



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

**О.В. Зинина**  
**И.В. Белевская**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве лабораторного практикума*

Магнитогорск  
2015

**Рецензенты:**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная биотехнология» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)

**М.Б. Ребезов**

Технолог ООО МПК №2

**И.В. Алексеева**

**Зинина О.В., Белевская И.В.**

**Исследование мяса и мясных продуктов** [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Оксана Владимировна Зинина, Ирина Валерьевна Белевская ; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (0,39 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

Лабораторный практикум предназначен для студентов направления 260200.62 Продукты питания животного происхождения профиля Технология мяса и мясных продуктов для изучения дисциплин «Методы исследования мяса и мясных продуктов», «Экспертиза мяса и мясных продуктов», «Техно-химический контроль и управление качеством». В лабораторном практикуме кратко изложен необходимый теоретический материал, обозначена цель работы, указано необходимое для проведения исследований оборудование и материалы, подробно изложена методика проведения эксперимента, обозначены вопросы для контроля. В заключительной части приведен библиографический список и содержание практикума.

Лабораторный практикум позволяет освоить методики определения важнейших показателей мяса и мясных продуктов.

Лабораторный практикум способствует более глубокому ознакомлению студентов со специальной литературой.

УДК 637.07

© Зинина О.В., Белевская И.В., 2015

© ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Определение функционально-технологических показателей мяса.....           | 4  |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Определение нитритов и нитратов в мясопродуктах.....                      | 8  |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Определение крахмала в мясопродуктах .....                                | 12 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Определение общего фосфора и проведение реакции на фосфатазу.....         | 14 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Определение массовой доли жира в мясопродуктах .....                      | 17 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Определение массовой доли белка в мясопродуктах.....                      | 23 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Определение основных показателей качества варёных колбасных изделий ..... | 28 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....                                                                    | 31 |

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### Определение функционально-технологических свойств мясного сырья

#### Цель работы:

Определить основные функционально-технологические свойства мясного сырья - влагосвязывающую, влагоудерживающую, эмульгирующую способности и стабильность эмульсии.

**Используемое оборудование и материалы:** весы технические, мясорубка, разделочная доска, ножи, электроплита, тарелки, кружок полиэтилена, груз массой 1 кг, стеклянная пластинка, фильтры обеззоленные, аппарат для высушивания, конверты для высушивания, жиромер сливочный, водяная баня для жиромеров, стеклянные палочки, блендер, цилиндры на 50 см<sup>3</sup> и 100 см<sup>3</sup>, стеклянные стаканы на 50 см<sup>3</sup> и 100 см<sup>3</sup>, центрифужные пробирки градуированные, центрифуга, эксикатор.

#### 1.1. Общие сведения

Мясное сырье многокомпонентно, состав и свойства значительно варьируют, что сказывается на качестве готовой продукции. В связи с этим особо важное значение приобретает информация о функционально-технологических свойствах различных видов мясного сырья, 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. Значения данных показателей определяет степень приемлемости мяса для производства пищевых продуктов.

Свойства термически не обработанного мясного фарша близки к эмульсиям. Под эмульсией понимают дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой, диспергированные в коллоидном состоянии. Жир – неполярное вещество и плохо растворимо в воде. Однако при определенных условиях (наличие эмульгаторов, стабилизаторов, высокие температуры, физические воздействия) в системах жир-вода могут образовываться водно-жировые эмульсии.

В мясной эмульсии, образованной в результате интенсивного механического измельчения тканей, белок и вода образуют матрицу, которая окружает жир, т.е. фарш – эмульсия жира в воде, при этом солерастворимые белки являются эмульгаторами и стабилизаторами эмульсии.

При получении мясопродуктов от функциональных свойств мышечных белков зависит эффективность образования мясных эмульсий, так как различные виды белоксодержащего сырья отличаются способностью связывать влагу. Количественное содержание белка в системе, его качественный состав предопределяют степень стабильности получаемых мясных систем, влияют на уровень влагосвязывающей способности (ВСС), жиропоглощающей и эмульгирующей способностей.

#### 1.2. Организация работы

##### Подготовка образцов к анализу

Жилованную говядину, свинину, субпродукты I и II категорий тщательно измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм.

По заданию преподавателя составляют модельные композиции фарша из различных видов сырья (например, 50% говядины 1 с и 50% свинины полужирной).

### **1.2.1. Определение содержания влаги в мясном фарше**

#### **Порядок проведения работы:**

Навеску фарша массой 3 г помещают в предварительно высушенный конверт. Взвешивают конверт с навеской. Включают аппарат для высушивания и нагревают его до 150°C. Помещают конверт с навеской в аппарат для высушивания и выдерживают 3 мин. Затем конверт охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Содержание влаги в навеске, %, определяют по формуле (1):

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_1$  – масса конверта с навеской до высушивания, г;

$m_2$  – масса конверта с навеской после высушивания, г;

$m_0$  – масса навески, г.

### **1.2.2. Определение влагосвязывающей способности мясного фарша методом прессования**

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

Метод прессования основан на выделении воды испытуемым образцом при легком его прессовании, впитывании 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 жидкой фазы под действием центробежной силы из исследуемого объекта, находящегося в фиксированном положении.

#### **Порядок проведения работы:**

Навеску мясного фарша массой 0,3 г взвешивают на торзионных весах на кружке из полиэтилена диаметром 15-20 мм (диаметр кружки должен быть равен диаметру чашки весов), после чего ее переносят на беззольный фильтр, помещенный на стеклянную пластинку так, чтобы навеска оказалась под кружком.

Сверху навеску накрывают такой же пластинкой, что и нижнюю, устанавливают на нее груз массой 1 кг и выдерживают в течение 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 по трафарету.

Размер влажного пятна (внешнего) вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом. Экспериментально установлено, что 1 см<sup>2</sup> площади влажного пятна фильтра соответствует 8,4 мг влаги.

Массовую долю связанной влаги в образце вычисляют по формулам (2) и (3):

$$X_1 = (M - 8,4 \cdot S) \cdot 100 / m_0, \quad (2)$$

$$X_2 = (M - 8,4 \cdot S) \cdot 100 / M, \quad (3)$$

где  $X_1$  - массовая доля связанной влаги в мясном фарше, % к массе мяса;

$X_2$  - то же, % к общей влаге;

$M$  - общая масса влаги в навеске, мг;

$S$  - площадь влажного пятна,  $\text{см}^2$ ;

$m_0$  - масса навески мяса, мг.

Общая масса влаги в навеске ( $M$ ) считается по формуле (4):

$$M = B \cdot m_0, \quad (4)$$

где  $B$  – массовая доля влаги в фарше, определенная в опыте 1.

### **1.2.3. Определение влагоудерживающей способности мясного фарша**

#### **Порядок проведения работы:**

Навеску мясного фарша массой 4-6 г равномерно наносят стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Его плотно закрывают пробкой и помещают узкой частью вниз на водяную баню при температуре кипения на 15 мин, после чего определяют массу выделившейся влаги по числу делений на шкале жиромера.

Влагоудерживающая способность (ВУС) мяса (%) вычисляется по формуле (5):

$$\text{ВУС} = B - \text{ВВС}, \quad (5)$$

где  $B$  - общая массовая доля влаги в навеске, %;

ВВС - влаговыделяющая способность мяса (%)

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

$a$  - цена деления жиромера,  $a = 0,01 \text{ см}^3$ ;

$n$  - число делений на шкале жиромера;

$m$  - масса навески, г.

### **1.2.4. Определение эмульгирующей способности мясного фарша**

#### **Порядок проведения работы:**

Навеску мясного фарша массой 7 г тщательно перемешивают в  $100 \text{ см}^3$  воды в миксере при частоте вращения в течение 60 с. Затем добавляют  $100 \text{ см}^3$  рафинированного подсолнечного масла и смесь перемешивают в миксере в течение 5 мин.

После этого эмульсию разливают в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по  $50 \text{ см}^3$  и центрифугируют при  $500 \text{ с}^{-1}$  в течение 10 мин. Далее определяют объем эмульгированного масла.

Эмульгирующая способность (%) определяется по формуле (6):

$$\text{ЭС} = \frac{V_1}{V} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $V_1$  - объем эмульгированного масла,  $\text{см}^3$ ;  
 $V$  - общий объем масла,  $\text{см}^3$ .

### 1.2.5. Определение стабильности эмульсии

#### Порядок проведения работы:

Стабильность эмульсии определяют путем нагревания полученной эмульсии при температуре  $80^\circ\text{C}$  в течение 30 мин и охлаждения водой в течение 15 мин. Затем заполняют эмульсией 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по  $50 \text{ см}^3$  и центрифугируют при частоте вращения  $500 \text{ с}^{-1}$  в течение 5 мин. Далее определяют объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии (%) определяется по формуле (7):

$$\text{СЭ} = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $V_1$  - объем эмульгированного масла,  $\text{см}^3$ ;  
 $V_2$  - общий объем эмульсии,  $\text{см}^3$ .

### 1.3. Обработка результатов

Результаты лабораторной работы №1 оформить в виде таблицы 1 и сделать выводы по работе.

Таблица 1

Функционально-технологические показатели фарша

| Образец<br>модельного<br>фарша | Значение показателя, % |     |     |    |    |
|--------------------------------|------------------------|-----|-----|----|----|
|                                | содержание<br>влаги    | ВСС | ВУС | ЭС | СЭ |
| №1<br>(50% св.+<br>50% говяд.) |                        |     |     |    |    |
| ...                            |                        |     |     |    |    |

#### Вопросы для контроля

1. Какие функционально-технологические свойства определяют в мясных фаршах?
2. Какое значение имеют функционально-технологические показатели при оценке качества мясного сырья для производства мясopодуkтов?
3. Какое значение имеют белки, жиры и вода в структуре фарша?
4. Какими способами можно определить влагосвязывающую способность мяса, в чем их суть?
5. В чем отличие определения эмульгирующей способности и стабильности эмульсии?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### Определение нитритов и нитратов в мясопродуктах

#### Цель работы:

Ознакомиться с основными методами определения нитритов в мясопродуктах.

**Используемое оборудование и материалы:** весы технические, мясорубка, разделочная доска, ножи, электроплита, тарелки, фильтры обеззоленные.

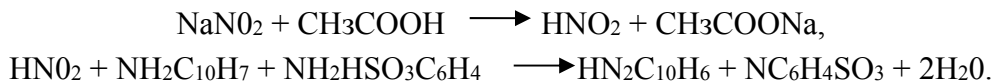
#### 2.1. Общие сведения

Применение нитрита натрия в технологии производства мясопродуктов определяется его комплексным воздействием на качество готовых изделий. Нитрит натрия способствует образованию окраски, участвует в формировании вкуса и аромата мяса, подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, развитие окислительных процессов.

Учитывая токсические свойства нитрита и возможность его участия в образовании нитрозаминов, содержание нитрита натрия в продуктах строго лимитируется.

Одним из основных методов определения нитритов является метод с N-1-нафтилэтилендиамином дигидрохлорида. Он основан на взаимодействии нитрита с аминокислотой бензолсульфамидом и N-1-нафтилэтилендиаминдигидрохлоридом в кислой среде с образованием диазосоединений, интенсивность окраски которых измеряют фотометрически.

Определение содержания нитритов с применением реактива Грисса (арбитражный метод) основано на измерении интенсивности окраски диазосоединения, образующегося в результате взаимодействия азотистой кислоты с о-нафтиламином и сульфаниловой кислотой в присутствии уксусной кислоты:



#### 2.2. Организация работы

##### 2.2.1. Определение нитрита по реакции с N-1-нафтилэтилендиамином дигидрохлорида

#### Реактивы:

Бура, насыщенный раствор: 50 г тетраборнокислого натрия ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) растворяют в 1 л теплой воды и охлаждают до комнатной температуры.

Растворы для осаждения белков:

- реактив I – 1,06 г желтой кровяной соли (калия гексацианоферрата (II) тригидрат) –  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  растворяют в воде и доводят объем раствора до 1 л;

- реактив II - 220 г уксуснокислого цинка  $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$  и 30 мл ледяной уксусной кислоты растворяют в воде и доводят объем до 1 л.

Растворы для получения окраски:

- реактив III – 2 г аминокислоты бензолсульфанида ( $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ ) растворяют, подогревая на водяной бане, в 800 мл воды. После охлаждения при помешивании добавляют концентрированную соляную кислоту (плотность 1,19 г/мл), затем доливают водой до 1 л.

- реактив IV – 0,25 г N-1-нафтилэтилендиамина дигидрохлорида ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$ ) растворяют в 250 мл воды.

Раствор соляной кислоты – 445 мл концентрированной соляной кислоты (плотность 1,19 г/мл) разбавляют водой до 1 л.



Нитрит натрия, эталонные растворы. Растворяют в воде 1 г нитрита натрия ( $\text{NaNO}_2$ ) и разбавляют до  $100 \text{ см}^3$  в мерной колбе с одной меткой. С помощью пипетки наливают  $5 \text{ см}^3$  раствора в мерную колбу вместимостью  $1000 \text{ см}^3$  и разбавляют до метки.

Готовит серию эталонных растворов, наливая с помощью пипетки  $5, 10$  и  $20 \text{ см}^3$  полученного раствора в мерные колбы вместимостью  $100 \text{ см}^3$  и доливая водой до метки. Полученные эталонные растворы содержат соответственно  $2,5; 5,0$  и  $10,0 \text{ мкг}$  нитрита натрия на  $1 \text{ см}^3$ . Эталонные растворы и разбавленный ( $0,05 \text{ г/дм}^3$ ) раствор нитрита натрия, из которого их получают, следует готовить в день проведения анализа.

Построение калибровочного графика. В четыре мерные колбы вместимостью по  $100 \text{ мл}$  пипеткой вносят  $10 \text{ мл}$  воды и  $10 \text{ мл}$  каждого из трех эталонных растворов нитрита натрия, содержащих  $2,5; 5,0$  и  $10 \text{ мкг}$  нитрита в  $1 \text{ мл}$ . На основании результатов определения спектрального поглощения строят калибровочный график.

### Порядок проведения работы

Помещают  $10 \text{ г}$  измельченной пробы, взвешенной с точностью до  $0,001 \text{ г}$ , в коническую колбу, добавляют  $5 \text{ мл}$  насыщенного раствора буры и  $100 \text{ мл}$  воды температурой не ниже  $70^\circ\text{C}$ . Затем колбу нагревают на кипящей водяной бане в течение  $15 \text{ мин}$  при периодическом встряхивании.

Для осаждения белков в охлажденную до комнатной температуры колбу последовательно добавляют при тщательном перемешивании по  $2 \text{ мл}$  реактива I и реактива II. Затем содержимое переливают в мерную колбу вместимостью  $200 \text{ мл}$  и доводят водой объем до метки. После перемешивания и выдержки в течение  $30 \text{ мин}$  при комнатной температуре сливают верхний слой жидкости и фильтруют через складчатый фильтр.

Для проведения цветной реакции измеренную часть фильтрата (не более  $25 \text{ мл}$ ) пипеткой вносят в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ мл}$ , добавляют вод до  $60 \text{ мл}$ ,  $10 \text{ мл}$  реактива III,  $6 \text{ мл}$  раствора соляной кислоты, перемешивают и выдерживают  $3-10 \text{ мин}$  в темноте при комнатной температуре. Затем добавляют  $2 \text{ мл}$  реактива IV, перемешивают и выдерживают  $3-10 \text{ мин}$  в темноте при комнатной температуре. Раствор в колбе доводят до метки, перемешивают и измеряют интенсивность окраски.

Определение показателя спектрального поглощения производится на фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром или спектрофотометре при длине волны  $538 \text{ нм}$ .

На основании полученных данных по калибровочному графику находят концентрацию нитрита.

Массовая доля нитрита натрия в пробе определяется по формуле (8)

$$x = \frac{C \cdot 200 \cdot 100 \cdot 100}{m_0 V \cdot 10^6}, \quad (8)$$

где  $C$  – содержание нитрита, определенное по калибровочному графику,  $\text{мкг/мл}$ ;

$m_0$  – масса образца,  $\text{г}$ ;

$V$  – объем фильтрата, взятого для колориметрического определения,  $\text{мл}$ ;

$10^6$  – коэффициент перевода в граммы.

### 2.2.2. Определение нитрита по реакции с реактивом Грисса

#### Реактивы

Реактив Грисса, применяемый для цветной реакции на нитриты, готовят, смешивая в равных объемах два раствора:  $0,5 \text{ г}$  сульфаниловой кислоты растворяют в  $150 \text{ мл}$   $12\%$ -ной

уксусной кислоты и 0,2 г нафтиламина, который кипятят с 20 мл воды, фильтруют и к фильтрату добавляют 180 мл 12%-ной уксусной кислоты. Хранят растворы отдельно, а смесь готовят перед использованием. Если смесь окрашивается в розовый цвет, в нее добавляют цинковую пыль, взбалтывают, а затем фильтруют; хранят в темной склянке.

### Порядок проведения работы

Пробы для анализа готовят следующим образом: с колбасных изделий снимают оболочку; с фаршированных колбас и языков в шпике - оболочку и поверхностный слой шпика; с окороков, лопаток, рулетов, корейки и грудинки - поверхностный слой шпика. Затем дважды пропускают через мясорубку.

Для определения к 20 г фарша, отвешенного с точностью до 0,1 г в химическом стакане, приливают 35-40 мл подогретой до 50-60°C дистиллированной воды, перемешивают и после 10-минутного настаивания сливают жидкость через воронку с ватным фильтром в мерную колбу на 200 мл. Еще несколько раз промывают навеску водой, сливая промывные воды в ту же колбу, а затем переносят ее на фильтр и снова промывают до получения объема фильтрата около 150 мл. Фильтрат охлаждают, объем доводят до метки и перемешивают.

При изготовлении вытяжки из сырокопченых изделий к 20 г фарша приливают при перемешивании 200 мл воды, отмеренной цилиндром и подогретой до 50-60°C, смесь 30 мин настаивают, периодически перемешивая, а затем фильтруют через ватный фильтр.

К 20 мл фильтрата в мерной колбе на 100 мл добавляют 10 мл 0,1 н раствора едкого натра, 40 мл 0,45%-ного раствора сернокислого цинка и в течение 7 мин нагревают в кипящей водяной бане (для осаждения белков), охлаждают, доводят объем водой до метки, перемешивают и фильтруют через плотный беззольный фильтр.

К 20 мл обезбелоченного фильтрата в мерной колбе на 100 мл приливают 5 мл 3%-ного раствора аммиака, 10 мл 0,1 н раствора соляной кислоты, доводят объем водой до метки и перемешивают.

15 мл полученного раствора (отмеренного пипеткой) смешивают с 15 мл реактива Грисса (отмеренного цилиндром) и через 15 мин после смешивания измеряют интенсивность образовавшейся окраски на заранее подготовленном фотоэлектроколориметре ФЭК-М с зеленым светофильтром в кюветах толщиной слоя 2 см в отношении контрольного раствора, в котором испытуемый раствор заменяют 15 мл воды.

Оптическая плотность измеряемых растворов от 0,1 до 0,48 ед. пропорциональна концентрации нитрита. Если оптическая плотность раствора ниже 0,1, цветную реакцию проводят следующим образом: в две конические колбы отмеривают по 5 мл обезбелоченного фильтрата, приливают по 1 мл 5 %-ного раствора аммиака, 2 мл 0,1 н раствора соляной кислоты, 2 мл дистиллированной воды и по 5 мл раствора нитрита натрия, содержащего около 1 мкг  $\text{NaNO}_2$  в 1 мл (для усиления окраски). Одновременно готовят два контрольных раствора, заменяя обезбелоченный фильтрат 5 мл воды. Затем с промежутками в 3 мин в каждую колбу приливают по 15 мл реактива Грисса, перемешивают и точно через 15 мин после его добавления измеряют интенсивность окраски на заранее подготовленном фотоэлектроколориметре против воды.

По полученной оптической плотности на калибровочном графике находят концентрацию нитрита в 1 мл окрашенного раствора и вычисляют содержание нитрита в продукте.

В первом случае при проведении цветной реакции без добавления образцового раствора нитрита натрия расчет содержания нитрита (в мг на 100 г продукта) производят по формуле (9)

$$X = \frac{C \cdot 200 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 100}{a \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1000} \quad (9)$$

где  $C$  - содержание нитрита в 1 мл окрашенного раствора, мкг;

$a$  - навеска, г;

1000 - множитель для пересчета, мг.

Во втором случае при добавлении образцового раствора нитрита натрия расчет производят по формуле (10)

$$X = \frac{(m - n) \cdot 200 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 100}{a \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1000} \quad (10)$$

где  $m$  - содержание нитрита в 1 мл испытуемого раствора, мкг;

$n$  - содержание нитрита в 1 мл контрольного раствора, мкг;

$a$  - навеска, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 мг%. Конечный результат выражают как среднеарифметическое из двух определений и вычисляют с точностью до 0,1 мг на 100 г продукта.

При построении калибровочного графика готовят стандартный раствор нитрита натрия, для чего 50 г нитрита натрия растворяют в 75 мл воды при подогревании, раствор фильтруют и, упарив фильтрат до начала выделения кристаллов, его охлаждают. Кристаллы отсасывают, а маточный раствор еще раз упаривают до начала кристаллизации. Полученные кристаллы сушат между листами фильтровальной бумаги, а затем при 100-105°C до постоянной массы.

1 г химически чистого нитрита натрия, высушенного до постоянной массы, взвешенного с точностью до 0,0002 г, растворяют в мерной колбе на 1 л, доводят объем до метки и перемешивают; 100 мл этого раствора пипеткой переносят в мерную колбу на 1 л, доводят объем до метки и перемешивают; 100 мл второго раствора пипеткой переносят в мерную колбу на 500 мл, доводят объем до метки и перемешивают; 1 мл последнего (стандартного) раствора содержит 0,02 мг азотистокислого натрия и служит для приготовления серии растворов, по которым строят калибровочный график.

Для этого в мерные колбы емкостью 100 мл вносят следующие количества стандартного раствора (в мл): 0; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0. В каждую колбу добавляют по 5 мл 5%-ного раствора аммиака, 10 мл 0,1 н раствора соляной кислоты, доводят объем водой до метки и перемешивают. Затем 15 мл каждого раствора смешивают с 15 мл реактива Грисса и через 15 мин измеряют интенсивность красной окраски на фотоэлектроколориметре ФЭК-М с зеленым светофильтром в кювете толщиной слоя 2 см в отношении контрольного раствора.

Готовят три серии растворов для измерений, начиная каждый раз с приготовления стандартного раствора азотистокислого натрия из новой навески.

Для построения калибровочного графика используют средние данные, полученные на трех стандартных растворах нитрита, откладывая на оси абсцисс концентрации нитрита (в мг в 1 мл окрашенного раствора), а на оси ординат - соответствующую оптическую плотность.

Определение содержания нитрита ускоренным методом ведут следующим образом: 10 г фарша вареной колбасы помещают в стакан, заливают 100 мл дистиллированной воды, настаивают 30 мин, при периодическом перемешивании в комнатных условиях. Фарш копченых, полукопченых колбас, копченостей и сырого мяса настаивают 40 мин при температуре 40-45°C, охлаждают до комнатной температуры и фильтруют через плотный бумажный фильтр (нескладчатый). Если раствор мутный, фильтрацию повторяют. При определении

нитрита в сыром фарше получается иногда слегка окрашенный раствор, который обеспечивают нагреванием 5 мин в кипящей бане.

Затем 20 мл фильтрата вносят в колбу на 100 мл, доводят раствор до метки, 10 мл его смешивают с 10 мл раствора Грисса и через 15 мин определяют интенсивность окраски на ФЭК.

Количество нитрита рассчитывают с помощью калибровочной кривой, которую строят на чистых растворах нитрита без введения растворов аммиака и соляной кислоты, кривую проверяют 1-2 раза в год.

### **Вопросы для контроля**

1. Для чего используют нитрит натрия в производстве колбас?
2. Почему установлены ограничения по содержанию нитрита натрия в мясопродуктах?
3. Какие методы используют для определения содержания нитритов и нитратов?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

### **Определение содержания крахмала в мясопродуктах**

#### **Цель работы:**

Ознакомиться с методом определения крахмала в мясопродуктах.

**Используемое оборудование и материалы:** весы технические, мясорубка, разделочная доска, ножи, электроплита, тарелки, фильтры обеззоленные.

**Реактивы:** Жидкость Фелинга готовят смешивая два предварительно приготовленных раствора: № 1 - 40,00 г сернокислой меди (перекристаллизованной) растворяют в мерной колбе на 1000 мл; № 2 - 200 г сегнетовой соли и 150 г едкого натра растворяют в мерной колбе на 1000 мл и доводят объем жидкости до метки. Растворы № 1 и 2 хранят отдельно и перед употреблением смешивают в равных количествах.

#### **3.1. Общие сведения**

Качественная проба на присутствие крахмала. Для этого каплю раствора Люголя (2 г йодистого калия и 1,27 г йода растворяют в 100 мл воды) наносят на свежий разрез колбасы. При положительной реакции - появление синего или черно-синего окрашивания - проводят количественное определение содержания крахмала.

Метод количественного определения содержания крахмала 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.

#### **3.2. Организация работы**

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, 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 слабокислой реакции, 1,5 мл 15%-ного раствора желтой кровяной соли и 1,5 мл 30 %-ного сернокислого 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 (бесцветного), 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.

### 3.3. Обработка результатов

Содержание крахмала (в %) вычисляют по формуле (11)

$$X = \frac{(250 - 2) \cdot 50 \cdot 100 \cdot a}{25 \cdot 20 \cdot 10} = 248 \cdot a \quad (11)$$

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;

a-количество крахмала (в г), соответствующее количеству 0,1 н. раствора тиосульфата, найденному по таблице 2.

Таблица 2

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                    |

Количество 0.1 н раствора тиосульфата вычисляют по формуле (12)

$$X_1 = (b - c) \cdot K \cdot 5, \quad (12)$$

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.

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

### Вопросы для контроля

1. Для чего используют крахмал в производстве мясопродуктов?
2. В чем отличие обычного и модифицированного крахмала?
3. Как определяют присутствие крахмала в продукте?
4. Каким методом определяют количественное содержание крахмала?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### Определение общего фосфора и проведение реакции на фосфатазу

#### Цель работы:

Научиться определять остаточную фосфатазу в мясопродуктах и определять общее содержание фосфора.

**Используемое оборудование и материалы:** весы технические, мясорубка, разделочная доска, ножи, электроплита, тарелки, фильтры обеззоленные.

#### Реактивы:

Для проведения реакции готовят растворы: ацетатный буфер (рН 5.4) - смешивают 1 часть 1 н раствора уксусной кислоты и 5 частей 1 н раствора уксуснокислого натрия; субстратный раствор бариевой соли  $p$ -нитрофенилфосфата. Для синтеза  $p$ -нитрофенилфосфата бария 13,9 г паранитрофенола растворяют в 50 мл пиридина, предварительно высушенного (измельченным едким кали) и перегнанного при 116°C. Полученный раствор при взбалтывании медленно добавляют в 9 мл хлорокиси фосфора (свежеперегнанной при 107°C).

Реакция идет с большим выделением тепла. К остывшей массе добавляют 150 мл воды вначале по каплям при слабом встряхивании, затем большими порциями при энергичном встряхивании, не допуская бурной реакции. К полученной смеси добавляют горячий насыщенный раствор едкого бария до получения щелочной реакции по лакмусу и равный объем 95°-ного спирта, при этом выпадает желтый осадок.

Смесь выдерживают 10-12 ч на холоде и выпавшие кристаллы отсасывают на воронке Бюхнера, промывают 95°-ным спиртом и высушивают над серной кислотой в эксикаторе.

Субстратный раствор готовят растворением 0,8 г полученной бариевой соли  $p$ -нитрофенилфосфата в 100 мл 0.001 н раствора соляной кислоты и нерастворимую часть отфильтровывают. Фильтрат должен быть бесцветным; если он получается желтого цвета, его следует 2-3 раза взболтать с равным количеством эфира в делительной воронке до получения бесцветного водного слоя, который тщательно отделяют от эфира и хранят в посуде из темного стекла в холодильнике.

Для определения содержания общего фосфора требуются следующие растворы: раствор молибденовокислого аммония, для получения которого смешивают растворы 25 г аммония молибденовокислого в 300 мл дистиллированной воды и 75 мл серной кислоты (плотность 1,835) в 300 мл дистиллированной воды; стандартный раствор фосфора. Для его получения растворяют 4,394 г калия фосфорнокислого однозамещенного  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (высушенного в эксикаторе) в 1 л воды, к раствору приливают несколько капель хлороформа. К одной части этого раствора добавляют 49 частей воды и несколько капель хлороформа. Этот раствор содержит 0,02 мг фосфора в 1 мл.

Для определения общего фосфора по Лоренцу предварительно готовят сульфатмолибденовый реактив; 50 г сернокислого аммония растворяют в 500 мл азотной кислоты (плотность 1,36) в мерной колбе на 1000 мл; 150 г измельченного молибденовокислого аммония растворяют в 400 мл кипящей воды в фарфоровой чашке при частом помешивании. После охлаждения раствор, взбалтывая, тонкой струей выливают в раствор сернокислого аммония, доливают раствор до метки, перемешивают, выдерживают 2 дня и фильтруют. Реактив хранят в темном месте.

#### **4.1. Общие сведения**

Реакцией на фосфатазу пользуются для контроля соблюдения термических режимов при выработке вареной колбасы и кулинарных изделий; она основана на способности фосфатазы (фермента мяса) гидролизовать сложные эфиры фосфорной кислоты.

В качестве субстрата применяется бариевая соль п-нитрофенилфосфата; при расщеплении ее фосфатазой выделяется л-нитрофенол, окрашивающий реакционную смесь в желтый с зеленоватым оттенком цвет. Пороговая температура инактивации фосфатазы 80°C при экспозиции 20 мин.

#### **4.2. Организация работы**

##### **4.2.1. Проведение реакции на фосфатазу**

20 г продукта, взятого из середины (внутренней части) изделия, растирают в ступке с 50 мл воды, смесь отжимают через двойной слой марли и вытяжку фильтруют через бумажный складчатый фильтр. 1 мл фильтрата помещают в пробирку, прибавляют 2 капли 0,5%-ного раствора хлористого магния, 2 капли ацетатного буфера и 0,5 мл бариевой соли п-нитрофенилфосфата. Во вторую пробирку (контроль) помещают 1 мл вытяжки, предварительно прокипяченной и профильтрованной, и те же реактивы, что и в первую пробирку.

Пробирки выдерживают в термостате или водяной бане при температуре около 40°C в течение 1 ч и затем прибавляют по 1 капле 40%-ного раствора едкого натрия или калия.

В случаях нарушения термического режима в пробирке с испытуемым раствором появляется желтое окрашивание - отщепление п-нитрофенола, в контрольной пробирке раствор остается бесцветным.

##### **4.2.2. Определение содержания общего фосфора**

Содержание фосфора определяют в озоленной навеске. Для озоления 1-1,5 г фарша помещают в колбу Кьельдаля емкостью 50 мл, приливают 5 мл серной кислоты (плотность 1,835) и после растворения навески приливают 5 мл пергидроля (для обесцвечивания раствора). Колбу с содержимым нагревают на слабом огне до потемнения раствора, затем снимают, охлаждают и снова добавляют 5 мл пергидроля и опять нагревают.

Добавление пергидроля, нагревание и охлаждение проводят до тех пор, пока раствор при кипячении в течение 15-20 мин будет оставаться светлым и прозрачным. После этого горло колбы обмывают теплой водой, содержимое колбы доводят до кипения, если при этом раствор потемнеет, прибавляют 1-2 мл пергидроля и кипятят до обесцвечивания.

Озоление заканчивают, если бесцветная жидкость не темнеет при охлаждении, тогда содержимое колбы количественно переносят в мерную колбу емкостью 100 мл, доводят объем до метки дистиллированной водой.

В бесцветной жидкости после озоления устанавливают содержание фосфора одним из следующих методов.

#### *Колориметрический метод*

Основан на проведении цветной реакции между фосфором и молибденовокислым аммонием в присутствии гидрохинона и сульфита натрия в минерализате с последующим измерением интенсивности окраски.

Определение производят следующим образом: 4 мл минерализата помещают в мерную колбу емкостью 50 мл, прибавляют 0,5 н раствора едкого натра для нейтрализации свободной серной кислоты (количество этого раствора устанавливают предварительно титрованием 4 мл испытуемого раствора в присутствии фенолфталеина). Затем добавляют 2 мл раствора молибденовокислого аммония и 2 мл 1%-ного раствора гидрохинона, подкисленного каплей серной кислоты (плотность 1,835). Через 10 мин в колбу вносят по каплям 10 мл раствора карбонат сульфита (растворяют 40 г углекислого безводного натрия в 200 мл воды и 7,5 г натрия сернистоокислого и 50 мл воды, смешивают и фильтруют). Объем колбы доводят до метки и через 15 мин колориметрируют с помощью ФЭК-М в кювете толщиной слоя 1 см с красным светофильтром.

Содержание фосфора вычисляют по заранее построенной калибровочной кривой. Для ее построения используют стандартный раствор фосфора и все реактивы, применяемые при описании этого метода, в тех же количествах и в том же разведении.

Содержание общего фосфора (в мг%) рассчитывают по формуле (13)

$$X = \frac{C \cdot 100 \cdot 100}{a \cdot 4}, \quad (13)$$

где С - концентрация фосфора, найденная по калибровочному графику, мг;

а - навеска, г;

4 - количество минерализата, взятое для цветной реакции, мл.

#### *Весовой метод (по Лоренцу)*

Для определения содержания фосфора берут 15 мл минерализата пипеткой, переносят в стакан емкостью 150-200 мл, прибавляют 15 мл азотной кислоты (плотность 1,2) и осторожно нагревают на сетке до появления первых пузырьков, после чего нагревание прекращают и тонкой струей в центр стакана добавляют 20 мл сульфатмолибденового реактива. Через 3 мин содержимое стакана энергично перемешивают 2 мин, оставляют в покое на 12-16 ч и после отстаивания выпавший желтый осадок собирают при отсасывании на взвешенный асбестовый фильтр трубки Прегля с помощью 2%-ного раствора азотнокислого аммония, подкисленного каплей азотной кислоты. Трубку Прегля можно заменить плотным бумажным фильтром.

Осадок на фильтре промывают сначала 50%-ным спиртом, охлажденным на льду, до исчезновения кислой реакции (проба по метиловому красному), затем безводным ацетоном. Осадок высушивают 1 ч при 65°C, взвешивают и высушивают в тех же условиях еще 30 мин.

Содержание общего фосфора (в мг на 100 г продукта) определяют по формуле (14)

$$X = \frac{0,0146 \cdot a \cdot 100 \cdot 100}{15 \cdot 6}, \quad (14)$$



где  $a$  - количество осадка, мг;

$b$  - навеска фарша, г;

0,0146 - коэффициент для вычисления фосфора в осадке, найденный эмпирически.

Содержание общего фосфора в колбасе (в пересчете на фосфор) допускается не выше 0,4%, включая фосфор, содержащийся в сырье.

### **Вопросы для контроля**

1. В каких мясопродуктах нормируется содержание фосфора?
2. Какие существуют методы количественного определения общего фосфора?
3. Как проводят реакцию на фосфатазу?
4. Как подготавливают пробу для определения общего фосфора?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

### **Определение массовой доли жира в мясопродуктах**

#### **Цель работы:**

Научиться определять остаточную фосфатазу в мясопродуктах и определять общее содержание фосфора.

**Используемое оборудование и материалы:** весы технические, мясорубка, разделочная доска, ножи, электроплита, тарелки, фильтры обеззоленные.

#### **5.1. Общие сведения**

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 2 группы: методы определения массовой доли жира непосредственно в объекте и методы, связанные с предварительным извлечением липидов или жира.

К первой группе относятся методы ядерного магнитного резонанса, инфракрасной спектроскопии, турбидиметрии, ультразвуковые и др.

Во вторую группу входят методы, в которых липиды или жир сначала переводят в органическую фазу с последующим их количественным определением гравиметрическим или другим способом.

Извлечение липидов из клеток или тканей представляет собой довольно трудную задачу, т.к. они находятся в клетках как в свободном, так и в связанном состоянии. Причем в последнем случае липиды образуют более или менее прочные комплексы с белками и углеводами.

В образовании этих комплексов участвуют гидрофобные взаимодействия, водородные и ковалентные связи.

В зависимости от степени экстрагируемости из клеток липиды разделяют на свободные, связанные и прочносвязанные.

Свободные липиды легко переходят в слабополярные растворители (петролейный и диэтиловый эфир, хлороформ, бензол и др.).

Для извлечения связанных липидов 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 группы можно разделить на три подгруппы:

- 1) методы экстракции “сырого” жира из измельченного обезвоженного материала неполярным или слабополярным растворителем;
- 2) методы экстракции “сырого” жира из измельченного невысушенного материала полярным растворителем или его смесью со слабополярным или полярным растворителем;
- 3) методы экстракции “сырого” жира бесклеточного или полностью разрушенного (гидролизом) клеточного материала полярным растворителем.

Отличительной особенностью методов 1-й подгруппы является извлечение главным образом только свободных липидов, которые сорбированы и механически удерживаются гелевой частью клетки. Применяя эти методы, используют специальные приборы и аппараты, в том числе аппарат 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 обеспечивают практически полное выделение липидов, в том числе и прочносвязанных. Однако существует небольшой нюанс. Химическое разрушение клеточного материала при гидролизе изменяет фракционный состав выделяемых липидов, а физическое – не затрагивает липиды, связанные с белками ионной связью.

К методам 3-й подгруппы относятся методы выделения жира в бутиромерах с помощью поверхностно-активных веществ, а также метод динамической кавитации.

## **5.2. Организация работы**

### **5.2.1. Определение жира в фильтрующей делительной воронке**

Метод основан на извлечении жира смесью хлороформа и этилового спирта в фильтрующей делительной воронке с впаянным стеклянным фильтром (рис.1).

**Реактивы:** хлороформ технический по ГОСТ 20015-74; этиловый спирт технический высшего сорта по ГОСТ 18300-72

**Оборудование:** аналитические весы; водоструйный насос, водяная баня, эксикатор, сушильный шкаф.

### **Порядок проведения работы**

Образец продукта массой около 2 г взвешивают с точностью до 0,0002 г в бюксе. Затем количественно переносят в фильтрующую делительную воронку (1), приливают 20 см<sup>3</sup> экстрагирующей смеси, состоящей из хлороформа и этилового спирта в соотношении 2:1, и проводят экстракцию, встряхивая воронку в течение 2 мин.

Полученный экстракт с помощью водоструйного насоса отсасывают в присоединенный к воронке приемник (3), а из него переливают в мерную колбу (4) вместимостью 50 см<sup>3</sup>.

Последующие две экстракции проводят с использованием 10 см<sup>3</sup> растворителя. После окончания третьей экстракции воронку и приемник споласкивают экстрагирующей смесью в количестве 5 см<sup>3</sup>. Все три экстракта и промывную жидкость, собранные в мерной колбе вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доводят до метки экстрагирующей смесью.

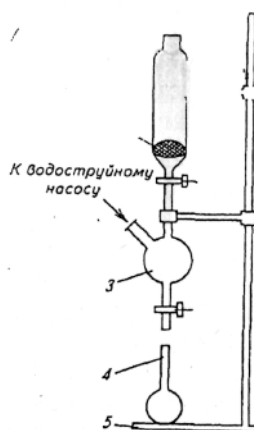


Рис. 1. Прибор с фильтрующей делительной воронкой для определения массовой доли жира: 1- фильтрующая делительная воронка; 2 - стеклянный фильтр; 3 - приемник; 4 - мерная колба 50 см<sup>3</sup>; 5 – штатив

Смесь тщательно перемешивают. Затем пипеткой отбирают 20 см<sup>3</sup> экстракта, используя резиновую грушу, и переносят в предварительно высушенный и взвешенный бюкс. Для удаления растворителей бюкс нагревают на водяной бане до исчезновения запаха растворителей. Затем бюкс с жиром сушат в течение 15 мин при (103±2)°С, охлаждают в эксикаторе над хлоридом кальция до комнатной температуры и взвешивают (с точностью до 0,0001 г).

Для определения содержания нелипидных примесей в бюкс с подсушенным образцом жира приливают 10 см<sup>3</sup> хлороформа и через 5 мин раствор хлороформа. Такое определение липидов растворением повторяют дважды. После этого бюкс помещают в сушильный шкаф и подсушивают в течение 5 мин при (103±2)°С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают бюкс с оставшейся нелипидной фракцией.

### Обработка результатов

Массовую долю жира, %, определяют по формуле (15):

$$\frac{(m_1 - m_2) \cdot 50 \cdot 100}{m_0 \cdot 20} \quad (15)$$

где  $m_1$  - масса бюкса с жиром и нелипидной фракцией, г;

$m_2$  - масса бюкса с нелипидной фракцией, г;

50 - общий объем экстракта, см<sup>3</sup>;

$m_0$  - масса образца продукта, г;

20 - объем экстракта, отобранный для выпаривания, см<sup>3</sup>.

Вычисления проводят с погрешностью ±0,1%. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5%.

### 5.2.2. Определение жира методом Сокслета

Метод основан на извлечении жира из подсушенной навески продукта серным или петролейным эфиром, высушиванием жира после отгонки эфира до постоянного веса и взвешиванием его. Схема лабораторной установки представлена на рис.2.

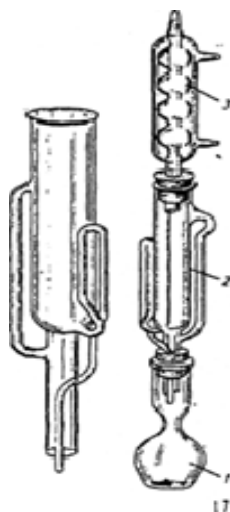


Рис. 2. Аппарат Сокслета: 1 - приемная колба; 2 - экстрактор; 3 - обратный холодильник

**Реактивы и материалы:** кальций хлористый; бумага фильтровальная лабораторная; кусочки фарфора; вата обезжиренная; гексан; эфир петролейный с температурой кипения от 40-60°C или эфир этиловый по ГОСТ 6265-74; кислота соляная химически чистая; вода дистиллированная; бумага синяя лакмусовая реактивная, сетка или полотно асбестовые; колба объемом 250 см<sup>3</sup>; воронка стеклянная; эксикатор.

**Оборудование:** мясорубка бытовая; весы аналитические с допускаемой погрешностью взвешивания  $\pm 0,001$  г; плитка электрическая с закрытой спиралью; часовое стекло.

#### **Порядок проведения работы:**

От 4 до 5 г пробы взвешивают на весах в колбе. Добавляют в колбу с пробой 50 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты, накрывают колбу небольшим часовым стеклом и нагревают содержимое на асбестовой сетке на газовой горелке или на асбестовом полотне на электрической плитке с закрытой спиралью до начала кипения. Затем, периодически встряхивая, продолжают кипячение при слабом нагревании не менее 1 ч и добавляют не менее 150 см<sup>3</sup> теплой дистиллированной воды (температура не более 80°C). Содержимое колбы фильтруют через складчатый бумажный фильтр, вставляемый в воронку.

Колбу и часовое стекло промывают 3 раза (25 $\pm$ 30 мл) горячей дистиллированной водой температурой не более 80°C и сушат в сушильном шкафу при температуре (103 $\pm$ 2)°C. После промывки фильтра горячей водой до отсутствия изменения цвета синей лакмусовой бумажки фильтр помещают на часовое стекло и сушат не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре (103 $\pm$ 2)°C. Охлажденный фильтр вставляют в экстракционную гильзу. Удаляют следы жира с часового стекла ватой, увлажненной растворителем для экстрагирования, и помещают вату в гильзу. Фильтровальную бумагу, гильзу и вату переносят либо с помощью щипцов, либо с помощью бумажных колпачков.

Гильзу вставляют в экстракционный аппарат. Высушенную колбу, в которой осуществлялась обработка продукта соляной кислотой, промывают растворителем для экстрагирования жира. Промывную жидкость переносят в экстракционную колбу аппарата Сокслета. Предварительно экстракционную колбу с несколькими кусочками фарфора для равномерного кипения выдерживают не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре (103 $\pm$ 2)°C, охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе с хлористым кальцием и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

В экстракционную колбу вливают растворитель, общее количество которого должно превышать в полтора-два раза вместимость экстракционного аппарата. Нагревают экстракционную колбу на водяной бане или песчаной бане не менее 4 ч (за 1 ч должно быть не менее 5-6 и не более 8-10 сливов экстракта).

После извлечения жира экстракционную колбу отсоединяют от экстракционного аппарата и отгоняют растворитель. Экстракционную колбу сушат не менее 1 ч в сушильном шкафу при температуре  $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$  и после охлаждения в эксикаторе до комнатной температуры взвешивают с погрешностью не более 0,001 г. Процедуру высушивания повторяют до тех пор, пока расхождение двух последовательных взвешиваний не будет превышать 0,1% массы пробы, взятой для анализа.

Полноту экстрагирования проверяют, взяв вторую экстракционную колбу и экстрагируя не менее 1 ч новой порцией растворителя. Увеличение массы жира не должно превышать 0,1% массы пробы, взятой для анализа.

### **Обработка результатов**

Массовую долю жира, %, определяют по формуле (16):

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \cdot 100 \quad (16)$$

где  $m_0$  - масса пробы, взятой для анализа, г;

$m_1$  - масса экстракционной колбы с кусочками фарфора, г;

$m_2$  - масса экстракционной колбы с кусочками фарфора и жиром после высушивания, г.

Вычисления производят с погрешностью  $\pm 0,1\%$ .

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,5% при выполнении анализов в одной лаборатории и 1% - при выполнении анализов в разных лабораториях ( $P = 0,95$ ).

### **5.2.3. Определение содержания жира рефрактометрическим методом**

Метод основан на экстракции жира органическими растворителями с последующим определением его массы по разнице коэффициентов преломления чистого растворителя и экстракта.

**Реактивы, материалы, лабораторная посуда:** монобромнафталин; песок мелкий, прокаленный; бумажный фильтр, фарфоровая ступка; бюретка без крана с резиновой трубкой и зажимом Мора; микробюретка; стеклянная палочка с оплавленным концом.

**Оборудование:** весы аналитические; универсальный рефрактометр (рис.3).

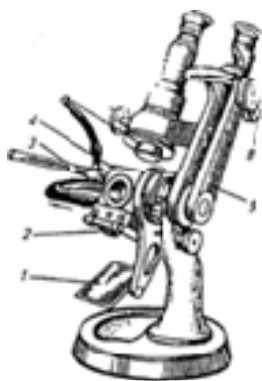


Рис.3. Универсальный рефрактометр:

1 - зеркало; 2 - нижняя призма; 3 - термометр; 4 - верхняя призма; 5 - кольцо компенсатора; 6 - регулирующий винт; 7 - трубка; 8 - сектор с делениями; 9 - алидада

Рабочей частью рефрактометра является система двух призм, соединенных шарниром. Между поверхностями призм, одна из которых откидывается, имеется расстояние в

0,15 мм для того, чтобы поместить испытуемую жидкость. Над призмами расположена зрительная труба, несущая вращающийся сектор, на котором нанесены деления, соответствующие коэффициенту преломления, в пределах 1,3-1,7, отсчитываемые с точностью до четвертого знака. Измерение проводят при постоянной температуре растворов (20°C), для чего к призмам рефрактометра присоединяют термометр.

### **Порядок проведения работы**

Для определения навеску (2 г), взятую с точностью до 0,0002 г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 2,5 г песка (мелкого прокаленного), 6 г монобромнафталина, тщательно растирают в течение 4-5 мин и фильтруют через бумажный складчатый фильтр (диаметр воронки 4-5 см, фильтра - 7 см).

Фильтрат (3-4 капли) наносят стеклянной палочкой с оплавленным концом на призму рефрактометра так, чтобы вся поверхность была хорошо смочена. Показатель преломления определяют два раза, каждый раз с новой пробой испытуемого раствора. Для расчета берут среднеарифметическую величину.

Одновременно определяют коэффициент преломления чистого монобромнафталина.

По окончании работы призмы рефрактометра протирают ваткой, смоченной спиртом.

Коэффициент преломления монобромнафталина должен быть в пределах 1,655-1,659.

### *Примечание*

Песок удобнее добавлять по объему из бюретки без крана с резиновой трубкой и зажимом Мора. Песок объемом 1,3 см весит около 2,5 г.

Монобромнафталин (4 см<sup>3</sup>) отмеряют микробюреткой, определяя для каждой новой партии его вес. Для определения веса 4 см<sup>3</sup> монобромнафталина отмеряют 3-4 раза и взвешивают, затем вычисляют среднее арифметическое значение.

### **Обработка результатов**

Содержание жира, %, вычисляют по формуле (17):

$$X = \frac{10^4 \cdot \alpha \cdot (n_1 - n_2) \cdot m}{m_0} \quad (17)$$

где  $n_1$  - показатель преломления чистого растворителя;

$n_2$  - показатель преломления испытуемого раствора;

$m$  - вес 4 мл монобромнафталина, г;

$m_0$  - навеска исследуемого продукта, г;

$\alpha$  - коэффициент, устанавливаемый опытным путем при сопоставлении результатов определения жира методом Сокслета и рефрактометрически.

Коэффициент  $\alpha$  характеризует то содержание жира в растворителе (%), которое изменяет показатель преломления его на 0,0001.

Значение коэффициента  $\alpha$  для некоторых продуктов:

- сосиски русские - 0,0369;
- сосиски свиные - 0,0375;
- мясокостная мука - 0,0391;
- колбаса ливерная - 0,0394.

### Вопросы для контроля

1. Какие группы методов определения содержания жира выделяют?
2. Какой метод определения содержания жира является арбитражным?
3. Как Вы считаете, какой метод определения содержания жира является наиболее точным? Объясните свой ответ.
4. Каким документом устанавливается содержание жира в мясопродуктах?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### Определение массовой доли белка в мясопродуктах

#### 6.1. Общие сведения

Существует достаточно много методов определения белков. Их можно разделить на две группы: методы с предварительной минерализацией образца и без минерализации образца.

##### *Методы с предварительной минерализацией образца*

1) Метод Кьельдаля. Наиболее распространенный метод, наиболее точный, с высокой сходимостью результатов.

Метод основан на минерализации образца серной кислотой, в результате чего происходит выделение аммиака. Из минерализата аммиак выделяют гидроксидом натрия, затем происходит образование сульфата аммония при взаимодействии с серной кислотой. Избыток сульфата аммония оттитровывают раствором щелочи и находят содержание азота в образце.

2) Фотометрический метод. Проводят минерализацию образца, затем цветную реакцию между аммиаком, фенолом и гипохлоритом натрия в щелочной среде. Замеряют интенсивность окраски индофенолового синего при длине волны 625 нм.

##### *Методы без минерализации образца*

К этой группе относятся ускоренные фотометрические методы, отличающиеся простотой и быстротой исполнения, что позволяет использовать их для массовых анализов и проведения оперативного контроля качества сырья и готовой продукции по содержанию белка.

1) Метод Лоури основан на реакции взаимодействия фенольного реактива Фолина-Чокалтеу с щелочными растворами белков, приводящей к образованию продуктов реакции синего цвета. Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют при длине волны 750 нм.

2) Биуретовый метод основан на образовании сине-фиолетовой окраски при взаимодействии белков с сульфатом меди в присутствии щелочи. Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют при длине волны около 540 нм.

3) Методы определения массовой доли белка по связыванию красителей основаны на способности белков при pH ниже изоэлектрической точки (pH 2-4) присоединять кислые красители с образованием нерастворимых комплексов, после удаления которых, измеряют оптическую плотность исходного раствора красителя относительно полученного раствора.

4) Методы ультрафиолетовой спектроскопии основаны на способности белковых растворов поглощать свет при длине волны около 280 нм благодаря присутствию в структуре белков аминокислот триптофана, тирозина и фенилаланина.

5) К высокоточным методам определения белка и его аминокислотного состава относятся хроматографические.

## 6.2. Организация работы

### 6.2.1. Фотометрический метод определения белка

Метод основан на минерализации пробы по Кьельдалю и фотометрическом измерении интенсивности окраски индофенолового синего, которая пропорциональна количеству аммиака в минерализаторе.

**Оборудование:** весы аналитические; спектрофотометр; мясорубка.

**Лабораторная посуда и реактивы:** промывалка стеклянная лабораторная; пробирки стеклянные вместительностью 20-25 см<sup>3</sup>; колбы стеклянные вместительностью 20-25 см<sup>3</sup>; пипетки вместительностью 1 и 5 см<sup>3</sup>; колбы мерные вместительностью 100, 250, 1000 см<sup>3</sup>; воронки стеклянные; бюксы; фильтр беззольные, бумажные, кислота серная плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup>; кислота соляная; водорода перекись; вода дистиллированная; аммоний сернокислый химически чистый; известь хлорная; натрия гидроокись; фенол; натрий нитропруссидный чистый; натрий серноватисто-кислый (тиосульфат натрия); натрия гипохлорит; калий йодистый; натрий углекислый безводный химически чистый.

#### Приготовление реактивов

##### 1. Приготовление реактива I

10 г фенола и 0,05 г нитропруссид натрия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 см<sup>3</sup> дистиллированной водой, объем колбы доводят до метки.

##### 2. Приготовление реактива II

5 г гидроокиси натрия растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, после охлаждения добавляют количество исходного раствора гипохлорита натрия из расчета его содержания 0,42 г/дм<sup>3</sup> и доводят объем колбы дистиллированной водой до метки.

Приготовленные реактивы хранят в темной посуде в холодильнике более 2 мес.

##### 3. Приготовление исходного гипохлорита натрия

В стакане вместимостью 500 см<sup>3</sup> перемешивают 150 г хлорной извести с 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды растворяют 105 г углекислого натрия, затем сливают оба раствора при постоянном перемешивании. Масса сначала густеет, затем разжижается. Полученную суспензию оставляют на 1-2 сут для отстаивания, затем надосадочную жидкость сливают и отфильтровывают. Полученный реактив имеет концентрацию активного хлора около 6-10% и может храниться в склянке из темного стекла до 1 года.

В полученном реактиве определяют концентрацию активного хлора. Для этого 1 см<sup>3</sup> прозрачного фильтрата разбавляют в конической колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup> дистиллированной водой до 40-50 см<sup>3</sup>, прибавляют 2 г калия йодистого и 10 см<sup>3</sup> соляной кислоты 1 моль/дм<sup>3</sup> (1М). Образовавшийся йод оттитровывают 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствором серноватисто-кислого натрия, приготовленного из фиксаля, до исчезновения вишневой окраски (1 см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора серноватисто-кислого натрия соответствует 0,00355 г хлора).

#### Определение гипохлорита натрия в исходном растворе

Перед приготовлением реактива II необходимо определить содержание гипохлорита натрия в исходном растворе, учитывая неустойчивость его при хранении.

По количеству израсходованного на титрование тиосульфата натрия определяют количество раствора гипохлорита натрия, необходимого для приготовления реактивов.

Расчет. Количество раствора тиосульфата натрия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованного на титрование 1 см<sup>3</sup> исходного раствора гипохлорита натрия, составляет например 12,0×9 см<sup>3</sup>.

Эквивалентная масса гипохлорита натрия равна половине молекулярной массы гипохлорита натрия и составляет 74,4:2=37,2 г. Следовательно, количество гипохлорита натрия в исходном растворе гипохлорита натрия составляет 1,209×37,2=44,97 г.



Учитывая, что реактив II должен содержать 0,42 г гипохлорита натрия, из пропорции определяем:

в 1000 мл исходного раствора - 44,97 г;

в x мл исходного раствора - 0,42 г;

$$x = 1000 \cdot 0,42 / 44,97 = 9,4 \text{ см}^3.$$

Следовательно, для приготовления 1 дм<sup>3</sup> реактива II требуется 9,4 мл исходного раствора гипохлорита натрия.

#### *4. Приготовление стандартного раствора сернокислого аммония для построения калибровочного графика*

0,236 г сернокислого аммония, предварительно высушенного до постоянной массы при температуре 60°C, вносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, растворяют дистиллированной водой и доводят объем до метки.

Этот раствор является стандартным и содержит 0,1 мг азота в 1 см<sup>3</sup>.

#### *Построение калибровочного графика*

Для определения концентрации определяемого компонента в анализируемой пробе фотометрическим методом строят калибровочный график следующим образом.

В мерные колбы вместимостью по 100 см<sup>3</sup> вносят следующие количества стандартного раствора, мл: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0. После доведения объемов колб дистиллированной водой до метки получают серию рабочих растворов: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 мкг азота в 1 см<sup>3</sup>.

Для проведения цветной реакции в пробирки берут по 1 мл рабочего раствора, добавляют 5 см<sup>3</sup> реактива I и 5 см<sup>3</sup> реактива II, перемешивают и через 30 мин измеряют величину оптической плотности на спектрофотометре при длине волны 625 нм или фотоэлектроколориметре с красным светофильтром в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 1 см в отношении контрольного опыта.

Повторность проведения цветной реакции трехкратная. Для каждого определения готовят новый стандартный раствор.

По полученным средним из трех стандартных растворов строят на миллиметровой бумаге размером 20×20 см калибровочный график.

На оси абсцисс откладывают величины концентрации азота (мкг/см<sup>3</sup>), на оси ординат - соответствующую ей оптическую плотность. Градуировочный график должен проходить через начало координат.

#### **Порядок проведения работы**

Навеску продукта рассчитывают по разности. Для этого часть измельченной средней пробы помещают в бюкс, закрывают крышкой и взвешивают с допустимой погрешностью не более 0,0002г. Затем из бюкса скальпелем отбирают 0,4-0,5 г продукта на листок беззольного фильтра и вместе с ним осторожно опускают в колбу Кьельдаля. Бюкс закрывают, взвешивают и рассчитывают точную массу продукта, взятого для анализа.

Такой же листок беззольного фильтра помещают в контрольную колбу Кьельдаля. Затем в обе колбы добавляют 10 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты, 1-2 г сернокислого калия, вводят несколько стеклянных шариков или несколько кусочков фарфора и проводят минерализацию, периодически добавляя для интенсивности процесса в охлажденные колбы перекись водорода (5-7 см<sup>3</sup> в течение всей минерализации). Допускается применение и других катализаторов, обеспечивающих точность определения.

Колбы с содержимым подогревают сначала на небольшом огне, добавляя по каплям 5-7 см<sup>3</sup> перекиси водорода (содержимое колб обогревают осторожно до появления пенообразования и полного растворения проб), а затем на сильном огне до полного обесцвечивания. После этого продолжают нагрев содержимого колб еще в течение 90 мин (общая продолжи-

тельность минерализации 120 мин). Затем колбы Кьельдаля охлаждают и содержимое количественно переносят в мерные колбы вместимостью 250 см<sup>3</sup>. После полного охлаждения объем колб доводят до метки и содержимое перемешивают.

5 см<sup>3</sup> полученного минерализата переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> и доводят до метки дистиллированной водой, получая вторично разбавленный минерализат. Для проведения цветной реакции 1 см<sup>3</sup> вторично разбавленного минерализата вносят в пробирку, затем последовательно добавляют 5 см<sup>3</sup> реактива I и 5 см<sup>3</sup> реактива II, перемешивают содержимое пробирки. Через 30 мин определяют оптическую плотность растворов на спектрофотометре при длине волны 625 нм или на фотоэлектроколориметре с применением красного светофильтра. Измерение ведется в сравнении с контрольным раствором.

Контрольный раствор готовят одновременно, используя для этой цели контрольный минерализат.

Стабильность окраски раствора сохраняется в течение 1 ч.

Температура реактивов при проведении цветной реакции должна быть не ниже 20°C.

По полученному значению оптической плотности с помощью калибровочного графика находят концентрацию азота.

### **Обработка результатов**

Массовую долю белка вычисляют по формуле (18), %

$$X = \frac{C \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 5 \cdot 1 \cdot 10^6} \cdot 100 \cdot 6,25 \quad (18)$$

где С - концентрация азота, найденная по калибровочному графику в соответствии с полученной оптической плотностью, кг/см<sup>3</sup>;

*m* - навеска пробы, г;

250 - объем минерализата после первого разведения, см<sup>3</sup>; 5 - объем разбавленного минерализата для вторичного разведения, см<sup>3</sup>;

100 - объем минерализата после вторичного разведения, см<sup>3</sup>;

1 - объем раствора взятый для проведения цветной реакции, см<sup>3</sup>;

10<sup>6</sup> - множитель для перевода г в мкг;

100 - множитель для перевода в %;

6,25 - коэффициент для пересчета на белок.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1% по содержанию азота для мяса и мясопродуктов.

### **6.2.2. Определение массовой доли белка методом отгонки**

**Реактивы:** серная кислота (ρ= 1,84 г/дм<sup>3</sup>); борная кислота 4%; сульфат калия; сульфат меди; индикатор Таширо; гидроксид натрия 33%; раствор соляной кислоты 0,1М; лакмусовая бумага.

**Оборудование:** весы аналитические; электроплита; аппарат для отгонки аммиака (см. рисунок 4).

**Лабораторная посуда:** колба Кьельдаля; стеклянные шарики или кусочки фарфора; бюретка для титрования

### **Порядок проведения работы**

Образец испытуемого материала (примерно 1,5-2 г), взвешенный с точностью до 0,002 г, помещают в колбу Кьельдаля, вводят несколько стеклянных шариков или карбид кремневых бус или несколько кусочков фарфора, 15 г сульфата калия и сульфата меди в соотношении 30:1 и 25 см<sup>3</sup> серной кислоты плотностью 1,84 г/дм<sup>3</sup>.

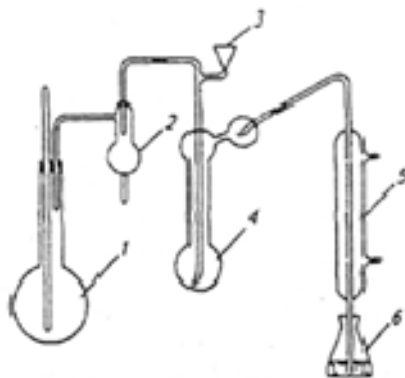


Рис. 5. Аппарат для отгонки аммиака:

1 – парообразователь; 2 - каплеуловитель; 3 - воронка;  
4 - отгонная колба; 5 - холодильник; 6 - приемная колба

Содержимое колбы осторожно перемешивают и колбу укрепляют под углом 40° относительно вертикали на установке для сжигания. Нагревают содержимое колбы до появления пенообразования и полного растворения пробы.

Затем усиливают нагрев и выдерживают пробу в состоянии кипения, периодически вращая колбу вокруг ее оси. После того, как жидкость станет прозрачной, содержимое колбы продолжают нагревать в течение 90 мин. Общая продолжительность минерализации должна быть не менее 120 мин.

К началу отгонки вода в парообразователе должна быть доведена до кипения при открытом нижнем конце каплеуловителя. Конец холодильника должен быть погружен в приемную колбу с 50 мл 4%-го раствора борной кислоты и четырьмя каплями индикатора Таширо.

Содержимое колбы Кьельдаля после охлаждения количественно через воронку переносят в аппарат для дистилляции, а затем вводят 100 мл 33%-го раствора гидроксида натрия. После этого закрывают нижний конец каплеуловителя и пропускают пар в отгонную колбу.

Отгонку аммиака ведут до тех пор, пока отмеренный объем жидкости в приемной колбе не увеличится в четыре раза. Затем приемную колбу отпускают и смывают остаток кислоты с конца холодильника. Полноту отгонки проверяют по лакмусовой бумажке.

Содержимое приемной колбы оттитровывают 0,1 М раствором соляной кислоты в присутствии индикатора Таширо.

### Обработка результатов

Массовая доля общего азота, %, вычисляется по формуле (19)

$$X = \frac{0,0014 \cdot V \cdot K \cdot 100}{m_0} \quad (19)$$

где 0,0014 - количество азота, эквивалентное 1 мл 0,1 М раствора соляной кислоты, см<sup>3</sup>;

$V$  - объем 0,1М раствора соляной кислоты, пошедшей на титрование содержимого в приемной колбе, см<sup>3</sup>;

$K$  - коэффициент пересчета на точно 0,1М раствора соляной кислоты;

$m_0$  - масса образца, г.

Массовая доля белка, %, рассчитывается по формуле (20)

$$X_1 = 6,25 \cdot X \quad (20)$$

### Вопросы для контроля

1. На какие группы делят методы определения белка? В чем их существенное отличие?
2. Какой из методов определения белка без предварительной минерализации пробы является наиболее точным?
3. В чем суть метода определения белка по Къельдалю?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### Определение основных показателей качества варёных колбасных изделий

#### 7.1. Общие сведения

Лабораторная работа проводится в интерактивной форме. В результате применения интерактивных методов обучения происходит более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом, обеспечивается доминирование активности студентов, а не преподавателя, в процессе обучения.

При проведении данной лабораторной работы используется *метод работы в малых группах*. Групповое выполнение какой-либо задачи направлено на достижение лучшего взаимопонимания между студентами и нахождения правильного решения. Групповое обсуждение способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

Оптимальное количество участников в одной группе - 2-3 человека. Обучающиеся получают задание от преподавателя, на выполнение которого выделяется определенное время. По истечении указанного времени студенты должны подготовить аргументированный обдуманный вывод по работе.

Преподаватель может устанавливать правила проведения групповой работы – например, следить за выполнением алгоритма выполнения исследований, назначать лидера и др.

В ходе данной лабораторной работы студенты исследуют важнейшие показатели мясопродуктов по методикам, освоенным в процессе выполнения предыдущих лабораторных работ. Каждая малая группа исследует образец колбасы варёной разных производителей, но одного наименования (например, «Докторская», «Молочная» - задание конкретизирует преподаватель). Для удобства перед началом проведения работы образцы нумеруются (например, образец №1 – колбаса «Докторская» производителя ООО «Ситно», образец №2 – колбаса «Докторская» производителя ООО «Глория» и т.д.) Результаты работы каждой малой группы обсуждаются и подвергаются сравнению между собой, а также с нормативными значениями, которые студенты самостоятельно ищут по таблицам приложения к справочнику технолога колбасного производства.

Итоговым общим выводом по данной лабораторной работе будет являться обоснованный, аргументированный выбор лучшего образца.

## **7.2. Организация работы**

### **7.2.1. Определение содержания влаги в колбасе варёной**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №1. Выполнение работы – по пункту 1.2.1

### **7.2.2. Определение нитрита по реакции с N-1-нафтилэтилендиамином дигидрохлорида**

Материалы, оборудование – по перечню лабораторной работы №2; реактивы – по пункту 2.2.1. Выполнение работы – по пункту 2.2.1

### **7.2.3. Определение нитрита по реакции с реактивом Грисса**

Материалы, оборудование – по перечню лабораторной работы №2; реактивы – по пункту 2.2.2. Выполнение работы – по пункту 2.2.2

### **7.2.4. Определение содержания крахмала в мясопродуктах**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №3. Выполнение работы – по пункту 3.2

### **7.2.5. Проведение реакции на фосфатазу**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №4. Выполнение работы – по пункту 4.2.1

### **7.2.6. Определение содержания общего фосфора**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №4. Выполнение работы – по пункту 4.2.2

### **7.2.7. Определение жира в фильтрующей делительной воронке**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №5 и пункту 5.2.1. Выполнение работы – по пункту 5.2.1

### **7.2.8. Определение жира методом Сокслета**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №5 и пункту 5.2.2. Выполнение работы – по пункту 5.2.2

### **7.2.9. Определение содержания жира рефрактометрическим методом**

Материалы, оборудование, реактивы – по перечню лабораторной работы №5 и пункту 5.2.3. Выполнение работы – по пункту 5.2.3

### **7.2.10. Фотометрический метод определения белка**

Материалы, оборудование, реактивы – по пункту 6.2.1. Выполнение работы – по пункту 6.2.1

### **7.2.11. Определение массовой доли белка методом отгонки**

Материалы, оборудование, реактивы – по пункту 6.2.2. Выполнение работы – по пункту 6.2.2

## **7.3. Обработка результатов**

Результаты исследований каждого образца занести в таблицу 3. В эту же таблицу внести нормативные значения исследованных показателей из справочника технолога колбасного производства [10].

Сделать вывод о соответствии показателей исследованных продуктов требованиям нормативно-технической документации. Выбрать лучший образец, выбор обосновать.

### **Вопросы для контроля**

1. Дайте понятие качества и пищевой ценности мяса и мясных продуктов.
2. Какова роль комплексной оценки состава и свойств мясопродуктов в производственной практике при получении, хранении, реализации качественной продукции?

3. Дайте общую характеристику современных методов исследования мяса и мясных продуктов.
4. Дайте понятие об экспрессных методах исследования.

Таблица 3

Данные о качественных показателях варёных колбасных изделий

| Показатели    |              | Значение показателя для образцов |    |     | Нормативное значение показателя |
|---------------|--------------|----------------------------------|----|-----|---------------------------------|
|               |              | №1                               | №2 | ... |                                 |
| Влага         |              |                                  |    |     |                                 |
| Нитрит натрия | по п. 7.2.2  |                                  |    |     |                                 |
|               | по п. 7.2.3  |                                  |    |     |                                 |
| Крахмал       |              |                                  |    |     |                                 |
| Фосфатаза     |              |                                  |    |     |                                 |
| Общий фосфор  |              |                                  |    |     |                                 |
| Жир           | по п. 7.2.7  |                                  |    |     |                                 |
|               | по п. 7.2.8  |                                  |    |     |                                 |
|               | по п. 7.2.9  |                                  |    |     |                                 |
| Белок         | по п. 7.2.10 |                                  |    |     |                                 |
|               | по п. 7.2.11 |                                  |    |     |                                 |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Криштафович, В.И. Методы и техническое обеспечение контроля качества (продовольственные товары) [Текст]: учебное пособие для вузов/ В.И. Криштафович, С.В. Колобов. – 2-е изд. – М.: Дашков и К, 2007. – 124 с. - ISBN 5-911313-89-8.
2. Просеков, А.Ю. Современные методы исследования сырья и биотехнологических продуктов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, С.А. Сухих. – Кемерово: КемТИПП, 2012. – 115 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4679](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4679). – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-89289-724-2
3. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2012. – 480 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4543). – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8114-1320-1
4. Сажин, С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред [Электронный ресурс]/ С.Г. Сажин. - 1-е изд. – СПб.: Лань, 2012. - 432 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3552](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3552). – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8114-1237-2.
5. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов [Текст]: справочник/ Уиддоусон, МакКанс. - СПб.: Профессия, 2006. – 420 с.- ISBN 5-93913-101-8.
6. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. - М.: Колос, 2001. – 376 с. - ISBN 5-10-003612-5.
7. Нечаев, А.П. Пищевая химия [Текст] / Нечаев А.П., Траубербенг С.Е., Кочеткова А.А. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с. - ISBN 5-98879-011-9.
8. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст]: справочник. — Под ред. член-корр. МАИ, проф. Скурихина И.М. и академика РАМН, проф. Тутельяна В.А. - М.: ДеЛи принт, 2002. — 236 с. – ISBN 978-5-94343-122-7.
9. Чернявский, М. В. Анатомо-топографические основы технологии, ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведческой оценки продуктов убоя животных [Текст] : справочник / М.В. Чернявский; Ред. Т.С. Молочаева, Рец. А.А. Кунаков, Рец. А.Г. Забашта. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - Москва : Колос, 2002. - 376 с. - Библиогр.: с.367. -ISBN 5-10-003698-2.
10. Рогов, И.А. Справочник технолога колбасного производства [Текст] : справочник / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Б.Е. Гутник и др. - М.: Колос, 1993. — 431 с. - ISBN 5-10-001912-3.

Учебное текстовое электронное издание

**Зинина Оксана Владимировна**  
**Белевская Ирина Валерьевна**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

Лабораторный практикум

0,39 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2015 год

ФГБОУ ВПО «МГТУ»

Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,  
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания

Центр электронных образовательных ресурсов и  
дистанционных образовательных технологий

e-mail: ceor\_dot@mail.ru