

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

О.Я. Соколова, Е.Ю. Гальцева

# **ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ**

## **Методические указания**

Рекомендовано к изданию редакционно – издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Оренбург  
2018

УДК 637.1.04 (075.8)  
ББК 36.95 – 1я 73  
С 59

Рецензент – доцент, кандидат биологических наук А.Н. Сизенцов

**Соколова, О.Я.**  
С59 Изучение состава мышечной ткани: методические указания / О.Я. Соколова, Е.Ю. Гальцева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.

Методические указания содержат теоретический материал по теме «Строение, состав и свойства мышечной ткани мяса», методику осуществления лабораторных опытов, вопросы к защите лабораторной работы охватывающий основной раздел курса в соответствии с требованиями рабочей программы

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 06.04.01 Биология, магистерской программы «Биохимия и молекулярная биология», а также методические указания являются вспомогательным материалом для учебно - исследовательской работы обучающихся.

УДК 637.1.04 (075.8)  
ББК 36.95 – 1я 73

© Соколова О.Я, 2018  
© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение.....	4
1 Строение, состав и свойства мышечной ткани мяса .....	5
1.1 Морфологический состав, строение и химический состав мышечной ткани .....	5
1.2 Строение и свойства белков мышечной ткани .....	5
1.3 Небелковые компоненты мышечной ткани.....	9
2 Лабораторная работа. Изучение состава мышечной ткани. Установление наличия в мышечной ткани гликогена, молочной кислоты, креатина, альбуминовой (миогена, миоальбумина) и глобулиновой (миозина, актомиозина) фракций белков в мышечной ткани .....	11
2.1 Обнаружение гликогена в мышечной ткани .....	15
2.2 Обнаружение в мышечной ткани молочной кислоты .....	15
2.3 Обнаружение креатина в мышечной ткани .....	16
2.4 Выделение альбуминовой фракции белков мышц (миоген, миоальбумин) .....	16
2.5 Выделение глобулиновых фракций белков мышечной ткани (миозин, актомиозин).....	17
Список использованных источников .....	18

## Введение

Интерес к биохимии как к науке во всем мире указывает на возрастающее значение биохимии для человеческого общества.

Потребности народного хозяйства в продукции, хранении и обработке различных видов сырья привели к развитию технической и промышленной биохимии, в частности биохимии пищевого производства.

Наряду с этим, при изучении биохимии пищевого производства используют достижения смежных наук, таких как органическая, физическая и коллоидная химия, физиология, животноводство, биотехнология, биохимия питания и др.

В связи с этим процесс обучения студента - биохимика включает знания основных процессов, происходящих в сырье и продуктах под действием биохимических, микробиологических, технологических факторов, состава и свойств соединительной ткани мяса, понятия изменений органолептических и технологических свойств мяса в ходе автолиза, а также знания о тепловой обработке мяса и мясопродуктов.

Настоящее методическое указание представляет собой информативное руководство, предназначенное для преподавания дисциплин: «Ветеринарная биохимия», «Биохимия пищеварения и питания», «Биохимия сельскохозяйственных животных», «Биохимические методы исследования в ветеринарии». С помощью данного методического указания студенты научатся применять теоретические знания для определения качества пищевой продукции, а также закрепить знания о биохимическом составе сырья.

Методическое указание содержит теоретический материал по теме «Строение, состав и свойства мышечной ткани мяса», методику осуществления лабораторных опытов, вопросы к защите лабораторной работы, а также перечень рекомендуемой для изучения дисциплины литературы. В работе изложена цель, задачи, краткие теоретические положения, а также ход выполнения работы.

# 1 Строение, состав и свойства мышечной ткани мяса

## 1.1 Морфологический состав, строение и химический состав мышечной ткани

Структурной единицей мышечной ткани является мышечное волокно. Оно состоит из миосимпласта и миосателлитоцитов (клеток-сателлитов), покрытых общей **базальной мембраной**. Длина мышечного волокна может достигать нескольких сантиметров при толщине в 50—100 микрометров.

Скелетные мышцы прикреплены к костям или друг к другу крепкими, гибкими **сухожилиями** [3].

Химический состав мышечной ткани очень сложен и изменяется под влиянием различных факторов. Средний химический состав хорошо отпрепарированной мышечной ткани составляет: воды – 70 % - 75 % от массы ткани; белков – 18 % - 22 %; липидов - 0,5 % - 3,5 %; азотистых экстрактивных веществ - 1,0 % - 1,7 %; безазотистых экстрактивных веществ - 0,7 % - 1,4 %; минеральных веществ - 1,0 - 1,5 % [3].

Около 80 % сухого остатка мышечной ткани составляют белки, свойства которых в значительной степени определяют свойства этой ткани [13].

## 1.2 Строение и свойства белков мышечной ткани

Белки мышечной ткани разнообразны по аминокислотному составу, строению и свойствам. По форме белковых молекул и отношению к растворителям их делят на три группы: саркоплазматические, миофибриллярные и белки стромы. Саркоплазматические белки: миоген, глобулин X, миоальбумин, миоглобин, кальмодулин. На их долю приходится около 40 % мышечных белков. Они имеют глобулярное строение, извлекаются из мяса путем экстракции водой [18].

Миоген. Его характеристика:

- 1) группа белков, выполняющих ферментативные функции;

- 2) составляет около 20% от суммы мышечных белков;
- 3) по физико-химическим свойствам - альбумин;
- 4) хорошо растворяется в воде;
- 5) изоэлектрическая точка  $pH = 6,0 - 6,6$ ;
- 6) температура денатурации  $55^{\circ}C - 66^{\circ}C$ ;
- 7) полноценный белок.

Глобулин X. Его характеристика:

- 1) смесь белков с ферментативными функциями;
- 2) составляет около 20 % от суммы мышечных белков;
- 3) по физико-химическим свойствам - псевдоглобулин;
- 4) из мяса экстрагируется водой;
- 5) изоэлектрическая точка  $pH = 5,2$ ;
- 6) температура денатурации  $50^{\circ}C$ ;
- 7) полноценный белок.

Миоальбумин. Его характеристика.

- 1) составляет 1 % - 2 % от суммы белков мышечной ткани;
- 2) по физико-химическим свойствам - альбумин;
- 3) хорошо растворяется в воде;
- 4) изоэлектрическая точка  $pH = 3,0 - 3,5$ ;
- 5) температура денатурации  $45^{\circ}C - 47^{\circ}C$ ;
- 6) полноценный белок.

Миоглобин. Его характеристика:

- 1) составляет 0,5 % - 1 % от суммы белков мышечной ткани;
- 2) пигмент мышечной ткани;
- 3) сложный белок хромопротеид;
- 4) растворим в воде;
- 5) изоэлектрическая точка  $pH = 7,0$ ;
- 6) температура денатурации  $60^{\circ}C - 70^{\circ}C$ ;
- 7) полноценный белок [5].

Миоглобин играет важную роль в формировании окраски мяса и мясопродуктов. Миоглобин построен из белковой части - *глобина* (94 %) и простетической - *гема* (6 %). Основой гема является *протопорфирин*, построенный из 4-х пирольных колец, объединенных в молекулы кольцевой формы. Центральное место в молекуле гема занимает атом железа, имеющий 6 координационных связей: одну - с молекулой глобина, четыре - с атомами азота пирольных колец, шестая связь участвует в образовании комплексов миоглобина с различными соединениями ( $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $NO$ ,  $CO$  и др.).

Цвет миоглобина определяется окраской гема, который зависит от валентности железа. У нативного миоглобина железо в геме двухвалентное, белок окрашен в красный цвет. Окисление железа до трехвалентного сопровождается изменением окраски гема с образованием серо - коричневых оттенков разной интенсивности [1].

Миоглобин способен обратимо связывать кислород без окисления гема (прижизненная функция миоглобина). Эта форма белка носит название - *оксимиоглобин*. Длительное воздействие кислорода и других окислителей приводит к окислению миоглобина с образованием формы пигмента - *метмиоглобина*, имеющего серо-коричневую окраску.

Метмиоглобин может быть вновь восстановлен в миоглобин (рисунок 1.1).

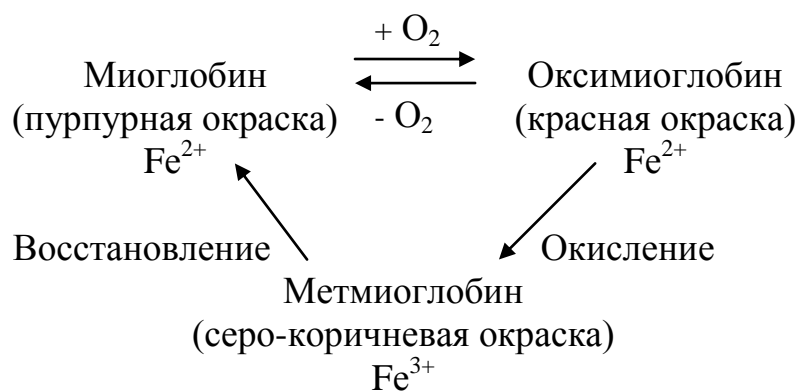


Рисунок 1.1 – Процесс восстановления метмиоглобина до миоглобина

Количественное соотношение этих трех форм белка: нативного миоглобина (Мв), оксимиоглобина (МвО<sub>2</sub>) и метмиоглобина (MetМв) определяет цвет мяса. Установлено, что при содержании MetМв больше 50 % от общего количества Мв в мясе цвет его становится серо - коричневым.

Содержание миоглобина в мышечной ткани зависит от вида мяса, анатомического происхождения мышц, что объясняется различиями в интенсивности их прижизненной физической нагрузки.

Таким образом, цвет мяса и его интенсивность зависят от концентрации миоглобина в мышечной ткани и от количественного соотношения различных форм этого белка. Так как окраска мяса может изменяться под влиянием различных факторов, для ее стабилизации используют специальные технологические приемы [17].

*Кальмодулин* - белок, обратимо связывающий ионы кальция; влияет на процесс мышечного сокращения, изменение консистенции мяса при его хранении.

*Саркоплазматические белки мышечной ткани. Характеристика:*

- 1) составляют около 40 % от суммы мышечных белков;
- 2) полноценные;
- 3) хорошо растворимы в воде, обладают высокой водосвязывающей способностью;
- 4) количество и состояние миоглобина определяет окраску мяса;
- 5) денатурируют в интервале температур от 45 °С до 70 °С.

*Миофибрилярные белки мышечной ткани. Характеристика:*

- 1) количественно преобладают среди мышечных белков (50 % -55 %);
- 2) все (кроме тропомиозина) полноценные;
- 3) участвуют в построении сократительных элементов мышечного волокна (миофибрилл), в акте сокращения-расслабления мышц;
- 4) в зависимости от состояния определяют консистенцию мяса;



- 5) солерастворимы;
- 6) обладают высокими функциональными свойствами (водосвязывающей, гелеобразующей, эмульгирующей способностями)

*Белки ядер* включают три белковые фракции: нуклеопротеиды, кислый и остаточный белок [9].

*Белки стромы.* Эти белки входят в состав сарколеммы, соединительнотканых оболочек, участвующих в построении мышц (эндомизий, перимизий, эпимизий). Основными белками стромы являются *коллаген и эластин*. В межклеточном веществе мышечной ткани содержатся муцины и мукоиды - сложные белки глюкотеиды. К белкам стромы относят также нейрокератины и липопротеиды.

Содержание соединительнотканых белков в составе мышечной ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, категории упитанности животного, анатомического происхождения части туши.

*От их количества зависит качество мяса:* пищевая, биологическая ценность, органолептические свойства (в частности жесткость).

*Белки стромы. Характеристика:*

- 1) составляют около 5 % от массы мышечных белков;
- 2) влияют на показатели пищевой ценности мышечной ткани [12].

### **1.3 Небелковые компоненты мышечной ткани**

*Липиды.* Содержание липидов в мышечной ткани зависит от вида, возраста, пола, упитанности животного. Часть липидов, в основном фосфолипиды, является пластическим материалом и входит в структурные элементы мышечного волокна (клеточные мембраны и др.). Другая часть липидов, в основном, триглицериды, играет роль резервного энергетического материала и содержится в саркоплазме, в межклеточной соединительной ткани, между пучками мышц (в перимизии) и между отдельными мускулами (в эпимизии).

*Экстрактивные вещества.* К экстрактивным веществам, подразделяемым на азотистые и безазотистые, относятся вещества, извлекаемые (экстрагируемые) из мышечной ткани водой [10].

К *азотистым* экстрактивным веществам относятся азотистые основания: креатин, карнозин, ансерин, аденин, гипоксантин и др.; свободные аминокислоты; мочевины; аммонийные соли; АТФ, АДФ, АМФ, креатинфосфат и др. Несмотря на небольшое относительное содержание азотистых экстрактивных веществ (1 % - 1,7 %), их роль в формировании качества мяса значительна, так как они являются предшественниками вкуса и аромата мяса и, видоизменяясь при нагреве, образуют ароматические и вкусовые вещества [4].

К *безазотистым* экстрактивным веществам относятся *гликоген* и продукты его фосфолиза (молочная, пировиноградная кислоты и другие соединения) и амилолиза (декстрины, мальтоза, глюкоза). Количество гликогена в мышечной ткани невелико (около 1 %) и зависит от двигательной прижизненной активности мышц. Соответственно количеству гликогена изменяется и содержание в мышцах продуктов его превращения в ходе автолиза, в частности органических кислот, от количества которых зависит величина рН мяса, влияющая на состояние и свойства основных мышечных белков.

*Витамины* мышечной ткани, в основном, представлены водорастворимыми витаминами: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>12</sub> и др. По количественному содержанию мышечная ткань является важным источником витаминов группы В.

*Минеральные вещества.* Их содержание в мышечной ткани достигает 1,5 %. Среди них в наибольших количествах присутствуют калий, натрий, магний, кальций, железо, цинк, фосфор, сера, хлор. В мышечной ткани имеются также микроэлементы: медь, марганец, кобальт, молибден и др [2].

Мышечная ткань является наиболее ценной тканью мяса, она в значительной степени определяет его качество, пищевую, биологическую ценность, органолептические и технологические свойства.

*Пищевая ценность* мышечной ткани определяется, прежде всего, содержанием белков, липидов, витаминов группы В, микро- и макроэлементов.

*Биологическая ценность* мышечной ткани определяется полноценностью и высокой усвояемостью мышечных белков [15].

Мышечная ткань играет важнейшую роль в формировании органолептических показателей качества мяса и изделий из него.

Характеристика мышечной ткани:

- 1) от содержания и состояния мышечного белка миоглобина зависит цвет мяса;
- 2) от качественного и количественного состава экстрактивных веществ мышечной ткани в значительной степени зависят вкус и запах мяса;
- 3) количественное содержание внутримышечной соединительной ткани и состояние белков актомиозинового комплекса существенно влияют на *консистенцию* мяса;
- 4) мышечная ткань является основным функциональным компонентом мясного сырья, так как мышечные белки определяют важнейшие *функционально-технологические свойства* мясных систем: водосвязывающую, гелеобразующую, эмульгирующую способности [16].

## **2 Лабораторная работа. Изучение состава мышечной ткани. Установление наличия в мышечной ткани гликогена, молочной кислоты, креатина, альбуминовой (миогена, миоальбумина) и глобулиновой (миозина, актомиозина) фракций белков в мышечной ткани**

**Цель:** используя стандартные биохимические реакции, установить наличие в составе мышечной ткани её основных компонентов (гликогена, молочная кислота, креатин, альбуминовая (миоген, миоальбумин) и глобули-

новая (миозин, актомиозин) фракции белков). Рассмотреть вопрос о взаимосвязи химического состава мяса с его пищевой ценностью.

### **Задачи:**

- 1) установить наличие гликогена в мышечной ткани;
- 2) установить наличие молочной кислоты в мышечной ткани;
- 3) установить наличие креатина в мышечной ткани;
- 4) выделить альбуминовую фракцию белков мышечной ткани (миоген, миоальбумин);
- 5) выделить глобулиновые фракции белков мышечной ткани (миозин, актомиозин).

Мышечная ткань составляет свыше 40 % массы животного. Главной составной частью мышц являются белки (миоальбумин, миоглобулин, миоглобин, коллаген, эластин). Около 80 % сухого остатка мышечной ткани составляют белки, свойства которых в значительной степени определяют свойства этой ткани. Белки мышечной ткани разнообразны по аминокислотному составу, строению и свойствам. По форме белковых молекул и отношению к растворителям их делят на три группы: саркоплазматические, миофибриллярные и белки стромы [7].

Красный цвет мышечной ткани обусловлен содержанием белкового вещества – миоглобина. Миоглобин – это кислородсвязывающий белок скелетных мышц, а также мышц сердца, по своей структуре схож с гемоглобином. Наиболее высокая концентрация миоглобина у животных, способных долгое время находиться под водой. Повышение концентрации миоглобина крови выше физиологической нормы называется гипермиоглобинемией.

Количество мышечной ткани в тушах зависит от вида животного, пола, возраста, а также от состояния упитанности. Чем более упитанное животное, тем менее содержится мышечной ткани в общем соотношении составных частей мяса и больше жира. У молодняка мышечной ткани содержится больше,

чем у старых, а у самцов больше, чем у самок. К тому же от возраста зависит насколько нежной будет соединительная ткань [6].

Содержание основного углевода мышц – гликогена составляет в среднем 0,5 % – 2 %. Количество гликогена зависит от двигательной прижизненной активности мышц. Соответственно количеству гликогена изменяется и содержание в мышцах продуктов его превращения в ходе автолиза, в частности органических кислот, от количества которых зависит величина рН мяса, влияющая на состояние основных мышечных белков. Необходимо отметить, что при уменьшении гликогена уменьшается и активность гликолитических ферментов [19].

Содержание гликогена в мышечной ткани и следующее превращение его в молочную кислоту оказывает решающее влияние на продолжительность хранения мяса и мясопродуктов при положительных температурах. Чем меньше гликогена в мышечной ткани животного, тем меньше образуется в мясе молочной кислоты, недостаток которой благоприятствует развитию в нем микроорганизмов.

В мышцах обнаружены нейтральные жиры, фосфатиды, стерины и стероиды. Содержание жира в различных сортах мяса колеблется от 3 % до 20 % и значительно влияет на пищевую ценность мяса. В организме нейтральные жиры находятся в формах запасного жира и протоплазматического [14].

Азотистые экстрактивные вещества (около 1,7 %), представлены такими соединениями как АТФ, АДФ, АМФ, креатин, креатинин и свободные аминокислоты. Креатинин – продукт энергетического обмена миоцитов, образуется в процессе креатин - фосфатной реакции с высвобождением энергии, необходимой для сокращения волокон. По содержанию креатина судят о крепости бульона. Одним из свойств креатина является задержка воды в организме. Свободные аминокислоты в продуктах содержатся в мельчайших количествах. Большая их часть входит в состав белков, гидролизующихся под воздействием ферментов протеаз в желудочно-кишечном тракте. Молекула аминокислоты, которая не связана с другими молекулами очень быстро

всасывается в кровь прямо из кишечника и препятствует разрушению мышц [8].

На долю минеральных веществ мышечной ткани приходится 1% – 1,5%. Это преимущественно соли натрия, калия, кальция и магния, присутствуют и микроэлементы. Роль минеральных веществ в том, что они регулируют кислотно-щелочной баланс, а также входят в состав ферментов и др. веществ [20].

Витамины мышечной ткани, в основном, представлены водорастворимыми витаминами: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>12</sub> и др. По количественному содержанию мышечная ткань является важным источником витаминов группы В (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Содержание витаминов в мясе животных.

Витамины	Содержание, мг на 100 г съедобной части			
	Говядины	Телятины	баранины	свинины
В <sub>1</sub>	0,6	0,14	0,08	0,52
В <sub>2</sub>	0,15	0,23	0,14	0,14
РР	2,8	3,3	2,5	2,4

Пищевая ценность мышечной ткани определяется содержанием липидов, витаминов группы В, микро- и макроэлементов, но главным образом содержанием белков. Биологическая ценность животных жиров, а у некоторых видов животных и лечебные свойства жира обуславливаются содержанием полиненасыщенных жирных кислот и других липоидных соединений [11].

Перед опытами мышечную ткань мяса тщательно очищают от пленок и жира, затем измельчают на мясорубке или волчке с диаметротверстий 2 – 3 мм. Массу каждого образца определяют путем взвешивания на аналитических весах.

## 2.1 Обнаружение гликогена в мышечной ткани

**Посуда и реактивы:** ступка; колба; водяная баня; 2 г измельченных мышц; 5 мл дистиллированной воды; уксусная кислота; 1 мл 4 % раствора ТХУ; 1 – 2 мл раствора Люголя.

**Методика выполнения.** 2 г измельченных мышц растереть в ступке с 5 мл горячей, подкисленной уксусной кислотой дистиллированной водой, перенести в колбу и немного прокипятить. Содержимое колбы охладить, затем налить в нее 1 мл 4 % раствора ТХУ для осаждения белков и отфильтровать. К полученному фильтрату добавить 1 – 2 капли раствора Люголя.

Появляется красно - бурое окрашивание, которое характерно для гликогена.

## 2.2 Обнаружение в мышечной ткани молочной кислоты

**Посуда и реактивы:** фарфоровая ступка; пробирки; марлевая ткань; водяная баня; 4 – 5 г мышечной ткани; 10 мл дистиллята; 3 мл 2 % раствора фенола; 2 – 4 капли 5 % раствора хлорида железа.

**Методика выполнения.** 4 – 5 г измельченной мышечной ткани растереть в фарфоровой ступке с 10 мл дистиллированной воды, отфильтровать в пробирку через два слоя марлевой ткани, прокипятить две минуты и снова отфильтровать. Осадки на марле и фильтре сохранить для последующих опытов.

С фильтратом проделать реакцию на наличие молочной кислоты. Для этого в 2 пробирки налить по 3 мл 2 % раствора фенола и 2 – 4 капли 5 % водного раствора  $FeCl_3$  до появления фиолетового окрашивания (реактив Уффельмана).

В первую пробирку прилить 2 мл экстракта из мышц, во вторую – 2 мл дистиллированной воды. В первой пробирке фиолетовый цвет изменяется на

зеленовато-желтый, который указывает на наличие молочной кислоты, во второй пробирке цвет раствора соответственно не меняется.

### **2.3 Обнаружение креатина в мышечной ткани**

**Посуда и реактивы:** пробирка; водяная баня; 1 мл фильтрата; 1 мл 10 % раствора соляной кислоты; 1 мл пикриновой кислоты; 2 мл раствора гидроксида натрия.

**Методика выполнения.** Взять в пробирку 1 мл оставшегося от второго опыта фильтрата, добавить 1 мл 10 % раствора соляной кислоты и поставить в кипящую водяную баню на 1 час. Пробирку охладить, добавить в неё 1 мл пикриновой кислоты и 2 мл раствора гидроксида натрия. Появляется характерное для цветной реакции на креатин оранжевое окрашивание.

### **2.4 Выделение альбуминовой фракции белков мышц (миоген, миоальбумин)**

**Посуда и реактивы:** пробирки; 1 мл фильтрата; 10 % раствор щелочи; 1 % раствор сульфата меди.

**Методика выполнения.** В 2 пробирки налить по 1 мл фильтрата, полученного в опыте, описанном в п.2.2. Для выявления альбуминов, необходимо с содержимым одной пробирки провести биуретовую реакцию. Для этого добавить 2 мл 10 % раствора щелочи и по каплям 1 % раствор сульфата меди. Появляется фиолетовое окрашивание, характерное для цветной реакции на белок. Во второй пробирке осадить белки солями тяжелых металлов (5 % раствором медного купороса).



## **2.5 Выделение глобулиновых фракций белков мышечной ткани (миозин, актомиозин)**

**Посуда и реактивы:** фарфоровая ступка; пестик; пробирки; фильтрат, 5 – 6 мл 8 % раствора хлористого аммония или 5 % раствора хлористого натрия; дистиллированная вода.

**Методика выполнения.** Мышечные волокна, оставшиеся на марле и фильтре в опыте, описанном в п.2.2, перенести в фарфоровую ступку, залить 5 – 6 мл 8 % раствора хлористого аммония или 5 % раствора хлористого натрия, тщательно растереть пестиком и отфильтровать. Фильтрат разделить на две пробирки. В первой установить наличие белка биуретовой реакцией. Во вторую пробирку по каплям добавить дистиллированную воду до появления нерастворимых в воде глобулинов.

### **Порядок оформления работы**

1. Ознакомиться с материалом и сделать конспект.
2. Оформить результаты.
3. Сделать вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Установление наличие гликогена в мышечной ткани.
2. Установление наличие в мышечной ткани молочной кислоты.
3. Установление наличие креатина в мышечной ткани.
4. Выделение альбуминовой фракции белков мышечной ткани (миоген, миоальбумин).
5. Выделение глобулиновых фракций белков мышечной ткани (миозин, актомиозин).

## Список использованных источников

1 Андреев, Г.И. Основы научной работы и оформление результатов научной деятельности: учебное пособие / Г.И. Андреев, С.А. Смирнов, В.А. Тихомиров. – М.: Финансы и статистика, 2003.

2 Барышева, Е. С. Биохимия крови [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400 Биология / Е. С. Барышева, К. М. Бурова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 11250 Kb). - Оренбург: ОГУ, 2014. –AdobeAcrobatReader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1185-0. Издание на др. носителе [Текст]. - № гос. регистрации 0321400106.

3 Барышева, Е. С. Практические основы биохимии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2011. -AdobeAcrobatReader 5.0 Издание на др. носителе [Текст].- № гос. регистрации 0321103142.

4 Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург.гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. -AdobeAcrobatReader 5.0 Издание на др. носителе [Текст]. - № гос. регистрации 0321102524.

5 Владимирова, Е. Г. Техническая биохимия [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб.практикуму / Е. Г. Владимирова, Е. В. Бибарцева, О. П. Кушнарцева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф.

профилактик. медицины. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2013. -AdobeAcrobatReader 6.016

6 Дудко, А. В. Биохимия [Электронный ресурс]: электронное гиперссылочное учебное пособие / А. В. Дудко, А. Д. Стрекаловская, Е. С. Хайруллина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 245 Mb). - Оренбург: ОГУ, 2015. -Архиватор 7-Zip

7 Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Коваленко. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,2012. - 229 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1100-2.

8 Ларичев, Т.А. Основы химии элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Ларичев, Т.Ю. Кожухова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 147 с. - ISBN978-5-8353-1515-4: - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=232759](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232759)

9 Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. - Электрон. текстовые дан. - Логос, 2010.

10 Рогожин, В. В. Практикум по биологической химии: учеб. -метод. пособие / В. В. Рогожин. - СПб.: Лань, 2006. - 256 с.: ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-8114-0679-7.

11 Соколова, О. Я. Биохимические основы биологических процессов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400.62 Биология, профиль подготовки "Биохимия" / О. Я. Соколова, Е. В. Бибарцева, О. А. Науменко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 11315 Kb). - Оренбург: ОГУ, 2014. -AdobeAcrobatReader 6.0 -ISBN 978-

5-7410-1267-3.

12 Соколова, О. Я. Введение в специальность [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / О. Я. Соколова, Е. В. Бибарцева, М. В. Фомина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 17.7 Mb). - Оренбург: ОГУ, 2014. -Архиватор 7-Zip

13 Соколова, О. Я. Биохимия крови [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / О. Я.Соколова, Е. С. Барышева, Е. В. Бибарцева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1 Mb). - Оренбург: ОГУ, 2014. -Архиватор 7-Zip

14 Соколова, О. Я. Биохимия биотехнологических процессов [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / О. Я. Соколова, Е. С. Барышева, Е. В. Бибарцева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 19.1 Mb). - Оренбург: ОГУ, 2015. - Архиватор 7- Zip

15 Фомина, М. В. Фармацевтическая биохимия [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология / М. В. Фомина, Е. В. Бибарцева, О. Я. Соколова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2015. -AdobeAcrobatReader 6.0

16 Шамраев, А. В. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400.62 Биология / А. В. Шамраев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ОГУ, 2014. -AdobeAcrobatReader 6.0