

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Р.А. Фёдорова

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2015

Фёдорова Р.А. Пищевая химия. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 61 с.

Приведены краткий теоретический курс дисциплины, лабораторные работы, контрольные вопросы, предназначенные для бакалавриата направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья всех форм обучения.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. Т.П. Арсеньева

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ	6
Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КЛЕТЧАТКИ (ЦЕЛЛЮЛОЗЫ).....	9
Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ХЛЕБЕ	11
Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ В КАРАМЕЛЬНОМ СИРОПЕ	18
Лабораторная работа № 5. АНАЛИЗ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ	22
Лабораторная работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ.....	27
Лабораторная работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАЛЬТОЗЫ В ПИВНОМ СУСЛЕ	33
Лабораторная работа № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЯКОТИ В СОКАХ С МЯКОТЬЮ	36
Лабораторная работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С (АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ) В БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКАХ И СОКАХ.....	37
Лабораторная работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКЕ	41
Лабораторная работа № 11. АНАЛИЗ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	49
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ ...	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ	58

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая физиологическая роль продуктов питания заключается в обеспечении организма человека пищевыми веществами и энергией. Они не должны оказывать вредного влияния на организм, т. е. должны быть полностью безопасны. Эта задача поставлена в концепции здорового питания населения России.

Качество продуктов из растительного сырья должно быть подтверждено системой производственного (технологического) контроля. Нормируемые показатели качества изделий не могут изменяться в течение принятого в технических регламентах срока их хранения.

Бакалавр-технолог должен быть специалистом, имеющим широкий технологический кругозор, хорошо разбираться в сущности реальных процессов переработки сырья и полуфабрикатов в готовые изделия. Производство продуктов питания из растительного сырья базируется на законах биологии, физики, химии, микробиологии, реологии, а также других наук, поскольку каждый технологический процесс является совокупностью физических, химических и других воздействий на сырье и полуфабрикаты.

Курсу «Пищевой химии» предшествует изучение дисциплин: химии (неорганическая, аналитическая и органическая химия, биохимия, физическая и коллоидная химия), физики, а также «Микробиологии», «Общей технологии отрасли» и др.

Цель данного курса – обучить студентов современным методам определения содержания макро- и микронутриентов в сырье, полуфабрикатах и в готовой продукции.

Из предшествующего обучения необходимы знания сырья, используемого в технологии хлебопекарных, сахаристых изделий, бродильных производств, пивоварении. Нужно знать их химический состав, физико-химические свойства, пищевую ценность.

Перед студентами стоят задачи:

- изучить способы контроля сырья, полуфабрикатов и готовых изделий;
- получить сведения о химическом составе исследуемых продуктов;
- изучить современные способы определения содержания витаминов, белков и жиров;
- изучить методы оценки качества готовой продукции.

Общие методические указания к выполнению лабораторных работ

1. Перед началом выполнения работ в лаборатории студент изучает правила охраны труда, техники безопасности и в процессе работы безоговорочно их выполняет.

2. На занятии преподаватель дает студентам задание на выполнение лабораторных работ.

3. При проведении занятий студенческая группа разбивается на отдельные подгруппы.

4. Студент должен знать не только последовательность проведения работы, но и ее практический смысл. Список рекомендуемой литературы приведен в конце практикума.

5. В лабораторных работах должны использоваться методы и приемы, соответствующие требованиям стандартов или нормам лабораторной практики. Следует помнить, что даже самые незначительные изменения в методике могут привести к резким искажениям конечных результатов работы.

6. Студент обязан сам, исходя из описания работы, уточнить, какие приборы и материалы ему нужны.

7. Все необходимые расчеты и результаты опытов студент записывает в рабочую тетрадь. Форма записи наблюдений приведена в конце каждой работы.

8. При выполнении опытов рабочее место нужно содержать в порядке и чистоте, а после окончания работы следует убрать его и вымыть использованную посуду.

9. Для анализа полученных экспериментальных данных следует проводить математическую их обработку общепринятыми методами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ

Жиры и жироподобные вещества объединяются под общим названием липиды. Эти вещества играют весьма важную роль в клетках растений, участвуя в регуляции проницаемости клеточной мембраны, через которую осуществляется обмен веществ в клетках.

Липиды широко распространены в природе. Они участвуют в построении клеточных структур растительных тканей, в биохимических процессах, протекающих на клеточном уровне. Липиды образуют многочисленные комплексы с углеводами, белками и органическими соединениями, которые выполняют важные окислительно-восстановительные процессы в клетках, участвуют в биосинтезе белков, обеспечивают одностороннюю проницаемость и перенос веществ через клеточные мембраны, принимают участие в высшей нервной деятельности.

Жиры – самые распространенные соединения среди липидов. По химическому строению это триглицериды – сложные эфиры высших жирных кислот и глицерина. В состав природных триглицеридов входят десятки органических кислот. В больших количествах в состав жиров входят олеиновая и пальмитиновая кислоты.

Жиры могут быть растительного и животного происхождения. Они существенно отличаются.

В составе растительных жиров преобладают ненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая, олеиновая.

Животные жиры богаты по набору высших жирных кислот. В их состав входят кислоты с числом углеродных атомов от 20 до 24, причем преобладают насыщенные жирные кислоты.

Высшие жирные кислоты, входящие в состав жира, и определяют его основные физические свойства. Если в составе триглицерида преобладают ненасыщенные жирные кислоты с высокой температурой плавления, то и жир считается твердым (какао-масло, пальмовое масло, говяжий, бараний жир), если же в его составе ненасыщенные жирные кислоты – при обычных условиях это жир жидкий (подсолнечное, кукурузное, горчичное масла).

В организме человека жиры окисляются и обеспечивают его энергией: при распаде 1 г жира на диоксид углерода и воды выделяется $40,0 \times 10^3$ Дж.

К липидам относятся и жироподобные вещества – воски, фосфолипиды, стероиды и др.

За счет энергетической ценности жиров, входящих в состав пищевого рациона, организм человека покрывает до 30 % расходуемой энергии.

Пищевая ценность жиров определяется их составом, усвояемостью и наличием в них жирорастворимых витаминов, а также фосфатидов и др.

Общим свойством липидов является их нерастворимость в воде, но хорошая растворимость в органических растворителях. На этом свойстве основаны количественные методы определения жира. В качестве растворителя используют петролейный или этиловый эфир. При экстрагировании одновременно с жиром из навески исследуемого объекта извлекаются воски, свободные жирные кислоты, стерины.

Вещества, извлекаемые из навески с помощью растворителя, называют *сырой жир*.

Порядок выполнения работы

1. Арбитражный метод с предварительным гидролизом навески

Арбитражным методом определения массовой доли жира является метод, основанный на извлечении жира растворителем из предварительно гидролизованной навески сырья и определении массовой доли жира взвешиванием после удаления растворителя из определенного количества полученного раствора.

Материалы и реактивы:

Мякиш пшеничного хлеба, 1,5 %-я HCl, хлороформ.

Порядок проведения анализа.

Берут 10 г навески продукта (при содержании жира в изделии более 10 % навеска может быть уменьшена до 5 г), взвешенного с погрешностью до 0,01 г, помещают в плоскодонную колбу вместимостью примерно 300 см³, доливают 100 см³ 1,5 %-го раствора соляной кислоты (или 300 см³ 1,5 %-го раствора серной кислоты), кипятят в колбе с обратным холодильником на слабом огне в течение 30 мин.

Затем колбу охлаждают водой до комнатной температуры, доливают 50 см³ хлороформа, плотно закрывают хорошо пригнанной пробкой, энергично взбалтывают в течение 15 мин, затем ее содержимое выливают в центрифужные пробирки и центрифугируют в течение 2–3 мин.

В пробирке образуются три слоя. Верхний (водный) слой удаляют пипеткой, снабженной резиновой грушей, далее отбирают хлороформный раствор жира и фильтруют его в сухую колбу через небольшой ватный тампон, вложенный в узкую часть воронки, причем кончик пипетки при этом должен касаться ваты.

20 см³ фильтрата переливают в предварительно доведенную до постоянной массы и взвешенную с погрешностью до 0,0002 г бюксу.

Оставшийся жир сушат в бюксах в течение 40 мин при температуре 130 °С, охлаждают в эксикаторе в продолжение 20 мин и взвешивают с той же погрешностью. Массовую долю жира в продукте рассчитывают по формуле

$$X = 100 \times 100 \times 50 (m_1 - m_2) / 20m (100 - W) \%, \quad (1)$$

где X – массовая доля жира в пересчете на сухие вещества, %;
50 – количество растворителя, взятое для извлечения жира, см³;
 m – масса колбы.

2. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КЛЕТЧАТКИ (ЦЕЛЛЮЛОЗЫ)

Целлюлоза – это полисахарид второго порядка, состоящий из глюкозы. Она является составной частью клеточных стенок растений. Ее содержание в древесине доходит до 50 % в пересчете на сухое вещество.

По своему распространению в растениях клетчатка занимает первое место среди всех органических веществ. Она представляет собой высокомолекулярный полисахарид, состоящий из остатков β -D-глюкозы, связанной глюкозидной связью по первому и четвертому углеродным атомам. Молекулы клетчатки, имеющие нитевидный характер, соединяются в пучки, называемые мицеллами. Каждая мицелла состоит приблизительно из 60 молекул клетчатки, соединенных водородными связями, которые осуществляются как за счет водородных атомов гидроксильных групп клетчатки, так и за счет адсорбированных клетчаткой молекул воды. Клетчатка в воде не растворяется, но набухает. При кипячении с крепкой серной кислотой она полностью расщепляется на глюкозу. При более слабом гидролизе клетчатка распадается на дисахарид и целлобиозу.

Клетчатка гидролизуеться до целлобиозы также ферментом целлюлазой, которая имеется в проросшем зерне, в некоторых бактериях и плесневых грибах. Активная целлюлаза содержится и в бактериях желудка жвачных животных, что создает для них возможность усваивать клетчатку.

Клетчатка (целлюлоза) является соединением весьма прочным, трудно поддающимся воздействию даже концентрированных растворов кислот и оснований. На этом свойстве и основаны все методы ее определения.

В пищевом рационе клетчатка как источник энергии имеет незначительную величину, так как усваивается лишь на 25 %. Но клетчатка как балластное вещество имеет большое значение для нормальной жизнедеятельности живого организма. Поэтому хлеб из муки грубого помола, зерновые его сорта и ржаной хлеб, а также овощи, в которых содержится большое количество клетчатки, надо чаще включать в рацион питания.

Кроме клетчатки, основу растительных клеточных стенок составляют гемицеллюлозы. Они содержатся в большом количестве в отрубях. Не растворимые в воде, они растворяются в растворах щелочей. При гидролизе гемицеллюлоз образуются пентозы (арабиноза и ксилоза) и гексозы (манноза и галактоза).

Порядок выполнения работы

1. Метод определения содержания клетчатки по Кюршнеру и Ганеку

Метод основан на окислении, разрушении и растворении различных химических соединений, входящих в состав анализируемого продукта, на смеси уксусной и азотной кислот. При этом клетчатка практически не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Материалы и реактивы:

Измельченный продукт (хлеб с отрубями, яблоки), концентрированная азотная кислота, 80 %-й раствор уксусной кислоты, 0,2 н. спиртовой раствор NaOH, дистиллированная вода, эфир медицинский, спирт.

Порядок проведения анализа.

1 г измельченного продукта, взвешенного с погрешностью до 0,0002 г, переносят в колбу вместимостью 120 см³, вливают 40 см³ смеси кислот (3,6 см³ азотной кислоты плотностью 1,4 и 36,4 см³ 80 %-го раствора уксусной кислоты) и, закрыв колбу обратным холодильником, нагревают на песчаной бане в течение 1 ч. Содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через стеклянный фильтр № 2, предварительно высушенный и взвешенный до постоянной массы при температуре 105–108 °С, или тигель Гуча с асбестовым фильтром (для приготовления фильтров асбест кипятят в смеси азотной и уксусной кислот (1:10) и затем промывают водой). Осадок после отсасывания экстракта 1–2 раза промывается горячим 0,2 М спиртовым раствором гидроксида натрия, потом несколько раз небольшими порциями дистиллированной воды, а затем – 10 см³ смеси спирта с эфиром. Тигли с чисто-белым осадком сушат до постоянной массы при температуре 100–105 °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

2. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ХЛЕБЕ

Запах является важным органолептическим показателем качества хлеба. Для потребителя аромат в значительной мере характеризует качество хлеба и в первую очередь его свежесть. В формировании аромата участвуют спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, кислоты, лактоны, серосодержащие соединения, эфиры, амины.

Сложным является выявление основных ароматобразующих веществ в мякише хлеба. В этом случае устанавливают минимальную сенсорно определяемую концентрацию вещества – так называемую пороговую концентрацию, выражаемую в миллиграммах на килограмм продукта (мг/кг). Затем вычисляют коэффициент ароматичности как частное от деления содержания в 100 г продукта ароматобразующего вещества в пересчете на его пороговую концентрацию. При величине коэффициента ароматичности определяемого вещества менее единицы оно не воспринимается органами чувств человека.

Формирование комплекса ароматических веществ хлеба происходит на всех стадиях тестоприготовления. В процессе приготовления теста, его брожения, расстойки тестовых заготовок увеличивается содержание спиртов, органических кислот, эфиров, карбонильных соединений. Важным является наличие в тесте перед выпечкой восстанавливающих сахаров и продуктов гидролиза белков – пептидов и аминокислот. Окончательное формирование аромата хлеба происходит именно в процессе выпечки, когда в результате реакции меланоидинообразования образуются темноокрашенные продукты – меланоидины, имеющие специфический запах, а также целый ряд других ароматических соединений.

Определение аромата хлеба предусмотрено стандартами в совокупности показателей органолептической оценки качества изделий.

При проведении исследовательских работ в ряде случаев возникает необходимость количественного выражения содержания ароматобразующих веществ.

При выполнении работы ускоренным способом хлеб выпекается из муки пшеничной хлебопекарной общего назначения.

Порядок выполнения работы

1. Расчет рецептуры хлеба из муки в/с. Приготовление хлеба ускоренным способом. (Рецептура хлеба приведена в табл. 1).

Расчет воды: $G_{\text{в}}$, расходуемой на замес теста, кг

$$G_{\text{в}} = \frac{\sum G_{\text{сырья}} (W_{\text{т}} - W_{\text{ср}})}{100 - W_{\text{т}}}, \quad (2)$$

где $\sum G_{\text{сырья}}$ – сумма сухих веществ всех компонентов теста, кг;
 $W_{\text{т}}$ – влажность теста, %; $W_{\text{ср}}$ – средневзвешенная влажность сырья, %.

$$W_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{м}} W_{\text{м}} + G_{\text{сл}} W_{\text{сл}} + G_{\text{др}} W_{\text{др}} + G_{\text{сах}} W_{\text{сах}} + G_{\text{марг}} W_{\text{марг}}}{G_{\text{сырья}}}, \quad (3)$$

где $G_{\text{м}}$, $G_{\text{сл}}$, $G_{\text{др}}$, $G_{\text{сах}}$, $G_{\text{марг}}$ – количество муки, соли, дрожжей, сахара, маргарина, расходуемое на приготовление теста, г; $W_{\text{м}}$, $W_{\text{др}}$, $W_{\text{сл}}$, $W_{\text{сах}}$, $W_{\text{марг}}$ – влажность муки, дрожжей, соли, сахара, маргарина, %; $W_{\text{ср}}$ – средневзвешенная влажность, %.

$$W_{\text{т}} = W_{\text{мяк}} + (0,5 \pm 1), \quad (4)$$

где $W_{\text{мяк}}$ – влажность мякиша хлеба, % (сборник ГОСТов).

Влажность хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта составляет 43,0 %.

$$W_{\text{т}} = 43 + (0,5 \pm 1) = 44 \text{ \%}.$$

Таблица 1

Рецептура хлеба белого из муки пшеничной на 100 кг муки

Наименование сырья	Количество, кг	Влажность, %	Количество сырья на 300 г муки
Мука пш. в/с	100	14,5	Рассчитать
Дрожжи х/п прессованные	2,5	75	Рассчитать
Соль поваренная	1,5	0	Рассчитать
Сахар-песок	1	0,16	Рассчитать
Маргарин	1	16	Рассчитать
Улучшитель	0,33	10	Рассчитать
Вода водопроводная	По расчету		По расчету
Итого	106,33		$\sum G$ сырья

Подготовка сырья

Мука: просеивание, очистка от металлических примесей, взвешивание.

Дрожжи: взвешивание, приготовление суспензии.

Соль: взвешивание, приготовление раствора.

Сахар: взвешивание, приготовление раствора.

Маргарин: взвешивание.

Улучшитель: взвешивание – от 0,33 до 1,0 % от массы муки (% берут в зависимости от марки улучшителя).

Вода: расчет, подогрев до требуемой температуры и отмеривание.

Расчет температуры воды t_b , расходуемой на замес теста,

$$t_b = \frac{C_m G_m (t_T - t_m)}{C_b G_b} + K, \quad (5)$$

где t_T – заданная температура теста, °C ($t_T = 25$ °C), C_m – теплоёмкость муки, кДж/(кгК) ($C_m = 1,257$); C_b – теплоемкость воды, кДж/(кгК) ($C_b = 4,19$); G_m – количество муки, г; G_b – количество воды в тесте, г; t_m – температура муки, °C; K – поправочный коэффициент (летом принимается равным 1, в весеннее и осеннее время – 2; в зимнее – 3).

Замес и анализ теста

Цель замеса – получить однородную во всем объеме массу с оптимальными физическими свойствами для дальнейшей разделки, расстойки и выпечки.

Перед замесом теста предусмотренную по рецептуре массу муки помещают в сосуд, отмеривают нужное количество воды температурой, необходимой для получения теста после замеса при температуре 25 °C. В этом объеме воды предварительно растворяют прессованные дрожжи. Приготовленное для замеса сырье – соль, сахар-песок и воду – вносят в сосуд с мукой и вначале замешивают со всем количеством муки при помощи шпателя (улучшитель добавляют в муку), а затем – до полного перемешивания составных частей и получения однородной массы.

Брожение теста

Замешенное тесто помещают в емкость для брожения, которую устанавливают в расстойный шкаф. В расстойном шкафу поддерживают температуру 35 °C, а относительную влажность воздуха –

в пределах 80–85 %. Если брожение протекает без увлажнения воздуха, то тесто сверху укрывают мокрой марлей, чтобы оно не заветривалось. Продолжительность брожения теста 30 мин.

Разделка теста

После 30-минутного брожения кусок теста формируют вручную на столе, т. е. придают ему нужный вид. Тестовую заготовку помещают в смазанную растительным маслом металлическую форму. Форму с тестом помещают в расстойный шкаф с температурой 35 °С и относительной влажностью $W_{\text{отн}} = 80 \%$. Продолжительность расстойки не регламентирована. Окончание расстойки определяют органолептически – по состоянию и виду тестовых заготовок, не допуская их опадания.

Выпечка хлеба

Выпечку хлеба проводят в лабораторной печи при температуре от 215 до 220 °С с увлажнением пекарной камеры. Выпекать в течение 25 мин.

Выпеченный хлеб охлаждают и определяют количество ароматических и летучих веществ.

2. Определение содержания летучих веществ в хлебе

Метод основан на вакуумной дистилляции летучих альдегидов, связывании их в гидразоны и спектрофотометрическом определении количества альдегидов.

Материалы и реактивы:

Корочка хлеба, дистиллированная вода, 1 н. раствор гидроксида натрия, фенолфталеин, фосфатный буферный раствор, олеиновая кислота, 2,4-динитрофенилгидразин, 4 н. раствор гидроксида натрия, 1,5 н. раствор соляной кислоты.

Порядок проведения анализа

Подготовку пробы проводят следующим образом. Навеску хлеба массой 25 г, взятую с погрешностью не более 0,01 н., растирают в ступке со 100 см³ дистиллированной воды температурой от 2 до 5 °С. Полученную суспензию количественно переносят в перегонную колбу, нейтрализуют 1 н. раствором гидроксида натрия с индикатором фенолфталеином, добавляют 20 см³ фосфатного буферного раствора с рН 9,0. Для уменьшения пенообразования в перегонную колбу добавляют несколько капель олеиновой кислоты. Проводят вакуумную дистилляцию суспензии, приемную колбу помещают в сосуд со льдом, в нее наливают 5–10 см³ холодной дистиллированной

воды, конец трубки холодильника должен быть погружен в воду. Отгонку ведут до получения 70–80 см³ дистиллята, его количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят объем до метки дистиллированной водой.

Определение суммы летучих альдегидов проводят спектрофотометрически по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином. В пробирку вносят пипеткой 0,5 см³ 1 %-го раствора 2,4-динитрофенилгидразина в 1,5 н. растворе соляной кислоты и 0,5 см³ дистиллята. Закрывают пробирку и оставляют на 1 ч. Затем добавляют 0,5 см³ 4 н. раствора гидроксида натрия и 3 см³ ректификованного этанола. Через 2 мин после добавления раствора гидроксида натрия определяют оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 430 нм и толщине слоя раствора 5 мм. Суммарное количество альдегидов в анализируемой навеске хлеба определяют по калибровочной кривой, построенной по ацетальдегиду.

Построение калибровочной кривой производится в следующем порядке: 3 см³ ацетальдегида помещают в ампулу, которую затем запаивают и взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г. Ампулу вносят в мерную колбу вместимостью 200 см³, ампулу разбивают и при 20 °С доводят до метки водой. Рассчитывают концентрацию стандартного раствора. Из стандартного раствора готовят растворы различных концентраций для построения калибровочного графика. Стандартный раствор в количестве 25, 15, 10, 5, 2 см³ вносят в мерные колбы вместимостью 50 см³, опуская конец пипетки в предварительно налитую воду, доводят до метки водой.

Определение количества ацетальдегида в серии стандартных растворов проводят после реакции с 2,4-динитрофенилгидразином. Для определения поправки на реактивы проводят слепой опыт без добавления раствора ацетальдегида, вместо него вносят 0,5 см³ дистиллированной воды. Оптическую плотность данного раствора вычитают из оптической плотности стандартных растворов. Строят калибровочную кривую, откладывая на оси ординат величину оптической плотности раствора, на оси абсцисс – количество ацетальдегида в растворе.

Суммарное количество летучих альдегидов в хлебе выражают в миллиграммах ацетальдегида на 100 г сухих веществ хлеба.

Запись в лабораторном журнале:

Оптическая плотность раствора

Содержание суммы альдегидов в навеске хлеба

Навеска хлеба

Массовая доля влаги в хлебе

Суммарное количество альдегидов в хлебе

Заключение.

Суммарное количество летучих альдегидов в хлебе из пшеничной муки I сорта составляет 2,0 мг ацетальдегида на 100 г сухих веществ, содержание ацетальдегида – 0,7 мг на 100 г сухих веществ хлеба.

3. Определение содержания бисульфитсвязывающих веществ

Метод основан на взаимодействии карбонильных соединений, содержащихся в продукте, с бисульфитом натрия.

Процесс определения состоит из следующих этапов: проведение реакций образования бисульфиткарбонильных соединений, удаление избытка бисульфита натрия, разрушение бисульфиткарбонильных соединений, количественное определение выделившегося бисульфита натрия, эквивалентного содержанию карбонильных соединений.

Содержание бисульфитсвязывающих карбонильных соединений выражают в мл 0,1 н. раствора йода, пошедшего на титрование бисульфита натрия, связанного с карбонильными соединениями, содержащимися в 100 г сухих веществ хлеба.

Материалы и реактивы:

Хлеб, 0,15 %-й раствор бисульфита натрия; борная кислота; гидроксид натрия; дистиллированная вода; 0,1 н. раствор йода; 0,01 н. раствор йода; 1 %-й раствор крахмала; 0,01 н. раствор тиосульфата натрия.

Порядок проведения анализа

Навеску массой 10 г, взятую с погрешностью не более 0,01 г, тщательно растирают в ступке с 0,15 %-м раствором бисульфита натрия. Затем суспензию количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят до метки раствором бисульфита натрия, взбалтывают в течение 10 мин, дают отстояться в продолжение 10 мин и фильтруют в сухую колбу.

В коническую колбу вместимостью 150 см³ вносят пипеткой 10 см³ фильтрата, при анализе сильноокрашенных растворов берут

10 см³ фильтрата и 10 см³ дистиллированной воды. Оттитровывают избыток бисульфита натрия 0,1 н. раствором йода, в качестве индикатора добавляют 1 см³ 1 %-го раствора крахмала и продолжают титрование до появления слабой фиолетово-голубой окраски. При количественном избытке йода его оттитровывают 0,01 н. раствором тиосульфата натрия.

Для разрушения бисульфиткарбонильных соединений используют буферный раствор, который позволяет довести рН смеси до 8,3. При величине рН смеси менее 8 недостаточно четко определяется конец титрования, в растворах с рН более 9 йод взаимодействует с гидроксидом натрия, что делает невозможным количественное определение кислотности с использованием крахмала в качестве индикатора.

Для предотвращения окисления кислородом воздуха бисульфита натрия, выделяющегося при расщеплении бисульфиткарбонильных соединений, добавление буферного раствора проводят после прибавления около 90 % объема 0,01 н. раствора йода, пошедшего на ориентировочное титрование, затем продолжают титрование до появления фиолетово-синей окраски, не исчезающей в течение 15 с.

При проведении ориентировочного титрования в реакционную колбу после удаления избытка бисульфита натрия добавляют 15 см³ буферного раствора и сразу же титруют 0,01 н. раствором йода из микробюретки выделившийся бисульфит натрия до появления фиолетово-синей окраски. Отмечают объем титранта.

При проведении основного определения в реакционную колбу после удаления избытка бисульфита натрия вносят около 90 % объема 0,01 н. раствора йода, пошедшего на ориентировочное титрование, затем прибавляют 15 см³ буферного раствора и завершают титрование 0,01 н. раствором йода.

Рассчитывают содержание бисульфитсвязывающих веществ по формуле

$$X = KV - 100 - 100/10 (100 - W), \text{ см}^3, \quad (6)$$

где X – содержание бисульфитсвязывающих веществ, см³ 0,1 н. раствора йода на 100 г сухих веществ хлеба; K – поправочный коэффициент раствора йода; V – объем 0,01 н. раствора йода, пошедший на основное титрование 10 см³ фильтрата, см³; 10 – коэффициент пересчета на 0,1 н. раствор йода; W – массовая доля влаги в продукте, %.

4. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ В КАРАМЕЛЬНОМ СИРОПЕ

Все сахара, кроме сахарозы, содержат альдегидные или кетонные группы, которые легко окисляются в карбоксильные. После инверсии сахароза превращается в редуцирующие сахара.

Редуцирующие вещества (сахара) – это все сахара, восстанавливающие щелочной раствор меди или других поливалентных металлов. Они легко окисляются.

Массовая доля редуцирующих веществ – очень важный показатель качества продуктов. Ее выражают в массовых долях редуцирующих веществ (сахаров) в условном пересчете на глюкозу.

Редуцирующие вещества – это сахара (глюкоза, фруктоза, мальтоза и лактоза), восстанавливающие щелочные растворы меди и других поливалентных металлов. Содержание массовой доли редуцирующих веществ всегда регламентируется ГОСТом. В связи с этим фактическая масса редуцирующих сахаров не совпадает с показателем «массовая доля редуцирующих веществ».

Редуцирующие вещества вносят, например, вместе с патокой при производстве карамели. Они влияют на гигроскопичность кондитерских изделий, а продукты глубокого разложения редуцирующих сахаров – на цветность. Повышение количества редуцирующих сахаров приводит к повышению гигроскопичности и цветности.

Редуцирующие сахара патоки также тормозят кристаллизацию сахарозы в карамельной массе за счет повышения содержания сухих веществ и снижения растворимости сахарозы.

Показатель массовой доли редуцирующих веществ можно определить поляриметрическими и химическими методами, например, йодометрическим и ферриционидным способами.

Рассмотрим ферриционидный метод определения количества редуцирующих сахаров.

1. Изготовление сахаро-паточного (карамельного) сиропа

Содержание работы составляет расчет рецептуры по загрузке сырья на основании унифицированной рецептуры и изготовление из рассчитанного количества сырья карамельного сиропа (табл. 2).

Материалы и реактивы:

Карамельная масса, феррицианид, стандартный раствор глюкозы, 1 %-й раствор метиленового голубого.

Таблица 2

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Общий расход сырья на 1 т, кг		Общий расход сырья на изготовление карамели из 100 г сахара, г	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	713,2	712,1	100,0	99,85
Патока	78,00	356,6	278,1	РАССЧИТАТЬ	
Кислота лимонная	98,0	10,0	9,8		
Эссенция фруктовая или ягодная	—	4,0	—		
Краска	—	0,2	—		
Итого	—	1084,0	1000,0		
Выход	98,5	1000,0	985,0		

Содержание сухих веществ в патоке (без разведения) следует определить рефрактометрическим методом с учётом поправок.

Порядок выполнения работы

Рецептуру рассчитать на 100 г сахара с учётом истинного содержания сухих веществ в патоке. Вычислить выход карамели с учётом рецептурных потерь сухих веществ.

Взвесить расчётное количество сырья. Сахар растворить в чашке (в 25–30 мл воды) при нагревании. В раствор добавить патоку и уварить до содержания сухих веществ в количестве 80–82 %, осуществляя контроль рефрактометрическим методом. Далее уварить сироп до карамельной массы, постоянно контролируя температуру уваривания. Конечная температура 150 °С.

В горячую карамельную массу при температуре 120 °С добавить лимонную кислоту и вылить на мраморную плиту, во избежание прилипания предварительно смазанную растительным маслом. На поверхности массы быстро и равномерно распределить также эссенцию и тщательно провести проминку массы шпателем, для полного удаления воздушных пузырей равномерно распределяя добавки в целях получения необходимой толщины пласта (от 0,5 до 0,8 см).

2. Определение содержания редуцирующих веществ феррицианидным методом

Порядок проведения анализа.

Холостой опыт. Определяют объем стандартного раствора глюкозы, требующийся для восстановления 25 мл щелочного раствора феррицианида. Для этого бюретку заполняют стандартным раствором глюкозы, 10 мл которого затем сливают из бюретки в коническую колбу вместимостью 100 мл. В эту же колбу вносят 25 мл раствора феррицианида, нагревают содержимое колбы до кипения и кипятят ровно 1 мин. Затем прибавляют три капли раствора метиленового голубого и дотитровывают продолжающий кипеть раствор стандартным раствором глюкозы до исчезновения синей окраски. Объем (V) стандартного раствора глюкозы, израсходованный на титрование 25 мл раствора феррицианида, определяют по общей (10 мл плюс объем раствора, использованный при дотитровании) убыли раствора в бюретке.

Ход определения (вариант 1).

Сначала вычисляют массу навески изделия, оптимальную для условий данного испытания. Для этого пользуются формулой

$$m = \frac{0,016 \times 100}{P}, \quad (7)$$

где 0,016 – величина, которую не должно превышать содержание (г) редуцирующих веществ в навеске; P – предполагаемая (исходя из рецептуры) максимальная массовая доля редуцирующих веществ в исследуемом изделии, % ($P_{\text{карамели}} = 23\%$).

Навеску взвешивают на кусочке (примерно 20×20 мм) пергаментной или писчей бумаги, предварительно взвешенном с погрешностью не более 0,0001 г. Вносят навеску вместе с бумагой в коническую колбу вместимостью 100 мл, добавляют туда 25 мл щелочного раствора феррицианида и 10 мл воды, а затем постепенно (в течение 3–4 мин) нагревают содержимое колбы до кипения, время от времени слегка взбалтывая его, и кипятят ровно 1 мин, после чего вводят в колбу три капли метиленового голубого и, не прерывая кипячения, добавляют из бюретки по каплям до исчезновения синей окраски стандартный раствор глюкозы.

Массовую долю редуцирующих веществ (%) вычисляют по формуле

$$z = \frac{0,0016 (V - V_1) \times 100 \times k}{m}, \quad (8)$$

где V – объем стандартного раствора глюкозы, пошедший на титрование в холостом опыте, мл; V_1 – объем стандартного раствора глюкозы, пошедший на титрование в исследуемом образце, мл; m – масса навески, г; 0,0016 – концентрация глюкозы в стандартном растворе, г/мл; k – поправочный коэффициент, величина которого определяется соотношением содержания редуцирующих веществ и общего сахара в изделии (k – для карамели равно 0,94).

3. Написать отчет о проделанной работе.

Лабораторная работа № 5

АНАЛИЗ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Пищевую молочную кислоту получают сбраживанием молочнокислыми бактериями углеводсодержащего сырья.

Практически в качестве сырья используют рафинадную патоку и свекловичную мелассу.

Молочную кислоту выпускают 40 %-й концентрации. Она является водным раствором молочной и лактиломочной кислот.

Формула молочной кислоты $\text{CH}_3\text{CHONCOOH}$. Молекулярная масса ее, соответственно, 90,08.

Пищевая молочная кислота представляет собой смесь право- и левовращающих изомеров и поэтому практически оптически недеятельна.

Пищевая молочная кислота в зависимости от ее качества выпускается трех сортов – высшего, I и II.

Молочную кислоту хранят в таре изготовителя в закрытых складах. Гарантийный срок хранения 12 мес. со дня выработки.

По органолептическим показателям пищевая молочная кислота должна отвечать следующим требованиям:

- внешний вид – прозрачная жидкость без мути и осадка;
- вкус – кислый без постороннего привкуса;
- запах – слабый, специфичный для молочной кислоты.

Не должно быть неприятного запаха летучих кислот.

По физико-химическим показателям к пищевой молочной кислоте предъявляются требования, изложенные в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели молочной кислоты

Показатель	Норма для молочной кислоты сорта		
	Высший	I	II
Массовая доля общей молочной кислоты, %	40,0±1,0	40,0±1,0	40,0±1,0
Массовая доля прямотитруемой молочной кислоты, %, не менее	37,5	37,5	37,5
Массовая доля ангидридов, %, не более	2,5	2,5	5,0

Показатель	Норма для молочной кислоты сорта		
	Высший	I	II
Цветность, усл. градусы, не более	6,5	10	30
Массовая доля золы, %, не более	0,6	1,0	4,0
Массовая доля железа, %, не более	0,007	0,014	0,020
Массовая доля мышьяка, %, не более	0,00003	0,00003	0,00003
Массовая доля сульфатов %, не более	0,3	—	—
Массовая доля хлоридов, %, не более	0,1	Не нормируется	
Массовая доля редуцирующих веществ, %, не более	1,0	То же	
Содержание:			
бария	Не допускается	То же	
солей тяжелых металлов	Должна выдерживать испытание		
ферроцианидов	То же		
цианистоводородной кислоты	То же		
свободной серной кислоты	То же		

Отбор проб для анализа

Отбор проб производят от каждой отдельной партии. При этом за партию принимают любое количество молочной кислоты одного сорта, концентрации и даты выработки, оформленное одним документом о качестве. Из партии для вскрытия выделяют 10 % бутылей или бочек, но во всех случаях не менее трех единиц. Кислоту в выделенных единицах упаковки тщательно перемешивают и отбирают разовые пробы, каждая из которых должна иметь объем не менее 100 см³. Разовые пробы в целях получения общей пробы смешивают, помещают в чистую стеклянную бутылку. Объем общей пробы должен быть не менее 1000 см³. При получении средней пробы для анализа общую пробу делят на два. Одна для анализа передается в лабораторию, а другая хранится для повторного анализа.

Порядок выполнения работы

1. Определение органолептических показателей молочной кислоты

Материалы и реактивы:

Кислота молочная 40 %-я, вода дистиллированная.

Порядок проведения анализа

Для определения прозрачности пробу предварительно тщательно взбалтывают. Молочную кислоту высшего и I сортов в количестве 20 см^3 отмеривают в пробирку из бесцветного стекла диаметром 20 мм, перемешивают и оставляют на 1 ч. При рассмотрении в проходящем свете по диаметру пробирки жидкость должна быть совершенно прозрачной и не содержать осадка. Кислоту II сорта подвергают испытаниям после предварительного разведения водой в соотношении 1:1.

Для определения запаха химический стакан вместимостью от 100 до 200 см^3 наполняют наполовину кислотой температурой 20°C и проверяют запах органолептически.

Для определения вкуса готовят раствор молочной кислоты, который получают разбавлением дистиллированной водой 1 см^3 испытуемой кислоты, взятой в количестве $(A-1) \text{ см}^3$, где A – общая кислотность кислоты, $^\circ\text{T}$.

2. Определение массовой доли общей молочной кислоты

Сущность метода заключается в нейтрализации молочной кислоты раствором гидроксида натрия, омылении избытком раствора гидроксида натрия ангидридов при нагревании и нейтрализацией этого избытка раствором серной кислоты в присутствии фенолфталеина.

Материалы и реактивы:

Кислота молочная, 1 н. раствор гидроксида натрия, кислота серная, 1 н. раствор фенолфталеина, 1 %-й спиртовой раствор.

Порядок проведения анализа

Навеску молочной кислоты массой 20 г берут с точностью до $\pm 0,01 \text{ г}$, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см^3 , доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают. 25 см^3 полученного раствора, содержащего 2 г исходной кислоты, отмеривают пипеткой в коническую колбу со шлифом вместимостью 250 см^3 для титрования. В колбу вводят $70-80 \text{ см}^3$ дистиллированной воды и титруют 1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового окрашивания. Фиксируют объем, израсходованный на титрование. К нейтрализованному раствору молочной кислоты добавляют 20 см^3 1 н. раствора гидроксида натрия. Присоединяют к колбе пришлифованный обратный холодильник и кипятят жидкость в течение 5 мин, охлаждают, закрыв

трубкой, заполненной натронной известью, а затем содержимое колбы титруют до обесцвечивания 1 н. раствором серной кислоты.

Параллельно проводят холостой опыт. Для этого в колбу вместимостью 250 см³ отмеривают 90 см³ дистиллированной воды и вводят, отмерив пипеткой, 10 см³ 1 н. раствора гидроксида натрия, кипятят с обратным холодильником в течение 5 мин, охлаждают и титруют до обесцвечивания 1 н. раствором серной кислоты в присутствии фенолфталеина.

Массовую долю прямотитруемой кислоты M (в %) определяют по формуле

$$M = V_1 \times 0,09 \times 250 \times 100 / (25 m) = 4,5 V_1, \quad (9)$$

где V_1 – объем 1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование молочной кислоты, см³; 0,09 – масса молочной кислоты, соответствующая 1 см³ 1 н. раствора гидроксида натрия, г; m – масса навески молочной кислоты, г ($m = 20$).

Массовую долю общей молочной кислоты M_1 (в %) определяют по формуле

$$M_1 = (20 - KV_2) 0,09 \times 250 \times 100 / (25 m) = 4,5 (20 - KV_2), \quad (10)$$

где K – коэффициент, полученный при холостом опыте, т. е. отношение объема 1 н. раствора гидроксида натрия (10 см³) к объему 1 н. серной кислоты, израсходованному на титрование; V_2 – объем 1 н. раствора серной кислоты, израсходованный на титрование избытка гидроксида натрия в основном опыте, см³.

По разности между массовыми долями общей кислотности и прямотитруемой молочной кислоты вычисляют массовую долю прямонетитруемой молочной кислоты M_2 по формуле (в %):

$$M_2 = M_1 - M. \quad (11)$$

Так как прямонетитруемая молочная кислота состоит из эфирсвязанных кислот (ангидридов) и редуцирующих веществ, то массовую долю ангидридов A (в %) вычисляют по разности между массовыми долями прямонетитруемой кислоты и редуцирующих веществ в пересчете на ангидриды по формуле

$$A = M_2 - 0,9 \text{ РВ}, \quad (12)$$

где 0,9 – коэффициент пересчета редуцирующих веществ на ангидриды; РВ – массовая доля редуцирующих веществ в молочной кислоте, %.

Допустимые расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,25 %.

3. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

Пищевые кислоты применяют при производстве безалкогольных напитков, кондитерских изделий, пищевых концентратов, а также в медицине, текстильном производстве и т. д. В пищевой промышленности используют, в основном, лимонную, винную, молочную, яблочную кислоты.

Пищевую лимонную кислоту получают сбраживанием сахаросодержащего сырья грибом *Aspergillus niger*. Практически в качестве такого сырья используют мелассу свеклосахарных заводов.

Лимонная кислота является трехосновной четырехатомной оксикислотой. Она кристаллизуется из водных растворов с одной молекулой воды.

Физические свойства ангидрида и моногидрата лимонной кислоты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Физические свойства лимонной кислоты

Показатели	Ангидрид	Моногидрат
Формула	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\cdot\text{H}_2\text{O}$
Молекулярная масса	192,12	210,14
Плотность, кг/м ³	1665	1542
Температура плавления, °С	153	70–75
Растворимость при температуре 25 °С (г/100 см ³ воды)	161,8	208,6

Лимонная кислота оптически недеятельна. В зависимости от качества лимонная кислота выпускается в виде моногидрата трех сортов: экстра, высший и 1-й.

Лимонную кислоту следует хранить в закрытом помещении на деревянных стеллажах или поддонах. Относительная влажность воздуха в складе должна быть не выше 70 %. Гарантийный срок хранения лимонной кислоты 6 мес. со дня изготовления. Если лимонная кислота упакована в ящики из гофрированного картона с вкладышем из подпергаменты, то срок ее хранения три месяца.

По органолептическим показателям к лимонной кислоте предъявляют следующие требования:

– внешний вид: бесцветные кристаллы или белый порошок без комков. Для лимонной кислоты 1-го сорта допускается желтоватый оттенок. Двухпроцентный раствор в дистиллированной воде должен быть прозрачным и не содержать механических примесей;

– вкус: кислый, без постороннего привкуса. Двухпроцентный раствор лимонной кислоты в дистиллированной воде не должен иметь запаха;

– структура: сыпучая и сухая, на ощупь не липкая, без посторонних примесей;

– по физико-химическим показателям лимонная кислота должна отвечать нормам.

Отбор проб для анализа

Пробы отбирают от отдельной партии. Под партией лимонной кислоты понимают определенное ее количество, изготовленное за одни сутки и оформленное одним документом о качестве. В партии для вскрытия выделяется 10 % мест (мешков, ящиков), но не менее 5 мест. Из каждого выделенного места мешочным щупом, погружая его в лимонную кислоту не менее чем на $\frac{3}{4}$ длины, из разных мест отбирают «точечные» пробы. Массовая доля точечной пробы должна быть не менее 100 г. Из точечных проб составляют объединенную пробу. Ее тщательно перемешивают и выделяют среднюю пробу массой не менее 600 г. Среднюю пробу делят на две равные части, одну из которых используют для анализа, а вторую, если необходимо, помещают в чистую сухую стеклянную банку с хорошо пригнанной пробкой или крышкой или засыпают в полиэтиленовый мешочек и герметически закрывают.

Порядок выполнения работы

1. Определение органолептических показателей лимонной кислоты

Изучить внешний вид, вкус, структуру.

2. Определение массовой доли лимонной кислоты

Метод основан на нейтрализации лимонной кислоты 1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталейна.

Материалы и реактивы:

Лимонная кислота, 1 н. раствор натрия гидроксида, 1 %-й спиртовой раствор фенолфталейна.

Порядок проведения анализа

Из средней пробы лимонной кислоты в сухой стаканчик отвешивают навеску массой около 2 г с точностью до $\pm 0,0002$ г. Навеску переносят в коническую колбу вместимостью 250 см³, растворяя в 50 см³ воды, и титруют 1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Массовую долю лимонной кислоты Л (%) вычисляют по формуле

$$Л = \frac{0,07V \cdot 100}{m}, \quad (13)$$

где 0,07 – количество лимонной кислоты (моногидрата), соответствующее 1 см³ 1 н. раствора гидроксида натрия, г; V – объем 1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, см³ ($V = 29\text{--}30$ см³); m – масса навески лимонной кислоты, г,

Допустимые отклонения между параллельными определениями не должны превышать 0,2 %.

3. Определение цвета лимонной кислоты

Основой метода является сравнение окраски раствора лимонной кислоты концентрацией 60 г в 100 см³ с окраской водных растворов йодной шкалы (шкала растворов сравнения).

Материалы и реактивы:

Лимонная кислота, йод, стандартный основной раствор йодной шкалы.

Порядок проведения анализа

Сначала из основного раствора концентрацией 0,1 мг в 1 см³ йодной шкалы готовится раствор сравнения. Йодная шкала состоит из основного раствора, смешанного с водой в различных соотношениях, при этом основной раствор отмеривается градуированной пипеткой или бюреткой с точностью до $\pm 0,02$ см³. Растворы сравнения готовят непосредственно перед анализом.

Соотношения основного раствора и дистиллированной воды для приготовления растворов с определенным показателем цветности приведены в табл 5.

Йодная шкала сравнения

Компонент шкалы	Показатель цветности											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основной раствор, см ³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дистиллированная вода, см ³	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88

Готовят 12 растворов с показателем цветности от одного до двенадцати. При приготовлении смешивают основной раствор, используемый объем которого (в см³) численно равен показателю цветности, с дистиллированной водой. При этом общий объем должен быть 100 см³.

Анализ можно выполнить двумя методами – визуальным и инструментальным на фотоэлектроколориметре (ФЭКе).

Визуальный метод

Метод основан на сопоставлении цвета раствора лимонной кислоты с эталоном.

Порядок выполнения работы

Лимонную кислоту в количестве 60 г взвешивают с точностью до $\pm 0,01$ г, затем ее растворяют в стакане с горячей дистиллированной водой и при нагревании на водяной бане количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³. Раствор охлаждают до комнатной температуры, а водой доводят его объем до метки. Содержимое колбы тщательно перемешивают и фильтруют под вакуумом через два слоя фильтра. Первые порции фильтрованного раствора отбрасывают. Из последующих порций на анализ берут по 20 см³. Показатель цветности отфильтрованного раствора определяют визуальным сравнением его окраски с окраской 20 см³ раствора сравнения, помещая их в одинаковые пробирки из бесцветного стекла диаметром 20–30 мм в проходящем свете на фоне молочного стекла. За показатель цветности раствора лимонной кислоты принимают показатель цветности раствора сравнения, имеющего такую же окраску. Если показатель цветности раствора лимонной кислоты является промежуточным между двумя соседними растворами сравнения, то его принимают равным раствору сравнения с большим показателем цветности.

Фотоэлектроколориметрический метод

Метод основан на измерении оптической плотности водного раствора лимонной кислоты концентрацией 60 г в 100 см³ и сравнении его со значением оптической плотности раствора йодной шкалы.

Для анализа используют ФЭК-60 или аппарат другой марки. Определению предшествует построение калибровочного графика.

Для этого в кювету прибора с рабочей длиной 50 мм помещают последовательно все растворы сравнения и определяют их оптическую плотность с синим светофильтром (на ФЭК-60, кювета № 3). В кювету сравнения наливают дистиллированную воду.

Калибровочную кривую строят, откладывая по оси абсцисс показатель цветности раствора сравнения (см. табл. 3), а по оси ординат – соответствующие им значения оптической плотности.

Порядок выполнения анализа

Подготовку кислоты к анализу проводят так же, как при визуальном методе. Значение оптической плотности фильтрованного исследуемого раствора лимонной кислоты определяют на фотоэлектроколориметре. Для этого отфильтрованный раствор помещают в кювету с рабочей длиной 50 мм, в кювету сравнения – дистиллированную воду и измеряют оптическую плотность так же, как и для построения калибровочной кривой. По значению оптической плотности исследуемого раствора лимонной кислоты и калибровочному графику или таблице определяют показатель цветности.

Цвет кислоты выражают в целых единицах показателя цветности раствора йодной шкалы.

4. Определение массовой доли золы

Основой метода является определение несгораемого остатка лимонной кислоты при прокаливании ее в муфельной печи при температуре от 600 до 800 °С.

Реактивы:

10 %-й раствор нитрата аммония.

Порядок выполнения анализа

Предварительно прокаливают тигель, доводя его при этом до постоянной массы.

Лимонную кислоту в количестве 2–3 г взвешивают с точностью до $\pm 0,0002$ г в прокаленном и взвешенном тигле, осторожно озоляют на электроплитке или газовой горелке, а затем прокаливают при температуре 600–800 °С в лабораторной электропечи. После первого прокаливания и охлаждения содержимое тигля осторожно смачивают тремя каплями раствора нитрата аммония, подсушивают и прокаливают до постоянной массы.

Массовую долю золы Z (в %) вычисляют по формуле

$$Z = \frac{(m_1 - m_0)}{m} 100, \quad (14)$$

где m_1 – масса тигля с золой, г; m_0 – масса пустого тигля, г; m – масса навески лимонной кислоты, г.

Допустимые отклонения между параллельными определениями не должны превышать 0,03 %.

5. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАЛЬТОЗЫ В ПИВНОМ СУСЛЕ

В растительном мире углеводы широко распространены, синтезируясь в зеленых частях растений. Наряду с белками и липидами углеводы являются необходимой составной частью пищи. Их количественное употребление преобладает над всеми компонентами в рационе людей.

В семенах злаков углеводы составляют до 80 % от их массы. Большое количество углеводов содержится в злаках ячменя, пшеницы и крупах в виде крахмала.

Углеводы – вещества, состоящие из углерода, кислорода и водорода с общей формулой $C_m(H_2O)_n$. Углеводы обладают оптической активностью, которая обуславливается наличием в молекулах асимметричных атомов углерода. Они делятся на две группы – моносахариды и полисахариды.

Моносахариды – углеводы, которые не подвергаются гидролизу, т. е. реакции, в процессе которой с присоединением молекулы воды углевод разлагается на сахара при меньшем содержании углерода. Наибольшее значение из моносахаридов в пищевых продуктах имеют глюкоза и фруктоза.

Из *полисахаридов первого порядка* наибольшее значение имеет дисахарид мальтозы. Мальтоза является кристаллическим веществом, хорошо растворима в воде. Мальтоза при гидролизе распадается на две молекулы глюкозы. В свободном состоянии мальтоза встречается в семенах злаковых, особенно при их прорастании. Мальтоза, в основном, образуется при неполном гидролизе крахмала и участии ферментов. Мальтоза сбраживается дрожжами в присутствии глюкозы.

Известно, что основным сырьем для производства пива является солод. Солод получают из различных сортов пивоваренного ячменя. Содержание полисахаридов и крахмала должно быть не менее 60 %.

Производство солода включает в себя следующие технологические процессы: очистку и сортировку ячменя, замачивание ячменя, солодоращение, сушку свежепроросшего солода, освобождение сухого солода от ростков и полировку солода. Далее солод поступает на производство для приготовления пивного сусла.

В пивном сусле мальтоза является основным компонентом сбраживаемых сахаров и составляет до 80 % его экстракта. При работе с реактивом Фелинга в реакцию (кроме мальтозы) вступают также другие сахара и несахаристые вещества. Поэтому общее количество веществ, восстанавливающих реактив Фелинга, называют «сырой» мальтозой.

Порядок выполнения работы

1. Определение «сырой» мальтозы методом Бертрана

Материалы и реактивы:

Сусло, растворы Фелинга 1, 2, 3; 0,1 н. раствор перманганата калия, вода дистиллированная.

Порядок проведения анализа

В коническую колбу емкостью 100 мл отмеривают 20 мл исследуемого раствора (10 мл сусла, разбавленного водой до 200 мл) и прибавляют 20 мл растворов Фелинга 1 и 2. Смесь доводят до кипения и кипятят в течение 3 мин, затем снимают с огня, образовавшемуся осадку дают отстояться в течение 2 мин и фильтруют через приготовленный асбестовый фильтр в трубке.

Жидкость осторожно сливают по палочке на фильтр в колбу Бунзена. Осадок из конической колбочки на фильтр переносить не рекомендуется. Далее фильтр промывают горячей водой. Фильтрование проводят при слабом разрежении (с помощью водоструйного насоса). При промывании и фильтрации нужно следить, чтобы осадок в колбе и на фильтре все время оставался под водой (во избежание окисления его кислородом воздуха).

Затем фильтр снимают с колбы Бунзена, выливают из нее собравшуюся жидкость, ополаскивают несколько раз и снова вставляют фильтр. К осадку гемиоксида меди в коническую колбу добавляют 25 мл раствора Фелинга 3. Тщательно ополаскивают им стенки колбы и сливают на фильтр. Асбестовый фильтр осторожно разрыхляют и перемешивают до полного растворения осадка, после исчезновения крупинок осадка меди включают насос и раствор переводят в колбу Бунзена. Коническую колбу тщательно промывают дистиллированной водой 2–3 раза, каждый раз сливая остатки на фильтр.

После этого фильтрат в колбе Бунзена титруют 0,1 н. раствором перманганата калия до тех пор, пока зеленый цвет раствора от одной капли перманганата не перейдет в розовый.

1 мл 0,1 н. раствора перманганата соответствует 6,36 мг меди. Умножая число израсходованных миллилитров перманганата на 6,36, получают число миллиграммов меди, соответствующее закиси меди, образовавшейся в результате восстановления раствора Фелинга 3 мальтозой, взятой на определение. По табл. 6 находят количество мальтозы, содержащейся в 20 мл разведенного сусла.

Таблица 6

Соотношение меди и мальтозы по методу Бертрона

Медь, мг	Мальтоза, мг	Медь, мг	Мальтоза, мг
25	22,55	29	26,00
26	23,46	30	27,00
27	24,36	31	27,91
28	25,22	32	28,00

2. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЯКОТИ В СОКАХ С МЯКОТЬЮ

Анализ проводят согласно ГОСТ 8756.10–70 «Продукты пищевые консервированные. Метод определения содержания мякоти в соках с мякотью».

Порядок выполнения работы

1. Анализ содержания мякоти в соках с мякотью

Материалы и реактивы:

Весы технические; центрифуга; пробирки центрифужные; стакан стеклянный лабораторный емкостью 250 см³; пипетки вместимостью 10,25 см³.

Порядок проведения анализа

В стеклянный лабораторный стакан объемом 250 см³ наливают 120 г средней пробы сока, тщательно размешивают и, не давая осесть мякоти, быстро переносят по 10 или 25 см³ в предварительно взвешенные центрифужные пробирки. Затем проверяют массу сока, учитывая, что в каждой пробирке ее должно быть 10 или 25 г с точностью до 0,01 г.

Пробирки с соком помещают в стакан с горячей водой при температуре 85–95 °С и выдерживают в воде до тех пор, пока температура сока не достигнет 60 °С. Пробирки переносят в центрифугу и центрифугируют в течение 20 мин при 8000 об/мин. Затем пробирки вынимают и осторожно сливают из них верхний прозрачный слой. Далее пробирки с осадком переворачивают вверх дном, ставят на фильтровальную бумагу и дают стечь жидкости в течение 5 мин. Осевшую мякоть в пробирках взвешивают с точностью до 0,01 г.

Подсчет результатов. Содержание мякоти в соке (X , %) вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \quad (15)$$

где m_1 – масса сока в пробирке, г; m – масса осадка в пробирке, г.

Массу осадка определяют по разности между массой осадка с пробиркой и массой пустой пробирки.

2. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С (АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ) В БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКАХ И СОКАХ

Все витамины относятся к незаменимым факторам питания. Основным источником большинства витаминов для человека – продукты питания, так как в организме они не синтезируются или синтезируются в недостаточном количестве.

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения, которые обладают способностью стимулировать химические реакции, протекающие в организме, а также активно участвуют в образовании и функционировании ферментов. Являясь составной частью ферментов, витамины определяют их активность и нормальную функцию, влияют на усвоение организмом питательных веществ, способствуют нормальному росту клеток.

При их недостатке в пище снижается сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям, к действию неблагоприятных факторов окружающей среды. При недостатке витаминов в организме снижается работоспособность, повышается утомляемость человека.

Если в организме недостаток или полное отсутствие какого-либо витамина, это приводит к нарушению обмена веществ.

Все витамины делятся на три группы: водорастворимые, жирорастворимые и жироподобные соединения.

Аскорбиновая кислота (витамин С) относится к водорастворимым витаминам. Она содержится в овощах, фруктах, ягодах и плодах. Витамин С полностью разрушается при нагревании выше 80 °С. В щелочной среде данный витамин разрушается еще быстрее.

Аскорбиновая кислота представляет собой бесцветные кристаллы кислого вкуса, хорошо растворимые в воде. В растворах витамин С очень чувствителен к действию кислорода воздуха, разрушаясь даже при комнатной температуре. Его разрушение катализируется окислительными ферментами и рядом металлов (медью, железом и др.).

Витамин С существует в двух формах – собственно аскорбиновой кислоты и легко образующейся при ее окислении дегидроаскорбиновой кислоты, которая при восстановлении снова дает аскорбиновую кислоту.

Аскорбиновая кислота играет важную роль в обменных процессах, в усвоении белков, в углеводном и жировом обмене.

В организме человека витамин С не образуется и не накапливается, поэтому необходимое количество аскорбиновой кислоты должно поступать с пищей. Суточная потребность в витамине С составляет: для взрослых – от 50 до 100 мг на 1 кг массы тела, для детей – от 30 до 70 мг.

Определение массовой доли аскорбиновой кислоты проводят химическими методами, которые основаны на ее восстановительных свойствах.

Анализ проводят согласно ГОСТ 24556 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Метод основан на экстрагировании витамина С раствором кислоты (соляной) с последующим титрованием визуальным или потенциометрически раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до установления светло-розовой окраски.

Материалы и реактивы:

Весы лабораторные общего назначения 1-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г; 2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия; раствор массовой концентрации 0,250 г/дм³; кислота аскорбиновая; растворы массовыми концентрациями 1,0 и 0,1 г/дм³; 2 %-й раствор соляной кислоты плотностью 1,19 г/см³.

Приготовление экстрагирующего раствора

В качестве экстрагирующего раствора используют раствор соляной кислоты с массовой долей 2 %.

Приготовление стандартного раствора аскорбиновой кислоты

Для приготовления раствора аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 г/л на аналитических весах взвешивают 0,1 г кислоты, растворяют в экстрагирующем растворе в колбе емкостью 100 мл и доводят до метки.

Растворы аскорбиновой кислоты неустойчивы, поэтому их готовят перед проведением испытания.

Приготовление раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и определение его титра

Сперва 0,05 г 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия растворяют в приблизительно 150 см³ горячей воды, предварительно прокипяченной в течение 30 мин или содержащей 0,042 г двууглекислого

натрия, затем охлаждают до комнатной температуры, доводят до объема 200 см^3 той же охлажденной водой, перемешивают и фильтруют в темную склянку. Раствор хранят в холодильнике не более 10 дней.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия устанавливают по стандартному раствору аскорбиновой кислоты концентрации $1,0\text{ г/л}$ в день проведения испытания. Для этого в две колбы вместимостью 50 или 100 см^3 , в которые предварительно добавлено по 9 см^3 воды, вносят пипеткой по 1 см^3 раствора аскорбиновой кислоты и быстро титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 15–20 с.

Одновременно проводят контрольное испытание. Для этого в колбу вместимостью 50 или 100 см^3 вносят 1 см^3 экстрагирующего раствора, 9 см^3 дистиллированной воды и титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в граммах аскорбиновой кислоты, эквивалентного одному кубическому сантиметру раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, вычисляют по формуле

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2}, \quad (16)$$

где m – масса аскорбиновой кислоты, содержащаяся в 1 см^3 стандартного раствора, г; V_1 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование стандартного раствора аскорбиновой кислоты (см^3); V_2 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на контрольное испытание (см^3).

Порядок проведения анализа

1. Экстрагирование

Для приготовления экстракта навеску пробы массой от 5 до 50 г взвешивают с погрешностью $\pm 0,01\text{ г}$. В целях экстрагирования витамина С из жидких продуктов навеску пробы от 5 до 50 г переносят в мерные колбы или цилиндр вместимостью 100 см^3 , смывая стенки стакана небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживают 10 мин, перемешивают и фильтруют.

2. Визуальное титрование

В колбу вместимостью 50 или 100 см³ пипеткой вносят от 1 до 10 см³ экстракта, доводят объем водой до 10 см³ и титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 15–20 с.

3. Обработка результатов

Расчет содержания аскорбиновой кислоты (%) в 100 г продукта производится по формуле

$$X = V_1TV_3 \cdot 100/V_4m, \quad (17)$$

где V_1 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованный на титрование экстракта пробы, см³; T – титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, г/см³; V_3 – объем экстракта, полученный при экстрагировании витамина С из навески продукта, см³; V_4 – объем экстракта, используемый для титрования, см³; m – масса навески продукта, г.

4. Написать отчет о проделанной работе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКЕ

Крахмальная патока представляет собой вязкую, сладкую, бесцветную или слабо-желтую жидкость, получаемую путем осахаривания (гидролиза) картофельного или кукурузного крахмала. Гидролиз проводят разбавленными минеральными кислотами (соляной или серной) или ферментами (альфа-, бета-амилазой и глюкоамилазой) зернового, грибного или бактериального происхождения. Некоторые виды патоки получают комбинацией кислотного и ферментативного гидролиза.

Основную массу патоки получают путем кислотного гидролиза крахмала при температуре 100–150 °С. Процесс начинается с растворения крахмала за счет нарушения его микрокристаллической структуры, ослабления и нарушения связей между отдельными макромолекулами, но без разрыва главных валентностей. При дальнейшем воздействии кислоты разрываются глюкозные связи, и по месту их разрыва присоединяется молекула воды. В результате разрыва всех глюкозидных связей образуется глюкоза. Химизм полного кислотного гидролиза выражается уравнением (без учета промежуточных продуктов)



В качестве промежуточных продуктов гидролиза образуются декстрины различной молекулярной массы. Продукт неполного гидролиза крахмала, полученный путем очистки и уваривания крахмального гидролизата до концентрации сухих веществ около 80 %, называется патокой. Она представляет собой смесь растворимых в воде декстринов, мальтозы и глюкозы.

В зависимости от глубины гидролиза крахмала вырабатываются три вида крахмальной патоки: карамельная (К), низкоосахаренная (КН) и глюкозная высокоосахаренная (ГВ). Карамельная патока выпускается двух сортов: высшего (КВ) и I (КИ). Все эти виды и сорта патоки различаются по содержанию декстринов и редуцирующих сахаров (условно рассчитываемых на глюкозу). В высшем и I сортах карамельной патоки с общим количеством редуцирующих

веществ от 38 до 44 % содержится 19–21 % глюкозы, 18–20 % мальтозы и 55–60 % декстринов.

Применение определенного вида патоки для тех или иных целей обусловлено ее химическим составом и свойствами основных компонентов. Декстрины, обладая высокой вязкостью, выполняют роль антикристаллизатора сахарозы (чем выше вязкость растворов, тем ниже скорость кристаллизации). Это свойство декстринов используется при производстве карамели, которая представляет собой сахаропаточный раствор, уваренный до влажности не более 3 %. Редуцирующие сахара патоки также тормозят кристаллизацию сахарозы в карамельной массе за счет повышения содержания сухих веществ и снижения растворимости сахарозы, но свойство антикристаллизатора у них выражено значительно слабее, чем у декстринов. Кроме того, глюкоза и мальтоза (особенно после прогревания) становятся гигроскопичными. Следовательно, повышение содержания редуцирующих сахаров в патоке приводит к уменьшению ее антикристаллизационных свойств за счет снижения количества декстринов и обуславливает получение карамели с высокой гигроскопичностью. При хранении карамель поглощает влагу из окружающего воздуха, становится липкой, мутной и теряет свои качества.

В последние годы стали вырабатывать карамельную низкосахаренную патоку (КН) с массовой долей редуцирующих веществ в пределах 30–34 % (19,5–21,5 % мальтозы и 11–12,5 % глюкозы) и 66–69,5 % декстринов, являющуюся лучшим антикристаллизатором и позволяющую получать малогигроскопичную карамель.

При использовании в качестве сахаристого продукта, содержащего в основном мальтозу и глюкозу, получают высокосахаренную патоку (ГВ), в состав которой входит обычно 45–60 % редуцирующих веществ, в том числе до 40–50 % глюкозы. Эта патока обладает более сладким вкусом, меньшей вязкостью и большей гигроскопичностью, чем карамельная патока. Вязкость высокосахаренной патоки втрое ниже вязкости карамельной патоки, так как содержание декстринов в ней составляет всего от 5 до 8 %. Благодаря этим качествам высокосахаренная глюкозная патока находит широкое применение в изготовлении варенья, джемов, фруктовых сиропов, повидла, желе, при консервировании плодов и ягод, предотвращая их засахаривание при хранении. Использование этой патоки в хлебопечении и при выработке мучных кондитерских изделий способствует удли-

нению срока их хранения за счет повышения влагоудерживающей способности и замедления процесса черствения. Применение патоки глюкозной высокоосахаренной в производстве помадных конфет улучшает их вкусовые достоинства и повышает стойкость против высыхания.

Согласно регламенту, качество крахмальной патоки должно удовлетворять требованиям, представленным в табл. 7.

Таблица 7

Показатели качества патоки

Показатель	Характеристика и нормы для патоки			
	караме- льной низкооса- харенной (КН)	карамельной		глюкозной высокооса- харенной (ГВ)
		высшего сорта (КВ)	I сорта	
Прозрачность	Прозрачная. Допускается небольшая опалесценция. Леденец, получаемый при варке карамельной пробы, должен быть прозрачным			
Вкус и запах	Свойственные патоке, без постороннего привкуса и запаха			
Массовая доля сухих веществ, (СВ) %, не менее	78,0	78,0	78,0	78,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %, в пересчете на СВ	30–34	38–42	34–44	44–60
Массовая доля золы в пересчете на сухие вещества, %, не более	0,4	0,4	0,45	0,55
Кислотность патоки, см ³ 0,1 н. раствора NaOH в пересчете на сухие вещества, не более:				
картофельной	25	25	27	—
кукурузной	12	12	17	—
рН патоки, не ниже:				
картофельной	4,6	4,6	4,6	—
кукурузной	4,6	4,6	4,6	—
Температура карамельной пробы, °С	155	145	140	—

Порядок выполнения работы

1. Приготовление основного раствора патоки

Патока представляет собой очень вязкий продукт, непосредственный анализ которого по некоторым показателям качества практически невозможен. Поэтому для определения массовой доли редуцирующих сахаров, кислотности и других показателей качества патоки готовят 20 %-й раствор патоки и называют его основным раствором.

Порядок проведения анализа

В предварительно взвешенной бюксе отвешивают 50 г патоки с погрешностью $\pm 0,01$ г. Навеску смывают горячей дистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 250 см³. После охлаждения до температуры 20 °С колбу доливают водой до метки и тщательно перемешивают.

2. Определение массовой доли сухих веществ

Предусмотрено определение этого показателя рефрактометром типа РПЛ-3 (рефрактометр пищевой лабораторный) и рефрактометром типа РПЛ-2 (рефрактометр прецизионный лабораторный).

На рефрактометре РПЛ-3 можно определить показатель рефракции в концентрированных растворах с относительно высоким коэффициентом преломления (до 1,540), поэтому в этом случае содержание сухих веществ определяют без предварительного разведения патоки водой.

Техника определения

3–4 капли патоки наносят на призму рефрактометра и отсчитывают по шкале содержание сухих веществ. В связи с тем что шкала сухих веществ рефрактометра проградуирована по растворам сахарозы, а в состав сухих веществ патоки входят глюкоза, мальтоза и различные декстрины, растворы которых имеют несколько отличные от соответствующих растворов сахарозы показатели преломления, то для получения правильных данных о массовой доле сухих веществ патоки необходимо внести коррективы. Полученный на рефрактометре результат следует умножить на коэффициент пересчета. Этот коэффициент непостоянен и зависит от соотношения сахаров и декстринов в патоке, которое характеризуется массовой долей редуцирующих в ней веществ.

Для определения коэффициента пересчета проводят поляризацию основного раствора патоки на сахариметре в трубке длиной 100 мм.

По результатам отсчета на шкале сахариметра находят значение коэффициента пересчета.

Запись в лабораторном журнале

Показания рефрактометра при температуре °C (A)

Поправка на температуру (B)

Показания рефрактометра при 20 °C ($A \pm B$)

Коэффициент пересчета (K)

Массовая доля сухих веществ в патоке [$(A \pm B)K$]

Заключение.

3. Определение СВ на рефрактометре РПЛ-2

ГОСТом предусмотрено определение на этом приборе массовой доли сухих веществ в низкосахаренной патоке, а также в патоке с массовой долей сухих веществ 83 % и выше с предварительным разведением ее водой.

Порядок проведения анализа

Взвешивают бюксу со стеклянной палочкой и крышкой (палочка должна быть такого размера, чтобы бюкса закрывалась крышкой), помещают в нее 5 г патоки и снова взвешивают с погрешностью $\pm 0,0002$ г. В бюксу с патокой цилиндром или градуированной пипеткой вносят дистиллированную воду в количестве, несколько превышающем (на 2–3 см³) удвоенное количество взятой пробы. Патоку растворяют в открытой бюксе на водяной бане при температуре не выше 70 °C. Затем бюксу с раствором охлаждают, закрывают крышкой, тщательно вытирают снаружи фильтровальной бумагой. Взвешивают бюксу с раствором, палочкой и крышкой.

Далее 3–5 капель раствора наносят на призму рефрактометра и отсчитывают показания по шкале прибора при 20 °C. Если температура отличается от 20 °C, то по соответствующей таблице в приложении находят поправку, которую прибавляют или вычитают из показаний рефрактометра. По полученному отсчету в таблице, приложенной к рефрактометру, находят массовую долю сухих веществ в растворе патоки.

Для определения видимого содержания сухих веществ в патоке умножают массовую долю сухих веществ в растворе патоки на разведение патоки (отношение массы раствора патоки к массе патоки). Полученное значение умножают на коэффициент пересчета

в целях определения величины истинного содержания веществ в патоке. Этот коэффициент можно найти в табл. 8 по показанию сахариметра при поляризации основного раствора патоки, а также по массовой доле редуцирующих в ней сахаров (в случае определения их йодометрическим методом).

Таблица 8

Массовая доля редуцирующих веществ, %	Коэффициент пересчета
30–34	0,9608
35–44	0,9661
45–50	0,9720
51–55	0,9760
56–60	0,9798

Массовую долю сухих веществ C (в %) рассчитывают по формуле

$$C = C_p \frac{M}{m} K, \quad (19)$$

где C_p – массовая доля сухих веществ в растворе патоки, %; M – масса раствора патоки, г; m – масса патоки, г; K – коэффициент пересчета.

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы (m_1), г

Масса бюксы с патокой (m_2), г

Масса патоки ($m = m_2 - m_1$), г

Масса бюксы с раствором патоки, г

Масса раствора патоки $M = m_3 - m_1$, г

Разведение патоки (M/m), г

Показание рефрактометра при °C,

Деление шкалы

Поправка на температуру (B)

Деление шкалы

Показание рефрактометра при 20 °C ($A \pm B$)

Деление шкалы

Массовая доля сухих веществ (C_p) в растворе патоки (по табл. 8), %

Коэффициент пересчета (K), %

Массовая доля сухих веществ в патоке (C), %

Заключение.

3. Определение температуры карамельной пробы

Температуру карамельной пробы определяют для карамельной и низкоосахаренной патоки.

Техника определения для карамельной патоки

В емкость диаметром около 12 см и высотой около 3 см наливают приблизительно 100 см³ патоки, что соответствует массе 140–150 г, и нагревают на электрической плитке. Интенсивность нагрева регулируют таким образом, чтобы продолжительность варки от начала кипения до достижения необходимой температуры была не менее 20 мин для патоки с массовой долей сухих веществ 81,6 % и не менее 25 мин для патоки с массовой долей сухих веществ 78,0 %.

Вначале патока кипит спокойно, но по мере удаления воды мелкие пузырьки сменяются более крупными. Когда появляются большие пузыри, патоку начинают перемешивать термометром и наблюдают за изменением окраски патоки. Если появляются темные пятна и прожилки, фиксируют температуру и считают, что патока выдержала пробу только до этой температуры. Если цвет патоки не изменяется, то продолжают ее нагревать до температуры, установленной для данного вида патоки. Затем содержимое емкости выливают на мраморную или керамическую плиту или на лист белой жести и после охлаждения определяют качество леденца. Окраска леденца может несколько отличаться от окраски исходной патоки, леденец должен быть прозрачным, без темных прожилок и пятен.

Техника определения для низкоосахаренной патоки

В емкость вносят 100 г сахарного песка, вливают 25 см³ воды и нагревают на электрической плитке до полного растворения сахара, после чего туда добавляют 50 г патоки. Смесь перемешивают термометром до получения однородной массы, продолжая нагревать до температуры 150 °С. Массу перемешивают и наблюдают за изменением окраски. При достижении в массе температуры 155 °С содержимое выливают на мраморную или керамическую плиту или на лист белой жести.

Требования к внешнему виду леденца такие же, как и для леденца, полученного из карамельной патоки.

Определение цветности патоки. Определяют цветность патоки, сравнивая ее с типовыми образцами (эталоны), приготовленными растворением органической краски (метаниловая желтая АТ 250). Готовят основной раствор краски, взвешивая навеску массой 0,2 г,

с погрешностью $\pm 0,0002$ г и перенося ее количественно в мерную колбу вместимостью 1 дм³. Объем колбы доводят дистиллированной водой до метки.

Далее готовят эталоны краски.

Для эталона I: 3 см³ основного раствора краски доводят дистиллированной водой до объема 200 см³ и перемешивают.

Для эталона II: 6 см³ основного раствора краски доводят дистиллированной водой до объема 200 см³ и перемешивают.

Сравнивают невооруженным глазом патоку с эталонами в стаканах из бесцветного стекла при дневном свете на фоне белой бумаги.

Патоку, оказавшуюся менее или одинаково окрашенной с эталоном I, относят к высшему сорту. Патоку, окрашенную более интенсивно, чем эталон I, или имеющую одинаковую степень окраски с эталоном II, относят к I сорту.

Определение кислотности. Кислотность патоки обусловливается наличием в ней кислых фосфатов, перешедших из крахмала в патоку, или возможным остатком минеральной кислоты, применявшейся при гидролизе крахмала (в нестандартной патоке), а также кислотами, которые образуются при хранении за счет развития кислотообразующих бактерий. Этот показатель выражается в градусах кислотности патоки, под которым подразумевают количество (мл) 0,1 н. раствора гидроксида натрия (или калия), необходимого для нейтрализации 100 г сухих веществ патоки при индикаторе фенолфталеине (см³).

Кислотность патоки оказывает влияние на качество готовой карамели, которую получают увариванием раствора сахара и патоки. Известно, что при повышенной температуре и в кислой среде сахароза гидролизруется с образованием глюкозы и фруктозы. Эта реакция в определенных условиях протекает при получении карамели, так как конечная температура уваривания карамельной массы 140–145 °С. Использование патоки с высокой кислотностью создает кислую реакцию среды, необходимую для инверсии сахарозы. Образование инвертного сахара крайне нежелательно, ибо увеличивается содержание редуцирующих сахаров в готовом продукте. Кроме того, образующаяся фруктоза как самый гигроскопичный сахар повышает гигроскопичность карамели, которая при хранении начинает поглощать влагу из окружающего воздуха и намокает.

Порядок проведения анализа

Из основного раствора патоки отбирают пипеткой 100 см³, помещают в коническую колбу, прибавляют 3–5 капель фенолфталина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до явно заметной розовой окраски. Результат пересчитывают на 100 г сухих веществ патоки.

Кислотность патоки X (в градусах) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot 100}{mC}, \quad (20)$$

где V – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия, пошедшее на титрование, см³; m – масса патоки, содержащаяся в 100 см³ основного раствора, г; C – массовая доля сухих веществ патоки, %.

Запись в лабораторном журнале

*Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия (см³),
пошедшее на титрование 100 см³ основного
раствора патоки (V)*

*Масса патоки (m), содержащаяся в 100 см³
основного (g) раствора*

*Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, (см³),
пошедшее на титрование 100 г патоки при ее
фактической массовой доле влаги*

Массовая доля сухих веществ патоки (C), %

*Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия (см³),
пошедшее на титрование 100 г сухих веществ
патоки (кислотность, X), град*

Заключение.

АНАЛИЗ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

Для разрыхления пшеничного теста используют дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*. В одном грамме прессованных дрожжей содержится около 15 млрд дрожжевых клеток. Дрожжи вызывают в тесте спиртовое брожение в пшеничных, ржаных полуфабрикатах и их биологическое разрыхление в анаэробных условиях. Жизнедеятельность этих микроорганизмов начинается на стадии замеса теста, в период брожения она достигает наибольшей активности, а при выпечке микроорганизмы погибают.

Дрожжи являются основным сырьем в хлебобулочном производстве. К качеству дрожжей предъявляются особые требования. Регламентируются дрожжи согласно ГОСТу по органолептическим и физико-химическим показателям.

Прессованные дрожжи хранят в холодильниках при температуре от 0 до 6 °С. Срок хранения дрожжей при таких условиях не более 12 суток.

Цель работы: изучить нормативную и техническую документацию на дрожжи прессованные; оценить их качество по органолептическим и физико-химическим показателям.

Приборы и посуда: весы технические; термостат; прибор ПИВИ-1; сушильный шкаф СЭШ-3М; бюксы металлические; эксикатор; нож; титровальная установка; термометры спиртовые; фарфоровые ступки с пестиком; цилиндры объемом 100 мл; стаканы емкостью 200–250 мл; колбы вместимостью 100 мл; стандартные металлические форты с перекалиной; сосуды для замеса теста.

Материалы и реактивы: дрожжи хлебопекарные прессованные; мука; вода; 2,5 %-й солевой раствор; 0,1 н. раствор NaOH; 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина.

Порядок выполнения работы:

1. Определение органолептических показателей прессованных дрожжей.

Оценку качества дрожжей проводят по средней, отобранной из поступившей, пробе и распространяют ее на всю партию.

К органолептическим показателям дрожжей относятся цвет, консистенция, запах и вкус.

Прессованные дрожжи должны иметь равномерный светлый цвет с серым или кремовым оттенком; плотную консистенцию, легко ломаться и не мазаться. Вкус и запах должны быть свойственны дрожжам, без посторонних запахов – плесневого, гнилостного и др.

2. Определение физико-химических показателей прессованных дрожжей

2.1. Определение массовой доли влаги в дрожжах

Массовая доля влаги в дрожжах – один из важных показателей качества. Чем она выше, тем дрожжи менее стойки при хранении.

Э к с п р е с с - м е т о д. Из бумаги вырезать два квадрата размером 16×16 см. Квадраты сложить по диагонали и загнуть края получившихся пакетов. Пустые пакеты положить в прибор ПИВИ-1 (влагомер) и высушить в течение 3 мин при температуре 160 °С. Затем пакеты охладить в эксикаторе в течение 2–3 мин и взвесить с точностью до 0,05 г. Массу пустых пакетов записать. Навески прессованных дрожжей массой от 4 до 5 г положить в каждый пакет и равномерно распределить. Пакеты закрыть и высушить при температуре 160 °С в течение 7 мин. После этого пакеты для охлаждения поместить в эксикатор на 2–3 мин и затем взвесить.

Массовую долю влаги рассчитать по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} 100, \quad (21)$$

где W – массовая доля влаги, %; m_1 – масса пакета с дрожжами до высушивания, г; m_2 – масса пакета с дрожжами после высушивания; m – масса навески дрожжей, г.

Из двух параллельных определений берут среднее значение.

У с к о р е н н ы й м е т о д. При ускоренном методе высушивания в две заранее высушенные до постоянной массы и взвешенные бюксы отвешивают по 1,5 г дрожжей с точностью до 0,01 г и помещают на 1 ч в сушильный шкаф, предварительно разогретый до температуры 130 °С. Навески высушивают в бюксах с открытыми крышками. Бюксы при этом должны стоять на крышечках.

После высушивания бюксы вынимают щипцами, тотчас закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения. Время охлаждения не должно быть менее 20 мин и более 2 ч.

После охлаждения бюксы взвешивают. Массовую долю влаги вычисляют по формуле. Из двух параллельных определений берут среднее значение.

Массовая доля влаги в прессованных дрожжах должна составлять не более 75 %.

2.2. Определение кислотности дрожжей

Повышение кислотности прежде всего свидетельствует о зараженности дрожжей кислотообразующими бактериями. Кислотность выражается в количественном содержании уксусной кислоты в 100 г (мг/100 г) дрожжей.

Навеску прессованных дрожжей массой 10 г переносят в фарфоровую ступку, добавляют 50 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивают до получения однородной массы, прибавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия (NaOH) до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Кислотность дрожжей (мг уксусной кислоты) определяют по формуле

$$K = \frac{V \cdot 6 \cdot 100k}{10}, \quad (22)$$

где V – объем раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, мл; 6 – объем уксусной кислоты, соответствующий объему раствора, равному 1 мл 1н. раствора гидроксида натрия; k – поправочный коэффициент к титру раствора щелочи ($k = 1$).

Кислотность дрожжей должна соответствовать следующим значениям:

- не более 120,0 мг уксусной кислоты в день выработки;
- не более 300,0 мг уксусной кислоты на 12-е сутки после выработки.

2.3. Определение подъемной силы дрожжей

Подъемная сила дрожжей характеризует их бродильную активность. Это один из важных показателей качества.

У с к о р е н н ы й м е т о д. Навеску дрожжей массой 0,31 г переносят в фарфоровую ступку, вливают 4,8 мл нагретого до температуры 35 °С 2,5 %-го раствора хлорида натрия и тщательно перемешивают пестиком. К полученной смеси добавляют 7 г муки,

замешивают тесто и придают ему форму шарика. Шарик помещают в стакан с водой, нагретой до температуры 35 °С, а затем – в термостат той же температуры. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплытия. Время всплытия шарика умножают на коэффициент 3,5.

Стандартный метод. В термостат температурой 35 °С предварительно помещают на 2 ч 280 г муки пшеничной и 160 мл 2,5 %-го раствора соли, приготовленного на питьевой воде.

Навеску дрожжей массой 5 г переносят в фарфоровую ступку добавляют 20 мл раствора соли и перемешивают до исчезновения комочков.

Разведенные дрожжи переливают в сосуд для замеса теста, туда же добавляют 280 г муки и оставшийся раствор соли – 140 мл. Тесто замешивают вручную. Ему придают форму батона и переносят в металлическую форму, смазанную растительным маслом и подогретую в термостате при температуре 35 °С.

Металлическая форма представляет собой трапецию в продольном и поперечном разрезах определенных стандартных размеров, регламентируемых ГОСТом. На длинные борта формы кладут поперечную металлическую перекладину, входящую на 1,5 см в форму.

Форму с тестом ставят в термостат с температурой 35 °С и следят за тем, чтобы тесто коснулось перекладины. Время, прошедшее с момента внесения теста в форму до момента прикосновения его к нижнему краю перекладины, называется подъемной силой.

Подъемная сила у дрожжей хлебопекарных прессованных должна быть не более 70 мин.

2.4. Определение мальтазной активности дрожжей весовым методом

Бродильная активность дрожжей характеризуется их мальтазной активностью.

Дрожжи используются для разрыхления теста за счет сбраживания сахаров – глюкозы, фруктозы, мальтозы – и выражаются временем в минутах, затраченным для выделения 10 мл диоксида углерода при сбраживании 10 %-го раствора соответствующего сахара.

Приготовить 5 %-й раствор мальтозы на дистиллированной воде и раствор дрожжей прессованных. Для этого 0,5 г дрожжей смешать с 10 мл водопроводной воды температурой 35 °С.

Сухую колбу емкостью 100 мл взвесить на технических весах. Записать вес колбы. В колбу добавить раствор дрожжей и 10 мл 5 %-го раствора мальтозы. Перемешать, взвесить колбу с раствором на технических весах. Вес записать. Далее колбу с раствором взвешивать каждые 10 мин, пока вес колбы не уменьшится на 10 г.

Мальтазная активность дрожжей должна быть от 60 до 90 мин.

3. Написать отчет о проделанной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

1. Роль жиров для жизнедеятельности человека.
2. Классификация липидов.
3. Арбитражный метод определения жира.
4. Что представляет собой клетчатка?
5. На чем основаны методы определения клетчатки?
6. Какие вещества участвуют в формировании аромата хлеба?
7. Назовите методы определения ароматобразующих веществ в хлебе.
8. В чем заключается метод определения содержания бисульфитсвязывающих веществ в хлебе?
9. Какова техника определения содержания ацетальдегида и суммарного количества летучих альдегидов в хлебе?
10. В каких единицах выражают количество ацетальдегида и суммарное количество летучих альдегидов?
11. Каков химический состав патоки, используемой для изготовления карамели, и механизм ее действия как антикристаллизатора?
12. Обосновать рецептуру карамели на патоке.
13. Как производится расчет рецептуры карамели?
14. Обосновать технологические режимы изготовления карамели на патоке.
15. Ферриционидный метод определения редуцирующих сахаров.
16. Какие сахара считаются редуцирующими?
17. Из какого сырья получают пищевую молочную кислоту?
18. Органолептические показатели молочной кислоты.
19. Как хранится молочная кислота?
20. Как производится отбор проб на анализ?
21. Как определить массовую долю молочной кислоты?
22. Из какого сырья получают пищевую лимонную кислоту?
23. В какие безалкогольные напитки добавляют лимонную кислоту?
24. С какой целью в пищевые продукты вносят пищевые кислоты?
25. Органолептические показатели лимонной кислоты.
26. Как хранится лимонная кислота?

27. Как производится отбор проб на анализ?
28. Как определить массовую долю лимонной кислоты в напитках?
29. Как определить массовую долю золы в лимонной кислоте?
30. Визуальный метод определения цвета лимонной кислоты.
31. Фотоколориметрический метод определения цвета лимонной кислоты.
32. Классификация углеводов.
33. Физиологическое значение углеводов.
34. Усваиваемые и неусваиваемые углеводы.
35. Химическое строение и функции клетчатки в растениях.
36. На чем основаны методы определения количества клетчатки?
37. Что такое «сырая» мальтоза?
38. Принцип определения «сырой» мальтозы по методу Бертрана.
39. Роль витаминов в жизнедеятельности человека.
40. Классификация витаминов. Три группы витаминов.
41. Водорастворимые витамины.
42. Жирорастворимые витамины и витаминоподобные соединения.
43. В чем сущность метода определения содержания аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах?
44. Химический состав прессованных хлебопекарных дрожжей.
45. Методы определения бродильной активности дрожжей хлебопекарных прессованных.
46. Методы определения зимазной и мальтазной активности дрожжей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 24556.** Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
2. **ГОСТ 8756.10–70.** Продукты пищевые консервированные. Метод определения содержания мякоти в соках с мякотью.
3. **Василинец И.М.** Основы технологий пищевых продуктов из сырья растительного происхождения: Текст лекций. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 152 с.
4. **Василинец И.М., Колодязная В.С., Ишевский А.Л.** Состав и свойства пищевых продуктов: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2001.
5. **Ковальская Л.П.** Общая технология пищевых производств. – М.: Колос, 1993. – 383 с.
6. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: В 4-х кн. Кн. 1. Титриметрические методы анализа. – М.: КолосС, 2005. – 239 с.
7. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: В 4-х кн. Кн. 2. Оптические методы анализа. – М.: КолосС, 2005. – 288 с.
8. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: В 4-х кн. Кн. 3. Электрохимические методы анализа. – М.: КолосС, 2005. – 232 с.
9. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: В 4-х кн. Кн. 4. Хроматографические методы анализа. – М.: КолосС, 2005. – 288 с.
10. **Лурье И.С.** Технохимический контроль сырья в кондитерском производстве. Справ. – М.: Агропромиздат, 2007. – 272 с.
11. **Мальцев П.М., Великая Е.И.** Химико-технологический контроль производства солода и пива. – М.: Пищ. пром-сть, 1996. – 448 с.
12. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. – М.: Колос, 1992. – 446 с.
13. **Федорова Р.А.** Санитария и гигиена при производстве хлебобулочных изделий: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 40 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Температурные поправки, рассчитанные на 20 °С

Температура	Количество сухих веществ, %					
	30	40	50	60	70	75
	От процента сухих веществ отнять					
16	0,28	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32
17	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24
18	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
К проценту сухих веществ прибавить						
21	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24
24	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32
25	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

Фёдорова Рита Александровна

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Подписано в печать 17.02.2015. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,72. Печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 3,63

Тираж 60 экз. Заказ № С 4

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9