

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ХИМИЯ ПИЩИ

Методические указания
по выполнению лабораторно-практических работ

Новосибирск
2016

УДК 54 (07)
ББК 51.230.2, Я7

Кафедра физиологии и биохимии человека и животных

Составители: *И. В. Тюньков*, канд. мед. наук, проф.
О. С. Котлярова, канд. биол. наук, доц.
Т. В. Гарматарова, канд. биол. наук, ст. преп.

Рецензент: *Л. А. Литвина*, канд. биол. наук, проф.

Химия пищи: метод. указания / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биол.-техн. фак.; сост.: И. В. Тюньков, О. С. Котлярова, Т. В. Гарматарова. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – 38 с.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной формы обучения по специальностям: 38.03.07 – Товароведение, 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 – Технология продукции и организация общественного питания; 27.03.01 – Стандартизация и метрология.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом БТФ (протокол № 4 от 17 марта 2016 г.).

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплину «Химия пищи» изучают после освоения основных понятий фундаментальных естественно-научных дисциплин: неорганической, аналитической, органической, биологической, физической и коллоидной химии, а также микробиологии.

Целевой установкой курса является формирование знаний с позиций химической логики о факторах, обеспечивающих качество готовой пищевой продукции. Знание таких факторов является необходимым условием для овладения навыками направленного регулирования процессов, обеспечивающих качественные характеристики пищевых систем.

Курс нацелен на развитие у студентов ответственности за производство качественных пищевых продуктов, от которых во многом зависит здоровье человека.

В результате изучения дисциплины у студентов формируются следующие компетенции:

- по направлению подготовки 38.03.07 – Товароведение: умение использовать нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности (ПК-3); возможность использовать знания основных законов естественно-научных дисциплин для обеспечения качества и безопасности потребительских товаров (ПК-5); способность применять знания в области естественно-научных и прикладных инженерных дисциплин для организации торгово-технологических процессов (ПК-6);

- по направлению подготовки 27.03.01 – Стандартизация и метрология: способность производить оценку уровня брака, анализировать его причины и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-5);

- по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения: способность организовыв-

вать входной контроль качества сырья и вспомогательных материалов, производственный контроль полуфабрикатов, параметров технологических процессов и контроль качества готовой продукции (ПК-5).

Студенты должны знать:

- типы химических связей и строение молекул;
- основные классы органических соединений;
- функциональные группы в органических соединениях;
- строение и классификацию биополимеров;
- основные свойства биополимеров;
- разницу между физико-химическими и биохимическими процессами;
- классификацию ферментов.

Должны уметь:

- по названию фермента определять тип катализируемой им реакции и продукт реакции;
- по функциональным группам устанавливать класс органического соединения.

В результате изучения дисциплины студенты должны **знать:**

- химический состав сырья и продуктов;
- физико-химические превращения основных нутриентов в процессе получения готовых продуктов;
- роль пищевых добавок в производстве продуктов питания;
- принципы рационального сочетания пищевых компонентов при создании новых форм пищевых продуктов;
- роль химических, физико-химических, коллоидных, биохимических, микробиологических и ферментных процессов в формировании качества продуктов питания;

уметь применять:

- принцип физико-химической и биотехнологической модификации свойств сырья и пищевых систем;

- пищевые добавки, добавки к пище, комплексные функционально-технологические препараты;

- методы определения функционально-технологических свойств пищевых гидроколлоидов;

- методы стандартных испытаний по определению физико-химических и структурно-механических показателей сырья, материалов и готовых пищевых продуктов;

- навыки управления действующими технологическими процессами переработки сырья животного происхождения, обеспечивающими выработку продукции высокого качества.

Студенты обязаны приобрести твердые знания по химической структуре и технологии переработки пищевых продуктов, а также изучить химические основы процессов технологии переработки.

В процессе усвоения дисциплины студенты должны приобрести минимум практических **умений и навыков**:

- соблюдать технику безопасности при работе в лаборатории;

- уметь оказывать первую помощь при несчастном случае;

- вымыть посуду для анализов;

- рассчитать и приготовить реактивы для биологических исследований;

- уметь пользоваться приборами для биохимических анализов;

- делать расчеты результатов анализов;

- владеть колориметрическим, рефрактометрическим, рН-метрическим и другими методами;

- анализировать аминокислотный состав исследуемого материала;

- уметь правильно интерпретировать результаты биохимических исследований;

- уметь дать квалифицированные рекомендации по химическому составу пищевых продуктов.

Лабораторные занятия позволят сформировать понимание логической завершенности теоретического и практического циклов по модулям в отдельности и в целом по всему курсу «Химия пищи».

Правила оформления лабораторной работы:

1. Название работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Принцип определения исследуемого показателя.
4. Название этапов работы.
5. Результаты исследований.
6. Вывод.

Тема 1. ПОНЯТИЕ КАЧЕСТВА. БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Цель занятий – освоить методы оценки качества пищевых продуктов животного происхождения.

Мясо является скоропортящимся продуктом. В процессе хранения оно может подвергаться различным изменениям. Эти изменения возникают под действием собственных ферментов самого мяса (загар) или в процессе жизнедеятельности микроорганизмов (ослизнение, плесневение, покраснение, посинение, свечение, гниение). Для определения свежести мяса применяют органолептический и лабораторные методы. Согласно ГОСТ 7269–79. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести, определяют внешний вид, цвет, консистенцию, запах, состояние жира и сухожилий, а также прозрачность и аромат бульона (проба варкой). Каждый отобранный образец анализируют отдельно.

ГОСТ 23392–78. Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести предусматривает определение летучих жирных кислот, постановку реакции с 5%-м раствором медного купороса в бульоне и бактериоскопию мазков-отпечатков. Указанные ГОСТы распространяются на говядину, баранину, свинину и мясо других видов убойного скота, на мясные субпродукты (кроме печени, легких, почек, селезенки и мозгов).

По степени свежести мясо и мясные субпродукты могут быть свежими, сомнительной свежести и несвежими.

Лабораторная работа № 1. Отбор проб мясных продуктов

Для исследования отбирают от мясной туши или ее части пробы целым куском массой не менее 200 г из следующих

мест: у зареза, против IV и V шейных позвонков, в области лопатки, в области бедра и толстых частей мышц.

Каждый отобранный образец упаковывают в пергамент, целлюлозную пленку или пищевую полиэтиленовую пленку. На пергаменте обозначают наименование ткани или органа и номер туши, упаковывают вместе в бумажный пакет и укладывают в металлический закрывающийся ящик. Ящик опечатывают и пломбируют.

Образцы сопровождают в лабораторию документом с обозначением даты и места отбора образцов, вида скота, номера туши, присвоенного при выемке, причины и цели испытания, и ставят подписи отправителя.

Отбор проб мясных полуфабрикатов производят от каждой однородной партии продукта. Однородной партией считают колбасные изделия и копчености одного вида, сорта и наименования, выработанные в течение одной смены, подвергнутые одинаковому режиму технологической (в том числе термической) обработки.

Наружному осмотру подвергают не менее 10% всего количества мест однородной партии.

Для органолептической оценки из разных мест в партии отбирают образцы в количестве не более 1% осмотренного продукта, но не менее 2 единиц продукции.

Количество образцов может быть увеличено до 5, если при наружном осмотре продукт вызывает сомнение в доброкачественности.

От образцов колбасных изделий, мясных хлебов и копченостей (корейка, грудинка, рулет, филей, ветчина в форме) пробы отрезают в поперечном направлении на расстоянии не менее 5 см от края, от зельцев и изделий в пузырях пробы отрезают в виде сегментов, от языков – вдоль языка.

Среднюю пробу составляют:

– для изделий в оболочке и копченостей – не менее чем из 2 проб массой 200–250 г каждая;

– для изделий без оболочки – не менее чем из 3 проб массой 200–250 г каждая.

К пробам прилагают акт отбора проб с указанием:

- 1) организации, в систему которой входит предприятие;
- 2) предприятия, выработавшего продукт;
- 3) вида, сорта и даты выработки продукта;
- 4) номера технических условий, по которым выработан продукт;
- 5) размера партии, от которой отобраны пробы;
- 6) результатов наружного осмотра партии, цели направления продукта на исследование;
- 7) места и даты отбора пробы;
- 8) должностей и фамилий лиц, принимавших участие в осмотре партии продукции и отборе проб.

Лабораторная работа № 2.

Органолептические исследования свежести мяса и мясных полуфабрикатов

Материалы, реактивы и оборудование: нож, стакан, мерный цилиндр вместимостью 25 см³ и с диаметром дна 20 мм, вата.

Определение внешнего вида и цвета. Вид и цвет мышц на разрезе определяют в глубинных слоях мышечной ткани на свежем разрезе мяса. При этом устанавливают наличие липкости путем ощупывания и увлажненность поверхности мяса на разрезе путем приложения к разрезу кусочка фильтрованной бумаги.

Определение консистенции. На свежем разрезе туши или испытуемого образца легким надавливанием пальца образуют ямку и следят за ее выравниванием.

Определение запаха. Органолептическим методом устанавливают запах поверхностного слоя туши или испытуемого образца. Затем чистым ножом делают разрез и сразу определяют запах в глубинных слоях. При этом особое внимание обращают на запах мышечной ткани, прилегающей к кости.

Определение состояния жира. Определяют в момент отбора образцов, устанавливают цвет, запах и консистенцию.

Определение состояния сухожилий. Определяют в туше в момент отбора образцов. Ощупыванием сухожилий устанавливают их упругость, плотность и состояние суставных поверхностей.

Определение прозрачности и аромата бульона

Подготовка к определению. Для получения однородной пробы каждый образец отдельно пропускают через мясорубку (диаметр отверстий решетки 2 мм) и фарш тщательно перемешивают. Затем 20 г фарша взвешивают на лабораторных весах с погрешностью не более 0,2 г и помещают в коническую колбу вместимостью 100 см³, заливают 60 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивают, закрывают часовым стеклом и ставят на кипящую водяную баню.

Ход определения. Запах мясного бульона определяют в процессе нагревания до температуры 80 ... 85°C в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы.

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

По результатам испытаний делают **закключение** о свежести мяса или субпродуктов.

Доброкачественное охлажденное мясо покрыто корочкой подсыхания из свернувшихся и подсохших белков. Поверхность свежего разреза слегка влажная, но не липкая. Мясной сок прозрачный. Цвет мяса на разрезе от светло-розового до темно-красного в зависимости от вида животного, возраста

и степени обескровливания его при убое. Жир в свежем мясе плотный, при раздавливании крошится. Цвет жира в говядине белый, желтый или кремовый, в зависимости от возраста животного и корма. Цвет свиного сала белый или бело-розовый.

Консистенция охлажденного мяса в меру плотная, эластичная. Ямка при надавливании пальцем выравнивается. Костный мозг заполняет всю полость трубчатых костей, он упругий, желтого цвета. Сухожилия упругие, плотные. Составные поверхности гладкие, блестящие.

При варке доброкачественного мяса получается ароматный прозрачный бульон. Вкус и запах вареного мяса также приятные и ароматные.

Вследствие высокого содержания влаги и белка мясо является хорошей питательной средой для микроорганизмов, которые могут попадать в мясо как из внешней среды, так и при жизни животного (при утомлении, истощении, инфекционном заболевании). Поэтому мясо представляет собой скоропортящийся продукт. В процессе убоя, транспортировки, хранения и реализации, особенно при нарушении санитарных правил, происходит дополнительное загрязнение мяса микробами. Размножаясь вначале на поверхности, они проникают в толщу мышц. Распространение микробов в мясе происходит по соединительнотканым прослойкам, окружающим мышечные волокна, кровеносным сосудам и надкостнице. Мясо в связи с этим приобретает признаки гнилостного разложения и становится недоброкачественным. Несвежее или недоброкачественное мясо может иметь ослизненную поверхность, заплесневелость. При этом изменяются консистенция и цвет мяса: консистенция становится дряблой, а цвет серым или зеленоватым. Ямка при надавливании на мышечную ткань не восполняется. Жир приобретает мажущуюся консистенцию, прогорклый вкус и запах, костный мозг темнеет, заполняя не полностью полость кости. Бульон при варке недоброкачественного мяса мутный,

обладает неприятным кислым или гнилостным запахом. Вкус вареного мяса также неприятный. Органолептические свойства (вкус и запах) мяса, подвергнувшегося порче, резко ухудшаются. При пробной варке оно бракуется без каких-либо дополнительных физико-химических исследований.

Жиры говядины и баранины относятся к тугоплавким вследствие высокого содержания в них насыщенных жирных кислот – стеариновой, пальмитиновой. Усвояемость такого жира составляет 80–88%. Свиное сало наряду с насыщенными содержит ненасыщенные жирные кислоты, в том числе биологически активные – линолевую и арахидоновую. Поэтому свиное сало усваивается полнее (на 95–98%) и обладает более высокой биологической ценностью. Жир внутренних органов животных более тугоплавкий по сравнению с подкожным, так как содержит больше предельных жирных кислот. Во всех животных жирах содержится холестерин. В говяжьем жире 77 мг%, в бараньем – 29, в свином – 74–126.

Углеводы в мясе находятся в виде гликогена и главным образом в печени, где содержание его достигает 3–4%. Содержание гликогена в мышечной ткани обычно невелико и составляет 0,5–1,5%.

Мясо упитанных животных характеризуется оптимальным содержанием и качественным составом белков и жиров. При истощении животных в мышечной ткани их не только уменьшается количество жира, но и происходят значительные качественные изменения: увеличивается количество воды и соединительной ткани. Общее содержание белков хотя и повышается, но это происходит за счет возрастания доли неполноценных белков соединительной ткани – коллагена и эластина, которые при варке и жарении придают мясу жесткую консистенцию.

Заключение. Мясо или субпродукты, отнесенные к сомнительной свежести хотя бы по одному признаку, подвергают химическим и микроскопическим анализам.

Лабораторная работа № 3.

Химические исследования мяса и мясных продуктов

Определение аммиака по Несслеру

Принцип метода. Водная вытяжка из мяса, содержащая аммиак и аммонийные соли, при добавлении к ней реактива Несслера приобретает желтое окрашивание; при больших количествах образуется красно-бурый осадок йодистого меркураммония (табл. 1).

Приготовление экстракта из мяса. Мясо нарезают на мелкие кусочки по 10 г, помещают в колбу, заливают 100 см³ дистиллированной воды и настаивают в течение 15 мин, периодически встряхивая. Фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

Ход определения. К 1 см³ экстракта добавляют 1–10 капель реактива Несслера. Встряхивая пробирку после прибавления каждой капли, наблюдают цвет и степень прозрачности экстракта.

Таблица 1

Определение качества мяса с раствором Несслера

Качество мяса	Качество экстракта	Количество капель раствора	Примечание
Свежее	Не мутнеет, не желтеет	10	Через 10 мин прозрачность уменьшается, раствор не мутнеет
Подозрительной свежести	Помутнение, пожелтение	6 и более	Через 20 мин появляется слабый осадок
Несвежее	То же	12	После добавления 10-й капли – сильное пожелтение и обильный при отстаивании осадок

Лабораторная работа № 4.

Реакция на сероводород

Принцип метода. Сероводород, реагируя со щелочным раствором свинца, которым смочена фильтровальная бумага, образует на ней сульфид свинца, окрашивающий бумагу в светло-бурый или черный цвет.

Ход определения. Исследуемое мясо нарезают мелкими кусочками и помещают в колбу вместимостью 100 см³, примерно до 1/3 объема. Затем колбу плотно закрывают пробкой, зажав ею одновременно полоску фильтровальной бумаги, смоченной каплей щелочного раствора свинца (4%-й раствор ацетата свинца и равное количество 30%-го раствора гидроксида натрия), и оставляют стоять при комнатной температуре 15 мин. Затем проверяют изменение цвета бумаги. Проявление светло-бурого или черного цвета указывает на наличие в мясе сероводорода. Мясо подозрительной свежести дает слабоположительную реакцию, а несвежее – ярко выраженную реакцию.

Проба на сероводород для оценки вареного мяса и вареных колбас нехарактерна, так как в результате деструкции белков мяса при варке из него выделяется сероводород.

Лабораторная работа № 5.

Определение продуктов первичного распада белков в бульоне

Принцип метода. Основан на осаждении белков нагреванием и образованием в фильтрате комплексов серно-кислой меди с оставшимися продуктами первичного распада белков, которые выпадают в осадок.

Ход определения. 20 г фарша, приготовленного из исследуемой пробы, помещают в коническую колбу емкостью 100 мл, заливают 60 мл воды, тщательно перемешивают, закрывают часовым стеклом, ставят на кипящую водяную баню

и доводят до кипения. Горячий бульон фильтруют через плотный слой ваты толщиной не менее 0,5 см в пробирку, помещенную в химический стакан с холодной водой. Если после фильтрации в бульоне видны хлопья белка, то его дополнительно фильтруют через фильтровальную бумагу.

В пробирку наливают 2 мл фильтрата и добавляют 3 капли 5%-го раствора серно-кислой меди. Пробирку встряхивают 2–3 раза и ставят в штатив. Учет реакции проводят через 5 мин.

Мясо и мясные субпродукты считают свежими, если при добавлении раствора серно-кислой меди бульон остается прозрачным. Мясо и мясные субпродукты относят к категории сомнительной свежести, если при добавлении раствора серно-кислой меди происходит помутнение бульона, а в бульоне из размороженного мяса – интенсивное помутнение с образованием хлопьев. Мясо и мясные субпродукты считают несвежими, если при добавлении раствора серно-кислой меди наблюдается образование желеобразного осадка, а в бульоне из размороженного мяса – наличие крупных хлопьев.

Контрольные вопросы

1. Характеристики, входящие в понятие «качество пищевых продуктов». Дать их краткое описание.
2. Понятие доброкачественности пищевого сырья и продуктов.
3. Понятие «пищевая ценность».
4. Оценка качества пищевых продуктов.
5. Характеристика единичных и комплексных показателей качества. Отбор образцов мяса для лабораторного исследования.
6. Органолептическое исследование мяса.
7. Прозрачность и аромат бульона.

8. Признаки мяса свежего, сомнительной свежести и не-свежего.
9. Цели химического исследования мяса.
10. Принцип методов определения аммиака.
11. Исследование на определение свободного аммиака в мясе.
12. Принцип метода определения сероводорода. Иссле-дование на определение сероводорода в мясе.
13. Биологическая ценность колбасных изделий.
14. Отбор проб колбасы на исследование. Упаковка и маркировка пробы.

Тема 2. ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ КАК ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Структурированные системы имеют сплошной пространственный каркас, который образуется при определенной концентрации дисперсных частиц в результате их соприкосновения, что вызывает проявление сил взаимодействия, которые определяют механическую прочность каркаса и его строение. Пищевые продукты в процессе технологической обработки в большинстве случаев измельчаются и переходят в дисперсные системы. Ими называются физико-механические тела, состоящие не менее чем из двух фаз. В них дисперсионной средой является непрерывная фаза, дисперсной фазой – раздробленная фаза, состоящая из частиц, не контактирующих друг с другом. При этом под фазой понимается совокупность гомогенных частей системы, ограниченных от других частей физическими поверхностями раздела. Дисперсионная, или непрерывная, среда окружает частицы дисперсной фазы. Наиболее общая классификация дисперсных систем основана на различии в агрегатном состоянии дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Упрощенная классификация дисперсных пищевых продуктов, не учитывающая дисперсности и типа контактов между фазами, приведена в табл. 2.

Таблица 2

Классификация пищевых дисперсных систем

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Система	Примеры систем
Газ	Твердая	Пыль, дым, аэрозоли	Сухой порошок (молоко) в воздухе, копильный дым, пыль
Жидкая	Туман	Дисперсия крови, молока в распылительной сушилке	
Газообразная	Атмосфера	Атмосфера земли	
Жидкость	Твердая	Суспензия	Сырковая масса, колбасный фарш, плодоовощные соки с мякотью, бульон, расплавленный жир с белковыми частицами, паштеты
Жидкая	Эмульсия	Масло в воде, молоко при высоких температурах, кровь	
Газообразная	Пена	Крем, взбитые сливки, взбитый белок	
Твердое тело	Твердая	Твердая суспензия, сплав	Замороженная мышечная ткань
Жидкая	Твердая эмульсия, капиллярные системы	Сливочное масло, нативная мышечная ткань, жидкость в пористых телах	
Газообразная	Пористое тело, твердые пены	Сыр, взбитый и коагулированный меланж, кость, изоляционный материал	

При определении реологического поведения продукта приведенные в таблице данные позволяют отнести его к той

или иной группе: сыпучим, жидко- и твердообразным (в зависимости от концентрации дисперсной фазы) или твердым.

Цель проведения лабораторных работ – освоить методы исследования молока.

Лабораторная работа № 1.
Определение титруемой кислотности молока
(молозива) по Тернеру

Реактивы: 0,1 моль/л раствор натрия (калия) гидроксида (4 г NaOH или 5,6 г KOH растворяют дистиллированной водой в мерной колбе на 100 мл); 1%-й раствор фенолфталеина (1 г фенолфталеина растворяют в 70 мл 96% этилового спирта и доводят объем водой до 100 мл); 2,5%-й раствор кобальта сульфата (2,5 г кобальта сульфата растворяют в 97,5 мл воды).

Оборудование: бюретка, колба или стакан на 100–200 мл, мерные колбы, пипетки на 10 и 25 мл.

Ход определения. Отбирают среднюю пробу молока утренней дойки или молозива 1, 2, 3-го или последующего удоя из здоровых долей вымени. В колбу или стакан на 150–200 мл вносят 100 мл молока (молозива), 20 мл дистиллированной воды и 3 капли 1%-го раствора фенолфталеина, перемешивают и титруют из бюретки 0,1 моль/л раствором натрия (калия) гидроксида до появления не исчезающего в течение 30 с розового окрашивания. В качестве эталона окраски можно использовать 2,5%-й раствор кобальта сульфата. В колбочку вносят 10 мл молока (молозива), 20 мл дистиллированной воды, 1 мл 2,5%-го раствора кобальта, перемешивают и ставят на белую бумагу рядом с бюреткой для титрования. Таким образом проводят визуальное сравнение окраски исследуемых проб молока или молозива.

Расчет ведут по формуле

$$x = A \cdot 10,$$

где x – кислотность молока (молозива), °Т, что равно числу миллилитров 0,1 моль/л раствора натрия гидроксида, затраченного на нейтрализацию кислотности 100 мл молока (молозива); A – количество 0,1 моль/л раствора натрия (калия) гидроксида, пошедшего на титрование 10 мл молока (молозива), мл; 10 – коэффициент для пересчета кислотности в 100 мл молока (молозива).

Клиническое значение. Титруемая кислотность молока (молозива) обусловлена кислотным характером казеина, наличием в нем фосфорно-кислых, лимонно-кислых солей и растворенного углекислого газа.

У коров, содержащихся на полноценных рационах, кислотность молозива 1-го удоя равна 45–55; 1-го дня – 39; 2-го дня – 33; 3-го дня – 27,3; 7-го дня – 19,5 °Т. Низкая кислотность молозива свидетельствует о неполноценном кормлении животных. Скармливание такого молозива способствует развитию диспепсии у новорожденных телят.

Кислотность свежего молока буйволицы – 18,7, зебу – 19,5, верблюдицы – 17,2, ослицы – 6 °Т. Этот показатель в основном характеризует свежесть молока, однако при ацидотическом состоянии у животных кислотность молока может повышаться. Титруемая кислотность молока в начале лактации может составлять 20 °Т, постепенно снижаясь в последнем месяце до 12–14 °Т и ниже.

Лабораторная работа № 2.

Определение содержания жира в молоке

Оборудование, посуда, реактивы: центрифуга, жиромеры молочный и сливочный с резиновой пробкой, пипетка, автоматические пипетки на 1 мл и 10 мл, баня водяная, весы теххимические с разновесом, пипетка цилиндрическая,

полотенце, серная кислота с относительной плотностью 1,81–1,82, спирт изоамиловый.

Ход определения. В сухой и чистый жиромер, стараясь не смочить горлышка, автоматической пипеткой наливают 10 мл серной кислоты с относительной плотностью 1,81–1,82. Затем осторожно по стенке, чтобы не смешивались жидкости, наливают 10,77 мл исследуемого молока и добавляют также автоматической пипеткой 1 мл изоамилового спирта. Жиромер закрывают резиновой пробкой, встряхивают до полного расплавления белковых веществ и ставят на водяную баню (пробкой вниз) на 5 мин. Температура воды в бане должна быть 65 ... 70 °С. После нагревания жиромер вынимают, вытирают досуха и центрифугируют в центрифуге Гербера в течение 5 мин.

Жиромеры в металлических патронах центрифуги располагают симметрично. Узкая часть их при этом должна быть обращена к центру. Крышку центрифуги хорошо закрывают. Отцентрифугировав, жиромеры вынимают (держат пробкой вниз) и, регулируя пробкой, устанавливают слой жира в пределах шкалы жиромера. После этого жиромер ставят на водяную баню повторно, также пробкой вниз. Через 5 мин его вынимают, вытирают и производят отсчет. Жиромер при этом держат вертикально и строго на уровне глаз. Движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу слоя жира против целого деления шкалы. Шкала жиромера рассчитана так, что одно малое деление ее соответствует 0,1% жира.

Лабораторная работа № 3. Определение содержания белка рефрактометрическим методом

Метод основан на установлении разности показателей преломления луча света после прохождения его через мо-

локо и полученную из него безбелковую сыворотку (для осаждения белков используют раствор хлорида кальция и нагревание пробы).

Реактивы и оборудование: рефрактометр ИРФ-464, флаконы, раствор хлорида кальция.

Ход определения: массовую долю белков в молоке данным методом определяют на рефрактометре ИРФ-464.

Для измерения в 3 флакона наливают по 5 см³ молока, добавляют по 6 капель раствора хлорида кальция. Флаконы закрывают пробками и перемешивают путем переворачивания флаконов.

Далее флаконы помещают на водяную баню, наливая воду таким образом, чтобы ее максимальный уровень достигал половины высоты флаконов. Баню закрывают, помещают на электроплитку, воду доводят до кипения и кипятят не менее 10 мин. Не открывая бани, горячую воду сливают через отверстие в крышке, наливают в баню холодную воду и выдерживают в ней не менее 2 мин.

Открывают баню, извлекают флаконы и разрушают белковый сгусток путем энергичного встряхивания флаконов.

Флаконы помещают в центрифугу и центрифугируют не менее 10 мин. Образовавшуюся прозрачную сыворотку отбирают пипеткой и наносят на измерительную призму рефрактометра 1–2 капли. Измерительную призму закрывают осветительной.

Наблюдая в окуляр рефрактометра, специальным корректором убирают окрашенность границы света и тени. Для улучшения резкости границы измерение проводят через 1 мин после нанесения сыворотки на призму, так как за это время из пробы удаляется воздух, и поверхность осветительной призмы лучше смачивается.

По шкале «Белок» проводят не менее трех наблюдений. Затем сыворотку с призмы рефрактометра удаляют, промывают ее водой и вытирают фильтровальной бумагой.

На измерительную призму помещают 2 капли исследуемого молока и по шкале «Белок» проводят не менее 5 наблюдений, так как резкость границы света и тени у молока хуже, чем у сыворотки.

Массовую долю белка в молоке X_1 (%) вычисляют по формуле:

$$X_1 = X_2 - X_3,$$

где X_2 – среднее арифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для молока; X_3 – среднее арифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для сыворотки, %.

Лабораторная работа № 4. **Определение содержания белка** **колориметрическим методом**

Колориметрический метод основан на способности белков молока при рН ниже изоэлектрической точки связывать кислый краситель, образуя с ним нерастворимый осадок, после удаления которого измеряют оптическую плотность исходного раствора красителя относительно полученного раствора, которая уменьшается пропорционально массовой доле белка.

Реактивы и оборудование: пробирки, раствор сине-черного красителя, фотоколориметр КФК-3.

Ход определения. В пробирку отмеряют 1 см³ молока, приливают 20 см³ рабочего раствора сине-черного красителя (готовят путем смешивания водного раствора красителя и кислого буферного раствора с добавлением поверхностно-активного вещества) и смесь интенсивно перемешивают. Выпавший осадок центрифугируют или отфильтровывают.

Полученный фильтрат разводят в 100 раз и колориметрируют на фотоколориметре КФК-3 при длине волны 500–600 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм.

Массовую долю белков в молоке устанавливают в процентах, пользуясь градуированным графиком. Для построения графика в нескольких пробах молока (с массовой долей белков 2,5–3,5%) определяют содержание белков методом Кьельдаля и оптическую плотность фильтрата, полученного указанным способом.

Лабораторная работа № 5.

Определение молочного сахара рефрактометрическим методом

Рефрактометрия – определение показателя преломления, а число рефрактометрии – условное число, показывающее величину преломления в единицах шкалы данного рефрактометра.

Луч света, проходя через различные среды, отклоняется от своего прямолинейного пути на больший или меньший угол, в зависимости от свойств сред, через которые он проходит.

Реактивы и оборудование: пипетка, вата, рефрактометр, 4%-й раствор хлористого кальция.

Ход определения: отмеряют пипеткой в пробирку 5 мл исследуемого молока, прибавляют 5–6 капель 4%-го раствора хлористого кальция. Пробирки закрывают пробками и помещают на водяную баню с кипящей водой. Вынув пробирки из бани, охлаждают их до 15 °С, при этом обращают внимание на то, чтобы капли конденсирующейся воды не оставались на стенках пробирки. Затем открывают пробку и осторожно вытягивают сыворотку в стеклянную трубку, нижний конец которой закрыт ватой для фильтрации сыворотки.

Каплю прозрачной сыворотки наносят на поверхность нижней призмы рефрактометра и немедленно опускают верхнюю призму.

Специальным винтом устраняют расплывчатость и радужную окраску светотени. После этого передвижением окуляра добиваются полного отчётливого совпадения границы света и тени с указателем (пунктирной линией). Производят отсчет границы темного и светлого полей в рефрактометре, записывают показания шкалы (показатель преломления), через которую проходит эта граница.

Процентное содержание молочного сахара находят по таблице.

Величина рефракции зависит от температуры, поэтому отсчёт в рефрактометре необходимо производить при определенной температуре.

Шкала для определения молочного сахара в рефрактометре установлена для молочной сыворотки при температуре 17,5 °С, температура призмы должна быть такой же.

Для этого через рефрактометр пропускают воду, температура которой на 2...3 °С выше, если температура помещения ниже 17,5 °С, а если выше 17,5 °С, то температура воды на 2...3 °С ниже данной температуры.

Лабораторная работа № 6. **Определение кальция в молоке**

Реактивы и оборудование: колба, обеззоленный фильтр, тигель, сушильный шкаф, 10%-й раствор HCl, 0,02%-й спиртовой раствор метилрота, 10% -я уксусная кислота, 4%-й раствор щавелевого аммония, 1%-й раствор AgNO₃, 10%-я серная кислота, 1 н. раствор KMnO₄.

Ход определения. Прокаленный тигель взвешивают, отмеряют в него 10–20 мл молока и вновь взвешивают. Раз-

ность между массой заполненного и пустого тигля составит навеску молока.

Молоко выпаривают досуха в сушильном шкафу.

Сухой остаток озоляют в тигле при красном калении муфельной печи.

Тигель охлаждают в эксикаторе, золу растворяют в 5 мл 10%-й HCl. Раствор переносят в мерную колбу на 50 мл, тигель ополаскивают 2–3 раза водой, сливая её в колбу. Объем колбы доводят до метки, содержимое перемешивают.

Для определения кальция в молоке в стакан на 50–100 мл точно отмеривают 10–20 мл вышеуказанного раствора, добавляют 3 капли метилрота (0,02%-го спиртового раствора) и нейтрализуют раствор 10%-й уксусной кислотой до появления розовой окраски.

Раствор в стакане нагревают до кипения и прибавляют 10–25 мл кипящего 4%-го раствора щавелевого аммония. Для осаждения стакан оставляют на 6 ч.

Выпавший осадок щавелево-кислого кальция отфильтровывают через обеззоленный фильтр, затем промывают водой до исчезновения следов хлора. После 5–6-кратного промывания под воронку подставляют пробирку с 2 мл воды и каплей 1%-го раствора AgNO_3 . Если появляется муть, то следует еще промыть осадок.

Промытый осадок вместе с фильтром помещают в чистый стакан.

Осадок растворяют в 15 мл горячей 10%-й серной кислоты, воронку ополаскивают и сливают туда же.

Раствор нагревают до 800°C и оттитровывают 0,1 н раствором KMnO_4 до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Расчет содержания кальция (мг %) делают по формуле:

$$X = A \cdot K \cdot 2,5 \cdot 100 \cdot 2/6,$$

где A – количество 0,1 н. раствора KMnO_4 , пошедшее на титрование; K – поправка на титр KMnO_4 ; 2,5 или 5 – степень разведения; 2 – коэффициент пересчета на кальций; b – навеска молока.

Контрольные вопросы

1. Классификация пищевых продуктов с точки зрения дисперсных систем.
2. Агрегатное состояние пищевых продуктов. Изменение агрегатного состояния в технологических процессах.
3. Влияние агрегатного состояния на способы переработки сырья, продукты переработки.
4. Образование дисперсных систем.
5. Устойчивость дисперсных систем
6. Характеристика дисперсных систем: твердый аэрозоль, золь, эмульсия, твердое пористое тело, твердая пена.
7. Характеристика дисперсных систем: жидкий аэрозоль, суспензия, твердая эмульсия, пена.
8. Функциональные свойства белков.
9. Механизм образования растворов, применяемых в пищевых технологиях.
10. Растворимость веществ. Способы выражения концентрации растворов.
11. Денатурация белков – влияние на стабильность дисперсной системы.
12. Коагуляция белков: применение в пищевых технологиях для дестабилизации дисперсной системы.
13. Растворимость белков: сущность, факторы, влияющие на процесс, распространение в технологических процессах.

Тема 3. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ И ДОБАВКИ К ПИЩЕ

Примерно до XX в. при производстве продуктов старались использовать лишь натуральные добавки. Постепенно такая наука, как пищевая химия, начала развиваться, и большинство натуральных добавок заменили искусственными. Производство всевозможных улучшителей качества и вкуса было поставлено на поток. Поскольку большинство таких пищевых добавок имело довольно длинные и непонятные названия, которые очень сложно было уместить на одной этикетке, для удобства Европейским союзом была разработана особая система маркировки. Согласно ей, название каждой пищевой добавки должно начинаться с «Е», данная буква означает не что иное, как «Европа». После нее должны следовать цифры, указывающие на принадлежность данного вида к той или иной группе и обозначающие определенную добавку. Впоследствии такая система была несколько доработана, а затем и принята для международной классификации.

Классификация пищевых добавок по кодам:

- начиная с E100 по E181 – различные красители;
- с E200 по E296 – консерванты;
- с E300 по E363 – антиокислители, антиоксиданты;
- с E400 по E499 – стабилизаторы, которые сохраняют консистенцию;
- с E500 по E575 – эмульгаторы, а также разрыхлители;
- с E600 по E637 – ароматизаторы, усилители вкуса;
- с E700 по E800 – резерв, запасные позиции;
- с E900 по E 999 – антифламинги, предназначенные для уменьшения пены, некоторые подсластители и другие вещества;
- с E1100 по E1105 – биологические катализаторы, ферменты;

- с E1400 по E1449 – модифицированные крахмалы, помогающие создать необходимую консистенцию.
- с E1510 по E1520 – растворители.

Лабораторная работа № 1.

Определение пищевых добавок

Цели работы: научиться определять наличие и свойства пищевых добавок, входящих в состав продуктов питания; оценка качества распространённых продуктов питания.

Задачи:

- 1) изучить список наиболее вредных пищевых добавок и их условные обозначения;
- 2) изучив упаковку принесённых на урок продуктов питания, выяснить, содержат ли они пищевые добавки;
- 3) сделать вывод о безопасности применения изученных продуктов как регулярного источника пищи.

Материалы и оборудование: таблица, содержащая данные по основным вредным пищевым добавкам, образцы продуктов в упаковках (учащиеся приносят самостоятельно) – кондитерские изделия, соки, консервы и пр.

Ход работы:

1. Изучить список условных обозначений, принятых в маркировке пищевых продуктов.
2. Используя таблицу приложения с указанием наиболее опасных пищевых добавок и характера их вредоносности, провести первичную эколого-санитарную экспертизу принесённых продуктов.
3. Составить таблицу, в которой будут указаны изученные продукты, содержащиеся в них добавки, характер вредоносности этих добавок.
4. Сделать вывод, считаете ли вы целесообразным регулярное применение изученных продуктов в вашем рационе.

Лабораторная работа № 2.

Обнаружение пищевых добавок в мороженом

Опыт № 1. Изучение состава мороженого

Для анализа состава взяты образцы мороженого разных фирм.

Опыт № 2. Определение искусственных красителей в мороженом

Добавляют ложку соды в полстакана воды. Перемешивают и добавляют в стакан растаявшее мороженое. Если цвет изменится, значит в мороженом присутствуют натуральные красители из ягод. Если остается прежним – красители искусственные.

Опыт № 3. Обнаружение углеводов в мороженом

В пробирку наливают 1 мл растаявшего мороженого и 1 мл 5–10%-го раствора NaOH. Затем приливают 2–3 капли 10%-го раствора CuSO_4 . Наблюдают ярко-синее окрашивание.

Опыт № 4. Обнаружение лимонной кислоты (пищевой добавки E330) в мороженом

В пробирку наливают 1 мл растаявшего мороженого и добавляют 1 мл насыщенного раствора пищевой соды. При этом наблюдают появление пузырьков углекислого газа, что доказывает наличие лимонной кислоты.

Опыт № 5. Обнаружение остатков ароматических α -аминокислот в мороженом

В пробирку наливают 1 мл раствора мороженого и приливают к нему 3–5 капель концентрированной HNO_3 . Полученную смесь нагревают. Наблюдают желтое окрашивание из-за нитрования остатков ароматических аминокислот, образующих белки. После охлаждения добавляют к смеси 3–5 капель 25%-го раствора аммиака. Наблюдают изменение цвета с желтого на оранжевый.

Результаты заносят в итоговую таблицу.

Контрольные вопросы

1. Понятие «пищевые добавки».
2. Классификация пищевых добавок.
3. Отличие биологически активных добавок от пищевых.
4. Классификация биологически активных добавок.
5. Принцип действия консервантов.
6. Цель введения консервантов в пищевые продукты.
7. Различия красителей и цветокорректоров.
8. Положительные и отрицательные стороны использования пищевых добавок.
9. Опасность отдаленных последствий при использовании пищевой добавки.
10. Сахарозаменители, требования, предъявляемые к ним.
11. Примеры природных антиокислителей.
12. Примеры пищевых добавок, ускоряющих технологические процессы.
13. Пищевые добавки, запрещенные в России.
14. Главное свойство пищевых добавок.
15. Роль БАД в питании.

Тема 4. СПОСОБЫ УДЛИНЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ НА НАЛИЧИЕ ПРИЗНАКОВ ПОРЧИ

Лабораторная работа № 1. Реакция с нейтральным красным

Раствор нейтрального красного изменяет свой цвет в зависимости от содержания в жире низкомолекулярных жирных кислот, которые накапливаются при окислительной порче жира. Количество низкомолекулярных жирных кислот обуславливает рН жира, от которого зависит цвет нейтрального красного.

Ход определения. В фарфоровую чашку помещают около 1 г жира, приливают 1 мл свежеприготовленного на водопроводной воде 0,01%-го раствора нейтрального красного. Жир тщательно растирают пестиком, оставшиеся капли краски смывают водой и определяют цвет жира. Жир свежий – цвет от желтого до коричневого, жир сомнительной свежести – от коричневого до розового, испорченный – от розового до красного.

Лабораторная работа № 2.

Качественные реакции на перекиси

Работу проводят для обнаружения продуктов распада жира. Сущность качественных реакций на перекиси заключается в применении реактивов, окисляющихся под действием перекисей и изменяющих окраску. Так, реакции Дитца и Бул-лира основаны на окислении йодистого калия в присутствии перекисей и выделении свободного йода. Выделившийся йод с крахмалом образует синее окрашивание.

Реакции на перекиси по Дитцу

Ход определения. К 5–10 мл расплавленного жира прибавляют равный объем воды, к которой заранее прибавляют несколько кристаллов йодистого калия (0,1–0,2 г), сильно встряхивают и прибавляют несколько капель 1%-го раствора крахмала. При наличии перекисей проявляется синее окрашивание.

Реакции на перекиси по Буллира

Ход определения. Берут 1 г расплавленного жира, прибавляют 1 мл 20%-го спиртового раствора йодистого калия и 1 мл петролейного эфира (бензин), встряхивают, добавляют 3 капли раствора крахмала. При положительной реакции получается синее окрашивание.

Лабораторная работа № 3.

Обнаружение аскорбиновой кислоты в соке картофеля или капусты

Аскорбиновая кислота легко вступает в окислительно-восстановительные реакции, что используется для ее качественного обнаружения.

Реактивы: сок картофеля, сок капусты (клубни картофеля или часть кочана капусты натирают на терке из нержавеющей стали или пластика, растертую массу отжимают через марлю, сложенную в два слоя), 5%-й раствор гексацианоферрата (III) калия, 5%-й раствор гидроксида калия, 10%-й раствор соляной кислоты; 1,5%-й раствор хлорида железа (III), 5%-й раствор нитрата серебра (сохраняют в темном месте), 10%-й раствор аммиака, дистиллированная вода.

Оборудование: терка из нержавеющей стали или пластика, пробирки.

Ход работы. **Задание 1.** Восстановление ионов железа (III).

В две пробирки наливают по 1 см³ сока картофеля и капусты, прибавляют по 2 капли раствора гидроксида калия и столько же раствора гексацианоферрата (III) калия.

Содержимое пробирок тщательно перемешивают, после чего в них добавляют по 6–8 капель 10%-го раствора соляной кислоты и 1–2 капли раствора хлорида железа (III). Выпадает синий или зеленовато-синий осадок берлинской лазури.

Задание 2. Восстановление ионов серебра.

В пробирку наливают 1 см³ раствора нитрата серебра и добавляют по каплям раствор аммиака. Вначале образуется серый осадок, который растворяется в избытке аммиака.

Полученный аммиачный раствор оксида серебра делят на две пробирки и добавляют в одну 1 см³ сока картофеля, а во вторую – 1 см³ сока капусты.

Пробирки помещают в горячую (80 °С) воду на 5–10 мин. На стенках пробирок образуется зеркальный налет металлического серебра.

Результаты исследования оформляют в виде таблицы. Делают выводы о содержании аскорбиновой кислоты в изученных продуктах.

Номер задания	Исследуемый продукт	Наблюдаемое явление	Содержание аскорбиновой кислоты

Контрольные вопросы

1. Условия хранения пищевых продуктов. Требования к климатическому режиму хранения.
2. Условия хранения пищевых продуктов. Требования к санитарно-гигиеническому режиму хранения.
3. Процессы, происходящие при хранении пищевых продуктов. Характеристика химических и биохимических процессов.
4. Процессы, происходящие при хранении пищевых продуктов.
5. Характеристика микробиологических и биологических процессов.
6. Основополагающие принципы хранения пищевых продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нечаев А. П.* Пищевая химия: учеб. для студентов вузов по напр. 260100–Продукты питания из растительного сырья / А. П. Нечаев [и др.]; под общ. ред. А. П. Нечаева. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 672 с.
2. *Скурихин И. М.* Химический состав пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Шатерников. – М., 1989.
3. *Толстогозув В. Н.* Новые формы белковой пищи. – М.: Агропромиздат, 1987. – 246 с.
4. *Измайлова В. Н.* Поверхностные явления в белковых системах / В. Н. Измайлова, Г. Н. Ямпольская, Б. Д. Сумм. – М.: Химия, 1988. – 240 с.
5. *Рогов И. А.* Дисперсные системы мясных и молочных продуктов / И. А. Рогов [и др.] – М., 1990.
6. *Скурихин И. М.* Все о пище с точки зрения химика / И. М. Скурихин, А. П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1990. – 288 с.
7. *Позняковский В. М.* Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В. М. Позняковский. – Новосибирск, 1996. – 431 с.
8. *Булдаков А.* Пищевые добавки / А. Булдаков. – СПб., 1996. – 240 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пищевые добавки

E100–E199 красители	100–109	Жёлтые
	110–119	Оранжевые
	120–129	Красные
	130–139	Синие и фиолетовые
	140–149	Зелёные
	150–159	Коричневые и чёрные
	160–199	Другие
E200–E299 консерванты	200–209	Сорбаты
	210–219	Бензоаты
	220–229	Сульфиты
	230–239	Фенолы и формиаты (метаноаты)
	240–259	Нитраты
	260–269	Ацетаты (этанаты)
	270–279	Лактаты
	280–289	Пропиноаты (пропаноаты)
	290–299	Другие
E300–E399 антиокислители	300–305	Аскорбаты (витамин С)
	306–309	Токоферол (витамин Е)
	310–319	Галлаты и эриторбаты
	320–329	Лактаты
	330–339	Цитраты
	340–349	Фосфаты
	350–359	Малаты и адипаты (адипинаты)
	360–369	Сукцинаты и fumarаты
	370–399	Другие
E400–E499 стабили- заторы, загустители, эмульгаторы	400–409	Альгинаты
	410–419	Камеди
	420–429	Другие природные вещества
	430–439	Соединения полиоксиэтилена
	440–449	Природные эмульгаторы
	450–459	Фосфаты
	460–469	Соединения целлюлозы
	470–489	Соединения жирных кислот
	490–499	Другие

E500 – E599 регуляторы pH и вещества против слёживания	500–509	Неорганические кислоты и основания
	510–519	Хлориды и сульфаты
	520–529	Сульфаты и гидроксиды
	530–549	Соединения щелочных металлов
	550–559	Силикаты
	570–579	Стеараты и глюконаты
	580–599	Другие
E600 – E699 усилители вкуса и аромата, ароматизаторы	620–629	Глютаматы
	630–639	Инозинаты
	640–649	Другие
E700 – E799 антибиотики	710–713	
E800 – E899 резерв		
E900 – E999 прочие	900–909	Воски
	910–919	Глазирователи
	920–929	Вещества, улучшающие мучные изделия
	930–949	Газы для упаковки
	950–969	Подсластители
	990–999	Пенообразователи
E1100 – E1999 дополнительные вещества	Новые вещества, не попадающие в стандартную классификацию	

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Понятие качества. Безопасность пищевых продуктов	7
Тема 2. Пищевые продукты как дисперсные системы	16
Тема 3. Пищевые добавки и добавки к пище	27
Тема 4. Способы удлинения продолжительности хранения пищевых продуктов. Исследование продуктов на наличие признаков порчи	30
Библиографический список	34
Приложение	35

Составители:
Тюньков Игорь Владимирович
Котлярова Ольга Сергеевна
Гарматарова Туяна Васильевна

ХИМИЯ ПИЩИ

Методические указания
по выполнению лабораторно-практических занятий

Редактор *Н. К. Крупина*
Компьютерная верстка *Е. А. Орлова*

Подписано в печать 15 сентября 2016 г. Формат 60×84^{1/16}.
Объем 1,9 уч.-изд. л., 2,4 усл. печ. л. Тираж 100 экз.
Изд. № 22. Заказ № 1652.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru