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
Лабораторная работа № 1.6.1 Анализ фракционного состава белков на основе их растворимости	37
Лабораторная работа № 1.6.2 Анализ суммарных белков в животных тканях на основе минерализации проб	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
Лабораторная работа № 2.3.1 Определение влагосвязывающей способности (ВСС)	51
Лабораторная работа № 2.3.2 Определение влагоудерживающей (ВУС), жироудерживающей (ЖУС), эмульгирующей способности (ЭС), стабильности фаршевой эмульсии (СЭ)	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
Лабораторная работа № 3.4.1 Определение показателей биологической ценности расчетным методом	79

Лабораторная работа № 3.4.2 Определение активности катепсинов мышечной ткани 84
Лабораторная работа № 3.4.3 Определение степени кулинарной готовности мясных продуктов 87
Лабораторная работа № 3.4.4 Определение pH мясного сырья 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
Лабораторная работа № 4.4.1 Органолептическая оценка мясных продуктов 113
Лабораторная работа № 4.4.2 Определение влаги в мясе и мясопродуктах 117
Лабораторная работа № 4.4.3 Определение содержания поваренной соли 120
Лабораторная работа № 4.4.4 Определение нитритов 122
Лабораторная работа № 4.4.5 Определение содержания крахмала 128
Лабораторная работа № 4.4.6 Определение микробных контаминантов в колбасных изделиях и продуктах из мяса 132
Лабораторная работа № 4.4.7 Определение интенсивности и устойчивости окраски вареных колбасных изделий 146
Лабораторная работа № 4.4.8 Исследование пельменей 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, pH 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 ретикулума. Очищенные от примесей белки саркоплазмы способность 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 pH 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 pH 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 pH 6,5 около 50 °С, при pH 7,0 около 80 °С, изоэлектрическая точка при pH 5,0-5,2.

Миоглобин – хромопротеид, составляющий в среднем 0,6-1,0 % общего количества белков. Он состоит из белковой части – глобина и простетической 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 простетической 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 обусловливает 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/дм^3) осаждают миозин из его растворов; в солевых растворах повышенной молярной концентрации (до 0,6 моль/дм^3) он растворяется. Температура денатурации миозина около 45-50 °С (у птицы около 51 °С); изоэлектрическая точка при pH 5,4. Биологические функции миозина связаны с участием в координированном движении живых организмов и в автолитических 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. Изоэлектрическая 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. Простетической 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 ретикулума. 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 – гидроксилизин, 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-тканных 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 соединительнотканных 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 (pH 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 (кровяные 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 усвояем 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 pH 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 желирующими свойствами. Показана способность сывороточного альбумина желировать 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 градуировочнным графиком, полученным для белка или смеси белков со средним содержанием тирозина и триптофана. Преимуществами этого метода являются быстрота и простота анализа. Предел чувствительности – 10÷20 мкг/см^3. 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.