контрольной пробирках, найденная по градуировочному графику, мкг; m – масса анализируемой пробы, г; 10^6 – коэффициент пересчета в

граммы; 20 – разведение, см³; 2,5 – объем фильтрата, отобранный для цветной реакции, см³.

Вычисления проводят до четвертого десятичного знака.

Обработка результатов. Результаты экспериментальных работ по анализу эффективности тепловой обработки вареных мясных продуктов рекомендуется оформить в виде таблицы:

Наименование образцов продукции	Массовая доля фенола, %	
	фактическая	по нормативной документации

Полученные данные сравнивают с нормативными показателями для каждого вида продукции, самостоятельно делают выводы и формулируют заключение.

Лабораторная работа № 3.4.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH МЯСНОГО СЫРЬЯ

В настоящее время вопрос направленного использования сырья с учетом хода автолиза приобретает особое значение, так как существенно возросла доля животных, поступающих на переработку с промышленных комплексов, у которых после убоя в мышечной ткани обнаруживаются значительные отклонения от обычного развития автолитических процессов, причину возникновения которых связывают с прижизненным стрессом.

В соответствии с этим различают мясо с высоким конечным pH (DFD) и экссудативное мясо (PSE). Мясо с признаками DFD имеет через 24 ч после убоя уровень pH выше 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой водосвязывающей способностью, повышенной липкостью и обычно характерно для молодых животных крупного рогатого скота, подвергавшихся различным видам длительного стресса до убоя. Вследствие прижизненного распада гликогена, количество образовавшейся после убоя молочной кислоты в мясе таких животных невелико и миофибриллярные белки в мясе DFD имеют хорошую растворимость.

Высокие значения pH ограничивают продолжительность его хранения, в связи с чем мясо DFD непригодно для выработки сырокопченых изделий. Однако, благодаря высокой влагосвязывающей способности, его целесообразно использовать при производстве вареных колбас, соленых изделий, быстрозамороженных полуфабрикатов.

Мясо PSE характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока вследствие пониженной водосвязывающей способности, кислым привкусом. Признаки PSE чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и ограниченной подвижностью при содержании. Появление признаков PSE может быть обусловлено также генетическими последствиями, воздействием кратковременных стрессов, чрезмерной возбудимостью животных. Наиболее часто мясо с признаками PSE получают в летний период времени. В первую очередь экссудативности подвержены наиболее ценные части туши: длиннейшая мышца и окорока. После убоя таких животных в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена,

посмертное окоченение наступает быстрее. В течение 60 мин рН мяса понижается до 5,2-5,5, однако, поскольку температура сырья в этот период сохраняется на высоком уровне, происходит конформация саркоплазматических белков и их взаимодействие с белками миофибрилл.

Мясо с признаками PSE из-за низких рН (5,0-5,5) и водосвязывающей способности непригодно для производства вареных колбас, вареных и сырокопченых окороков, так как при этом ухудшаются органолептические характеристики готовых изделий (светлая окраска, кисловатый привкус, жесткая консистенция, пониженная сочность), снижается выход. Однако, в сочетании с мясом хорошего качества либо с соевым изолятом или другими белками оно пригодно для переработки в эмульгированные и сырокопченые колбасы, рубленые и панированные полуфабрикаты и другие виды мясных изделий.

Контроль качества сырья, получаемого при первичной переработке скота, осуществляют путем определения величины рН мяса через 1-2 ч после убоя. При этом в ряде стран дополнительную сортировку сырья на категории ведут с учетом уровня рН: I – 5,0-5,5; II – 5,6-6,2; III – 6,3 и выше.

Потенциометрический метод определения рН.

Концентрацию ионов водорода можно измерить с помощью рН-метров, погружением двух электродов в раствор с фиксацией значения рН на шкале прибора. Для потенциометрического измерения рН используют лабораторные рН-метры-340, ЛПУ-01 и др.

Метод основан на измерении электродвижущей силы элемента, состоящего из электрода сравнения с известной величиной потенциала и индикаторного (стеклянного) электрода, потенциал которого обусловлен концентрацией ионов водорода в испытуемом растворе.

Подготовка проб. Для определения рН мяса готовят водную вытяжку в соотношении 1:10, для чего навеску образца мяса массой (10,00±0,02) г тщательно измельчают (ножницами или на мясорубке), помещают в химический стакан вместимостью 100 см³ и экстрагируют дистиллированной водой в течение 30 мин при температуре окружающей среды и периодическом помешивании стеклянной палочкой. Полученный экстракт фильтруют через складчатый бумажный фильтр и используют для определения рН.

Ход работы. рН водного экстракта мышечной ткани определяют на потенциометре (рН-метре) любой марки. Результаты фиксируют в таблицу вида:

Наименование образца мышечной ткани	Величина рН

4 АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МЯСОПРОДУКТОВ

4.1 Требования к сырью, вспомогательным материалам и готовой продукции

Для выработки колбасных изделий используют сырье от здоровых животных, без признаков микробиальной порчи и прогоркания жира. Загрязнения, побитости, кровоподтеки, клейма должны быть удалены. Туши без запаха в глубине, но с поверхностным ослизнением, плесенью и побитостями зачищают и промывают горячей водой (50°С) и холодной водой.

Шпик должен быть белого цвета с нормальным запахом, без загрязнений. Температура шпика, предназначенного для измельчения, не должна превышать – 1 °С, в противном случае он будет деформироваться при измельчении.

Для изготовления вареных колбас применяют говядину и свинину в парном, охлажденном и размороженном состоянии, для производства колбас других видов – в охлажденном и размороженном состоянии. В случае поступления на производство колбас замороженных блоков их можно направлять на приготовление фарша без предварительного размораживания.

В настоящее время при производстве колбасных изделий для частичной замены мяса можно использовать соевые белки, казеинат натрия, молочно-белковый концентрат, а также плазму крови.

Для производства всех видов продуктов из свинины используют охлажденное до 4 °С сырье, полученное от свиных полутуш беконной, мясной и жирной упитанности (после удаления шкуры и излишков шпика), продолжительность созревания которых должна быть не менее 48 ч. К использованию не допускается мясо хряков и свинина с наличием шпика мажущейся консистенции.

Изделия из говядины изготавливают из туш I и II категорий упитанности в охлажденном или размороженном состоянии.

Для выработки продуктов из баранины используют туши I категории упитанности в охлажденном состоянии.

Сырье, направляемое для производства солено-копченых изделий, подвергают ветеринарно-санитарной экспертизе. При необходимости проводят дополнительную зачистку сырья. При этом с наружных и внутренних сторон туш и полутуш удаляют возможные

загрязнения, кровоизлияния, остатки волоса, щетины и диафрагмы, бахрому.

Для посола используют пищевую соль не ниже I сорта без механических примесей и постороннего запаха, сахар-песок белого цвета без комков и посторонних примесей, нитрит натрия с содержанием нитрита (в пересчете на сухое вещество) не менее 96 %. Специи и пряности должны иметь присущие им специфические аромат и вкус и не содержать посторонних примесей.

Кишечные оболочки, применяемые в колбасном производстве, должны быть хорошо очищены от содержимого, без запаха разложения и патологических изменений (кровоизлияния, абсцессы, узелки). Не допускается кишечная оболочка, содержащая много жира и остатков слизистого слоя.

Искусственные оболочки должны быть стандартных размеров (диаметр, толщина), достаточно прочными, плотными, эластичными, влаго- и газопроницаемыми (для копченых колбас), обладать хорошей адгезией, устойчивыми к действию микроорганизмов и хорошо храниться при комнатной температуре. Для каждого вида и сорта колбас используют оболочки определенного вида и калибра.

В соответствии со стандартом к готовой продукции предъявляются следующие основные требования.

Внешний вид. Поверхность батонов колбасных изделий должна быть чистой, сухой, без повреждений, пятен, слипов, стеков жира или бульона под оболочкой, наплывов фарша над оболочкой, плесени и слизи. На оболочке сырокопченых колбас допускается белый сухой налет плесени, не проникшей через оболочку в колбасный фарш. Оболочка должна плотно прилегать к фаршу, за исключением целлофановой. Поверхность изделий должна быть сухой, чистой, у копченых и копчено-вареных – равномерно прокопченной, без слизи и плесени, выхватов мяса и жира, без остатков волоса и щетины.

Консистенция. Вареные и полукопченые колбасы должны иметь упругую, плотную, некрошливую консистенцию, копченые колбасы – плотную. Консистенция мышц солено-копченых изделий упругая или плотная (сырокопченые окорока).

Вид на разрезе. Фарш монолитный; кусочки шпика или грудинки равномерно распределены, имеют определенную форму и размеры (в зависимости от рецептуры); края шпика не оплавлены, цвет белый или с розоватым оттенком без желтизны, допускается наличие

единичных пожелтевших кусочков шпика в соответствии с техническими условиями на каждый вид колбасы; окраска фарша равномерная – розовая или светло-розовая, без серых пятен. Цвет продуктов на разрезе равномерный, розовый или красный, без серых пятен.

Запах и вкус. Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без признаков затхлости, кисловатости. Вкус в меру соленый у вареных колбас, у полукопченых и копченых колбас – солоноватый, острый, с выраженным ароматом копчения. Вкус солено-копченых изделий в меру соленый для вареных продуктов, солоноватый для сырокопченых; запах вареных изделий приятный, копченых – с выраженным ароматом копчения. Колбасы и солено-копченые изделия не должны иметь постороннего привкуса и запаха.

В соответствии со стандартом мясопродукты должны содержать определенные количества соли, влаги, крахмала, нитрита (табл. 4.1).

Таблица 4.1 - Содержание влаги, поваренной соли, крахмала и нитрита натрия в мясопродуктах

Продукт	Содержание, %			Содержание нитрита, мг на 100 г продукта, не более
	влаги	соли	крахмала	
1	2	3	4	5
Колбасные изделия:				
вареные	53-70	2,0-2,5	Не более 5	5,0
сосиски, сардельки	55-75	1,8-3,0	-	5,0
полукопченые	35-55	3-5	-	5,0
варено-копченые	38-43	3-5	-	5,0
сырокопченые	Не более 30	3-6	-	5,0
Окорока:				

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5
сырокопченые	-	Не более 5	-	5,0
копчено-вареные и вареные	-	Не более 2,5-3,0	-	5,0
Продукты из говядины:				
варено-копченный рулет	-	Не более 3	-	
говядина в форме	-	Не более 3	-	5,0
Продукты из баранины:				
копчено-вареный рулет	-	Не более 3	-	5,0

4.2 Определение качества готовой продукции

Оценку качества готовой продукции проводят по органолептическим показателям и результатам определения химического состава.

4.2.1 Органолептические исследования

При органолептической оценке устанавливают соответствие основных качественных показателей (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция) изделий требованиям стандарта. Органолептическую оценку качества мясных продуктов проводят на целом и разрезанном продукте. Порядок выполнения работы представлен в лабораторной работе 4.4.1.

Показатели качества целого продукта определяют в следующей последовательности:

- внешний вид, цвет и состояние поверхности определяют визуально наружным осмотром;
- запах (аромат) – на поверхности продукта;

– запах в глубине продукта (в случае необходимости) определяют следующим образом: вводят деревянную или металлическую иглу в толщу и быстро определяют оставшийся запах на поверхности иглы;

– консистенцию – легким надавливанием пальцами или шпателем на поверхность продукта.

Показатели качества разрезанного продукта определяют в следующей последовательности:

– внешний вид (структура и распределение ингредиентов);

– цвет – визуально на продольном разрезе колбасных изделий и поперечном срезе продуктов из свинины;

– запах (аромат), вкус и сочность – апробируя мясные продукты сразу же после их нарезания, отмечают отсутствие или наличие постороннего запаха, привкуса, степень выраженности аромата пряностей и копчения, соленость.

Запах, вкус и сочность сосисок и сарделек определяют в разогретом состоянии (до 60 – 70 °С в центре продукта), сочность сосисок и сарделек в натуральной оболочке – прокалывая их, наблюдая при этом за появлением капель жидкости; консистенцию продукта — надавливанием, разрезанием, разжевыванием. При этом устанавливают плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость.

На основании результатов органолептической оценки делают заключение о возможности допуска мясопродуктов в реализацию. Изделия с наличием дефектов, признаками порчи, а также мясопродукты, отнесенные к техническому браку, в реализацию не допускаются. Дефекты, препятствующие реализации колбасных изделий, и причины их возникновения приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Дефекты колбас и причины их возникновения

Вид дефекта	Причины возникновения
1	2
Загрязнение батонов (сажей, пеплом)	Обжарка влажных батонов, использование смолистых пород дерева при обжарке и копчении

Продолжение табл. 4.2

1	2
Оплавленный шпик и отеки жира под оболочкой	Использование мягкого шпика; преждевременная закладка шпика в мешалку; высокая температура при обжарке, варке, копчении
Слипы – участки кишечной оболочки, необработанные дымовыми газами	Соприкосновение батонов друг с другом во время обжарки, копчени
Отеки бульона под оболочкой	Низкая водосвязывающая способность фарша; использование мороженого мяса длительных сроков хранения и мяса с высоким содержанием жира; недостаточная выдержка мяса в посоле; перегрев фарша при измельчении (куттеровании); излишнее количество добавленной воды при составлении фарша; несоблюдение последовательности закладки сырья в куттер
Лопнувшая оболочка	Излишне плотная набивка батонов при шприцевании; варка колбас при повышенной температуре, недоброкачественная оболочка
Прихваченные жаром концы, морщинистость оболочки	Высокая температура при обжарке; загрузка в камеру батонов неодинаковых размеров по длине
Серые пятна на разрезе и разрыхление фарша	Неплотная набивка батонов; охлаждение вареных колбас на воздухе, минуя стадию охлаждения водой под душем; нарушение режимов сушки для сырокопченых колбас (повышение температуры, снижение относительной влажности)

1	2
Неравномерное распределение шпика	Недостаточная продолжительность перемешивания фарша
Пустоты в фарше	Слабая набивка фарша при шприцевании; недостаточная выдержка батонов при осадке
«Закал» (уплотненный поверхностный слой батона) и «фонари» (пустоты внутри батона, характерные для сырокопченых изделий)	Чрезмерное интенсивное испарение влаги с поверхности батонов сырокопченых колбас в результате нарушения режимов при копчении и сушке (снижение относительной влажности воздуха, увеличение циркуляции воздуха)
Неравномерный или слишком темный цвет при копчении	Чрезмерно продолжительное копчение при повышенной температуре
Наличие в фарше кусочков желтого шпика и прогорклый вкус шпика	Использование шпика с признаками окислительной порчи
Слизь и плесень на оболочке, проникновение плесени под оболочку	Недостаточная обработка батонов дымом при обжарке и копчении; несоблюдение режимов сушки и хранения колбас (повышение температуры и относительной влажности воздуха)

4.2.2 Химические исследования

При подготовке проб к химическому анализу с колбасных изделий снимают оболочку (кроме сырокопченых колбас) и дважды измельчают на мясорубке, у которой диаметр отверстий решетки 3 – 4 мм, тщательно перемешивая полученный фарш.

Пробы сырокопченых колбас дважды измельчают на мясорубке или нарезают ножом на ломтики толщиной не более 1 мм, затем режут на полосы и рубят ножом на кусочки размером не более 1 мм.

Пробы солено-копченых продуктов (окоороков, грудинки, корейки, ветчины и др.) после удаления шкуры или оболочки 2 раза измельчают на мясорубке, у которой диаметр отверстий решетки 3 – 4 мм, и тщательно перемешивают.

Подготовленные пробы помещают в стеклянную банку с притертой пробкой и хранят при 3 – 5 °С. Исследования проводят в течение 24 ч.

При химическом исследовании готовой продукции определяют содержание влаги, белка, хлорида натрия, нитрита, нитрата, крахмала.

Содержание влаги в колбасных изделиях определяют методами высушивания: ускоренным при 150 °С, ускоренным при 135 – 140 °С и арбитражным с использованием этанола. При определении содержания влаги первым методом навеску ($3 \pm 0,002$ г) смешивают с 6 – 8 г прокаленного песка и высушивают в течение 1 ч. При использовании второго метода навеску ($2 \pm 0,0002$ г) смешивают с 5 – 6 г песка и высушивают в сушильном аппарате САЛ с нагревом лампами инфракрасного излучения в течение 20 мин. Арбитражный метод основан на обработке навески этиловым спиртом с последующим обезвоживанием при пониженных температурах, что исключает возможность развития побочных реакций. Порядок выполнения работы представлен в лабораторной работе 4.4.2.

Методика определения содержания белка представлена в лабораторной работе 1.6.2.

Методики определения содержания хлорида натрия, нитрита, нитрата, крахмала и микробиологические исследования представлены в лабораторных работах 4.4.3-4.4.6.

4.3 Анализ мясных полуфабрикатов

Мясная промышленность вырабатывает широкий ассортимент мясных полуфабрикатов, которые подразделяют по следующим признакам: способу обработки — на натуральные, рубленые и полуфабрикаты в тесте; виду мяса — на говяжьи, свиные, бараньи, из мяса птицы и кроликов; термическому состоянию — на охлажденные и замороженные.

Натуральные полуфабрикаты. Натуральные полуфабрикаты подразделяют на порционные и мелкокусковые в зависимости от размеров кусочков (порций), их массы и частей туши, из которых их выделяют. Натуральные полуфабрикаты выпускают в охлажденном виде.

Характеристика различных порционных полуфабрикатов, выпускаемых промышленностью, приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Характеристика порционных полуфабрикатов

Полуфабрикат	Характеристика
1	2
Из говядины	
Бескостный полуфабрикат	Мякоть массой 250, 500, 1000 г из спинной, тазобедренной, поясничной и лопаточной частей туши.
Лангет	Два примерно одинаковых куска мякоти массой 80 – 125 г, толщиной 10 – 12 мм из вырезки
Антрекот	Мякоть массой 80 – 125 г, толщиной 15 – 20 мм овально-продолговатой формы из спинной и поясничной частей туши
Бифштекс натуральный	Мякоть массой 125 г, толщиной 20 – 30 мм овальной формы без жира из тазобедренной части
Говядина духовая	Один или два куска мякоти массой 80 – 125 г, толщиной 20 – 25 мм неправильной формы из тазобедренной части

1	2
Зразы натуральные	Один или два куска мякоти массой 80 – 125 г толщиной 10 – 15 мм неправильной округлой формы из тазобедренной части
Из свинины и баранины	
Бескостный полуфабрикат	Кусок мякоти массой 250 – 500 г из корейки, лопаточной и шейной частей свинины, из лопаточной и тазобедренной частей баранины
Котлета натуральная	Кусок мякоти массой 80 – 125 г, толщиной 15 – 20 мм с реберной косточкой длиной не более 8 см из корейки со слоем шпика не более 10 мм
Эскалоп	Два примерно равных по массе куска мякоти массой 80 – 127 г, толщиной 10 – 15 мм овально-плоской формы из спинной и поясничной частей туши
Шницель	Кусок мякоти массой 70 – 125 г, толщиной 20 – 30 мм овально-продолговатой формы (слой шпика для свиного не более 10 мм), из окорока свиных туш и из спинной и поясничной частей бараньих туш
Свинина духовая, баранина духовая	Один или два куска мякоти массой 80 – 125 г, толщиной 10 – 25 мм неправильной овальной формы из шейной и лопаточной частей туши
Из мяса птицы	
Цыплята любительские	Из потрошенных тушек цыплят в распластованном виде с обработкой поверхности посолочной смесью

В настоящее время намечается значительное увеличение объема выпуска бескостного полуфабриката в связи с его рен-

табельностью. Для этой цели используют говядину I категории упитанности от молодых животных, свинину II и III категорий упитанности, баранину I категории упитанности.

Бескостные полуфабрикаты должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Характеристика бескостных полуфабрикатов

Показатель	Бескостные полуфабрикаты		
	из говядины	из свинины	из баранины
Внешний вид	Мякоть, зачищенная от сухожилий, грубых пленок и жировой ткани. Поверхность ровная, незаветренная	Мякоть удлиненной формы. Поверхность чистая, сухая, края заравнены. Толщина шпика не более 10 мм	Мякоть, зачищенная от сухожилий, грубых пленок. Поверхность ровная, незаветренная. Края заравнены. Толщина подкожного жира не более 10 мм
Цвет и запах	Характерные для доброкачественного мяса		
Масса порции, г	250, 500, 1000	250, 500	250, 500

Допускается отклонение от установленной массы полуфабрикатов для порции массой 250, 500 г $\pm 3\%$; 1000 г – $\pm 1\%$.

Бескостные полуфабрикаты упаковывают в пакеты из полиэтиленовой пленки, которые закрепляют металлическими скрепками или термосваривают. Для более длительного хранения их упаковывают под вакуумом в полимерные пакеты из усадочной пленки с последующим наложением алюминиевых скоб и усадкой пакетов. На каждой упаковке должна быть отпечатана маркировка или вложена этикетка с указанием наименования предприятия-изготовителя, его подчиненности и товарного знака; наименования полуфабриката, массы нетто порции (в кг); розничной цены за 1 кг; цены порции; даты и часа окончания технологического процесса; срока реализации.

Срок хранения и реализации бескостных полуфабрикатов из говядины и баранины не более 48 ч, из свинины 36 ч при температуре не ниже 0 °С и не выше 8 °С с момента окончания технологического процесса, в том числе на предприятии-изготовителе не более 12 ч.

Для полуфабрикатов, упакованных под вакуумом, срок хранения 5–7 сут при температуре от 0 до 4 °С и не более 10 – 15 сут при температуре $-1 \pm 0,5$ °С.

Характеристика мелкокусковых и мелкокусковых мясокостных полуфабрикатов приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Характеристика мелкокусковых и мелкокусковых мясокостных полуфабрикатов

Полуфабрикат	Характеристика
1	2
Мелкокусковые	
Из говядины	
Азу	Кусочки мякоти в виде брусочков массой 10 – 15 г, длиной 30 – 40 мм из боковых и наружных кусочков задне-тазовой части туши; масса порции 125 г
Бефстроганов	Брусочки мякоти массой 5 – 7 г, длиной 30 – 40 мм из вырезки и мякоти поясничной, спинной и задне-тазовой частей туши; масса порции 125 г
Гуляш	Кусочки мякоти массой 20 – 30 г, допускается наличие жира до 10 %, поверхностной пленки, межмышечной соединительной ткани, из лопаточной, подлопаточной частей; масса порции 125 г

1	2
Поджарка	Кусочки массой 10 – 15 г любой формы, допускается наличие межмышечной соединительной пленки и жира, из обрезки голов, шейной и лопаточной частей; масса порции 250 и 500 г
Мясо для шашлыка	Кусочки вырезки массой 30 – 40 г; масса порции 250 и 500 г
Из свинины и баранины	
Мясо для плова	Кусочки мякоти массой 10 – 15 г с содержанием жира не более 15 % из лопаточной части; масса порции 250 и 500 г
Мясо для шашлыка	Кусочки мякоти массой 15 – 40 г с содержанием жира не более 15 – 20 % из заднегрудной, спинной и поясничной частей туш; масса порции 250 и 500 г
Поджарка	Кусочки мякоти массой 10 – 15 г различной формы с содержанием жира не более 20 %; масса порции 250 – 500 г
Гуляш	Кусочки мякоти массой 20 – 30 г с содержанием жира не более 20 % из шейной и лопаточной частей; масса порции 125, 250 и 500 г
Мелкокусковые мясокостные	
Из говядины	
Грудинка для тушения	Мясокостные кусочки массой не более 200 г из реберной части говядины с содержанием мякоти не более 75 % массы полуфабриката; масса порции 1000 г
Грудинка для харчо	Мясокостные кусочки массой до 200 г из грудной части говядины с хрящами с содержанием мякоти не менее 85 % массы полуфабриката; масса порции 1000 г

1	2
Из свинины и баранины	
Рагу свиное и баранье	Мясокостные кусочки массой 100 – 200 г (примерно 50 % мяса и жира и 50 % костей) из шейной, хребтовой, поясничной, грудной, крестцовой частей туши; масса порции 500 и 1000 г
Суповой набор	Мясокостные кусочки массой 20 – 30 г с содержанием жира не более 15 % и костей 10 – 20 % из грудной и шейной частей; масса порции 500 и 1000 г Приготавливают так же, как из говядины
Из мяса птицы	
Наборы субпродуктов (набор для студня, набор для рагу, суповой набор)	Головы, ноги, шея без кожи, крылья, желудки, сердце; масса порции 500 и 1000 г

Некоторые виды натуральных полуфабрикатов выпускают в панированном виде, используя при этом взбитую яичную массу – льезон и сухарную муку – панировку (табл. 4.6).

Таблица 4.6 - Характеристика натуральных полуфабрикатов в панированном виде

Полуфабрикат	Характеристика
Из говядины	
Ромштекс	Кусок мякоти массой 110 г, толщиной 8 – 10 мм овально продолговатой формы; масса порции 125 г (4 г льезона и 11 г сухарной муки)
Из свинины и говядины	
Шницель и котлета отбивная	Кусок мякоти массой 110 г, толщиной 15 – 20 мм овально-продолговатой формы; масса порции 125 г

1	2
Из мяса птицы	
Котлета куриная отбивная	Кусок белого куриного мяса (филея без кожи) массой 90 г; масса порции 100 г

Рубленые полуфабрикаты. В зависимости от вида мяса, характера предварительной обработки, рецептуры рубленые полуфабрикаты выпускают в виде фаршей, котлет, шницелей и бифштеков.

Фарши на предприятиях мясной промышленности вырабатывают следующего ассортимента: мясной натуральный, мясной особый, для бифштеков. Фарши выпускают в охлажденном и мороженом виде. Для изготовления фаршей используют говядину II сорта, свинину полужирную и котлетное мясо из говядины, свинины и баранины. В мясной особый фарш и фарш для бифштеков вводят соевый концентрат или соевую муку после их регидратации. В соответствии с содержанием белка регидратацию производят при соотношении белкового препарата и воды для соевого концентрата 1:3, для соевой муки 1:2. В фарше для бифштеков используют шпик боковой несолёный, обрезки шпика. В случае изготовления мороженых фаршей применяют только охлажденное сырье. Для выработки мясного фарша особого и фаршей для бифштеков не допускается использование тощего мяса, а также мяса быков и хряков.

По органолептическим и физико-химическим показателям фарши должны соответствовать требованиям, представленным в таблице 4.7.

Допускаемые отклонения от установленной массы для отдельных порций составляют $\pm 2\%$.

Фарши упаковывают в пергамент, в подпергамент, фольгу, пленку целлюлозную или полиэтиленовую. На каждую обертку фасованного фарша несмываемой краской наносят те же обозначения, что и для бескостного мяса.

Таблица 4.7 - Характеристика фаршей

Показатель	Характеристика фаршей				
	мясного			мясного особого	для бифштексов
	говяжье- го	свиного	бараньего		
Внешний вид	Однородная масса, без костей, хрящей, сухожилий, грубой соединительной ткани, кровяных сгустков и грубых пленок				
Измельчение на волчке с диаметром отверстий, мм	2–3			2–3	4–5
Цвет	От темно-красного до светло-розового				
Запах	Свойственный доброкачественному сырию				
Содержание влаги, % не более	Не регламентируется			60	65
Содержание жира, % не более	17	50	10	30	23
Температура в толще фарша, °С охлажденного	Не выше 4				
мороженого	Не выше -8				
Масса порции, г	250, 500	1000	250, 500	250, 500	

Срок хранения и реализации мясного фарша, охлажденного при 4 °С, не более 12 ч с момента окончания технологического процесса, из них на предприятии не более 4 ч. Для фарша замороженного срок хранения и реализации не более 1 мес со дня выпуска при температуре не выше минус 10 °С.

Котлеты – это рубленые порционные изделия из мясного фарша. В зависимости от рецептуры вырабатывают московские,

домашние и киевские котлеты. Основным сырьем для них является котлетное мясо, которое можно заменять жилованным.

Показатели, характеризующие качество котлет, приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Характеристика котлет

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Форма котлет круглая или овальная, поверхность, равномерно панированная сухарной мукой, без разорванных ломаных краев
Вид на разрезе	Фарш хорошо перемешан
Вкус и запах	
-сырых	Свойственные доброкачественному сырью
-жареных	Должны иметь приятный вкус и аромат
Консистенция	Жареных котлет – сочная, некрошливая
Содержание влаги, %, не более	
-московские	68
-домашние	66
киевские	62
Содержание хлеба, %, не более	
-московские	20
-домашние	18
-киевские	20
Содержание соли, %	1,2-1,5
Масса порции, г	50, 100

Допускаемые отклонения массы составляют для одной котлеты 5 %, для 10 шт. – 4 %.

Котлеты укладывают на вкладыши-лотки и помещают в ящики. Каждый ящик маркируют. Срок хранения и реализации котлет при температуре не выше 8 °С не более 12 ч с момента окончания технологического процесса, в том числе на предприятии не более 6 ч.

Шницель рубленый изготавливают из говядины II сорта или котлетного мяса и жирной свинины с содержанием жировой ткани 50–85 %.

По органолептическим и физико-химическим показателям шницель должен соответствовать требованиям таблицы 4.9.

Таблица 4.9 - Характеристика шницеля

Показатель	Характеристика
Вид на разрезе	Фарш хорошо перемешан, масса однородная с включением кусочков свинины жирной
Вкус и запах -сырых	Свойственные доброкачественному сырью
-жареных	Должны иметь приятный вкус и аромат
Консистенция	Жареного продукта – некрошливая, сочная
Содержание влаги в сыром шницеле, %, не более	68
Содержание жира в сыром шницеле, %, не более	22
Содержание соли в сыром шницеле, %	1,2-1,5
Масса порции, г	50, 100

Допускаемые отклонения от массы шницеля не должны превышать ± 5 %.

Шницель вырабатывают в охлажденном и мороженом виде. В последнем случае для изготовления полуфабриката используют охлажденное сырье. Шницель в охлажденном виде укладывают на вкладыши-лотки и упаковывают в ящики. Замороженные шницели массой 300 г (по 3–6 шт.) укладывают в пакеты из полиэтиленовой или поливинилхлоридной пленки. Пакеты термосваривают или зажимают алюминиевыми скобами, маркируют или вкладывают в упаковку этикетку.

Срок хранения и реализации охлажденных шницелей составляет при температуре не выше 8 °С не более 14 ч с момента окончания технологического процесса, в том числе на предприятии не более 6 ч. Замороженные полуфабрикаты в упакованном виде хранят не более 20 сут при температуре не выше минус 10 °С.

Пельмени. Пельмени представляют собой формованные изделия, мясной фарш которых заключен в оболочку из теста. Для производства пельменей используют жилованное мясо всех видов и субпродукты I категории без предварительного посола.

По качеству пельмени должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 4.10.

Таблица 4.10 - Характеристика пельменей

Показатель	Характеристика пельменей				
	Русских	Сибирских и свиных	Горных	Балканских	Субпродуктовых
1	2	3	4	5	6
Внешний вид	Пельмени имеют форму полукруга, поверхность сухая, края хорошо заделаны, фарш не выступает. Не допускаются слипшиеся в комки и деформированные				
Температура в толще пельменя	Не выше -10°C. При встряхивании коробки слышен отчетливый звук.				
Вкус и запах	У вареных пельменей свойственный заложенному сырью, с выраженным ароматом пряностей, без постороннего привкуса и запаха. Фарш сочный, в меру соленый, тесто не должно разрываться.				
Содержание мясного фарша, % к массе пельменя, не менее	53	53	53	53	53

Окончание табл. 4.10

1	2	3	4	5	6
Содержание жира в фарше, %, не менее	10	11	7	7	7
Содержание соли, %, не более	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Толщина теста, мм, не более	2	2	2	2	2
Толщина теста в местах заделки, мм, не более	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Масса одногопельменя, г	12 \pm 2	12 \pm 2	12 \pm 2	12 \pm 2	12 \pm 2

Пельмени выпускают в мороженом виде. Их фасуют в картонные коробки массой 500 г. При фасовке пельменей допускается отклонение в массе до ± 7 г, при фасовке на поточно-механизированных линиях с использованием автоматов – ± 14 г. На коробках указывают наименование полуфабриката, массу нетто, наименование предприятия–изготовителя, способ приготовления в домашних условиях, условия хранения, дату выработки, цену.

Пельмени хранят при температуре не выше минус 10 °С в течение 1 мес. В момент отпуска пельменей с предприятия их температура должна быть не выше минус 10 °С.

4.4 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 4.4.1

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

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.

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 бальной шкале.

Объекты исследования: мясные продукты – фаршированные, вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, ливерные и кровяные колбасы, мясные хлеба, сосиски, сардельки, зельцы, студни, холодцы, паштеты, а также 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.

Порядок выполнения. Органолептическую оценку проводят сначала на целом (неразрезанном), а затем на 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 бальной 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-балльной системе							Другие замечания
	Внешний вид	Цвет	Запах, аромат	Консистенция	Вкус	Сочность	Общая оценка в баллах	

Подпись _____

Лабораторная работа № 4.4.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ

Влажность продуктов весьма важный показатель при оценке качества мясных продуктов, который влияет на хранимость, выход, консистенцию и другие технологические характеристики. В аналитической практике применяются различные методы и их модификации, в основе которых лежит гравиметрическое определение.

Объекты исследования: мясо и мясные продукты различных ассортиментных групп, включая копченые, варено-копченые, вареные, фаршированные колбасы, мясные хлебы, сосиски, сардельки, продукты из свинины, баранины, говядины, мяса птицы, других видов скота, зельцы, студни, паштеты, фаршевые консервы и т.д.

Материалы, реактивы, оборудование: мясорубка бытовая с диаметром отверстий решетки от 3 до 4 мм; шкаф сушильный электрический с терморегулятором; весы лабораторные; баня водяная; стаканчики для взвешивания (бюксы) или бюксы металлические диаметром 50 мм, высотой 25-35 мм; эксикатор; палочки стеклянные; спирт этиловый; песок речной или кварцевый.

Подготовка проб. Пробы продуктов освобождают от оболочек и измельчают. Пробы колбасных изделий, вареных, варено-копченых, копчено-запеченных, запеченных и жареных продуктов, фаршевых консервов, а также соленого бекона два раза измельчают на бытовой или электрической мясорубке и тщательно перемешивают.

Пробы сырокопченых колбас дважды измельчают на электрической мясорубке или нарезают острым ножом на круговые ломтики толщиной не более 1 мм, после чего их режут на полоски и рубят ножом так, чтобы размер частиц пробы не превышал 1 мм и тщательно перемешивают.

Пробы паштетов, студней и зельцев измельчают на бытовой или электрической мясорубке один раз и тщательно перемешивают.

Подготовленную пробу помещают в стеклянную банку с притертой пробкой вместимостью 200-400 см³, заполнив ее полностью, и сохраняют при температуре от 3 до 5 °С в течение 24 ч.

Порядок выполнения

1. Определение массовой доли влаги высушиванием при температуре (103±2) °С. В бюксу помещают песок в количестве,

примерно в 2-3 раза превышающем навеску продукта, стеклянную палочку длиной немного большей диаметра бюксы (чтобы она не мешала закрывать бюксу крышкой) и высушивают в сушильном шкафу в открытой бюксе при температуре (103 ± 2) °С в течение 30 мин. Затем бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Во взвешенную бюксу с песком вносят навеску продукта 5 г и повторно взвешивают. К содержимому приливают 5 см³ этилового спирта и перемешивают стеклянной палочкой.

Помещают бюксу на водяную баню (80-90 °С) и, помешивая палочкой, нагревают до исчезновения запаха этилового спирта. Затем пробу высушивают в течение 2 ч в сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Высушивание продолжают до постоянной массы. Каждое повторное взвешивание проводят после высушивания в течение 1 ч при температуре (103 ± 2) °С. Результаты двух последовательных взвешиваний не должны отличаться более чем на 0,1 % массы навески. Взвешивание проводят на весах с погрешностью не более 0,001 г. Содержание влаги рассчитывают по разнице массы проб по формуле:

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \cdot 100, \%$$

где x – массовая доля влаги, %; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m – масса бюксы с песком, г.

2. Определение массовой доли влаги высушиванием при температуре (150 ± 2) °С. В бюксу помещают песок в количестве, примерно в 2-3 раза превышающем навеску продукта, стеклянную палочку и высушивают в сушильном шкафу при температуре (150 ± 2) °С в течение 30 мин. Затем бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Затем в бюксу с песком вносят навеску продукта 3 г, взвешивают повторно, тщательно перемешивают с песком стеклянной палочкой и высушивают в сушильном шкафу в открытой бюксе при температуре (150 ± 2) °С в течение 1 ч. Затем бюксу закрывают крышкой, охлаждают в

эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Взвешивание проводят на весах с погрешностью не более 0,0002 г.

Расчет ведут по разнице массы проб по вышеприведенной формуле

Оформление результатов. Экспериментальные данные оформляют в виде таблицы, рекомендуемой формы, анализируют результаты, формулируют заключение по работе.

Наименование образца, источник получения	Способ и условия определения показателя	Массовая доля влаги, %

Лабораторная работа № 4.4.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Содержание хлорида натрия определяют в водной вытяжке из продукта методом Мора в нейтральной среде или методом Фольгарда в сильнокислой среде.

Метод Мора основан на осаждении иона хлора ионом серебра в нейтральной среде в присутствии хромата калия в качестве индикатора. Метод Мора дает завышенные результаты, так как в нейтральной среде ионы серебра наряду с ионами хлора осаждают фосфаты и карбонаты. На результат также влияет наличие белков.

Метод Фольгарда основан на освобождении испытуемого образца от белковых веществ и оттитровывании избытка раствора нитрата серебра раствором роданида калия в кислой среде в присутствии железоаммонийных квасцов как индикатора. Метод Фольгарда позволяет получить более точные результаты по сравнению с методом Мора.

Объекты исследования: мясные продукты различных ассортиментных групп кулинарной готовности, комбинированные и другие белковые продукты.

Материалы, реактивы, оборудование: раствор хромовокислого калия с массовой долей 10 %; раствор азотнокислого серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³; бюретка; нож или мясорубка; часовое стекло; аналитические весы.

Подготовка проб. Пробы мясных продуктов измельчают ножом на часовом стекле или на мясорубке.

Порядок выполнения. Содержание хлорида натрия определяют в водной вытяжке из продукта методом Мора в нейтральной среде. Навеску фарша около 3 г, взятую с точностью до 0,001 г, помещают в химический стакан емкостью 200 – 300 мл и добавляют 100 мл дистиллированной воды.

При исследовании вареных колбас навеску с водой растирают стеклянной палочкой с резиновым наконечником в течение 10 мин. При исследовании копченостей, соленого бекона, полукопченых и копченых колбас содержимое стакана нагревают в водяной бане до температуры 30° С и периодически взбалтывают в течение 10 мин стеклянной палочкой с резиновым наконечником, растирая крупные частицы фарша.

В обоих случаях водной вытяжке дают отстояться 5 мин, берут 10 – 20 мл пипеткой в коническую колбу, приливают 1 мл раствора 10%-ного хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³ до появления оранжево-красного окрашивания.

Содержание поваренной соли вычисляют, с точностью до 0,01%. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1%. Результат анализа выражают как среднеарифметическое из двух параллельных определений.

$$x = \frac{0,0029 \cdot K \cdot V_2 \cdot 100 \cdot 100}{m_0 \cdot V_1},$$

где x – содержание хлорида натрия, % ; 0,0029 – количество хлорида натрия, эквивалентное 1 мл раствора нитрата серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³, г; K – коэффициент пересчета на точно раствор нитрата серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³, г; V₂ – объем раствора нитрата серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³, пошедший на титрование, мл; m₀ – масса пробы, г; V₁ – объем фильтрата, взятый на титрование, мл.

Оформление результатов. Результаты экспериментов и расчетов представляют в виде таблицы:

Наименование образца	Содержание поваренной соли, %

По полученным данным делают вывод о соответствии содержания поваренной соли в продукте требованиям, предъявляемым к мясным продуктам.

Лабораторная работа № 4.4.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРИТОВ

Среди перечня токсических и вредных веществ, обнаруживаемых в сырье и продуктах, большое практическое значение имеет определение нитрит-ионов, источниками которых служат корма животных и собственно нитрит, добавляемый для цветообразования при производстве мясопродуктов.

Применение нитрита в технологии производства мясопродуктов определяется его комплексным воздействием на качество готовых изделий. Нитрит способствует образованию окраски, участвует в формировании специфического вкуса и аромата мясных изделий, особенно солено-копченых, и ингибирует жизнедеятельность микроорганизмов.

Учитывая токсические свойства нитрита и возможность участия его в синтезе канцерогенных нитрозоаминов, количество нитрита в продуктах строго лимитируется. Принимая во внимание потенциальную опасность нитрата и сложность регулирования реакций образования нитрозопигментов, использование солей азотной кислоты при посоле мяса в настоящее время в нашей стране запрещено. В то же время вероятность превращения нитрита в нитрат не исключена, что предопределяет необходимость контроля содержания солей азотной кислоты в мясопродуктах.

В зависимости от уровня материальной базы, в аналитической практике могут быть применены те или иные методы. Принципы и основная суть их изложены ниже:

Ионометрический метод определения нитрат- и нитрит-ионов предусматривает использование ионоселективного (нитратного) электрода типа ЭМ-ЛО₃-01 путем индикации и измерения ЭДС электрода на иономере И-130 (или нитратомере). Иономер предназначен для измерения активности ионов водорода (рН), одновалентных и двухвалентных анионов и катионов (рХ), окислительно-восстановительных потенциалов в цифровой форме и в виде сигналов постоянного тока. Содержание нитрат-ионов можно фиксировать без предварительного измерения рН. На точность измерения не влияет присутствие фосфора, белков, жиров. Не рекомендуется проводить определение в объектах, содержащих хлорид натрия в массовых концентрациях более 3,5 %. Измерение

ЭДС и определение концентрации нитратов проводят в водной вытяжке из пробы мясопродукта после предварительной экстракции при интенсивном перемешивании смеси с последующим фильтрованием.

Для исследования растворов, имеющих малые концентрации нитрат- и нитрит-ионов, используют метод добавок: в 50 см³ вытяжки измеряют ЭДС, затем в нее вводят нитрат калия так, чтобы массовая концентрация нитрата увеличилась до значений, соответствующих предварительно построенному калибровочному графику. По разнице значений рассчитывают искомую величину.

Для определения содержания нитритов их окисляют персульфатом аммония до нитратов. Разность между найденным суммарным содержанием нитрат-ионов и начальной концентрацией нитрат-ионов равна концентрации нитрит-ионов.

Фотометрические методы применяют в ряде модификаций, каждая из которых имеет практическое значение в анализе мясопродуктов и основана на той или иной химической реакции с образованием специфически окрашенных растворов. Например, применяется метод, основанный на реакции нитрита с N-(1-нафтил)-этилендиамин дигидрохлоридом и сульфаниламидом в обезбелоченном фильтрате с последующим фотометрированием или визуальным определением интенсивности окраски. При фотоколориметрическом определении интенсивности окраски метод соответствует международному стандарту и применяется при разногласиях в оценке.

Используют также метод, основанный на реакции нитрита с реактивом Грисса (смесь растворов сульфаниловой кислоты и α -нафтиламина в уксусной кислоте) в обезбелоченном фильтрате с последующим измерением интенсивности окраски на фотоколориметре.

Объекты исследования: мясо разных видов убойных животных и птицы; субпродукты I и II категории, колбасные изделия, продукты из свинины, говядины, баранины, мяса птицы; консервы, при изготовлении которых применяют нитрит натрия.

Материалы, реактивы, оборудование: мясорубка бытовая или электрическая бытовая с отверстиями решетки диаметром от 3 до 4 мм; весы лабораторные; баня водяная; колбы мерные вместимостью 100, 200, 250, 500 и 1000 см³; воронки стеклянные; фильтры беззольные бумажные; фотоэлектроколориметр; пипетки

емкостью 2; 5; 10 и 25 см³; кислота соляная, ч. д. а., плотностью 1,19 г/см³; вода дистиллированная; пробирки стеклянные; колбы конические емкостью 100 см³; цилиндры емкостью 50 см³; стаканы емкостью 50, 100 и 250 см³; раствор соляной кислоты с (HCl)=0,1 моль/дм³; раствор гидроксида натрия с (NaOH) = 0,1 моль/дм³; раствор сульфата цинка концентрацией 4,5 г/дм³; натрий азотнокислый; растворы 1 и 2; реактив Грисса.

Подготовка проб. С колбасных изделий снимают оболочку; с фаршированных колбас и языков в шпике – поверхностный слой шпика и оболочку; с окороков, лопаток, рулетов, корейки и грудинки – поверхностный слой шпика; затем пробы дважды измельчают на мясорубке с отверстиями решетки диаметром от 3 до 4 мм. Продукты, состоящие из шпика с промежуточными слоями мышечной ткани (ветчина в форме, прессованный бекон и аналогичные им), измельчают полностью.

Полученный фарш тщательно перемешивают, помещают в стеклянную или пластмассовую банку емкостью от 200 до 400 см³, заполнив ее, и закрывают крышкой. Пробу хранят при (4±2) °С до окончания анализа. Анализ проводят не позднее чем через 24 ч после отбора проб. Пробу сырых продуктов анализируют сразу после измельчения.

Порядок выполнения. Взвешивают 20 г подготовленной к анализу пробы с погрешностью не более 0,01 г, помещают в химический стакан, заливают 35-40 см³ дистиллированной воды, нагретой до (55±2) °С, и настаивают, периодически перемешивая, в течение 10 мин. Затем вытяжку фильтруют через ватный фильтр в мерную колбу емкостью 200 см³. Навеску несколько раз промывают и переносят на фильтр, где еще промывают водой, затем раствор охлаждают и доводят водой до метки.

Для приготовления вытяжки сырокопченых продуктов из свинины, баранины, говядины и сырокопченых колбас навеску 20 г заливают 200 см³ предварительно отмеренной и нагретой до (55±2) °С дистиллированной воды и настаивают, периодически помешивая, в течение 30 мин. Затем вытяжку фильтруют через ватный фильтр, не перенося осадка на фильтр.

20 см³ вытяжки помещают в мерную колбу емкостью 100 см³, добавляют 10 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией 0,1 моль/дм³ и 40 см³ раствора сульфата цинка с

массовой долей 0,45 % для осаждения белков. Смесь в колбе нагревают 7 мин на водяной бане при температуре кипения, после чего охлаждают, доводят до метки водой, перемешивают и фильтруют через обеззоленный бумажный фильтр.

Параллельно проводят контрольный анализ на реактивы, помещая в мерную колбу вместимостью 100 см³ вместо 20 см³ вытяжки 20 см³ дистиллированной воды.

В коническую колбу вместимостью 100 см³ помещают 5 см³ прозрачного фильтрата, полученного после осаждения белков, 1 см³ раствора аммиака, 2 см³ раствора соляной кислоты, 2 см³ дистиллированной воды и, для усиления окраски, 5 см³ раствора сравнения, содержащего 1 мкг нитрита натрия в 1 см³. Затем в колбу приливают 15 см³ реактива Грисса и через 15 мин измеряют интенсивность окраски на спектрофотометре при длине волны 538 нм или на фотоколориметре с зеленым светофильтром (№ 6) в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 2 см в отношении раствора сравнения.

Массовую долю нитрита (X, %) вычисляют по формуле

$$X_5 = \frac{M_1 \cdot 200 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 30}{m \cdot 20 \cdot 5 \cdot 10^6},$$

где M₁ – массовая концентрация нитрита натрия, найденная по градуировочному графику, мкг/см³; m – навеска продукта, г; 10⁶ – коэффициент перевода в граммы.

Оформление результатов. Полученные результаты анализа сводят в таблицу рекомендуемой формы:

Наименование образцов	Содержание нитритов, мг/100 г

Полученные результаты сравнивают с предельно допустимыми значениями для данного вида продуктов, делают выводы и формулируют общие заключение по работе.

Указания.

Построение калибровочного графика для фотометрического метода определения нитритов и нитратов

Для приготовления стандартных растворов нитрита натрия отвешивают навеску нитрита натрия, содержащую 1 г основного вещества.

Для химически чистого реактива с массовой долей основного вещества 99 % массу навески (X , г) вычисляют по формуле

$$X = \frac{100 \cdot 1}{99} = 1,0101.$$

Навеску переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. Для приготовления рабочего раствора 10 см³ основного раствора переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³ и доводят водой до метки.

Для приготовления раствора сравнения 5 см³ рабочего раствора переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят водой до метки. 1 см³ раствора сравнения содержит 0,001 мг (или 1 мкг) нитрита натрия.

При построении калибровочного графика в шесть мерных колб вместимостью по 100 см³ каждая пипеткой вносят рабочий раствор: 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 см³. В первую колбу рабочий раствор не вносят, используя ее как контрольную.

В каждую колбу добавляют 5 см³ раствора аммиака, 10 см³ раствора соляной кислоты, доводят водой до метки и перемешивают. В конические колбы вместимостью 100 см³ пипеткой переносят по 15 см³ приготовленных растворов, 15 см³ реактива Грисса и после 15 мин выдержки при комнатной температуре измеряют интенсивность розовой окраски на спектрофотометре при длине волны 538 нм или фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром (№ 6) в кювете толщиной поглощающего свет слоя 2 см в отношении раствора сравнения.

Готовят три серии стандартных растворов, начиная каждый раз с приготовления основного раствора из новой навески азотистокислого натрия.

По полученным средним данным из трех стандартных растворов строят на миллиметровой бумаге размером 25x25 см калибровочный график. На оси абсцисс откладывают массовую концентрацию нитрита натрия, мкг/см³, на оси ординат –

соответствующие оптические плотности. Калибровочный график должен проходить через начало координат.

Лабораторная работа № 4.4.5

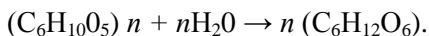
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА

При определении содержания крахмала используют качественный и количественный методы.

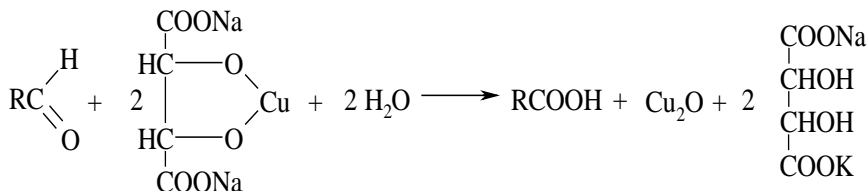
Качественное определение крахмала основано на взаимодействии крахмала, содержащегося в мясопродуктах с раствором Люголя с образованием черно-синей окраски.

Метод количественного определения крахмала основан на окислении альдегидных групп моносахаридов, образующихся при гидролизе крахмала в кислой среде, двухвалентной медью жидкости Фелинга с образованием осадка закиси меди.

Гидролиз крахмала протекает по следующей реакции:



Окисление альдегидных групп моносахаридов протекает по схеме



Объекты исследования: мясные продукты различных ассортиментных групп кулинарной готовности, комбинированные и другие белковые продукты.

Материалы, реактивы, оборудование: раствор Люголя; раствор соляной кислоты с массовой долей 10 %; раствора фенолфталеина с массовой долей 1 %; 0,05 н раствор азотнокислого серебра; раствор гидроксида натрия с массовой долей 10 %; раствор желтой кровяной соли с массовой долей 15 %; раствор сернокислого цинка с массовой долей 30 %; жидкость Фелинга; раствор йодистого калия (КJ) с массовой долей 30 %; раствор серной кислоты с массовой долей 25 %; 0,1 н раствор тиосульфата натрия; раствор крахмала с массовой долей 1 %; конические колбы; воздушный или водяной

холодильник; мерные колбы на 250, 100 и 50 мл; бюретка; нож или мясорубка; часовое стекло; аналитические весы.

Подготовка проб. Пробы мясных продуктов измельчают ножом на часовом стекле или на мясорубке.

Порядок выполнения

1. Качественная проба на присутствие крахмала. Для этого каплю раствора Люголя наносят на свежий разрез колбасы. При положительной реакции — появление синего или черно-синего окрашивания — проводят количественное определение содержания крахмала.

2. Количественное определение содержания крахмала. Метод основан на окислении альдегидных групп моносахаридов (образующихся в результате гидролиза углеводов) двухвалентной медью жидкости Фелинга; при этом окись меди восстанавливается в закись, выпадающую в осадок. Количество меди, затраченной на окисление, определяют йодометрическим титрованием контрольного и испытуемого растворов.

Навеску фарша около 20 г помещают в коническую колбу емкостью 250 мл, добавляют небольшими порциями при перемешивании 80 мл 10%-ного раствора соляной кислоты и кипятят содержимое колбы с водяным или воздушным холодильником на плитке с асбестовой сеткой (рис. 1), периодически перемешивая, 15 мин. Затем содержимое колбы охлаждают, количественно переносят в мерную колбу на 250 мл, доводят раствор до метки водой так, чтобы слой жира оказался над меткой, перемешивают и фильтруют; 25 мл фильтрата переносят в мерную колбу на 50 мл, добавляют одну каплю 1%-ного раствора фенолфталеина, нейтрализуют 10%-ным раствором едкого натра до появления красноватой окраски от одной капли, затем добавляют по каплям 10%-ную соляную кислоту до исчезновения окрашивания и еще 2 – 3 капли соляной кислоты для обеспечения

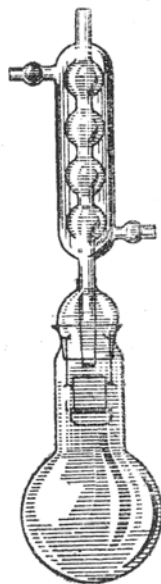


Рис. 1. Установка для гидролиза крахмала

слабокислой реакции, 1,5 мл 15%-ного раствора желтой кровяной соли и 1,5 мл 30%-ного серно-кислого цинка для осаждения белков и осветления гидролизата. Охлаждают до комнатной температуры, доводят объем водой до метки, перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр. Щелочь рекомендуется добавлять из бюретки с зажимом Мора, снабженной длинной, оттянутой в капилляр трубкой.

10 мл прозрачного фильтрата помещают в мерную колбу на 100 мл, добавляют 20 мл жидкости Фелинга, взбалтывают, кипятят 3 мин, охлаждают в воде, доводят раствор водой до метки, перемешивают и оставляют в покое до осаждения закиси меди.

Одновременно проводят контрольный опыт, заменяя фильтрат водой. 20 мл раствора без осадка помещают в коническую колбу, добавляют 10 мл 30%-ного раствора йодистого калия, 10 мл 25%-ного раствора серной кислоты и титруют 0,1 н раствором тиосульфата из микробюретки на 5–10 мл до слабо-желтой окраски, после чего добавляют 1 мл 1%-ного раствора крахмала и медленно титруют до исчезновения синей окраски (с промежутками между каплями 5–6 сек). Одновременно производят титрование контрольного раствора.

Содержание крахмала (в %) вычисляют по формуле

$$x = \frac{(250 - 2) \cdot 50 \cdot 100 \cdot a}{25 \cdot 20 \cdot 10} = 248 \cdot a,$$

где (250 – 2) – объем гидролизата с поправкой на объем осадка, мл; 20 – навеска фарша, г; 25; 50 – разведения гидролизата при нейтрализации и осаждении белков, мл; 10 – количество гидролизата, взятое для кипячения, мл; а – количество крахмала, соответствующее количеству 0,1 н раствора тиосульфата, найденному по таблице пересчета для содержания крахмала, г.

Количество 0,1 н раствора тиосульфата вычисляют по формуле

$$X_1 = (b - c) \cdot K \cdot 5,$$

где b – количество 0,1 н раствора тиосульфата, пошедшее на титрование контрольного опыта, мл; c – количество 0,1 н раствора тиосульфата, пошедшее на титрование испытуемого раствора, мл; K –

поправочный коэффициент к титру 0.1 н раствора тиосульфата; 5 – множитель для пересчета на 100 мл титруемого раствора.

Таблица пересчета для содержания крахмала

Количество 0.1 н раствора тиосульфата, мл	Содержание крахмала, мг	Количество 0.1 н раствора тиосульфата, мл	Содержание крахмала, мг	Количество 0.1 н раствора тиосульфата, мл	Содержание крахмала, мг
1	2.8	6	17.1	11	32.3
2	5.6	7	20.1	12	35.4
3	8.4	8	23.1	13	38.6
4	11.3	9	26.1	14	41.8
5	14.2	10	29.2	15	45.0

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,2%, вычисление производят с точностью до 0,1%.

При вычислении содержания крахмала в ливерной яичной колбасе полученный по расчету процент крахмала умножают на коэффициент, учитывающий содержание редуцирующих веществ в сырье, равный 0,7.

Лабораторная работа № 4.4.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНЫХ КОНТАМИНАНТОВ В КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЯХ И ПРОДУКТАХ ИЗ МЯСА

Обсеменение микрофлорой колбасных изделий происходит в основном через сырье, оборудование, инвентарь, тару и т.д. По количественному и качественному составу микрофлора сырого колбасного фарша разнообразна. Общее количество микроорганизмов в 1 г сырого фарша вареных колбас, например, составляет $0,6 \cdot 10^5$ – $1,4 \cdot 10^5$.

В готовых колбасах или копченых изделиях не должно быть патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Методы бактериологического анализа колбасных изделий и продуктов из мяса включают определение: общего количества микроорганизмов; бактерий группы кишечной палочки; бактерий из рода сальмонелл; бактерий группы протей; коагулазоположительных стафилококков; клостридий перфригненс (сульфитредуцирующих).

Обнаружение кишечной палочки и протей в глубоких слоях продукта указывает на нарушение технологии изготовления и прежде всего температурного режима. Наличие в колбасных изделиях кишечной палочки свидетельствует о неудовлетворительных санитарно-гигиенических условиях технологического процесса и обязывает принять незамедлительные меры по их улучшению.

При наличии кишечной палочки и протей, но при хороших органолептических показателях вареные и полукопченые колбасы направляют на переработку на низшие сорта с повторной проваркой. Сыровяленые и сырокопченые изделия в этом случае дополнительно выдерживают 10-12 сут и повторно исследуют в лаборатории на наличие микрофлоры. При отрицательном результате продукцию реализуют без ограничений, при положительном – перерабатывают на вареные виды колбас.

При обнаружении в колбасных изделиях аэробных сапрофитов (*B. subtilis*, *B. mesentericus*) или спорообразующих непатогенных анаэробов (*B. putrificus*, *B. sporogenes* и др.), но при хороших органолептических данных продукцию выпускают без ограничений.

Анализ колбасных изделий и продуктов из мяса рекомендуется проводить в соответствии со следующим примерным планом:

- бактериоскопическое исследование колбасных изделий или продуктов из мяса;
- посев на среду Эндо для определения обсемененности ее бактериями группы кишечной палочки;
- посев для учета общего количества микроорганизмов в 1 г продукта;
- посев в конденсационную воду скошенного агара (по Шукевичу) с целью выявления протей.

По истечении времени (24-48 ч) рекомендуется организовать анализ по плану:

- изучение характера роста микрофлоры на питательных средах;
- подсчет общей бактериальной обсемененности продукта;
- приготовление мазков из подозрительных колоний с окраской по Граму и микроскопированием;
- определение подвижности микроорганизмов;
- пересев на одну из сред накопления (Мюллера, Киллиана или Кауфмана);
- изучение биохимических и антигенных свойств выросшей культуры и идентификация вида микроорганизма.

Предложенный план может быть изменен преподавателем с учетом специфики учебного процесса и материально-технической базы в вузе.

Микробиологическое исследование колбасных изделий заключается в приготовлении мазков-отпечатков из поверхностных и глубинных слоев батона и посеве на питательные среды с последующим изучением полученной культуры и подсчетом количества микробных тел в 1 г продукта.

Для бактериоскопии пробы берут непосредственно из-под оболочки и из середины батона. Если колбасное изделие без оболочки, то срезают на 1-2 мм верхний слой. Стерильными ножницами вырезают два кусочка колбасы и прикладывают к поверхности предметного стекла. Подсушивают, фиксируют над пламенем горелки, окрашивают по Граму и микроскопируют. В случае порчи колбас накопление микрофлоры отмечается в мазках-отпечатках из поверхностных слоев.

Для выявления аэробов и анаэробов, а также для подсчета общего количества микробных тел в 1 г готового продукта готовят

взвесь, которая служит исходным материалом для посева на питательные среды.

Определение общего количества микробов в колбасных изделиях служит дополнительным методом установления их свежести. Наличие более 1,5 млн. микробов в 1 г продукта свидетельствует о его порче.

Объекты исследования: вареные, полукопченые, варено-копченые колбасные изделия, сосиски, сардельки, продукты кулинарной готовности из мяса на основе цельномышечной ткани (деликатесная продукция в ассортименте), студни, паштеты, мясные хлебы.

Материалы, реактивы, оборудование: стерильные ножницы; стерильные (стеклянные) стаканы или колбы; электрический гомогенизатор; фарфоровая ступка; спиртовка; петли для засева; пастеровские пипетки; предметные стекла; покровные стекла с луночкой; фильтровальная бумага; карандаши по стеклу; скальпель; пинцет, пипетки мерные с делениями вместимостью по 1 см³; лупа ручная; пробирки Уленгута; агглютиноскоп и зеркало вогнутое (от микроскопа); микроскоп; чашки Петри; термостат; штативы большие (для постановки линейной агглютинации); культуры сальмонеллезных и кишечных бактерий на скошенном агаре; мясо, в которое инъецирован смыв агаровой культуры сальмонеллезных бактерий; набор реактивов для окраски по Граму и др. красители; мясо-пептонный пластинчатый агар (МПА); агар Эндо пластинчатый – 2 чашки; набор сред пестрого ряда; штативы большие (для постановки линейной агглютинации); агглютинирующие сыворотки в разведении 1:10; физиологический раствор; сыворотки монорецепторные, раствор сафранина с массовой долей 2 %; раствор Ребигера; раствор карболового генцианвиолета; раствор Люголя; этиловый спирт; водный фуксин; окрашенные полоски фильтровальной бумаги (для окраски по Граму в модификации Синева); набор селективных сред: Эндо; Левина; бактоагар; Плоскирева; висмут-сульфитный агар; мясо-пептонный бульон; среды обогащения: селенитовый Ф-бульон; Кауфмана; Киллиана; хлористомagneзиевая среда М; скошенный агар по Шукевичу; раствор перекиси водорода с массовой долей 10 %; раствор хлорида натрия молярной концентрацией 0,15 моль/дм³; желатин; вазелиновое масло; салицин; агар с кровью; бульон с массовой долей глюкозы 2 %; цитратная плазма крови; среда ХБ; среда Хейфеца с двойной концентрацией; среда КОДА; среда Кесслера; трехсахарный

агар Крумвиде - Олькеницкого; бульон Хоттингера; молочно-солевой агар; желточно-солевой агар; среда СЦС; среда Китта – Тароци; голодный агар; среда Вильсон-Блера.

Подготовка проб. Учитывая, что микробы развиваются в колбасных изделиях неравномерно (гнездно), пробы для приготовления взвеси отбирают как можно с большей площади продукта.

Отбор точечных проб в условиях производства для бактериологического анализа проводят в соответствии с действующей нормативной документацией.

В зависимости от вида продукта объединенную пробу массой 50 г составляют из точечных проб следующим образом: колбасные изделия в оболочке и продукты из свинины, баранины и говядины помещают в металлический или эмалированный тазик (тарелку), тщательно протирают ватным тампоном, смоченным спиртом, и дважды обжигают над пламенем.

Затем батоны разрезают продольно стерильным ножом или скальпелем на две половинки, не рассекая оболочку противоположной стороны батона. Пробу отбирают из нескольких участков центральной части и из-под оболочки обеих половинок батона.

Из свиных, бараньих, говяжьих продуктов на костях и из бекона пробы вырезают стерильным инструментом из различных участков обожженного образца на глубине 2-3 см от поверхности, предпочтительно ближе к кости.

Изделия без оболочки (мясные хлебы, паштеты, студни и другие изделия) исследуют с поверхности и в глубине продукта.

Тампоны помещают в пробирки, заполненные на 3/4 их высоты средой "ХБ", Хейфеца или 5 см³ среды Кесслер.

Для анализа глубинных участков продукта образцы помещают в металлический или эмалированный тазик (тарелку), смачивают спиртом и обжигают. Затем делают продольный разрез и отбирают навеску методом, указанным для колбасных изделий и продуктов в оболочке, составляя из них одну объединенную пробу для каждого образца в отдельности, которую помещают в предварительно взвешенную стерильную бюксу или чашку Петри.

Из объединенной пробы каждого образца берут в стерильную посуду (пергамент) навеску массой 20 г с погрешностью, не превышающей 0,1 г.

Навеску помещают в стерильную колбу (стакан) гомогенизатора для приготовления испытуемой взвеси. Для этого в колбу добавляют раствор стерильной пептонной воды с массовой долей 1 % в соотношении 1:4 и гомогенизируют в электрическом смесителе; вначале измельчают материал на кусочки замедленной скоростью вращения ножей, затем при $250-333 \text{ с}^{-1}$ в течение 2,5 мин.

Допускается при отсутствии гомогенизатора приготовление взвеси путем растирания 20 г продукта в стерильной фарфоровой ступке с 2-3 г стерильного песка, постепенно приливая 80 см^3 раствора стерильной пептонной воды с массовой долей 0,1 %. При растирании проб вареных изделий мажущейся консистенции (ливерные, кровяные колбасы) стерильный песок можно не добавлять.

Для посевов на питательные среды стерильной градуированной пипеткой отбирают взвесь после 15 мин выдержки при комнатной температуре.

1 см^3 приготовленной взвеси содержит 0,2 г продукта.

Порядок выполнения.

1. Определение общего количества микроорганизмов в 1 г продукта. Для определения общего количества микроорганизмов микропипеткой берут $0,1 \text{ см}^3$ взвеси из верхнего слоя жидкости, выливают на середину стерильной чашки Петри и заливают $12-15 \text{ см}^3$ остуженного мясопептонного агара ($45-50 \text{ }^\circ\text{C}$), равномерно распределяя его по всей поверхности. Чашку помещают в термостат и спустя 48 ч подсчитывают общее количество колоний на поверхности среды и в глубине.

Сущность метода заключается в способности мезофильных аэробов и факультативных анаэробов расти на питательном агаре при температуре $(37,0 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$ с образованием колоний, видимых при увеличении $5\times$. Метод не распространяется на сырокопченые колбасы.

Мясопептонный агар расплавляют на водяной бане и охлаждают до температуры $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Стерильные чашки Петри раскладывают на столе, подписывают наименование анализируемого продукта, дату посева и количество посеянного продукта.

Из каждой пробы должно быть сделано не менее двух посевов, различных по объему, взятых с таким расчетом, чтобы на чашках выросло от 30 до 300 колоний. При этом на одну чашку Петри приводят посев 0,1 г, а на другую – 0,01 г продукта.

Для посева 0,1 г продукта готовят первое разведение испытуемой взвеси: стерильной пипеткой с широким концом отбирают 5 см³ испытуемой взвеси, переносят ее в пробирку с 5 см³ стерильного физиологического раствора или пептонной воды. Конец пипетки должен быть опущен ниже поверхности раствора, не прикасаясь к стенкам пробирки, чтобы избежать смывания бактерий с наружной стороны. 1 см³ полученного раствора содержит 0,1 г испытуемого продукта.

Другой стерильной пипеткой тщательно перемешивают содержимое пробирки продуванием, отбирают 1 см³ и переносят в стерильную чашку Петри, слегка приоткрывая крышку.

Для посева 0,01 г продукта готовят следующее разведение: другой стерильной пипеткой тщательно перемешивают содержимое пробирки, отбирают 1 см³ и переносят в пробирку с 9 см³ стерильного физиологического раствора. 1 см³ испытуемого раствора вторичного разведения содержит 0,01 г испытуемого продукта. 1 см³ этого раствора переносят в стерильную чашку Петри как описано выше. При необходимости таким же образом готовят последующие разведения.

После внесения разведения анализируемой взвеси в чашки Петри чашку заливают 12-15 см³ расплавленного и охлажденного питательного агара при фламбировании краев пробирки или бутылки, где он содержится. Быстро смешивают с мясопептонным питательным агаром, осторожно наклоняя или вращая чашку по поверхности стола. Необходимо избегать образования пузырьков воздуха, незалитых участков дна чашки Петри, попадания среды на края и крышку чашки.

Для того чтобы помешать развитию на поверхности агара спорообразующих микробов и бактерий группы протей в Н-форме, допускается наслоение расплавленного и охлажденного до температуры 45-50 °С голодного агара толщиной 3-4 мм.

После застывания агара чашки Петри переворачивают и помещают в термостат с температурой 37 °С на 48 ч. Через 48 ч подсчитывают общее количество колоний бактерий, выросших на чашках.

Колонии, выросшие как на поверхности, так и в глубине агара, подсчитывают при помощи лупы с пятикратным увеличением или специальным прибором с лупой. Для этого чашку кладут вверх дном

на черный фон и каждую колонию отмечают со стороны дна тушью или чернилами для стекла.

Для определения общего количества микробов в 1 г продукта подсчитанное количество колоний умножают на степень разведения анализируемого продукта.

За окончательный результат определения количества бактерий в 1 г анализируемого продукта принимают среднее арифметическое результатов подсчета двух чашек разной массы продукта.

2. Определение бактерий группы кишечной палочки в 1 г продукта. Для установления характера микрофлоры по 0,1 см³ взвеси наносят на поверхность мясопептонного агара и среды Эндо, равномерно распределив ее по всей площади. После суточного термостатирования изучают морфологию выросших колоний, а из подозрительных на кишечную палочку или на сальмонеллы готовят мазки, окрашивают по Граму и микроскопируют. При необходимости идентификации микробов пересевают на среду накопления и типизируют по биохимическим и серологическим свойствам.

Метод основан на способности бактерий группы кишечной палочки расщеплять глюкозу и лактозу. При этом в средах "ХБ", Хейфеца и КОДА образуются кислые продукты, меняющие цвет индикаторов, а в среде Кесслер в поплавке образуется газ вследствие расщепления лактозы.

В пробирки, содержащие по 5 см³ среды "ХБ", среды Хейфеца двойной концентрации или среды КОДА, вносят по 5 см³ испытуемой взвеси стерильной пипеткой вместимостью 5-10 см³ с широким концом. Допускается применение среды Кесслер по 10 см³.

Пробирки со средами "ХБ", Кесслер, Хейфеца и КОДА помещают в термостат с температурой (37±0,5) °С на 18-20 ч.

Посевы смывов, отобранных тампонами с поверхности изделий без оболочки, выдерживают при температуре 43 °С (для обнаружения повторного бактериального загрязнения).

При росте бактерий группы кишечной палочки среды "ХБ" и КОДА окрашиваются в желтый цвет, среда Хейфеца приобретает также желтый цвет, который может меняться до салатно-зеленого, на среде Кесслер в поплавке образуется газ.

Для окончательного заключения о присутствии в продукте бактерий группы кишечной палочки проводят высеv со среды Кесслер (заквашенные пробирки) или Хейфеца (изменение цвета среды) в

чашки Петри со средой Эндо или Плоскирева, или Левина. Чашки Петри помещают в термостат с температурой 37 °С. Через 18-20 ч посевы просматривают. На среде Эндо бактерии группы кишечной палочки образуют темно-красные колонии с металлическим блеском или розово-красные без блеска, на среде Плоскирева – кирпично-красные с глянцевой поверхностью, на среде Левина – темно-фиолетовые колонии или фиолетово-черные блестящие. Из подозреваемых колоний готовят мазки, которые окрашивают по Граму.

Специфическое изменение среды "ХБ" и КОДА не требует дальнейшего подтверждения.

При заведомо высокой обсемененности анализируемый продукт массой не более 0,25 г помещают в пустую пробирку, в которую закладывают комочек стерильной фильтровальной бумаги размером 5×5 см, и стерильной стеклянной палочкой или фламбированной проволокой проталкивают материал до дна (не уплотняя), в пробирку наливают среду "ХБ", КОДА или Хейфеца (нормальной концентрации), заполняя ее на 3/4 высоты пробирки. Пробирки помещают в термостат с температурой 37 °С на 8-10 ч. При росте бактерий группы кишечной палочки на среде "ХБ" и КОДА среда изменяет свой цвет из фиолетово-пурпурного в желтый. При росте бактерий группы кишечной палочки на среде Хейфеца среда изменяет свой цвет из красно-фиолетового в желтый, который затем может меняться до салатно-зеленого.

Пробы, отобранные с поверхности изделий без оболочки тампонами, анализируют аналогично.

Обнаружение грамтрицательных не образующих спор палочек, специфически изменяющих цвет жидких дифференциально-диагностических сред и образующих характерные колонии на элективных средах с лактозой, указывает на наличие бактерий группы кишечной палочки.

3. Определение бактерий из рода сальмонелл. Сущность метода заключается в определении характерного роста сальмонелл на элективных средах, а при необходимости рекомендуется проводить идентификацию биохимических и серологических свойств.

Навеску продукта массой 25 г от объединенной пробы вносят во флакон Сокслета, содержащий 100 см³ среды обогащения (Мюллера, Кауфмана, хлористомagneйевой среды М). Жидкость во

флаконе должна подняться до метки 125 см³. Флаконы тщательно встряхивают и помещают в термостат с температурой 37 °С. Через 16-24 ч после тщательного перемешивания с помощью бактериологической петли (диаметр 0,4-0,5 мм) или пастеровской пипетки проводят посев из среды обогащения в чашки Петри с предварительно подсушенной средой Эндо, БФА, Плоскирева, Левина или висмут-сульфит-агар (по выбору).

Чашки с посевами помещают в термостат с температурой 37 °С; посевы просматривают через 16-48 ч, на висмут-сульфит-агаре – через 24-48 ч.

На среде Эндо бактерии из рода сальмонелл образуют бесцветные или с розовым оттенком колонии.

На среде БФА сальмонеллы образуют крупные, гладкие, красноватого оттенка прозрачные колонии (колонии сальмонеллы тифи суис, как и на среде Эндо – мелкие). Бактерии группы кишечной палочки образуют колонии желто-зеленоватого цвета. Бактерии группы протей дают рост через 72 ч.

На среде Плоскирева сальмонеллы растут в виде бесцветных колоний, но колонии более плотные и несколько меньшего размера, чем на среде Эндо.

На среде Левина сальмонеллы растут в виде прозрачных, бледных, нежно-розовых или розовато-фиолетовых колоний.

На висмут-сульфитном агаре сальмонеллы растут в виде черных или коричневых колоний с характерным металлическим блеском. При этом наблюдается прокрашивание в черный цвет участка среды под колонией. Исключение составляют некоторые серологические типы из группы С, которые на этой среде растут в виде нежных светло-зеленых или крупных серовато-зеленых колоний.

Изолированные колонии, характерные для бактерий из рода сальмонелл, пересевают на трехсахарный агар Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука штрихом по скошенной поверхности и уколом в столбик. Посевы помещают на 12-16 ч в термостат с температурой 37 °С.

При росте бактерий из рода сальмонелл цвет скошенной поверхности среды Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука – розовый, столбик – желто-бурый; газообразование устанавливают по наличию трещин и разрыву столбика агара, сероводородообразующие – вызывают потемнение столбика.

Другие грамотрицательные бактерии дают следующие изменения цвета среды:

- бактерии группы кишечной палочки – вся среда окрашивается в синий или сине-зеленый цвет с образованием газа или без него;

- бактерии из группы протей – среда окрашивается в ярко-красный цвет, может образоваться черный осадок;

- шигеллы и возбудители брюшного тифа – косяк окрашивается в розовый цвет, столбик – в синий или сине-зеленый.

Допускается вместо среды Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука посев на углеводные среды в короткий пестрый ряд, включая среды с глюкозой, лактозой, сахарозой, маннитом и мальтозой, полужидкий агар уколом (для определения подвижности) и бульон Хоттингера для определения образования индола и сероводорода.

Для дальнейшей идентификации бактерий готовят мазки, которые окрашивают по Граму, микроскопируют и изучают серологические свойства микроорганизмов путем постановки пробной агглютинации на предметном стекле с агглютинирующей адсорбированной поливалентной сальмонеллезной О-сывороткой. При получении положительной реакции на стекле с поливалентной сывороткой проводят идентификацию с помощью монорецепторных агглютинирующих О-сывороток.

Установив серологическую группу, к которой относятся исследуемые бактерии, с помощью Н-сывороток можно определить тип бактерий.

Обнаружение подвижных (кроме *S. pullorum* и *S. gallinarum*) грамотрицательных палочек, дающих характерный рост на элективных средах, неферментирующих лактозу и сахарозу, ферментирующих глюкозу и маннит с образованием кислоты и газа (*S. typhi suis* не ферментирует маннит), дающих положительную реакцию агглютинации с монорецепторными О- и Н-сальмонеллезными сыворотками, указывает на наличие бактерий из рода сальмонелл.

Примечание.

Окраска мазков по Граму (общепринятая модификация).

На фиксированный мазок помещают полоску фильтровальной бумаги и наливают карболовый генцианвиолет. Выдерживают 1-2 мин, после чего снимают бумажку, сливают краску, мазок промывают водой и

наливают на него раствор Люголя (мазок чернеет). Через 1-2 мин раствор сливают и наливают этиловый спирт на 0,5-1 мин. Затем мазок промывают водой и дополнительно окрашивают водным фуксином или водным раствором сафранина в течение 1-2 мин. Затем промывают водой и просушивают мазок фильтровальной бумагой.

Окраска по Граму в модификации Синева. Метод предусматривает применение окрашенных полосок приготовленной фильтровальной бумаги вместо карболового генцианвиолета. Для окрашивания мазков на фиксированный мазок накладывают полоску фильтровальной бумаги, пропитанной спиртовым раствором кристаллвиолета, и наносят две-три капли воды, которые полностью впитываются бумагой, последняя плотно прилегает к стеклу. Выдерживают 2 мин, затем бумагу удаляют пинцетом и дальнейшую окраску производят по Граму в общепринятой схеме.

4. Определение протей. Для определения присутствия протей вносят $0,1 \text{ см}^3$ взвеси в конденсационную воду скошенного мясопептонного агара (по Шукевичу), термостатируют 18-24 ч и изучают полученную культуру.

Метод основан на определении морфологии и роста на питательных средах, способности гидролизовать мочевины и образовывать сероводород.

Для подтверждения наличия протей в Н-форме $0,5 \text{ см}^3$ анализируемой взвеси вносят в конденсационную воду свежескошенного мясопептонного агара, разлитого в широкие пробирки, не касаясь поверхности среды (метод Шукевича). Вертикально поставленные пробирки помещают в термостат с температурой $37 \text{ }^\circ\text{C}$. Через 18-24 ч посеы просматривают. Обращают внимание на образование ползучего вуалеобразного налета с голубым оттенком; на скошенном мясопептонном агаре культура поднимается из конденсационной жидкости вверх по поверхности среды. При появлении характерного роста микробов рода протей микроскопируют окрашенные по Граму мазки и изучают подвижность микробов в раздавленной или висячей капле.

Для обнаружения нероящихся "О-форм" можно проводить посев на поверхность агара Плоскирева. "О-форма" протей растет на этой среде в виде прозрачных колоний, слегка подщелачивающих среду, окрашивая ее в желтый цвет с дальнейшим пересевом в среду Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука, где при наличии

бактерий из группы протей среда окрашивается в ярко-красный цвет (вследствие расщепления мочевины) и может образовываться черный осадок с возможным разрывом агарового столбика (вследствие образования сероводорода).

Обнаружение полиморфных грамотрицательных палочек, образующих характерный рост на средах в Н-форме (подвижные) и О-форме (неподвижные), ферментирующих глюкозу и мочевины, неферментирующих лактозу и маннит, указывает на наличие бактерий из рода протей.

5. Определение коагулазоположительных стафилококков.

Сущность метода заключается в определении морфологии, характера роста на питательных средах и в способности отдельных стафилококков продуцировать лецитиназу и коагулировать цитратную плазму крови кролика под воздействием фермента коагулазы.

Из разведения анализируемой взвеси продукта (1 : 10) в физиологическом растворе или пептонной воде проводят посевы на молочно-солевой агар, содержащий 6,5 % хлорида натрия, для выявления пигмента, или желточно-солевой агар, содержащий 6,5 % хлорида натрия, для выявления лецитиназной активности.

Взвесь наносят на поверхность агара объемом 0,2 см³ и равномерно растирают по всей поверхности агаровой среды.

Посевы термостатируют в течение 24 ч при температуре 37 °С и 24 ч выдерживают при комнатной температуре.

На поверхности питательной среды колонии стафилококка имеют вид плоских или слегка выпуклых блестящих колоний с ровным краем. При этом на молочно-солевом агаре лучше выявляется пигмент (эмалево-белый или золотистый), а на желточно-солевом агаре колонии стафилококков могут образовывать "радужный венчик", что является одним из признаков их патогенности.

Из подозрительных колоний готовят препараты, которые окрашивают по Граму. При наличии стафилококков в препарате обнаруживаются грамположительные мелкие кокки, располагающиеся неправильными гроздьями.

Для подтверждения признаков патогенности стафилококков ставят реакцию плазмокоагуляции. В пробирку с 0,5 см³ цитратной плазмы крови кролика, разведенной физиологическим раствором в соотношении 1 : 4, вносят петлю чистой суточной культуры стафилококка и ставят в термостат при температуре 37 °С. Реакцию

плазмокоагуляции учитывают через 3-4 ч (не встряхивая пробирку) и оставляют в термостате на сутки для окончательного учета через 24 ч.

Для постановки реакции плазмокоагуляции можно использовать также сухую цитратную плазму крови кролика.

Реакцию считают положительной, если плазма коагулируется в сгусток.

Для определения количества стафилококков учитывают колонии стафилококков, давшие положительную реакцию плазмокоагуляции. При расчете на 1 г продукта количество подсчитанных колоний умножают на степень разведения и на количество посевного материала.

6. Определение сульфитредуцирующих клостридий.

Сущность метода заключается в специфическом росте клостридий перфрингенс в средах СЦС и Вильсон-Блера, на которых в результате восстановления сернистокислого натрия в сернокислый натрий происходит взаимодействие с хлористым железом и фиксируется почернение среды за счет сернистого железа.

Анализируемую взесь объемом 1 см³ стерильной пипеткой вносят в пробирку с 9 см³ жидкой сульфит-циclosериновой среды (среды Вильсон-Блера), затем проводят последовательные пересевы на аналогичные объемы среды, в результате чего получают возрастающие десятикратные разведения суспензии. Инкубацию проводят при 46 °С в течение 8-12 ч. При наличии роста сульфитвосстанавливающих клостридий фиксируют почернение среды.

Почернение среды Вильсон-Блера могут вызывать многие энтеробактерии. Для подтверждения роста сульфитвосстанавливающих клостридий используют пересев в пробирки со средой Китта-Тароцци, предварительно прогретой в течение 25 мин в водяной бане при температуре кипения и быстро охлажденной до 45 °С. Термостатирование посевов проводят при (37±0,5) °С, ежедневно в течение 5 сут проверяя в них помутнение среды, выделение газа, появление постороннего запаха, иногда разложение кусочков печени. Сразу после появления признаков роста готовят микроскопический препарат. Материал для этого берут пастеровской пипеткой со дна пробирки. При микроскопировании отмечают грамположительные палочки, образующие овальные споры.

У спорообразующих грамположительных микроорганизмов выявляют каталазную активность с помощью раствора перекиси водорода концентрацией 30 г/дм³. Отсутствие пузырьков газа при добавлении к капле культуральной жидкости такого же объема раствора перекиси водорода позволяет считать, что в посевах присутствуют микроорганизмы из родоклостридий.

В случае отсутствия спор в микроскопическом препарате положительной пробы на каталазу, присутствия в посевах смешанной микрофлоры, 1-2 капли накопительной среды переносят в стерильную чашку Петри, заливают расплавленной и охлажденной до 45 °С средой Вильсон-Блера. Застывшую поверхность плотной среды заливают голодным агаром. Посевы термостатируют 24-48 ч при (37±0,5) °С. Появление в нижнем слое агара черных или коричневых колоний свидетельствует о присутствии в посевах сульфитвосстанавливающих кластридий.

За положительный титр кластридий (сульфитвосстановителей) принимают то максимальное разведение суспензий, в посеве которого произошло почернение среды. Например, если характерные изменения наблюдаются в пробирках с разведением 10⁻¹, то считают, что в исследуемом продукте будет 10 (или 1·10¹) клеток в 1 г; если характерные изменения наблюдаются в пробирках с разведением 10⁻², то считают, что в исследуемом продукте – 100 (или 1·10²) микробных клеток в 1 г.

Оформление результатов. Результаты бактериологического исследования колбасных изделий, продуктов из мяса оформляют в виде протокола, форма которого представлена ниже. При этом фиксируют морфологические и культуральные признаки выявленных микроорганизмов, сопоставляют результаты исследований с требованиями соответствующей нормативной документации, дают обоснованную оценку состояния мясных продуктов.

Наименование и характер	Общее количество микро-орга-	Коли-чество стафи-лококков,	Наличие			
			Бактерий группы клостридий патогенных микроорганизмов (сульфитвосстановителей)	Бактерий из рода	сульфитредуци-	
			+/-	+/-	+/-	+/-

Лабораторная работа № 4.4.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пигменты мяса и мясопродуктов хорошо растворимы в воде и органических растворителях и легко экстрагируются, придавая цвет соответствующим растворам. Интенсивность окраски прямо пропорциональна количеству пигментов. Измерив светопоглощение, легко определить концентрацию пигментов из соответствующего калибровочного графика или используя рекомендуемые в конце работы расчетные формулы.

Принцип получения спектров поглощения окрашенных веществ, в частности пигментов мяса и крови, состоит в том, что световая энергия, проходя через раствор пигмента, поглощается этим раствором. Происходит абсорбция (поглощение света), которую можно визуально обнаружить спектроскопически.

Формы миоглобина (Mb, MbO₂ и MetMb) возможно идентифицировать при определении спектральных характеристик образца с применением спектрофотометрических методов анализа.

Объекты исследования: мясные продукты различных ассортиментных групп кулинарной готовности, комбинированные и другие белковые продукты.

Материалы, реактивы, оборудование: химически чистый ацетон, концентрированная соляная кислота, дистиллированная вода; фотоколориметр, пипетки мерные вместимостью 1 см³; колбы плоскодонные вместимостью 50 см³; бумажные фильтры, чашки Петри.

Подготовка проб. Пробы мясных продуктов измельчают ножом на часовом стекле или на мясорубке.

Порядок выполнения. Метод основан на экстрагировании нитрозогемахромогена и солянокислого гематина (пигментов мяса) водным раствором ацетона и на получении при этом экстракта с максимальной оптической плотностью при длине волны 540 мкм. Величина оптической плотности, измеряемая фотоколориметром, пропорциональна концентрации пигмента и является показателем интенсивности окраски. Интенсивность окраски вареной колбасы выражают отношением процента содержания нитрозопигмента к

общему количеству пигмента. Метод дает возможность определить общее количество пигментов, содержание нитрозопигмента и устойчивость окраски колбас при выдержке на свету.

Определение содержания общего количества пигмента. В коническую колбу с притертой пробкой, обернутую черной бумагой для предохранения от действия света, помещают навеску, которую берут из расчета содержания в ней 10 г мышечной ткани; для любительской колбасы – 13.3 г, отдельной – 11.6 г, чайной – 10.7 г.

В колбу с навеской добавляют 10 мл раствора, состоящего из 40 мл химически чистого ацетона (плотность 0.795), 2 мл дистиллированной воды и 1 мл соляной кислоты. Содержимое колбы растирают стеклянной лопаточкой до получения пастообразной кашицы, затем добавляют оставшийся раствор, которым и обмывают лопаточку. Колбу закрывают и выдерживают в темном месте 1 ч, периодически перемешивая, после чего сливают содержимое колбы через складчатый фильтр в коническую колбу, обернутую черной бумагой. Фильтрат – соляно-кислый гематин в 80 %-ном ацетоне – содержит все пигменты колбасы.

Для полного растворения жира к фильтрату добавляют 1 мл трихлорэтилена и измеряют оптическую плотность раствора фотоэлектроколориметром с зеленым светофильтром, применяя кювету толщиной слоя 10 мм. Нулевую точку оптической плотности устанавливают по контрольному опыту, применяя смесь, состоящую из 40 мл ацетона, 10 мл воды, 1 мл трихлорэтилена.

Определение количества нитрозопигмента (интенсивности окраски). Содержание нитрозопигмента определяют тем же методом, что и общее количество пигмента, но при соблюдении следующих условий: смесь для экстрагирования навески готовят из расчета 40 мл ацетона и 3 мл воды на одно определение (без соляной кислоты); настаивание в темноте проводят в течение 5 мин, к фильтрату добавляют за 2 мин до определения оптической плотности раствора 1 мл концентрированной соляной кислоты для устранения различия в оттенках цветов экстрактов, получаемых при определении общего количества пигментов и нитрозопигмента.

Содержание нитрозопигмента (в % к общему количеству пигментов) вычисляют по формуле

$$X = \frac{E_1}{E_2} 100, \%,$$

где E_1 – оптическая плотность раствора нитрозопигмента; E_2 – оптическая плотность раствора, содержащего все пигменты, присутствующие в продукте.

Примечание: В колбасе хорошего качества нитрозопигмента содержится не менее 80%.

Определение устойчивости цвета. Две навески колбасного фарша, содержащие по 10 г мышечной ткани, распределяют тонким слоем на дне чашек Петри диаметром 100 мм и помещают их на стеклянную полочку шкафа с двумя электрическими лампами мощностью 25 Вт так, чтобы они находились на расстоянии 100 мм от верхней и нижней ламп. В низу шкафа устанавливают поддон с водой для уменьшения высыхания колбасы.

Чашки Петри с содержимым выдерживают в шкафу при свете ламп и температуре не более 25° С в течение 30 мин, затем через воронку с широким горлом переносят навески в колбы с притертыми пробками, добавляют 40 мл ацетона и 3 мл воды и далее проводят исследования так же, как и при определении нитрозопигмента. Последний обесцвечивается под действием света и кислорода воздуха, поэтому все операции (приготовление пробы, измельчение, экстрагирование, фильтрация) проводят как можно быстрее в месте, защищенном от действия прямых световых лучей.

Устойчивость окраски (в %) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{E_1}{E_2} 100, \%,$$

где E_1 – оптическая плотность раствора после обесцвечивания; E_2 – оптическая плотность раствора до обесцвечивания.

Примечание: Устойчивость цвета колбасы хорошего качества должна быть не менее 75%; содержание нитрозопигмента — не менее 80%.

Лабораторная работа № 4.4.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЛЬМЕНЕЙ

Качествопельменей должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.10.

Объекты исследования: полуфабрикаты в тестовой оболочке (пельмени) выпускаемые предприятиями пищевой промышленности.

Материалы, реактивы, оборудование: аналитические весы; кастрюля, электроплитка, доска разделочная, линейка, соль поваренная, раствор хромовокислого калия с массовой долей 10 %; раствор азотнокислого серебра молярной концентрацией 0,05 моль/дм³; бюретка; нож; часовое стекло; аппарат ВЧ.

Подготовка проб. Пробы для исследования отбирают от каждой партиипельменей не более 11% от количества единиц упаковки, но не менее: при упаковке 350 и 500 г - двух пачек, а при упаковке 7,0 кг - 1 кг. Партией считают пельмени одного наименования, выработанные в одну смену.

Перед проведением анализа пельмени освобождаются от упаковки.

Порядок выполнения. Качествопельменей определяют следующими методами: внешний вид осмотром мороженыхпельменей. Вкус, запах и качество тестовой оболочки устанавливают в вареных пельменях; варят их следующим образом: в широкую кастрюлю наливают 2 л воды, добавляют 30 г соли и доводят воду до кипения. В кипящую подсоленную воду высыпают пачкупельменей (350 г) и варят до готовности (2-3 мин после всплывания), после чего воду немедленно сливают.

Для определения содержания мясного фарша 50 г сырых замороженныхпельменей взвешивают с точностью до 1 г отделяют фарш от теста. Фарш взвешивают и содержание фарша в процентах определяют по формуле:

$$x = \frac{a}{b} * 100\%,$$

где a – масса фарша, г; b – массапельменей, г.

Содержание соли определяют так же, как и в колбасных изделиях, пользуясь рекомендациями к лабораторной работе № 4.4.3.

Толщину теста определяют в замороженных пельменях, разрезая их поперек ножом на 2 половины, и затем измеряют толщину теста на разрезе линейкой.

Массу одного пельменя определяют как среднеарифметическое из массы 50 замороженных пельменей.

Качественные показатели теста контролируют 2-3 раза в смену; определяют влажность (должна быть в пределах 39-40%) и температуру (должна быть 26-28°C).

Количество воды (в кг), необходимое для получения теста заданной влажности (39-40%), устанавливают расчетным путем по следующей формуле:

$$x = \frac{a \cdot 100}{100 - b} - c$$

где a – количество сухих веществ в сырье, идущем на приготовление теста из 100 кг муки, кг; b – установленная норма содержания влаги в тесте, %; c – масса всего сырья, идущего на приготовление теста из 100 кг муки по рецептуре, кг.

Содержание влаги в муке и тесте определяют с помощью аппарата ВЧ: навеску 5 г высушивают при температуре 150 °С в течение 15 мин, затем ее скатывают в шарик и помещают в прибор без пакета.

СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Охарактеризуйте фракционный состав белков мышц.
2. Какие белки мышечной ткани относятся к водорастворимым, солерастворимым, щелочерастворимым?
3. Каковы физико-химические свойства и структурные признаки белков различных фракций? Чем обусловлены их прижизненные функции и каково их пищевое значение?
4. Как можно разделить основные белковые фракции мышечной ткани?
5. В чем состоят биологические функции белков?
6. Какова технологическая функциональность белков в производстве мясных продуктов?
7. Какие функции выполняют миофибриллярные белки?
8. Какова роль соединительнотканых белков в рационах?
9. Перечислите методы определения белков в мясе и мясном сырье.
10. Перечислите основные стадии определения количества белка оригинальным методом Кьельдаля.
11. Какова роль липидов в технологии мясопродуктов?
12. Как классифицируются методы количественного определения суммарных липидов в сырье и пищевых продуктах?
13. Какова методика определения липидов в аппарате Сокслета?
14. Как определить количественное содержание гликогена в мясе?
15. Назовите основные фосфорорганические соединения мяса и методы их анализа.
16. Перечислите и охарактеризуйте формы связи влаги в мясных продуктах.
17. Какими методами можно определить массовую долю влаги в мясе и мясных продуктах?
18. Что понимают под функционально технологическими свойствами мяса?
19. Что такое эмульсия?
20. Какие факторы влияют на функциональные свойства мясных фаршевых эмульсий?

21. Охарактеризуйте способы стабилизации функциональных свойств мясных фаршей.

22. Какие методы используют при определении функционально-технологических свойств мяса?

23. Как на практике проводят определение влагосвязывающей способности мясного сырья?

24. Каковы биохимические свойства мышечной ткани?

25. Созревание мясного сырья, поясните сущность протекающих процессов.

26. Какова роль катепсинов мышечной ткани в основных биохимических превращениях, протекающих в мясном сырье на различных стадиях созревания? Приведите классификацию катепсинов.

27. В чем заключается сущность определения активности катепсинов мышечной ткани?

28. Каковы методики определения гормонов мяса, щитовидной железы и надпочечников?

29. Какие способы и методы определения биологической ценности Вы знаете? В чем их сущность?

30. Каковы основные критерии оценки биологической ценности продуктов?

31. В чем сущность биологических методов определения ценности пищевых продуктов?

32. Перечислите критерии биологической ценности продуктов с приведением расчетных формул.

33. Охарактеризуйте виды термической обработки.

34. Какие процессы происходят в процессе варки колбасных изделий?

35. Что является критерием степени завершенности процесса варки?

36. На чем основан арбитражный метод определения степени кулинарной готовности мясопродуктов?

37. Приведите классификацию мясного сырья по уровню начального рН мяса.

38. Каковы причины возникновения «пороков» мясного сырья?

39. Каковы функционально-технологические свойства мясного сырья с отклонениями в характере течения автолиза?

40. Поясните сущность метода определения рН мясного сырья.

41. Охарактеризуйте сырье и материалы, применяемые при производстве колбасных изделий.

42. Назовите типы колбасных оболочек. Перечислите требования, предъявляемые к оболочкам.

43. Что включает в себя контроль качества колбасных изделий?

44. С какой целью проводится органолептическая оценка мясопродуктов?

45. В какой последовательности дегустируют образцы продукции?

46. В какой последовательности определяют органолептические показатели целого и разрезанного продукта?

47. Перечислите и охарактеризуйте формы связи влаги в мясных продуктах.

48. Какими методами можно определить массовую долю влаги в мясе и мясных продуктах?

49. Какими методами определяют содержание соли в мясопродуктах? На чем они основаны?

50. Каким должно быть среднее содержание соли в различных мясопродуктах в соответствии с нормативно-технической документацией?

51. Каковы функции нитрита в технологии производства мясопродуктов?

52. Каковы меры предосторожности при работе с нитритом? Какие требования предъявляются к хранению нитрита на производстве?

53. В каком виде вводится нитрит при производстве мясопродуктов?

54. Какие функции выполняет крахмал в производстве мясопродуктов?

55. На чем основано качественное определение содержания крахмала в мясопродуктах?

56. В чем сущность метода количественного определения содержания крахмала в мясопродуктах?

57. Определение каких показателей включает бактериологический анализ колбасных изделий и продуктов из мяса?

58. О чем свидетельствует наличие в колбасных изделиях кишечной палочки?

59. На чем основан метод определения интенсивности окраски вареных колбасных изделий?

60. По каким признакам классифицируют мясные полуфабрикаты?

61. Какие требования предъявляют к сырью при производстве полуфабрикатов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Антипова, Л.В.* Методы исследования мяса и мясопродуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001.–376 с.
2. *Жаринов, А.И.* Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованных фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» (США): в 2 ч. Ч.1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, Н.А. Черкашина. – М.: Колос, 1994. – 154 с.
3. *Жаринов, А.И.* Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованных фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» (США): в 2 ч. Ч.2. Цельномышечные и реструктурированные мясопродукты / А.И. Жаринов, О.В. Кузнецова, Н.А. Черкашина. – М.: Колос, 1997. – 180 с.
4. *Янушкин, Н.П.* Технология мяса и мясопродуктов и оборудование мясопродуктов / Н.П. Янушкин, Ч.А. Лагоша. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 664 с.
5. *Заяс, Е.Ф.* Качество мяса и мясопродуктов / Е.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
6. *Соколов, А.А.* Технология мяса и мясопродуктов / А.А. Соколов, Д.В. Павлов, А.С. Большаков. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 740 с.
7. *Грау, Р.* Мясо и мясопродукты /Р. Грау. – М.: Пищевая промышленность, 1984. – 192 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Э.Ш. Юнусов, В.Я. Пономарев, Г.О. Ежкова,
Р.Э. Хабибуллин, А. Б. Маргулис

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Ответственный за выпуск доц. Е.В. Никитина

Лицензия № 020404 от 6.03.97 г.

Подписано в печать 26.12.2013

Бумага офсетная

9,75 уч.-изд. л.

Печать Riso

Тираж 100 экз.

Формат 60×84/16

9,06 усл. печ. л.

Заказ

«С» 235

Издательство Казанского национального исследовательского
технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского национального
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К.Маркса, 68