

В.А. Исаева, К.В. Граждан

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Иваново

2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

В. А. Исаева, К. В. Граждан

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Иваново 2018

УДК 664:543.6

Исаева, В.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Основы технологии пищевых производств» / В.А. Исаева, К.В. Граждан; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 99 с.

Приведено описание лабораторных работ по дисциплине «Основы технологии пищевых производств» с кратким изложением теоретических основ. Приведенные в лабораторном практикуме работы позволяют лучше усвоить дисциплину «Основы технологии пищевых производств», учат оценивать качество пищевых продуктов, знакомят с методами их анализа. Для большинства показателей качества продуктов пищевых производств приведены нормативные значения, предусмотренные ГОСТами.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Технологические машины и оборудование», профилю «Машины и аппараты пищевых производств».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кандидат химических наук Ж.Ф. Гессе

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России);

кандидат химических наук И.М. Семенов

(ООО «Ультрастаб», г. Москва).

© Исаева В.А., Граждан К.В., 2018

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	7
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДАМИ ВЫСУШИВАНИЯ.....	10
РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПО СУХОМУ ВЕЩЕСТВУ..	14
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	14
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	14
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ	17
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	20
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	20
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА.....	22
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ (КЛЕТЧАТКИ) В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	26
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	26
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ ПО КЮРШНЕРУ И ГАНЕКУ....	29
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ.....	30
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	30
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ.....	34
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТНОЙ ЖЕСТКОСТИ.....	35
УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА	37
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. АНАЛИЗ МАКАРОН.....	38
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	38
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	43
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	46
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. АНАЛИЗ ХЛЕБА.....	46
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	46
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА.....	54

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	55
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	64
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ЖИРОВ.....	64
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	64
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИРОВ	73
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИРОВ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	74
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	86
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. АНАЛИЗ МОЛОКА	86
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....	86
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА	91
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ.....	92
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	98
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Качество пищевых продуктов – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением. Качество пищевых продуктов должно соответствовать требованиям стандартов. Наиболее существенное влияние на формирование и сохранение качества пищевых продуктов оказывают вид и качество сырья, режимы проведения технологического процесса, упаковка и состояние тары, транспортировка, условия хранения и реализации продуктов. Недоброкачественное сырье, неправильная обработка, хранение и т. п. приводят к появлению в продуктах пороков, которые снижают их пищевую ценность и могут служить основанием для их браковки.

Контроль качества продуктов способствует созданию предпосылок и условий выпуска продукции высокого качества. Эффективная система контроля позволяет в большинстве случаев осуществлять своевременное и целенаправленное воздействие на уровень качества выпускаемой продукции, предупреждать всевозможные недостатки и сбои в технологическом процессе, обеспечивать их оперативное выявление и ликвидацию с наименьшими затратами ресурсов. Положительные результаты действенного контроля качества можно выделить также на стадиях транспортировки, хранения и потребления продукции. От степени совершенства контроля качества, его технического оснащения и организации во многом зависит как эффективность производства, так и недопущение поставки потребителям продукции низкого качества.

Качество пищевых продуктов определяют органолептическим и лабораторным (измерительными) методами.

Оценку качества пищевых продуктов начинают с определения органолептических (сенсорных) показателей, по которым устанавливают степень их доброкачественности и пригодность к употреблению в пищу. Основаны органолептические методы на анализе восприятия органами чувств человека, при этом оцениваются такие свойства продукции, которые нельзя измерить, а можно оценить субъективно по определенной шкале, выраженной в условных баллах. К органолептическим показателям качества относятся внешний вид продуктов (форма, цвет, общая привлекательность), оцениваемый визуально, и вкус, запах, консистенция, определяемые в процессе дегустации. Органолептические показатели являются субъективными, то есть на результат определения качества влияет индивидуальность восприятия свойств продуктов разными людьми. Большое значение в данном случае имеет квалификация кадров, которые проводят дегустацию пищевой продукции. Несмотря на

субъективизм, сенсорные показатели качества очень важны, так как они дают основную оценку пригодности пищевых продуктов к употреблению.

Для определения химического состава продуктов, для выявления их биологической и энергетической ценности, усвояемости, пищевой безвредности продукта и т. д. необходимо применять лабораторные, или измерительные методы определения качества, осуществляемые по стандартной методике с использованием инструментального лабораторного оборудования.

Химическими и биохимическими методами пользуются для количественного и качественного определения отдельных веществ химического состава продуктов (сахаров, кислот, белков, витаминов, минеральных веществ, вредных и ядовитых примесей и т.д.).

Физические и физико-химические методы исследования имеют ряд преимуществ перед химическими благодаря своей скорости и простоте. Этими методами определяют относительную плотность, температуру плавления, застывания и кипения, структурно-механические свойства, оптические показатели при помощи рефрактометрии, колориметрии, поляриметрии и др. Так, колориметрическим методом можно точно определить интенсивность окраски пищевых продуктов; поляриметрическим - содержание сахара в продуктах; рефрактометрическим - наличие сухих веществ в продуктах и т. д.

Микробиологический метод исследования выявляет степень микробного обсеменения, количество и вид микробов и плесневых грибов в продуктах питания, наличие бактерий, вызывающих отравления и заболевания. Этим методом в конечном итоге определяют пищевую безвредность продуктов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Показатель влажности является одним из главнейших для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Количество влаги в объекте необходимо знать в первую очередь для определения его энергетической ценности. Чем больше воды в продукте, тем меньше в нем полезных сухих веществ на единицу массы. От количества воды зависит не только содержание в продукте сухого вещества, но и его пригодность для дальнейшей переработки. Избыточная влага предопределяет также сроки хранения объектов, приводит к потерям количества и ухудшению качества сырья и готовых продуктов. Повышенная влажность способствует развитию микроорганизмов, в том числе таких, которые, вызывая гниение и разложение продукта, ускоряют течение ферментативных, химических и других процессов. В зерне с повышенной влажностью не только активно развиваются микроорганизмы и вредители хлебных запасов, но и резко возрастает интенсивность дыхания, вследствие чего выделяется много тепла, что приводит к самосогреванию. Соль, мука, сахар и т.д. при повышенной влажности теряют сыпучесть и слеживаются, соль начинает «течь», сырой крахмал становится горьким, готовые изделия, например, печенье, вафли и сухари размягчаются, карамельные изделия сначала становятся липкими, а затем теряют форму и «текут» и т.д. Влажность сырья влияет на технико-экономические показатели работы предприятий. Так, например, увеличение влаги муки на 1 % понижает выход хлеба на 1,5–2 %, а повышение влаги мягкого хлеба на 1 % приводит к повышению его выхода на 2–3 %.

Наибольшее влияние на влажность сырья, полупродуктов и готовых изделий оказывает влажность воздуха при хранении и условия транспортировки.

Хранение муки, соли, сухого молока (для кормовых целей) и др. сыпучих продуктов может осуществляться тарным (в мешках, бочках, ящиках и т.д.) и бестарным (насыпью) способом. Потребительская и транспортная тара не только защищает товары от повреждения, потери веса, от света, посторонних запахов, но и от влажности. Тара и упаковка должны быть чистыми, без запаха, сухими, обеспечивать сохранность сырья и продуктов при транспортировке и хранении.

Крупы, муку хранят и транспортируют в сухих плотных незара-

женных амбарными вредителями мешках (мягкая тара), которые изготавливаются из пеньковых, льняных, джутовых и хлопчатобумажных тканей. Сухое цельное молоко упаковывают в клееные пачки с целлофановыми вкладышами и фанерно-штампованные бочки с вкладышами из пергаменты, целлофана и других материалов. Какао-порошок фасуют в банки, пачки и бумажные пакеты. Для упаковки соли, сахарного песка, крупы и др. сыпучих продуктов используется также бумага с полиэтиленовым покрытием, бумажные, фольгированные или полиэтиленовые и иные полимерные пакеты, главной задачей которых является защита продукта от влажности и света.

В складских помещениях продукты, упакованные в ящики, бочки, мешки и другую тару, нельзя складывать непосредственно на пол. Нижний ряд мешков или ящиков укладывают на сплошные деревянные подтоварники (половые решетки), чтобы предотвратить отпотевание от соприкосновения с холодным полом и обеспечить вентиляцию нижней стороны штабеля. При длительном хранении продукции штабель не реже двух раз в год переукладывают, обращая внимание на то, чтобы верхние и нижние мешки менялись местами. Это особенно важно для муки, более подверженной слеживанию, чем крупа. Порядок укладки товаров может быть различным, это зависит от состояния товара. Неправильная укладка может привести к деформации, нарушению циркуляции воздуха, к слеживанию и комкованию сыпучих товаров.

При бестарном способе хранения на складе деревянные закрома или лари для муки, крупы, сахарного песка и прочих сыпучих продуктов должны иметь вместимость не более чем на 60–100 кг, так как иначе происходит слеживание и отсыревание хранимых продуктов. Каждый раз после освобождения закрома нужно очищать от остатков прежней партии, промывать содовым раствором и хорошо просушивать до полного удаления влаги.

В помещениях нельзя хранить сухие продукты с продуктами, содержащими много влаги, так как первые будут увлажняться и плесневеть, а вторые – чрезмерно высыхать.

Складские помещения, предназначенные для хранения муки, крупы, макаронных, кондитерских изделий могут быть как неотапливаемые, так и отапливаемые, но обязательно сухие. Относительная влажность воздуха в помещении не должна превышать 70 %. Длительное хранение муки, крупы, соли и некоторых других продуктов в основном осуществляется в неотапливаемых складах, поэтому температура в них зависит от сезона. Однако склады должны быть прочными, с плотно закрывающимися дверями и окнами, чтобы сезонные изменения темпера-

туры в помещениях проходили медленно. Резкие колебания температуры могут привести к отпотеванию части продукта, возникновению самосогревания и плесневения. Складские помещения должны быть обязательно вентилируемыми. Вентиляция воздуха необходима для удаления лишних водяных паров и газов.

Соблюдение условий хранения сухих продуктов и сырья (муки, крупы, макаронных изделий, соли, крахмала, сухого молока, сахарного песка и др.) обеспечивает их длительное хранение, поскольку помимо прочего не допускает повышение влаги в продуктах выше допустимого предела, что вызывало бы порчу.

Учитывая большую важность показателя «влажность», ГОСТы и ТУ устанавливают норму содержания влаги, а также методы ее определения, что делает обязательным нахождение этого показателя при контроле качества продуктов.

Для определения влажности существует много различных методов, которые обычно делят на прямые и косвенные.

К прямым относятся методы определения влажности по выделению воды в виде пара, использующие безводные растворители с последующей отгонкой, и химические, основанные на химическом взаимодействии воды с каким-нибудь реагентом.

К косвенным относятся термogrавиметрические методы (метод высушивания), физические (определение сухого вещества по величине относительной плотности или рефрактометрически), а также электрические, в которых о влажности судят, например, по электропроводности.

Наиболее распространенным косвенным методом является метод определения влаги по сухому остатку после высушивания в сушильном шкафу. При использовании воздушного шкафа методы высушивания имеют известные недостатки. Так, при их помощи в большинстве случаев истинная влажность продукта практически не определима, поэтому приходится ограничиваться показателями, приближающимися к ней.

Явления, протекающие в объекте при его сушке, особенно в пищевом продукте, весьма сложны. Под действием тепла удаляется влага и одновременно некоторое количество сухого вещества в результате распада органических веществ под действием высокой температуры. Наряду с этим в высушиваемом объекте могут протекать окислительные и гидролитические процессы, вследствие чего увеличивается масса последнего. Могут идти и другие процессы. Их можно исключить вакуумной сушкой в атмосфере инертного газа.

Процесс сушки зависит от состояния влаги в исследуемом объекте, которая может быть свободной или связанной с материалом различны-

ми видами связей: химически, осмотически, адсорбционно и капиллярно. При высушивании свободная влага удаляется сравнительно легко, связанная труднее, а химически связанная обычно не удаляется. Для продуктов, прочно удерживающих воду (вещества богатые белками, полисахаридами и проч.), применяют лиофильную сушку, при которой высушивание ведется в вакууме и при условии предварительного замораживания взятой для анализа пробы.

Регламентируемые показатели влажности сухих продуктов

Предельно допустимая влажность некоторых продуктов, %:

зерновые культуры пшеница, рожь, ячмень	14,0
зерновая культура овес	13,5
мука	15,0
картофельный крахмал	20,0
кукурузный крахмал	13,0
сахар-песок	0,15
сухое молоко	7,0
соль экстра	0,1
соль высшего сорта каменная	0,25
соль высшего сорта выварочная	5,0
прессованные дрожжи	75,0
сушеные дрожжи	10,0
макаронные изделия	13,0
крупа манная, гречневая, рисовая, пшено	15,0
овсяные хлопья «Геркулес»	13,0
горох	15,0
мед натуральный	17,5
какао-порошок	4,0

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДАМИ ВЫСУШИВАНИЯ

Существует два основных метода определения влажности путем высушивания в электрошкафах: высушивание до постоянной массы и ускоренное высушивание.

Влажность исследуемого материала в процентах определяется по уравнению:

$$W = \frac{m_1}{m_2} 100, \quad (1)$$

где m_1 – масса испарившейся влаги, г;
 m_2 – масса высушиваемого материала, г.

Метод высушивания до постоянной массы

Метод для большинства объектов дает наиболее точные результаты, так как процесс высушивания идет не ограниченное время, как при ускоренном способе, а до полного удаления влаги.

Техника определения

В два заранее высушенных и взвешенных на технических весах бюкса отвешивают по 3–5 г предварительно измельченного исследуемого материала. Бюксы с навесками исследуемого материала помещаются в сушильный шкаф и сушатся при 100–105 °С до постоянной массы, т. е. пока два последовательных взвешивания навески не покажут практически одинаковую массу.

Первое взвешивание навески проводят обычно спустя 4–6 часов от начальной сушки, а каждое последующее – через 2 ч. Расхождения между последними определениями по этому методу должны лежать в пределах 1 %. Влажность исследуемого материала рассчитывается по формуле (1). Полученные данные заносятся в табл. 1.

По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии влажности материала требованиям стандарта.

Таблица 1

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого бюкса, г		
Масса бюкса с навеской высушиваемого материала, г		
Масса высушиваемого материала (m_2), г		
Масса бюкса с высушенным материалом, г		
Масса высушенного материала, г		
Масса испарившейся влаги (m_1), г		
Влажность исследуемого материала (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности, %		

Ускоренный метод высушивания

Метод высушивания до постоянной массы трудоемок и длителен, поэтому при контроле производства, когда не требуется большой точности, но необходима быстрота анализа, используется целый ряд эмпирически разработанных ускоренных методов высушивания при повышенных температурах (130–160 °С).

Многие ГОСТы на методическое определение влаги в пищевых продуктах предусматривают ускоренные методы высушивания определяемой навески в сушильных шкафах с терморегуляторами. Так, уско-

ренными методами определяется влажность зерна, муки, хлеба, макаронных изделий и т. д. Для каждого продукта в зависимости от физико-химических свойств подобраны своя температура и продолжительность высушивания.

Чаще всего высушивание проводится при температуре 130 °С, общее время высушивания должно составлять в большинстве случаев 50 минут.

Техника определения

В два заранее высушенных и взвешенных на технических весах бюкса отвешивают по 3–5 г исследуемого вещества и помещают в сушильный шкаф. Навески сушатся при температуре 130 °С в течение 50 минут. Продолжительность повышения температуры до 130 °С после загрузки сушильного шкафа не должна быть более 2 минут. В процессе сушки в сушильном шкафу допускается отклонение от установленной температуры не более чем на 2 °С.

После высушивания бюксы вынимают из шкафа, немедленно закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения. После охлаждения бюксы взвешивают.

Для вязких материалов (меласса, патока, сахарные сиропы и т.п.) высушивание обычным методом затрудняется из-за образования твердой корочки на поверхности материала. Для облегчения и ускорения процесса высушивания в таких случаях применяют наполнители, при смешении с которыми вязкие продукты становятся рыхлыми. В качестве наполнителей используют прокаленный кварц, песок или обычный речной песок. Иногда для высушивания вязких жидкостей используются ролики из фильтровальной бумаги.

Влажность исследуемого материала рассчитывается по формуле (1). Полученные данные заносятся в табл. 2.

Таблица 2

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого бюкса, г		
Масса бюкса с навеской высушиваемого материала, г		
Масса высушиваемого материала (m_2), г		
Масса бюкса с высушенным материалом, г		
Масса высушенного материала, г		
Масса испарившейся влаги (m_1), г		
Влажность исследуемого материала (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности, %		

По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии влажности материала требованиям стандарта.

Экспрессный метод высушивания

Для быстрого высушивания веществ в последнее время используют прибор ВНИИХП-ВЧ (конструкции К. Н. Чижовой).

В основу конструкции прибора положен принцип прогрева обезвоживаемого материала тепловыми лучами, исходящими от темного нагретого тела. Быстрое обезвоживание осуществляется выпариванием влаги из тонкого слоя анализируемого вещества, подогреваемого непосредственно прилегающими к нему с обеих сторон массивными плитами из материала с высокой теплопроводностью. Плиты, в свою очередь, нагреваются электрическим током. Для регулирования температуры используют реостат или автотрансформатор.

Техника определения

Пакетики из бумаги размером 20 × 14 см для приборов прямоугольной формы и 16 × 16 см для прибора круглой формы высушиваются при температуре, установленной для высушивания продукта, в течение 3 минут, а затем охлаждаются в эксикаторе и взвешиваются на технических весах. Во взвешенный пакетик берут навеску в количестве около 5 г продукта влажностью выше 20 % или около 4 г продукта с низкой влажностью, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакетика. Пакетик помещают между пластинами прибора. Высушивание проводят при температуре пластин 160 °С.

Длительность высушивания зависит от влажности продукта. Например, муку сушат 3 минуты, тесто – 6 минут, прессованные дрожжи – 7 минут, хлеб – от 3 до 5 минут. Высушенный пакетик с исследуемым веществом охлаждается в эксикаторе и взвешивается.

Таблица 3

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого пакетика, г		
Масса пакета с навеской высушиваемого вещества, г		
Масса высушиваемого вещества (m_2), г		
Масса пакетика с высушенным веществом, г		
Масса высушенного вещества, г		
Масса испарившейся влаги (m_1), г		
Влажность исследуемого вещества (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности, %		

Влажность исследуемого материала рассчитывается по формуле (1). Полученные данные заносятся в табл. 3.

РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПО СУХОМУ ВЕЩЕСТВУ

О влажности трудно высушиваемых продуктов обычно судят по сухим веществам, определяемым на рефрактометре. Этот метод введен ГОСТами для определения влажности патоки, карамельных, помадных масс и т. д.

Принцип метода основан на изменении показателя преломления растворов в зависимости от количества растворенных в них сухих веществ. При использовании рефрактометра следует иметь в виду, что с помощью его определяется не истинное содержание сухих веществ, а видимое. Поэтому в зависимости от рецептуры анализируемого продукта вводят поправку, учитывающую отклонение определяемой на рефрактометре величины от истинного содержания сухих веществ.

В лабораторном практикуме наиболее часто приходится определять содержание сухих веществ в разбавленных растворах концентрацией от 0 до 38 %. В этих случаях применяют прецизионные рефрактометры РПЛ или РПЛ-2, в которых показания даются в условных единицах шкалы с ценой каждого деления 0,034 %.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите значения показателя влажности в оценке качества продуктов.
2. Какие методы существуют для определения влажности веществ?
3. Поясните принципы прямых и косвенных методов определения влаги.
4. В чем заключается условность методов высушивания?
5. В чем заключаются недостатки ускоренных методов высушивания?
6. Как осуществляется процесс сушки по ускоренному методу?
7. В чем сущность экспрессного метода анализа влажности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Минеральные вещества присутствуют в пищевых продуктах как естественная, составная часть их. Они содержатся как в продуктах животного (мясо, рыба, молоко), так и растительного происхождения (крупы, овощи, фрукты). Общее количество минеральных веществ и содержание в продуктах отдельных элементов весьма изменчивы и могут ко-

лежаться в зависимости от вида растения и животного, от климата, почвы, на которой произрастает растение, от качества корма животного и т. д. Растительные продукты, если они не подверглись какой-нибудь обработке, вызывающей деминерализацию, богаче разнообразными минеральными веществами, чем продукты животного происхождения. Источниками минеральных веществ, дополнительно поступающих в продукты из внешней среды, могут являться соли, прибавляемые при обработке пищевых продуктов, а также для их консервирования (хлористый натрий, азотнокислый натрий и другие соли). Минеральные вещества могут попадать также в пищевые продукты из оборудования, тары и упаковки при их хранении и транспортировке.

Значение минеральных веществ для существования живых организмов очень велико. Они участвуют в построении опорных тканей скелета (это, прежде всего, кальций, фосфор, магний); в поддержании необходимой осмотической среды клеток крови, в которых протекают обменные процессы (соли натрия, калия); в переносе кислорода в организме (соединения железа, меди); в синтезе некоторых жизненно важных витаминов и ферментов, без которых невозможно превращение поступающих в организм пищевых веществ (кобальт, марганец, цинк и др.). Минеральные вещества, поступающие в наш организм с продуктами питания, необходимы для нормального функционирования организма и должны поступать в него в достаточном количестве так же, как белки, жиры, углеводы, витамины, вода.

Количество минеральных веществ в живых организмах различно. Их содержание может измеряться в макроколичествах, т.е. более 1 мг на 100 г вещества (например, содержание калия, кальция, магния, натрия, азота, фосфора, серы, железа, меди, марганца, хлора) и в микродозах – менее 1 мг на 100 г вещества (медь, цинк, бор, молибден, кобальт, никель и др.). Потребность организма человека в макроэлементах составляет до 2–3 г в сутки, в микроэлементах – несколько миллиграммов и меньше. Некоторые микроэлементы, поступающие в организм в дозах, превышающих норму, могут вызвать отравления. Стандартами не допускается содержание в продуктах свинца, мышьяка, количество олова и меди строго ограничивается.

Недополучение организмом минеральных веществ может быть обусловлено как субъективными причинами (плохо сбалансированный и однообразный рацион питания), так и объективными, связанными с низким содержанием минеральных веществ в продуктах питания. Промышленно произведенные продукты могут характеризоваться низким содержанием минеральных веществ вследствие: интенсивной агротех-

ники, ориентированной не на качество, а на продуктивность и широко использующей химические удобрения и средства защиты от вредителей (пестициды, инсектициды, гербициды); сбора сельхозпродукции до наступления созревания; длительных транспортировок и складирования; чрезмерной и систематической очистки (просеивания, отбеливания); консервирования на длительные сроки; неправильно выбранного способа варки (или подогрева) и т.д.

Общее содержание минеральных веществ определяется путем сжигания навески исходного продукта, в результате чего остается зольный остаток. Различают два вида золы: «чистая» и «общая». Под «чистой» золой понимается сумма минеральных веществ, входящих в химическую структуру пищевых продуктов, свободных от различных минеральных загрязнений из внешней среды. Под «общей», или «сырой», золой понимается сумма минеральных веществ, входящих в химическую структуру пищевых продуктов, а также присутствующих в пищевых продуктах в результате внесения их из внешней среды. Такими источниками минеральных веществ могут являться почвенные загрязнения, обычно богатые силикатами, а также аппаратура и оборудование, с которыми входят в контакт пищевые продукты, например, частицы металлического железа и его окислы, отделяющиеся от железной аппаратуры и переходящие в продукт, соли меди, олова и др.

Регламентируемые значения показателя «содержание минеральных веществ»

Предельно допустимое содержание золы в некоторых пищевых продуктах в пересчете на сухое вещество, %:

зерновые культуры пшеница, рожь	1,7
зерновая культура ячмень	2,4
зерновая культура овес	3,2
мука пшеничная высшего сорта	0,55
мука пшеничная первого сорта	0,75
мука пшеничная второго сорта	1,25
мука ржаная сеяная	0,6
мука ржаная обдирная	1,2
мука ржаная обойная	1,6
картофельный крахмал экстра	0,3
картофельный крахмал высшего сорта	0,35
картофельный крахмал первого сорта	0,5
картофельный крахмал второго сорта	1,0
кукурузный крахмал высшего и первого сорта	0,25
сухое молоко	0,85

крупа манная	0,5
крупа гречневая ядрица	1,7
крупа гречневая продел	1,3
крупа пшено	1,1
овсяные хлопья «Геркулес»	1,7
горох лущеный	2,6
какао-порошок	5,0
сахар-песок	0,03

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Существует два метода определения массовой доли золы (зольности): сухой и мокрый.

Сухое озоление осуществляется при температуре 400–500 °С. Его проводят в условиях, исключающих потери зольного вещества. В этом случае недопустимо доводить тигель, в котором находится исследуемое вещество, до красного каления (500–600 °С), так как фосфаты при повышенных температурах могут сплавлять частицы несгоревшего угля. Это усложняет выгорание угля. Кроме того, при температуре выше 500 °С могут наблюдаться потери калия и фосфора за счет частичного перевода в газовую фазу некоторых их соединений.

Сухое озоление длительно и может продолжаться 6 и более часов. Для ускорения этого процесса применяют различные ускорители. К ним относятся сильные окислители, такие как концентрированная азотная кислота, перекись водорода и др., в присутствии которых процесс озоления сокращается до 2–3 часов. Используются также ускорители, например, ацетат магния или кальция, которые одновременно предотвращают потери фосфора, связывая его.

Методы с использованием ускорителей получили названия мокрых. При мокром озолении применяют смесь серной и азотной кислот или одну из них при температуре их кипения. Для мокрого озоления могут использоваться вещества с повышенной влажностью или жидкости.

Массовая доля минеральных веществ (золы) в исследуемом продукте в процентах рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{m_1}{m_2} 100, \quad (2)$$

где m_1 – масса золы в исследуемом веществе, г;

m_2 – масса исследуемого вещества, г.

В пересчете на сухие вещества продукта массовая доля минеральных веществ в процентах определяется по уравнению:

$$P' = \frac{P}{100 - W} 100, \quad (3)$$

где W – влажность исследуемого вещества, %.

Сухой метод определения зольности

Техника определения

В заранее прокаленные и доведенные до постоянного веса тигли на аналитических весах с точностью до 0,0002 г отвешивают 1,5–2,0 г исследуемого продукта. Тигли помещают у края дверцы муфельной печи, нагретой до темно-красного каления (400–500 °С). Обугливают навески, не допуская воспламенения продуктов сухой перегонки. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки тигли продвигают вглубь, и сжигают вещество до исчезновения черных частиц при температуре 600–900 °С (ярко-красное каление). Цвет золы должен стать белым или слегка сероватым. Затем тигли помещают в эксикатор до полного охлаждения, взвешивают на аналитических весах и вновь ставят в муфельную печь на прокаливание в течение 20 минут.

Прокаливание продолжают до тех пор, пока между двумя последовательными взвешиваниями тигля с охлажденной золой расхождение не станет меньше погрешности взвешивания (0,0002 г). Из-за высокой гигроскопичности золы и тиглей операцию взвешивания необходимо проводить быстро.

Зольность исследуемого материала рассчитывается по формулам (2) и (3). Полученные данные заносятся в табл. 4.

Таблица 4

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого прокаленного тигля, г		
Масса тигля с навеской исследуемого вещества, г		
Масса исследуемого вещества (m_2), г		
Масса тигля с золой, г		
Масса золы (минеральных веществ) (m_1), г		
Массовая доля золы в исследуемом веществе (P), %		
Влажность исследуемого вещества (W), %		
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество (P'), %		
Среднеарифметическое значение зольности (P'), %		

По результатам определения зольности составляется заключение о соответствии продукта требованиям стандарта.

Мокрый метод определения зольности

Техника определения

В заранее прокаленные и доведенные до постоянного веса тигли на аналитических весах с точностью до 0,0002 г отвешивают 1,5–2,0 г исследуемого вещества и проводят озоление так, как это указано в методике по сухому озолению.

Озоление ведут до превращения содержимого тигля в рыхлую массу серого цвета. После этого тигли вынимают на фарфоровую или металлическую подставку и дают остыть. Затем в тигель с помощью пипетки добавляют две капли химически чистой азотной кислоты плотностью 1,2 г/см³ и помещают его на открытую дверцу муфельной печи для выпаривания азотной кислоты (температура не выше 200 °С). Выпаривают азотную кислоту осторожно, не допуская ее кипения во избежание ее разбрызгивания и потери с этим озоленного продукта. После испарения кислоты тигли прокаливают в глубине муфельной печи, нагретой до 600–900 °С (ярко-красное каление) в течение 20–30 минут. Затем тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают на аналитических весах и по формулам (2), (3) вычисляют долю золы.

Полученные данные заносятся в табл. 5. По результатам определения зольности составляется заключение о соответствии продукта требованиям стандарта.

Таблица 5

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого прокаленного тигля, г		
Масса тигля с навеской исследуемого вещества, г		
Масса исследуемого вещества (m_2), г		
Масса тигля с золой, г		
Масса золы (минеральных веществ) (m_1), г		
Массовая доля золы в исследуемом веществе (P), %		
Влажность исследуемого вещества (W), %		
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество (P'), %		
Среднеарифметическое значение зольности (P'), %		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение минеральных веществ для живых организмов.
2. Методы определения минеральных веществ в пищевых продуктах.

3. Сущность метода сухого озоления.
4. Сущность мокрого метода озоления.
5. Понятие чистой и сырой золы.
6. Методика расчета при определении доли минеральных веществ в пищевых продуктах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Белковые вещества являются важнейшими компонентами пищевых продуктов благодаря той исключительной роли, которую они играют в питании и жизни организма.

В химическом отношении белки представляют собой сложные азотосодержащие биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Белки делятся на простые и сложные. Простые белки содержат только аминокислоты, или белковую часть. Сложные белки, помимо аминокислот, содержат небелковую часть, или простетическую группу. Основными химическими элементами, входящими в состав молекулы белка, являются: углерод, водород, кислород, азот, а также сера, фосфор и некоторые другие элементы. В составе молекул белков 22 вида аминокислот. Аминокислотный состав разных белков неодинаков и является важной характеристикой каждого белка и критерием его ценности в питании. Белки, входящие в состав продуктов питания, в пищеварительном тракте под действием ферментов распадаются на отдельные аминокислоты, которые поступают к различным тканям организма, где из них синтезируются собственные белки. Некоторые аминокислоты не вырабатываются самим организмом человека и могут поступать в него только в готовом виде, т.е. с белками пищи. Такие аминокислоты называются незаменимыми. Их восемь (триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метеонин, фенилаланин).

Полузаменимые аминокислоты синтезируются в организме, но в недостаточном количестве, поэтому частично должны поступать с пищей. К таким аминокислотам относятся аргинин, тирозин, гистидин (последняя аминокислота не синтезируется в организме детей).

Заменимые аминокислоты могут образовываться в организме человека. К ним относятся аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин (гликокол), глютамин, глютаминовая кислота, пролин, серин, цистеин.

Продукты, содержащие незаменимые аминокислоты, называются

полноценными. При отсутствии в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты нарушается или становится невозможным синтез белков в организме, нарушается баланс азотистых веществ, что отрицательно сказывается на развитии и функциональной деятельности организма.

Белки, вводимые с пищевыми продуктами, используются организмом для различных нужд, и, прежде всего, они служат источником для обновления белков во всех клетках и тканях. В организме человека находится до ста тысяч разновидностей белков, которые выполняют самые разные функции: пластическую, гормональную, каталитическую, транспортную, энергетическую, функцию специфичности.

Белки составляют около 20 % массы различных тканей (жиры и углеводы – 3 %) и являются основным строительным материалом клетки и межклеточного вещества. Белки входят в состав всех биологических мембран, играющих очень важную роль в построении клеток.

Значительная часть гормонов является белками. К ним относятся инсулин, гормон паращитовидных желез, гормоны гипофиза.

Белки являются компонентами всех известных в настоящее время ферментов (биокатализаторов). При этом простые ферменты представляют собой чистый белок. В состав сложных ферментов, помимо белков, входят и другие составляющие – коферменты. Ферментам принадлежит важная роль в ассимиляции пищевых продуктов организмом человека и в регуляции всех внутриклеточных обменных процессов.

Белки участвуют в переносе кровью кислорода (гемоглобин), липидов, углеводов, витаминов, гормонов, лекарственных веществ. Специфические белки-переносчики обеспечивают транспорт различных минеральных солей и витаминов через мембраны клеток.

Большое разнообразие и уникальность белков обеспечивают тканевую и видовую специфичность, которая лежит в основе проявлений иммунитета и аллергии. В ответ на поступление в организм чужеродных белков (антигенов) в иммунокомпетентных органах происходит активный синтез антител, представляющих собой особый вид глобулинов (иммуноглобулинов). Именно специфическое взаимодействие антигена с соответствующими антителами составляет основу иммунных реакций, обеспечивающих защиту организма от чужеродных антигенов.

Энергетическая функция белков имеет второстепенное значение, так как основные энергетические процессы в организме человека осуществляются за счет жиров и углеводов.

Животные белки содержатся в мясе, рыбе, морепродуктах, птице, молочных продуктах, яйцах. Соотношение содержащихся в них аминокислот наиболее близко к оптимальному для человеческого организма.

Растительные белки содержатся в бобовых культурах, орехах, водорослях, шоколаде, картофеле, различных злаках. Организм человека нуждается как в животных, так и в растительных белках: они взаимно дополняют друг друга.

Изолированные белки часто добавляются в пищевые продукты в качестве ингредиентов, благодаря своим уникальным функциональным свойствам, т.е. их способностью обеспечить внешний вид, структуру или стабильность продукта. Белки нередко используются в процессах гелеобразования как эмульгаторы, пенообразователи или загустители.

Регламентируемое содержание белка в муке

Содержание белка в муке, %:

пшеничная высшего сорта	10,3
пшеничная I сорта	10,6
пшеничная II сорта	11,7
пшеничная обойная	12,5
ржаная сеяная	6,9
ржаная обдирная	8,9
ржаная обойная	10,7
соевая необезжиренная	38,5
соевая обезжиренная	48,9
кукурузная	7,2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА

Содержание белка в пищевых продуктах обычно определяют по количеству азота методом Кьельдаля. Он заключается в сжигании навески исследуемого вещества концентрированной серной кислотой при кипячении в присутствии катализаторов. При этом углерод органического вещества окисляется до углекислого газа, водород – до воды. Азот же, образуя аммиак, соединяется с серной кислотой и удерживается в ней в виде серноокислого аммония. Раствор серноокислого аммония обрабатывается щелочью, и освобождающийся аммиак улавливается титрованным раствором серной кислоты.

Метод Кьельдаля довольно сложен и длителен. В настоящее время имеется ряд его модификаций.

С развитием спектрофотометрии начали использовать цветные реакции для непосредственного количественного определения белка, в частности, реакцию окрашивания иона аммония некоторыми реактивами.

В последние годы предложены новые физико-химические методы количественного определения белка в исследуемых веществах. Эти ме-

тоды основаны на некоторых специфических свойствах белка:

- образование различной степени помутнения в зависимости от концентрации белка при определенных условиях (нефелометрический метод);
- адсорбирование белком некоторых красителей (метод Юди);
- способность пептидных связей белка образовывать комплексные окрашенные соединения с ионами меди в щелочном растворе (биуретный метод);
- способность активных групп различных аминокислот, входящих в состав полипептидной цепи белка, давать характерные реакции (метод Лоури).

Одним из новых физических методов количественного и качественного анализа пищевых продуктов является инфракрасная спектроскопия (ИК), в основе которого лежит поглощение белками излучения с определенной длиной волны и измерение интенсивности его отражения в пробах анализаторах. Этот метод позволяет получать достаточно полную информацию о строении и составе органических веществ.

При анализе конкретного пищевого продукта обычно всегда возникает задача выбора конкретной методики для измерения концентрации белка в образце. Если анализ будет проводиться для сторонних организаций, с целью проведения сличений следует пользоваться официально признанным арбитражным методом. Так Кьельдаль, и все чаще метод Дюма, были официально утверждены для широкого спектра пищевой промышленности. В противоположность этому, только небольшое число методов УФ-спектроскопии были признаны официально. Тем не менее в лабораториях, где проводятся фундаментальные исследования, и где обычно работы ведутся с уже выделенными и очищенными образцами, методы с использованием УФ-спектроскопии зачастую предпочтительнее, поскольку они дают быстрые и надежные измерения, и чувствительны к крайне низкой (до 0,001 мас. %) концентрации белка. Для целей контроля качества часто более полезно иметь быстрый и простой метод измерения содержания белка и, следовательно, методы ИК-спектроскопии являются наиболее подходящими.

Нефелометрический метод определения содержания белка

Метод основан на измерении интенсивности светового потока, рассеянного твердыми или коллоидными частицами, находящимися в растворе во взвешенном состоянии. По интенсивности светорассеивания, определяемой нефелометром, судят о концентрации исследуемого вещества.

Техника определения

0,5 г исследуемой муки взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г и помещают в коническую колбу емкостью 250–300 мл, снабженную пробкой. В колбу добавляют 50 мл 0,05 н. раствора гидроксида натрия.

Закрытую пробкой колбу встряхивают на механическом встряхивателе в течение 15 минут. Далее вытяжку центрифугируют 10 минут при частоте вращения 600 оборотов в минуту. Затем 5 мл прозрачного центрифугата переносят в мерную колбу на 50 мл и содержимое колбы доводят до метки сульфосалициловой кислотой.

При нефелометрическом анализе получение правильных результатов в значительной мере зависит от методики получения суспензии, в частности от порядка смешения растворов, скорости смешения. Поэтому после добавления сульфосалициловой кислоты колбу быстро переворачивают 2–3 раза (не более!), раствор наливают в пятимиллиметровую кювету и измеряют оптическую плотность раствора при длине волны 550 нм.

Замеры следует проводить сразу после добавления кислоты, так как частицы белка быстро агрегируют. Содержание белка определяют по калибровочному графику.

Биуретный метод определения содержания белка

Метод основан на измерении фотоэлектроколориметром оптической плотности щелочного раствора, окрашенного комплексными соединениями меди с белками.

Техника определения

Взвешивают около 1,5 г исследуемой муки с точностью до 0,001 г и помещают в коническую сухую колбу емкостью 200–300 мл, снабженную пробкой. Образец полностью смачивается 2 мл четыреххлористого углерода для извлечения жира. Затем пипеткой добавляют 100 мл биуретового реактива. Закрытая пробкой колба встряхивается на механическом встряхивателе в течение 60 минут. Далее вытяжка центрифугируется 10 минут при частоте вращения 4500 оборотов в минуту. Прозрачный центрифугат помещают в пятимиллиметровые кюветы фотоэлектроколориметра. Измерение оптической плотности ведется при длине волны 550 нм.

Содержание белка в исследуемой муке определяется по калибровочной кривой. Результат выражают в процентах на сухое вещество муки.

Приготовление биуретного реактива

15 мл 10 н. раствора КОН и 25 г сегнетовой соли, взятой с точностью до 0,01 г, растворяют примерно в 900 мл дистиллированной воды. Затем медленно добавляют при постоянном перемешивании 30 мл 4 % раствора CuSO_4 , отмеренного цилиндром, и доводят объем до 1 л.

Построение калибровочной кривой

Для построения калибровочной кривой подбирают образцы муки с различным содержанием белка в диапазоне, встречающемся в реальных условиях (от 8 до 20 %). Интервал в содержании белка образцов желательно иметь в пределах не более 1 %, а количество образцов больше 10. Затем определяют оптическую плотность белковых вытяжек всех образцов.

Полученные данные заносятся в табл. 6. По результатам определения составляется заключение о соответствии продукта требованиям стандарта.

Таблица 6

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса исследуемой муки, г		
Значение оптической плотности		
Содержание белка в навеске муки (по калибровочной кривой), г		
Содержание белка в муке, %		
Влажность муки, %		
Содержание белка в муке в пересчете на сухое вещество, %		
Среднеарифметическое значение содержания белка в муке, %		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение белковых веществ для живых организмов.
2. Методы количественного определения белка в пищевых продуктах.
3. Принцип биуретного метода определения белка, его преимущества по сравнению с методом Кьельдаля.
4. Сущность нефелометрического метода определения белка, его недостатки и преимущества.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ (КЛЕТЧАТКИ) В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

С пищей живые организмы получают необходимые им питательные вещества (белки, жиры, углеводы), витамины, минеральные вещества, воду для обеспечения биологических потребностей организма в структурно-пластических материалах и энергии, для осуществления процессов жизнедеятельности. В растительных продуктах наряду с усвояемыми углеводами, обеспечивающими организм энергией, содержатся неусвояемые углеводы - пищевые волокна.

Пищевые волокна – это компоненты пищи, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника. Пищевые волокна представлены группой химически неоднородных веществ растительного происхождения, которые метаболизируются главным образом в толстой кишке с образованием углекислоты, водорода, сероводорода, метана или мономеров углеводов, органических кислот, которые в небольших количествах могут использоваться организмом.

Пищевые волокна относятся к питательным веществам, которые, подобно воде и минеральным солям, не обеспечивают организм энергией, но играют большую роль в его жизнедеятельности. Они обеспечивают нормальную деятельность желудочно-кишечного тракта, влияют на его перистальтику, скорость всасывания пищевых веществ в тонкой кишке, на среду обитания бактерий в кишечнике, понижают уровень холестерина, улучшают усвоение минералов и витаминов, ограничивают токсическое воздействие химических добавок и красителей, присутствующих в некоторых продуктах.

По химическому строению пищевые волокна делятся на два типа: неуглеводные пищевые волокна (лигнин) и полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, камеди, слизи, гуар и др.). В свою очередь некрахмальные полисахариды подразделяют на целлюлозу и нецеллюлозные полисахариды (гемицеллюлоза, пектиновые вещества, камеди, слизи, запасные полисахариды, подобные инулину и гуару).

Некоторые фракции гемицеллюлозы, пектины, камеди, слизи, гуар и др. являются растворимыми пищевыми волокнами (их еще называют «мягкие» пищевые волокна), они набухают в воде и превращаются в кишечнике в вязкий гель, который замедляет продвижение пищевого содержимого. Эти пищевые волокна существенно тормозят фермента-

тивную обработку углеводов, способствуя тем самым выравниванию уровня глюкозы и инсулина в крови, понижают уровень холестерина за счет ограничения всасывания жира. Растворимые волокна лучше выводят тяжелые металлы, токсичные вещества, радиоизотопы.

Целлюлоза и лигнин («грубые» пищевые волокна) являются нерастворимыми пищевыми волокнами. Они проходят через кишечный тракт почти в неизменном виде, воду тоже впитывают, но при этом сохраняют свою форму. Нерастворимые пищевые волокна ускоряют продвижение пищевого содержимого через желудочно-кишечный тракт, обладают послабляющим действием (используются для профилактики запоров), они модулируют рН в толстой кишке и снижают риск рака, являются пребиотиками (восстанавливают микрофлору).

Оба типа пищевых волокон увеличивают объем пищевого содержимого, таким образом повышают насыщение (снижают аппетит) и тормозят усвоение питательных веществ, препятствуя пиковому росту концентрации глюкозы в крови, улучшают усвоение минералов, витаминов и незаменимых жирных кислот.

В растительных продуктах, как правило, содержатся пищевые волокна разных видов. Целлюлоза присутствует в непросеянной пшеничной муке, отрубях, ржаном хлебе, пшеничном хлебе второго сорта, свежих ягодах, сушеных и свежих овощах (капусте, молодом горохе, зеленых и восковидных бобах, брокколи, брюссельской капусте, в огуречной кожуре, перцах, яблоках, моркови); гемицеллюлоза содержится в отрубях, злаковых, неочищенном зерне, свекле, брюссельской капусте, зеленых побегах горчицы; лигнин встречается в злаковых, употребляемых на завтрак, в отрубях, лежалых овощах (при хранении овощей содержание лигнина в них увеличивается, и они хуже усваиваются), а также в баклажанах, зеленых бобах, клубнике, горохе, редисе; камеди (или гумми) содержатся в овсяной каше и других продуктах из овса, в сушеных бобах; пектины присутствуют в яблоках, цитрусовых, моркови, цветной и кочанной капусте, сушеном горохе, зеленых бобах, картофеле, землянике, клубнике, фруктовых напитках; протопектины (нерастворимые комплексы пектинов с целлюлозой и гемицеллюлозой) содержатся в незрелых фруктах и овощах.

Из нерастворимых пищевых волокон больше всего в продуктах присутствует целлюлоза (клетчатка). Клетчатка – самая грубая часть растения. Из целлюлозы в основном образуется растительная ткань, из которой состоят листья капусты, кожура бобовых, фруктов, овощей, а также семян. Меньшую долю в структуре растительных тканей занимают гемицеллюлоза и лигнин. Поэтому термин «клетчатка» обычно упо-

требляют, понимая под ним целлюлозу. Пищевая клетчатка, которая содержится главным образом в растительных продуктах с низким или очень низким содержанием сахара, обычно объединяется с другими питательными веществами.

Целлюлоза – это полисахарид, который в растениях, являясь опорным веществом, входит в состав клеточных стенок. Общая формула целлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекулы целлюлозы, 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 ($-OH$) целлюлозы, так и за счет адсорбированных целлюлозой молекул воды.

Чистая целлюлоза – белая гигроскопичная масса волокнистого строения без вкуса и запаха. В воде не растворяется и не набухает. Целлюлоза является соединением весьма прочным, трудно поддающимся воздействию даже концентрированных растворов кислот и оснований. При кипячении с концентрированной серной кислотой она полностью расщепляется на глюкозу. При более слабом гидролизе целлюлоза расщепляется на дисахарид – целлобиазу $C_{12}H_{22}O_{11}$. Целлюлоза гидролизуется до целлобиазы также ферментом целлюлазой, которая содержится в проросшем зерне, в некоторых бактериях и плесневых грибах. Активная целлюлаза содержится в бактериях желудка жвачных животных, что обуславливает для них возможность усваивать целлюлозу.

Содержание клетчатки(целлюлозы) в некоторых продуктах

Содержание клетчатки в некоторых пищевых продуктах в пересчете на сухое вещество, %:

зерновые культуры пшеница, рожь	2,5
зерновая культура ячмень	4,3
зерновая культура овес	10,7
мука пшеничная высшего сорта	0,1
мука пшеничная первого сорта	0,2
мука пшеничная второго сорта	1,9
мука ржаная сеяная	0,5
мука ржаная обдирная	1,2
мука ржаная обойная	1,8
семена подсолнечника	13,5
крупа манная	0,2
крупа гречневая	1,1
крупа рисовая	0,4
крупа пшено	0,7

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ ПО КЮРШНЕРУ И ГАНЕКУ

Метод основан на устойчивости клетчатки к воздействию кислот и щелочей.

Техника определения

1 г измельченного продукта взвешивают на аналитических весах с погрешностью до 0,0002 г, переносят в круглодонную колбу на 250 мл, приливают туда 40 мл смеси кислот (3,6 мл азотной кислоты плотностью 1,4 г /мл и 36,4 мл 80 % раствора уксусной кислоты). Соединяют с обратным холодильником и кипятят 1 час на песчаной бане.

Затем содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через стеклянный фильтр Шота № 2. Фильтр предварительно высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105–108 °С и взвешивают на аналитических весах. Осадок на фильтр надо перенести из колбы полностью.

После отсасывания экстракта осадок промывают 1–2 раза горячим 0,2 М спиртовым раствором гидроксида натрия, затем несколько раз промывают небольшими порциями дистиллированной воды. Фильтр с чисто белым осадком сушат до постоянной массы при 100–105 °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах.

Расчетные формулы

Массовая доля клетчатки (целлюлозы) в исследуемом продукте в процентах рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{m_1}{m_2} 100, \quad (4)$$

где m_1 – масса клетчатки в навеске анализируемого продукта, г;

m_2 – масса навески исследуемого продукта, г.

В пересчете на сухие вещества продукта массовая доля клетчатки в процентах определяется по уравнению:

$$P' = \frac{P}{100 - W} 100, \quad (5)$$

где W – влажность исследуемого продукта, %.

Полученные данные заносятся в табл. 7. По результатам определения содержания клетчатки составляется заключение о соответствии продукта требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Значение величин
Масса навески исследуемого продукта (m_2), г	
Масса сухого фильтра, г	
Масса сухого фильтра с клетчаткой, г	
Масса клетчатки в навеске анализируемого продукта (m_1), г	
Количество клетчатки в продукте (P), %	
Влажность исследуемого продукта (W), %	
Количество клетчатки в продукте в пересчете на сухое вещество (P'), %	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что представляет собой клетчатка?
2. Свойства клетчатки.
3. Значение клетчатки для организма человека.
4. Методика определения клетчатки в пищевых продуктах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Предприятия пищевых производств потребляют большое количество воды для технологических целей. На пищевых предприятиях воду используют в качестве растворителя сырья, непосредственно в производстве сиропов, напитков, диффузионного сока, как охлаждающий агент или теплоноситель, а также для удовлетворения хозяйственно-бытовых нужд. Вода может служить сырьем и входить в состав продуктов как диспергирующая среда и растворитель, оказывает влияние на внешний вид, вкус и устойчивость продукта при хранении. Благодаря физическому взаимодействию с белками, полисахаридами, липидами и солями, вода вносит значительный вклад в структуру продуктов, обуславливает их консистенцию.

Пищевые предприятия используют преимущественно воду из городских водопроводов, а также из артезианских скважин, рек и водохранилищ. Свойства и состав воды должны соответствовать ГОСТу. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолеп-

тические свойства. Вода должна быть бесцветной, прозрачной, без запаха и привкуса. В зависимости от того, где будет использоваться вода, к ней предъявляются определенные требования на содержание различных примесей.

Микробиологические показатели качества воды характеризуются общим числом микроорганизмов и числом бактерий группы кишечной палочки. Число микроорганизмов в 1 см^3 воды не должно превышать 100. Отдельно определяют число бактерий группы кишечной палочки. Наличие их в воде свидетельствует о фекальном загрязнении. Этот показатель характеризуется величиной коли-индекса и коли-титра. Коли-индекс показывает, какое количество бактерий группы кишечной палочки находится в 1 дм^3 воды. Коли-титр – это количество миллилитров воды, на которое приходится одна кишечная палочка.

Безвредность химического состава воды контролируется на содержание в ней ионов алюминия, молибдена, мышьяка, нитратов, свинца, селена, стронция, фтора, бериллия и др.

В состав воды входят химические вещества, влияющие на органолептические свойства (ионы железа, кальция, магния, марганца, меди, сульфаты, хлориды, карбонаты).

Загрязненность воды органическими веществами характеризуется показателем окисляемость. Окисляемость выражают в миллиграммах кислорода, израсходованного на окисление примесей, содержащихся в 1 дм^3 воды.

Суммарным показателем качества питьевой воды является содержание сухого остатка нелетучих неорганических и органических веществ, не превышающее 1000 мг/дм^3 .

Существенное значение для ряда технологических операций имеет жесткость воды. Жесткость воды характеризуется содержанием в ней ионов кальция и магния. Жесткость – это количество катионов кальция и магния в 1 л воды, выраженное в миллиграмм-эквивалентах на литр или миллимолях на литр. С 1 января 2014 года в России введен межгосударственный стандарт ГОСТ 31865-2012 «Вода. Единица жесткости». По новому ГОСТу жесткость выражается в градусах жесткости ($^{\circ}\text{Ж}$). 1°Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной $1/2$ его миллимоля на литр ($1^{\circ}\text{Ж} = 1 \text{ мг-экв/л} = 0,5 \text{ моль/м}^3$).

Величине жесткости воды 1°Ж соответствует массовая концентрация ионов кальция $20,04 \text{ г/м}^3$ или ионов магния $12,153 \text{ г/м}^3$. Различают три вида жесткости: временную, постоянную и общую.

Временная (карбонатная) жесткость обусловлена присутствием в

воде гидрокарбонатов кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которые при кипячении воды переходят в нерастворимые средние или основные соли и выпадают в виде плотного осадка – накипи:



Постоянная (некарбонатная или неустраняемая) жесткость обуславливается содержанием в воде всех других растворимых в воде солей кальция и магния (хлоридов, нитратов и др.), не выпадающих в осадок при кипячении.

Сумма временной и постоянной жесткости называется общей жесткостью. По значению общей жесткости принята следующая классификация воды:

- очень мягкая (0–1,5 моль/м³);
- мягкая (1,5–3,0 моль/м³);
- средняя (3,0–6,0 моль/м³);
- жесткая (6,0–10,0 моль/м³);
- очень жесткая (более 10,0 моль/м³).

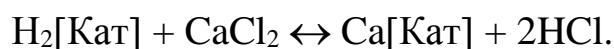
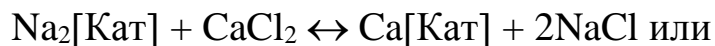
Величина общей жесткости питьевой воды не должна превышать 7 моль/м³. Некоторые пищевые технологии предъявляют особые требования к величине жесткости воды. Так, в хлебопекарном производстве повышенная жесткость воды является благоприятным фактором, так как соли кальция и магния несколько укрепляют клейковину. При производстве солода нежелательно использовать воду с высокой карбонатной жесткостью. Общая жесткость воды для пивоваренного производства не должна превышать 4–5 моль/м³, а для производства светлых сортов пива – 3 моль/м³. В ликероводочном производстве применяют воду с общей жесткостью в пределах 1 моль/м³. В производстве безалкогольных напитков используют воду с общей жесткостью не более 1,5 моль/м³.

Таким образом, для некоторых производств необходимо удалять соли кальция и магния, обуславливающие жесткость воды, то есть умягчать воду.

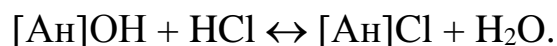
Существуют различные методы умягчения воды. В химических методах в воду добавляют реагенты (известь, карбонат натрия, фосфат натрия и др.), которые переводят соли жесткости в нерастворимые соединения, а образовавшийся осадок затем отделяют фильтрованием.

В настоящее время для умягчения воды широко применяют метод ионного обмена. Его сущность состоит в том, что воду пропускают через иониты. Иониты это твердые нерастворимые в воде вещества, способные обменивать ионы, входящие в их состав, на ионы, содержащиеся

в воде. Иониты, обменивающие катионы, называются катионитами, а анионы – анионитами. В катионитах происходит замещение ионов натрия (Na-катионит) или ионов водорода (H-катионит) на ионы кальция и магния из воды. Ионный обмен выражается обычными химическими реакциями обмена, например, для катионита:



Аниониты применяют для очистки воды от анионов кислот:



Реакции ионного обмена протекают в эквивалентных количествах и обратимы, что позволяет проводить регенерацию ионитов.

Важной характеристикой ионитов является обменная емкость. Различают полную и динамическую обменную емкость. Полной обменной емкостью называют количество ионов (мг-экв), поглощенное 1 м³ ионита до полного его насыщения. На практике очищаемая вода проходит через слой ионита с определенной скоростью. В данном случае определяют динамическую обменную емкость, которая характеризуется количеством ионов (мг-экв), поглощенных 1 м³ катионита или анионита до проскока ионов через ионит с водой.

При достижении заданного предела обменной емкости ионита проводят процесс его восстановления, то есть регенерацию (ионный обмен, проводимый в обратном порядке). Регенерацию Na-катионитов осуществляют слабым раствором поваренной соли (NaCl), а H-катионитов – введением 1–1,5 % раствора минеральной кислоты (HCl, H₂SO₄ и др.). Регенерацию анионита проводят обычно 4 % раствором щелочи (NaOH, KOH).

Ионообменный метод применяют для обработки воды с невысокой жесткостью. Этот эффективный метод очистки дает возможность получить очень мягкую воду. В практике при анализе воды определяют общую и карбонатную жесткость. Некарбонатная жесткость определяется как разность между общей и карбонатной жесткостью.

Регламентируемые показатели качества воды

Согласно стандарту питьевая вода должна соответствовать следующим требованиям:

- | | |
|--|---------------|
| - запах и вкус при 20 и 60 °С, баллов: | не более 2; |
| - цветность по шкале, град: | не более 20 |
| (по разрешению санэпидемслужбы не более 35); | |
| - мутность, мг/дм ³ : | не более 1,5; |
| - общая жесткость, мг-экв/дм ³ : | не более 7 |

(по разрешению санэпидемслужбы не более 10);	
- сухой остаток, мг/дм ³ :	не более 1000
(по разрешению санэпидемслужбы не более 1500);	
- окисляемость, мг О ₂ /дм ³ :	не более 3;
- рН:	6,5–9,0;
- содержание, мг/дм ³ , не более:	
цинка	5,0;
меди	1,0;
железа	0,3;
марганца	0,1;
свинца	0,1;
мышьяка	0,05;
фтора	1,5;
хлоридов	350;
активного хлора	0,5;
сульфатов	500;
полифосфатов	3,5;
нитритов	40;
нитратов	следы;
аммиака	следы;
- число бактерий при посеве 1 дм ³ воды, определяемое по количеству колоний после 24 часового выращивания при 37 °С:	не более 100;
- коли-индекс, количество кишечных палочек/дм ³ :	не более 3;
- коли-титр, мл:	не более 300.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ

Общая жесткость воды может быть определена комплексонометрическим, гравиметрическим или объемным способами. Наиболее часто на практике используется комплексонометрический метод, как наименее трудоемкий.

Комплексонометрический метод определения общей жесткости воды заключается в титровании исследуемой воды трилоном Б в присутствии индикатора хромогена синего или черного в аммиачной среде (рН = 9–10). Этот метод основан на том, что ионы кальция и магния связываются трилоном Б в комплексные соединения. О концентрации солей жесткости судят по изменению цвета индикатора хромогена черного от красновато-фиолетового до голубого. Появление голубого окрашивания раствора свидетельствует об отсутствии ионов кальция и магния.

Техника определения

В коническую колбу на 250–300 мл отбирают пипеткой 100 мл ис-

следуемой воды, добавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и индикатор хромоген черный (на кончике лопаточки). Жидкость перемешивают и титруют 0,1 н. раствором трилона Б до перехода красновато-фиолетовой окраски раствора в голубую.

Для более точного нахождения общей жесткости воды проводят несколько определений.

Расчетные формулы

Общая жесткость ($J_{об}$) в мг-экв/л вычисляется по формуле:

$$J_{об} = \frac{0,1 \cdot K \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2}, \quad (6)$$

где K – поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора трилона Б;
 V_1 – объем 0,1 н. раствора трилона Б, пошедшего на титрование пробы воды, мл;

V_2 – объем исследуемой воды, взятой для титрования ($V_2 = 100$ мл).

Полученные данные заносятся в табл. 8. По результатам определения общей жесткости составляется заключение о соответствии воды требованиям стандарта.

Таблица 8

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Объем исследуемой воды, взятой для титрования (V_2), мл			
Объем 0,1 н. раствора трилона Б, пошедшего на титрование (V_1), мл			
Поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора трилона Б (K)			
Общая жесткость исследуемой воды ($J_{об}$), мг-экв/л			
Среднеарифметическое значение $J_{об}$, мг-экв/л			

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТНОЙ ЖЕСТКОСТИ

Карбонатная жесткость обуславливается солями $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Кроме того, природная вода в небольшом количестве содержит соли NaHCO_3 и KHCO_3 . Последние обуславливают щелочность воды. При определении карбонатной жесткости (J_K) эти соли оттитровываются и несколько завышают реальную J_K .

Техника определения

В коническую колбу на 250–300 мл помещают пипеткой 100 мл исследуемой воды, добавляют 2–3 капли индикатора метилоранжа и титруют раствором 0,1 н. соляной кислоты до изменения окраски исследуемого раствора от желтого цвета до оранжевого. Для точного определения карбонатной жесткости титрование повторяют несколько раз.

Расчетные формулы

Карбонатная жесткость (J_K) в мг-экв/л рассчитывается по формуле:

$$J_K = \frac{0,1 \cdot K \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2}, \quad (7)$$

где K – поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора соляной кислоты;

V_1 – объем 0,1 н. соляной кислоты, пошедшей на титрование, мл;

V_2 – объем исследуемой воды, взятой на анализ, мл ($V_2 = 100$ мл).

Некарбонатная жесткость ($J_{\text{НЕК}}$) вычисляется по уравнению:

$$J_{\text{НЕК}} = J_{\text{ОБ}} - J_K. \quad (8)$$

Полученные данные заносятся в табл. 9. По результатам определения карбонатной и некарбонатной жесткости составляется заключение о соответствии воды требованиям стандарта.

Таблица 9

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Объем исследуемой воды, взятой на анализ (V_2), мл			
Объем 0,1 н. раствора HCl, пошедшего на титрование (V_1), мл			
Поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора HCl (K)			
Карбонатная жесткость исследуемой воды, (J_K), мг-экв/л			
Среднеарифметическое значение J_K , мг-экв/л			
Некарбонатная жесткость исследуемой воды, ($J_{\text{НЕК}}$), мг-экв/л			

УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

Умягчение воды методом ионного обмена проводится фильтрованием исследуемой воды через слой катионита.

Техника умягчения

В делительную воронку заливают примерно 250–300 мл исследуемой воды, предварительно проанализировав ее на общую и карбонатную жесткость по приведенным выше методикам (табл. 8, 9).

Открывают кран на делительной воронке и пропускают воду через слой катионита в капельном режиме до тех пор, пока в приемную колбу не накапает 200 мл воды.

Затем умягченную воду снова подвергают анализу на общую и карбонатную жесткость.

Расчетные формулы

Степень умягчения воды рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{Ж_0 - Ж}{Ж_0} 100, \quad (9)$$

где X – степень умягчения воды, %;

$Ж_0$ – общая жесткость воды до умягчения, мг-экв/л;

$Ж$ – общая жесткость воды после умягчения, мг-экв/л.

Полученные данные заносятся в табл. 10. По результатам определения общей жесткости составляется заключение об эффективности умягчения воды методом ионного обмена.

Таблица 10

Экспериментальные данные

Определяемые величины	До умягчения	После умягчения
Общая жесткость воды, мг-экв/л		
Карбонатная жесткость воды, мг-экв/л		
Некарбонатная жесткость воды, мг-экв/л		
Степень умягчения, %		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение воды в пищевых производствах, требования к ней.
2. Жесткость воды, ее размерность и значение для технологических операций.
3. Виды жесткости воды, их характеристика.
4. Методы умягчения воды.

5. Характеристика ионитов и их обменной способности.
6. Ионообменный метод умягчения воды, его сущность.
7. Сущность комплексонометрического метода и техника определения общей жесткости воды.
8. Техника определения карбонатной жесткости воды.
9. Расчетные формулы общей, карбонатной и некарбонатной жесткости воды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 **АНАЛИЗ МАКАРОН**

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Макаронные изделия готовятся впрок и могут сохраняться более года без заметных изменений или ухудшений вкусовых и питательных свойств. Они транспортабельны, могут перевозиться на любые расстояния и любым транспортом. Макароны устойчивы при хранении и перевозках благодаря их низкой влажности (13 %), высокой механической прочности, отсутствию в их составе скоропортящихся добавок и веществ, за исключением вкусовых и обогатительных.

Основную массу макаронных изделий вырабатывают из муки и воды, а часть продукции – с добавками.

Для производства макаронных изделий используют специальную муку двух сортов: высшего сорта (крупка) и I сорта (полукрупка), получаемую помолом зерна твердой пшеницы или мягкой стекловидной. Макаaronная мука должна содержать значительное количество клейковины (30 % и более). Макаaronная мука существенно отличается от хлебопекарной: она имеет крупитчатую структуру, высокое содержание клейковины хорошей упругости, не липкой, не короткорвущейся, что влияет на упругоэластичные и прочностные свойства теста. При отсутствии макаронной муки разрешается использовать хлебопекарную муку высшего и I сортов, в которой содержание клейковины должно быть не ниже 28 %.

Добавки, используемые в макаронном производстве, делят на две группы: обогатительные, повышающие пищевую ценность изделий, и вкусовые, влияющие на вкус и цвет.

К первой группе относятся яичные продукты (яйцо, яичный порошок, меланж – замороженная смесь белка и желтка), молочные (сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, творог) и витамины (В₁, В₂ и РР). Ко второй группе относят овощные и фруктовые пасты, пюре и порошки.

Макаронные изделия обладают высокой питательной ценностью из-за значительного содержания углеводов и белков. Они содержат не менее 12 % белковых веществ, 70–72 % углеводов (в основном крахмал), и лишь 13 % воды. Чем меньше в макаронных изделиях жира (содержание его колеблется от 0,5 до 0,7 %), тем устойчивее они при хранении.

Макаронные изделия классифицируются по различным признакам. В зависимости от формы существуют следующие виды изделий:

- трубчатые (например, макароны, рожки, перья);
- нитеобразные (например, вермишель);
- лентообразные (например, лапша);
- фигурные (например, ракушки).

По длине изделия могут быть длинными (от 15 до 50 см) и короткими (от 1,5 до 15 см). Различают еще так называемые суповые засыпки, выпускаемые в виде срезов толщиной 1–3 мм.

По способу формования различают изделия прессованные и штампованные.

В зависимости от качества и сорта муки макаронные изделия подразделяются на группы и классы (сорта). Изделия, изготовленные из муки твердой пшеницы, относятся к группе А, из муки мягкой стекловидной пшеницы – к группе Б, из хлебопекарной пшеничной муки – к группе В.

Макаронные изделия 1-го класса (высшего сорта) получают из муки высшего сорта, а 2-го класса (I сорта) – из муки I сорта.

При внесении вкусовых или обогатительных добавок к названию сорта добавляется название входящих добавок (например, высший яичный).

Производство макаронных изделий состоит из следующих этапов: подготовка сырья, приготовление теста, формование, сушка и упаковка.

Подготовка муки к производству макаронных изделий заключается в смешивании муки разных партий, просеивании и пропуске через магнитные устройства и взвешивании. Воду, предназначенную для замеса теста, подогревают в теплообменных аппаратах, а затем смешивают с холодной водопроводной водой до температуры, указанной в рецептуре. Подготовка добавок обуславливается их видом. Например, яйца перед употреблением дезинфицируют, промывают водой, после разбивания по запаху определяют их пригодность к употреблению. Творог перед употреблением протирают через сито. Меланж размораживают. Упаковку с витаминами вскрывают только перед составлением витаминной смеси или непосредственно перед внесением витаминов в тесто.

Подготовка добавок состоит в размешивании их в воде.

Далее производят замес макаронного теста. Это самое простое тесто, которое готовится из муки и воды, не подвергается брожению или искусственному разрыхлению. Во время замеса теста происходит постепенное набухание крахмальных зерен и белков муки, а также равномерное распределение влаги по всей массе теста. Затем его подвергают интенсивной механической обработке в шнековой камере прессы, где оно превращается в беспористую, упругопластичную массу. При производстве длинных изделий для придания им большей пластичности используют мягкий (32–34 % влаги) или средний (29–31 % влаги) замес. А при производстве коротких – средний или твердый (27–28 % влаги) замес, чтобы предотвратить слипание изделий во время сушки.

Формование изделий осуществляют двумя способами: прессованием и штампованием. Эта операция обуславливает внешний вид продукта (шероховатость), плотность и варочные свойства.

Прессование осуществляют в шнековых прессах, заканчивающихся матрицей. Форма изделий зависит от конфигурации поперечного сечения формирующих отверстий матрицы. Отверстия матрицы могут быть с вкладышами для получения трубчатых изделий, сплошными круглыми – для нитеобразных изделий, сплошными щелевидными – для лентообразных и фигурных изделий. Путем штампования из тонкого, сформированного в виде ленты теста получают разнообразные фигурные изделия, а разрезанием на части тестовой ленты – лапшу.

Сушка – самый ответственный этап производства макаронных изделий. Продолжительность этой операции зависит от вида изделия, типа сушилок и применяемого режима сушки: 30 мин – для лапши и вермишели при температуре 50–70 °С; 16–40 ч для длинных трубчатых изделий при температуре 30–50 °С. Сушку ведут до влажности готовых изделий 12–13 %. По мере обезвоживания тесто утрачивает первоначальные свойства, переходя из пластичного состояния через зону упругоэластичных свойств к состоянию хрупкого тела. При сушке происходит усадка изделий, т. е. уменьшается их размер. Для равномерной усадки и уменьшения растрескивания и искривления сушку проводят постепенно, чередуя ее с отволаживанием. Чрезмерно продолжительная сушка может привести к потемнению изделия в результате деятельности ферментов, а также к закисанию и плесневению. При чрезмерно интенсивной сушке образуются трещины.

В связи с дефицитом высококачественного сырья (макаронной муки из твердой пшеницы) разрабатывают новые технологии, позволяющие производить из средне- и низкокачественного сырья изделия высо-

кого качества. Это, например, использование высоких и сверхвысоких температурных режимов сушки (СВТ). Сокращается время производства и создается возможность использования нетрадиционных видов сырья – муки из мягких сортов пшеницы, из риса и кукурузы или смешанной муки. Сушка производится в два этапа: предварительная (до влажности изделий 20 % при минимальной температуре 60 °С) и окончательная (до конечной влажности продукта при температуре 90 °С). В результате макаронные изделия имеют более яркий цвет по сравнению с изделиями, высушенными при более мягких режимах. Изделия получаются хорошего качества, так как сохраняют форму после варки. Производство макаронных изделий быстрого приготовления также можно отнести к новым технологиям. Существует несколько вариантов их производства: традиционное прессование с последующим пропариванием и сушкой (изделия быстрой варки); холодное прессование со стадией варки (вместо пропаривания) с последующей сушкой; термическое формование (кратковременная высокотемпературная экструзия) с последующей сушкой (изделия, не требующие варки).

После сушки готовую продукцию охлаждают и направляют на упаковку. Перед упаковкой производят сортировку и удаляют изделия недосушенные, растрескавшиеся, сильно деформированные, с повышенной кислотностью, заплесневелые.

Макаронные изделия выпускают в расфасованном виде и развесными. Расфасовывают их в картонные коробки или пакеты из бумаги и целлофана весом до 1 кг, которые затем укладывают в ящики.

Развесные изделия упаковывают в дощатые, картонные или бумажнолитые прессованные ящики весом не более 30 кг. Ящики выстилают чистой оберточной бумагой. Укладывают изделия в ящики плотно, зазоры заполняют бумагой, чтобы при перевозке продукт не ломался.

Хранят макаронные изделия в сухом, чистом, хорошо проветриваемом помещении при относительной влажности воздуха не выше 70 %. При хранении в сыром помещении изделия увлажняются, плесневеют, имеют затхлый запах, а в очень сухом помещении они высыхают, образуется много лома. Во время хранения макаронных изделий нельзя допускать резких колебаний температуры, так как они будут увлажняться и портиться.

Регламентируемые показатели качества макаронных изделий

По органолептическим показателям макаронные изделия должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 11. Требования по физико-химическим показателям качества макаронных изделий приведены в табл. 12.

Таблица 11

Органолептические показатели качества макаронных изделий

Наименование показателя	Характеристика для группы	
	А	Б и В
Цвет	Однотонный с кремовым или желтоватым оттенком без следов непромеса.	Однотонный, без следов непромеса.
Поверхность	Гладкая, можно с незначительными шероховатостями.	
Форма	В макаронах, перьях, вермишели и лапше допускаются изгибы и искривления, не ухудшающие товарный вид изделия и не ведущие к уменьшению емкости тары.	
Запах, вкус	Без постороннего запаха и привкуса.	
Состояние после варки	При варке до готовности изделия не должны терять форму, склеиваться между собой и образовывать комья.	

Таблица 12

Физико-химические показатели качества макаронных изделий

Наименование показателя	Норма для группы					
	А		Б		В	
	1 класс	2 класс	1 класс	2 класс	1 класс	2 класс
Влажность, %, не более	13	13	13	13	13	13
Кислотность, град, не более	4	4	4	4	4	4
Прочность макарон, Н при диаметре:						
3,0–3,4 мм	1,0	1,0	0,8	0,8	–	–
3,5–3,9 мм	1,2	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8
4,0–4,4 мм	2,0	2,0	1,6	1,6	1,0	1,0
4,5–4,9 мм	2,2	2,2	2,0	2,0	1,2	1,2
5,0–5,4 мм	2,8	2,8	2,5	2,5	1,6	1,6
5,5–5,9 мм	3,6	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0
6,0–6,4 мм	5,0	5,5	4,0	4,0	3,0	3,0
6,5–6,9 мм	6,0	7,0	5,0	5,0	4,0	4,0
более 7,0 мм	7,0	8,0	6,0	6,0	4,5	4,5
Массовая доля лома в макаронах, %, не более						
в фасованных изделиях	4,0	5,0	8,0	10,0	17,5	17,5
в весовых изделиях	7,0	10,0	12,5	15,0	17,5	17,5

Требуемая прочность макарон в граммах от их диаметра приведена в табл. 13.

Таблица 13

Прочностные свойства макаронных изделий

Диаметр макарон, мм	Прочность макарон от нагрузки в граммах для сортов	
	высший	первый
7 и более	750	800
6,5–6,9 (обыкновенные)	650	700
5,0–5,4 (особые)	300	300
4,0–4,4 (соломка)	200	200

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Влажность

Техника определения

50 грамм макаронных изделий измельчают в фарфоровой ступке.

В два заранее высушенные и взвешенные на технических весах бюкса отвешивают примерно по 5 г измельченной массы и быстро помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 130 °С.

В момент загрузки бюксов в сушильный шкаф температура в нем снижается. Навески сушатся в течение 40 минут с момента установления температуры 130 °С.

После высушивания бюксы вынимают из шкафа, немедленно закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения.

После охлаждения бюксы взвешивают.

Расчетные формулы

Влажность исследуемого макаронного изделия в процентах определяется по уравнению:

$$W = \frac{m_1}{m_2} 100, \quad (10)$$

где m_1 – масса испарившейся влаги, г;

m_2 – масса высушиваемого макаронного изделия, г.

Полученные данные заносятся в табл. 14. По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии влажности макарон требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого бюкса, г		
Масса бюкса с навеской макаронного изделия, г		
Масса высушиваемого макаронного изделия (m_2), г		
Масса бюкса с высушенным макаронным изделием, г		
Масса высушенного макаронного изделия, г		
Масса испарившейся влаги (m_1), г		
Влажность исследуемого макаронного изделия (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности макаронного изделия (W), %		

Кислотность

Кислотность выражают в градусах. Под градусами кислотности понимают количество в миллилитрах 1 н. раствора щелочи, расходуемого на 100 г изделия. Кислотность определяют с точностью до 0,1 град.

Техника определения

50 г макаронных изделий измельчают в фарфоровой ступке. С уменьшением размера частиц увеличивается количество экстрагированных водой кислот.

Навеску крупки массой m , примерно 5 г, переносят в коническую колбу на 150–250 мл с предварительно налитой в нее дистиллированной водой (30–40 мл). Содержимое колбы взбалтывают в течение 3 минут. Приставшие к стенкам частицы смывают водой.

Затем добавляют 5 капель 1 % раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором NaOH до розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты.

Для точного нахождения кислотности ее определение проводят три раза.

Расчетные формулы

Кислотность макаронных изделий в градусах, то есть количество в миллилитрах 1 н. раствора NaOH, расходуемого на 100 г изделия, определяется по формуле:

$$^{\circ}\text{K} = \frac{V_2 \cdot 100}{m}, \quad (11)$$

где m – масса навески крупки макаронных изделий, г;
 V_2 – объем в миллилитрах 1 н. раствора NaOH, расходуемого на m г макаронных изделий, рассчитываемый по уравнению:

$$V_2 = 0,1 \cdot K \cdot V_1, \quad (12)$$

где K – поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора NaOH;
 V_1 – объем 0,1 н. раствора NaOH, пошедшего на титрование навески крупки макаронных изделий массой m г.

Полученные данные заносятся в табл. 15. По результатам определения кислотности составляется заключение о соответствии макарон требованиям стандарта.

Таблица 15

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора NaOH (K)			
Масса навески крупки макаронных изделий (m), г			
Объем 0,1 н. раствора NaOH, пошедшего на титрование m г макарон (V_1), мл			
Объем 1 н. раствора NaOH, расходуемого на титрование m г макарон (V_2), мл			
Кислотность макаронных изделий ($^{\circ}K$), град			
Среднеарифметическое значение кислотности макаронных изделий ($^{\circ}K$), град			

Прочность макарон

Механическая прочность длинных макарон является показателем, определяющим способность их транспортировки на дальние расстояния без ухудшения качества.

Техника определения

Рекомендуется определять прочность макарон на приборе Строганова. Определение проводится статической нагрузкой на макароны, лежащие горизонтально на двух опорах с пролетом 150 мм. Нагрузка постепенно увеличивается до тех пор, пока макароны не ломаются. За показатель прочности принимается величина разрушающей нагрузки, выраженная в граммах. Величину прочности вычисляют как среднее арифметическое из результатов 10 определений и выражают с точностью до 10 г.

Полученные данные заносятся в табл. 16. По результатам определения прочности составляется заключение о соответствии макарон требованиям стандарта.

Таблица 16

Экспериментальные данные

Номер определения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прочность макарон, г										
Средняя арифметическая прочность макарон, г										
Требуемая прочность, г										

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Достоинства макаронных изделий как пищевых продуктов.
2. Рецептурный и химический состав макаронных изделий.
3. Классификация макаронных изделий.
4. Органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий, их характеристика.
5. Техника определения влажности и прочности макарон.
6. Понятие кислотности макаронных изделий и техника ее определения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 АНАЛИЗ ХЛЕБА

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В ассортимент хлебобулочных изделий входят различные сорта и виды хлеба, сдобных, бараночных, сухарных изделий, а также национальные и лечебно-диетические изделия. Перечисленные группы изделий включают сотни наименований, отличающихся друг от друга по сорту, рецептуре, форме и т.д.

Хлеб, приготовленный из различных сортов пшеничной и ржаной муки, содержит 40–50 % влаги и 60–50 % сухого вещества, которое в основном представлено углеводами (около 45 %), небольшим количеством белков (8–9 %), а также жиров, минеральных веществ, витаминов и кислот. Пищевая ценность хлеба определяется содержанием отдельных составных частей и энергетической ценностью с учетом коэффициента усвояемости. Одну треть потребности организма в белке и значительную часть потребности в углеводах и витаминах группы В обеспечивают хлебобулочные изделия. Пищевая ценность хлеба тем выше, чем больше он удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах

и чем больше его состав соответствует формуле сбалансированного питания.

Энергетическая ценность хлеба зависит от содержания влаги (чем больше влаги, тем она ниже) и от количества отдельных компонентов сухого вещества. В среднем хлеб обеспечивает 1/3 потребности организма человека в энергии.

Белки хлеба не являются полноценными, в них мало незаменимых аминокислот лизина и метионина, поэтому в производстве хлеба повышают его белковую ценность путем обогащения молочными продуктами, белками бобовых и масличных культур и пищевой рыбной мукой. Позволяет обогатить хлеб незаменимыми аминокислотами и введение в рецептуру хлебобулочных изделий пшеничных зародышевых хлопьев.

Хлеб отличается высоким содержанием таких зольных элементов, как фосфор, железо и магний, но в нем мало кальция. Высокоценным обогатителем в этом отношении являются молоко и молочные продукты, которые содержат кальций в легкоусвояемой форме.

Качество печеного хлеба в основном зависит от качества муки и правильности ведения технологического процесса его приготовления. В соответствии со стандартом на печеный хлеб качество последнего оценивается как органолептически, так и методами лабораторного физико-химического анализа.

Качество продукции по определяемым органолептически показателям (форма, поверхность, состояние мякиша, отклонения в массе хлеба) оценивается по десятибалльной шкале. Балловая оценка производится на хлебопекарных предприятиях контролером или лицом, уполномоченным приказом по предприятию.

В лабораториях предприятий оценку качества готовой продукции производят путем анализа отобранных средних образцов в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями.

Хлеб вырабатывают в виде штучных изделий, выпеченных из мучного теста, которое подвергнуто брожению. Основным сырьем для производства хлеба является пшеничная и ржаная мука, а также питьевая вода. В качестве дополнительного сырья используют дрожжи, соль, сахар, жиры и различные пищевые добавки. Хлебопекарная мука изготовлена из мучнистых зерен мягкой пшеницы. Все дополнительное сырье преобразуют в промежуточные жидкие полуфабрикаты: растворы, эмульсии или суспензии.

Приготовление хлеба можно разделить на следующие стадии:

– подготовка сырья к производству: муки, питьевой воды, соли, сахара, жира, дрожжей;

- дозирование рецептурных компонентов, замес и брожение опары и теста;
- разделка: деление созревшего теста на порции одинаковой массы;
- формование: механическая обработка тестовых заготовок с целью придания им определенной формы: шарообразной, цилиндрической, сигарообразной и др.;
- расстойка: брожение сформированных тестовых заготовок.
- гидротермическая обработка тестовых заготовок и выпечка хлеба;
- охлаждение, отбраковка и хранение хлеба.

Подготовка сырья к производству включает в себя хранение сырья, аэрацию муки, очистку сырья от примесей, смешивание, приготовление растворов соли и сахара, жировых эмульсий и дрожжевых суспензий.

Мука хранится на складах предприятий тарным способом в мешках и бестарным способом в бункерах (силосах). В мешках, как правило, доставляется и хранится сахар-песок, сухое молоко, солод и другие виды сыпучего сырья. Возможно хранение сахара в виде сиропа.

При подготовке сырья к использованию сыпучие его виды (муку, сахар-песок и т.п.) просеивают и подвергают очистке от металломагнитных примесей. Для этого используются просеиватели и магнитные сепараторы.

В зимнее время подготовка муки включает в себя подогревание до 10–20 °С. Смешивают муку в определенных соотношениях, разные сорта – в соответствии с рецептурой хлеба (ржано-пшеничный, пшенично-ржаной), а разные партии в пределах одного сорта – при необходимости улучшить какой-либо показатель одной партии муки за счет другой, у которой данный показатель более высок. Просеивание муки перед пуском на производство обязательно. Его цель не только удаление всевозможных посторонних примесей, но и аэрация – насыщение муки воздухом, следовательно, и кислородом, необходимым в начале брожения теста для аэробного дыхания дрожжей.

Воду для технологических нужд хлебозаводы используют обычно из городского питьевого водопровода. Вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь постороннего запаха и вкуса, должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические показатели. Солевой состав воды в известной степени влияет на вкус хлеба, физические свойства полуфабрикатов и на их брожение. Поэтому предпочтение следует отдать жесткой, а не мягкой воде. Воду перед пуском в производство подогревают.

Соль предварительно растворяют в воде, фильтруют и отстаивают. Сахар растворяют в воде и фильтруют. При расходе сахара в сухом виде его предварительно просеивают и подвергают магнитной очистке. Прессованные дрожжи перед внесением в полуфабрикаты разводят в воде, нагретой до 28–30 °С. Замороженные дрожжи предварительно оттаивают при температуре 4–6 °С. Жиры жидкие фильтруют через металлическое сито, а твердые – растапливают в баке. Яйца тщательно моют, дезинфицируют и разбивают по 3–5 штук в одну посуду. Если все разбитые яйца оказались по виду и запаху доброкачественными, тогда полученную порцию выливают в общую емкость. Солод поступает на хлебопекарные предприятия в размолотом до порошкообразного состояния виде.

Замес и брожение рецептурной смеси-теста являются основными процессами хлебопекарного производства. Тесто в результате замеса и брожения приобретает необходимые для данного вида хлеба кислотность и физические свойства: упругость, формоудерживающую и газоудерживающую способности, которые обеспечивают максимальный объем тестовых заготовок, поступающих на выпечку. При замесе перемешиваются компоненты, смесь подвергается механической обработке и насыщению пузырьками воздуха, происходит гидролитическое воздействие влаги на сухие компоненты смеси, формируется губчатый каркас теста. При брожении в тесте протекают микробиологические и ферментативные процессы, изменяющие его физические свойства. Образуется капиллярно-пористая структура, удерживаемая эластично-пластичным скелетом, поры которого заполнены газом, состоящим из диоксида углерода, паров воды, спирта и других продуктов брожения. В процессе брожения происходят изменения различных веществ теста под действием ферментов муки, дрожжей, молочнокислых бактерий и других микроорганизмов. Основными видами брожения в тесте являются спиртовое и молочнокислое. В ржаном тесте преобладает молочнокислое брожение, в результате чего накапливается молочная кислота, которая разрыхляет тесто. При брожении происходит частичное образование вкусовых и ароматических веществ. В процессе брожения тесто один или два раза обминают (перебивают). При этом удаляется углекислый газ, тесто обогащается кислородом воздуха, необходимым для жизнедеятельности микроорганизмов.

Тесто из ржаной муки ставят на заквасках или используют заварной способ, при котором хлеб приобретает особый аромат, долго не черствеет.

Закваска – это расходуемая небольшими частями и постоянно воз-

обновляемая фаза, необходимая для производства. Закваской обычно является тесто, которое осталось от более ранней выпечки. В ней содержится много дрожжевых грибков, а также большое число молочнокислых бактерий, способствующих образованию молочной кислоты. Следовательно, ржаной хлеб имеет более высокую кислотность, чем пшеничный. На современных предприятиях ржаную продукцию готовят с применением специальной закваски, именуемойся головками. Технология приготовления исходной головки заключается в использовании старой головки и добавлении воды и муки. Для брожения головке требуется 3–4 часа, затем ее разделяют на четыре части, три из которых используются для замеса ржаного теста, а четвертая используется для возобновления исходной. Во время замеса теста в него добавляют соль, воду и муку, после чего оно бродит еще два часа.

Для производства заварных сортов ржаного хлеба некоторую часть солода и муки заваривают кипятком. При такой технологии происходит клейстеризация мучного крахмала, и он намного легче осахаривается мучными ферментами. Производство заварных сортов ржаных изделий осуществляется с помощью опарных технологий: вначале готовят опару из закваски, заварки и муки, после чего ставят на ней тесто.

Тесто из пшеничной муки ставят опарным или безопарным способом. При опарном способе вначале готовят опару, для чего берут половину количества муки, $\frac{2}{3}$ воды, все дрожжи. Опара бродит 3–4,5 ч. К готовой опаре добавляют оставшееся количество муки и воды, соль и другие компоненты, предусмотренные рецептурой, и замешивают тесто, которое бродит 1–1,5 ч. При безопарном способе все предусмотренное рецептурой сырье замешивают сразу. Продолжительность брожения теста – 3–4 ч. Безопарный способ простой, требует меньше времени для приготовления хлеба, но при этом изделия получаются худшего качества и расходуется больше дрожжей, чем при опарном способе. Вышеуказанные способы являются традиционными. Новым и экономически выгодным является способ приготовления теста на жидкой опаре с сокращенным периодом брожения, процесс механизирован и автоматизирован. В жидкой опаре образуется больше водорастворимых белков, меньше расходуется сахаров при брожении, после выпечки улучшается аромат и цвет корочки хлеба, замедляется его черствение.

Брожение теста протекает при температуре 28–30 °С. Процесс брожения начинается при замесе опары и закваски и продолжается в тесте и в сформованных изделиях.

Разделка теста включает следующие операции: деление теста на куски, округление, предварительная расстойка, формование и оконча-

тельная расстойка тестовых заготовок. Деление теста на куски производится в тестоделительных машинах. Масса куска теста устанавливается, исходя из заданной массы штуки хлеба или булочных изделий с учетом потерь при его выпечке (упек) и при остывании и хранении (усушка). После тестоделительной машины тесто поступает в округлительные машины, где им придается круглая форма. После этого тестовая заготовка должна в течении 3–8 минут отлежаться для восстановления клейковинного каркаса, после чего поступает на формовочную машину, где ей придается определенная форма (батоны, сайки, булки и т.д.). Расстойка сформованного теста проводится перед посадкой его в печь. При расстойке продолжается брожение теста, разрыхление его углекислым газом, в результате чего улучшаются физические свойства тестовой заготовки. Перед посадкой в печь на батонах делают надрезы, на ржаном хлебе и отдельных мелкоштучных изделиях – проколы. Поверхность некоторых видов изделий смачивают водой или яичной болтушкой. Повышенная температура воздуха в расстойных шкафах ускоряет брожение, а повышенная влажность предотвращает образование на поверхности теста высохшей корки или пленки. Высохшая пленка в процессе расстойки или выпечки разрывается из-за увеличения объема, что приводит к образованию на поверхности хлеба разрывов и трещин.

Выпечка – заключительная стадия приготовления хлебных изделий, окончательно формирующая качество хлеба. В процессе выпечки внутри тестовой заготовки протекают одновременно микробиологические, биохимические, физические и коллоидные процессы. Хлебные изделия выпекают в пекарной камере хлебопекарных печей при температуре паровоздушной среды 200–280 °С. Образование твердой хлебной корки происходит в результате обезвоживания наружных слоев тестовой заготовки. Твердая корка прекращает прирост объема теста и хлеба, поэтому корка должна образовываться не сразу, а через 6–8 минут после начала выпечки, когда максимальный объем заготовки будет уже достигнут. При выпечке внутри тестовой заготовки подавляется бродильная микрофлора, изменяется активность ферментов, происходит клейстеризация крахмала и тепловая денатурация белков, изменяется влажность и температура внутренних слоев хлеба. Объем выпеченного изделия на 10–30 % больше объема тестовой заготовки перед посадкой ее в печь. Увеличение объема происходит главным образом в первые минуты выпечки в результате остаточного спиртового брожения, перехода спирта в парообразное состояние, а также теплового расширения паров и газов в тестовой заготовке. Увеличение объема хлеба улучшает внешний вид, пористость и усвояемость изделия.

Завершающими операциями производства хлеба являются: охлаждение, упаковывание, хранение и транспортирование готовых изделий.

После выхода из печи продолжается уменьшение массы хлеба за счет испарения влаги и некоторого количества летучих веществ (усыхание). Чем быстрее остынет хлеб до комнатной температуры, тем меньше будут эти потери. Поэтому понижение температуры в хлебохранилище и вентиляция его ускоряют охлаждение хлеба и уменьшают потерю массы изделий при остывании. Упаковка хлеба во влагонепроницаемые материалы является наилучшим способом предохранения его от усыхания и потери аромата. Она позволяет сохранить достаточную органолептическую свежесть изделий в течение 3–4 дней. Упаковочными материалами могут служить парафинированная бумага, пергамент, полиэтилен, полипропилен, полихлорвинил; перспективной является полиэтилен-терефталатная пленка (лавсан) и другие материалы.

Для транспортирования хлеб укладывают на деревянные лотки, размещают последние на стеллажах или тележках и перевозят специализированными автомобилями, которые периодически должны подвергаться санитарной обработке.

В магазинах хлеб до реализации хранят в чистых, сухих, хорошо освещенных, вентилируемых помещениях. Оптимальная температура для хранения хлеба в магазинах – 20–25 °С, но она не должна снижаться ниже 6 °С, относительная влажность воздуха – 75–80 %. В таких условиях хлеб меньше высыхает и одновременно в достаточной степени предохранен от излишнего увлажнения корки и плесневения.

Хлеб является продуктом кратковременного хранения. При хранении в хлебе протекают параллельно и независимо процессы, влияющие на его массу и качество: усыхание хлеба – потеря влаги и собственно черствение – физико-химические превращения веществ, образующих его мякиш.

Скорость усыхания хлеба после охлаждения при хранении идет с постоянной скоростью и в это время движение воздуха (вентиляция помещения) не уменьшает, а увеличивает потери. В хлебохранилищах магазинов полки или контейнеры с хлебом можно укрывать чехлами из влагонепроницаемых материалов или хранить хлеб в специальных закрытых емкостях, что замедляет испарение влаги. Правда, при этом увеличивается опасность его плесневения. Упаковка хлеба во влагонепроницаемые материалы является наилучшим способом предохранения его от усыхания и потери аромата.

Черствение хлеба при хранении – сложный физико-коллоидный процесс, связанный в первую очередь со старением крахмала. Первые

признаки черствения появляются через 10–12 ч после выпечки хлеба. У свежего хлеба корочка хрупкая, гладкая, глянцевитая, мякиш эластичный, хорошо сжимаемый, не крошащийся при разрезании. У черствого хлеба корочка мягкая, матовая, мякиш твердый, крошащийся, неэластичный. При хранении вкус и аромат хлеба изменяются одновременно с физическими свойствами мякиша, происходят потеря и разрушение части ароматических веществ и появляются специфические вкус и аромат лежалого, черствого хлеба. На процесс черствения оказывают влияние условия хранения: температура, упаковка. Любые добавки и факторы, увеличивающие объем и улучшающие структуру и физические свойства мякиша, способствуют более длительному сохранению свежести. Например, регулирование рецептуры (введение различных добавок: животных и растительных белков, жиров, эмульгаторов, соевой и ржаной муки), интенсивный замес теста замедляют процесс черствения.

Регламентируемые показатели качества хлеба

К органолептическим показателям относят форму хлеба, окраску и состояние его корок, вкус, запах, толщину корок, состояние мякиша по промесу, пористости, эластичности, свежести, наличие или отсутствие хруста от минеральных примесей.

Внешний вид определяют по форме и состоянию поверхности изделия. Форма должна соответствовать виду изделия (округлая, овальная, продолговато-овальная и т. д.), не расплывшаяся, без притисков и боковых выплывов. В реализацию не допускаются изделия мятые и деформированные. Поверхность изделий должна быть гладкой, отдельных видов – шероховатой, без крупных трещин и подрывов; допускаются наколы, надрезы для некоторых изделий, особенно батонов и булок. Окраска корок должна быть равномерной, без подгорелости не бледной.

Состояние мякиша характеризует пропеченность, промес и пористость. Хлеб должен иметь мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, у заварных сортов – с небольшой липкостью, без комочков и следов непромеса. Пористость развитая, без пустот и уплотнений. После легкого надавливания пальцем мякиш принимает первоначальную форму. У черствого хлеба появляются крошковатость и жесткость.

Вкус и запах – свойственные виду изделия, без посторонних привкусов.

Для различных сортов пшеничного хлеба содержание влаги не должно превышать 42–48 %, для ржаного хлеба – 48–51 %.

Для ржаного хлеба из обойной муки пористость должна быть не менее 42 %, для пшеничного хлеба в зависимости от сорта и способа выпечки – от 55 до 70 %.

Согласно стандартам максимальная норма кислотности для отдельных сортов хлеба из ржаной муки колеблется в пределах 9–12°, а для хлеба из пшеничной муки – от 2 до 6° (в зависимости от сорта хлеба).

В рецептуру хлебобулочных изделий, за исключением диетических бессолевых сортов, поваренная соль входит в количестве от 1 до 2,5 % к массе муки.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА

При характеристике внешнего вида осматривают весь средний образец хлеба и отмечают симметричность и правильность его формы и характер корок хлеба (цвет, толщина корок, отсутствие или наличие отслоения корок от мякиша).

Цвет корок: бледный, золотисто-желтый, светло-коричневый, коричневый, темно-коричневый.

Поверхность корок: гладкая, неровная с трещинами или подрывами. Трещинами считаются разрывы, проходящие через верхнюю корку в одном или нескольких направлениях. Подрывами считаются разрывы между верхней и боковой коркой (у подового) или боковой и нижней коркой у формового хлеба.

Характер мякиша хлеба определяется его цветом, структурой пористости и эластичностью. Цвет мякиша рекомендуется определять при дневном освещении. Он может быть белый, серый или темный с различными оттенками.

Необходимо отмечать также и равномерность окраски мякиша, и состояние мякиша по промесу. Пористость хлеба характеризуют по крупности (мелкая, средняя, крупная), по равномерности (равномерная, неравномерная), по толщине стенок пор (тонкостенная, средняя, толстостенная).

Эластичность мякиша определяют легким надавливанием на него пальцами. Если мякиш оказывает сильное сопротивление нажатию пальцем и мало при этом деформируется, то его характеризуют как плотный или уплотненный. Мякиш, легко поддающийся нажатию пальцем, но не восстанавливающий свою структуру, считается неэластичным или недостаточно эластичным. В случае обнаружения отмечается также липкость мякиша.

Вкус и хруст определяются разжевыванием хлеба. Вкус может быть нормальным, кислым, пресным, горьковатым или с посторонним, не характерным для данного вида изделия привкусом.

Вкус, запах хлеба, состояние мякиша по пористости, эластичности,

свежести и наличие или отсутствию хруста от минеральных примесей устанавливаются разрезанием отобранных от средней пробы пяти различных образцов. Толщину корок выводят как среднее из трех определений.

Полученные оценки заносятся в табл. 17. По результатам органолептического анализа составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Таблица 17

Органолептическая оценка качества хлеба

Показатели	Результаты оценки
Форма	
Характеристика корки	
Эластичность мякиша	
Структура пористости	
Цвет мякиша	
Вкус	

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА
ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

К числу основных физико-химических показателей относят влажность мякиша, кислотность и пористость. Стандартами предусматривается также определение содержания жира, сахара, поваренной соли.

Физико-химические показатели определяют не ранее, чем через 3 часа после выхода изделия из печи и не позднее 48 часов для хлеба из обойных сортов муки и 24 часа для пшеничного хлеба из сортовой муки, для мелкоштучных изделий – не ранее 1 часа и не позднее 16 часов.

Определение влажности хлеба

От показателя влажности хлеба зависит его физиологическая ценность и результаты технико-экономических показателей работы хлебопекарных предприятий. Чем выше влажность хлеба, тем меньше в нем полезных сухих веществ (белков, углеводов, витаминов и т.д.) и тем ниже его энергетическая ценность. С увеличением влажности хлеба на 1 % его выход повышается на 2–3 %. Определение влажности хлеба необходимо не только для расчета его выхода, но и для проверки правильности ведения технологического процесса (дозировки основного сырья – муки, воды).

Таким образом, содержание влаги определяет физиологическую ценность хлеба, а также технико-экономические показатели работы

хлебозавода.

На производстве обычно пользуются ускоренным и, к сожалению, неточным стандартным методом, предусматривающим определение влажности не целого хлеба, а лишь его мякиша.

При внутрипроизводственном контроле качества хлеба на предприятиях широко применяется также быстрый метод определения влажности хлеба на приборе ВНИИХП-ВП. В производственных лабораториях используют два варианта определения влажности по этому методу, которые различаются методикой подготовки проб и длительностью высушивания: метод высушивания ломтя и метод высушивания измельченного мякиша хлеба.

Техника определения

1. Ускоренный метод

При анализе хлеба и хлебобулочных изделий массой более 0,2 кг лабораторный образец разрезают поперек на две приблизительно равные части и от одной части отрезают ломоть толщиной 1 - 3 см, отделяют мякиш от корок на расстоянии около 1 см, удаляют все включения (изюм, повидло, орехи и др., кроме мака). Масса выделенной пробы должна быть не менее 20 г.

При анализе хлеба и хлебобулочных изделий массой 0,2 кг и менее из середины отобранного лабораторного образца вырезают ломти толщиной 3–5 см, отделяют мякиш от корок и удаляют все включения (кроме мака). Масса выделенной пробы должна быть не менее 20 г.

Приготовленные пробы быстро и тщательно измельчают ножом, теркой или механическим измельчителем, перемешивают и сразу же взвешивают в заранее высушенных и взвешенных бюксах с крышками две навески по 5 г каждая с погрешностью не более 0,01 г.

Взвешенные пробы в открытых бюксах помещают в предварительно подогретый до 140–145 °С сушильный шкаф с терморегулятором. Температура в шкафу при этом быстро падает ниже 130 °С. При этой температуре продолжают высушивание в течение 40 минут (отклонение температуры не должно превышать 2 °С).

Если необходимая температура (130 °С) в электрическом сушильном шкафу устанавливается за 1–2 минуты, рекомендуется проводить высушивание в нем в течение 50 минут с момента помещения проб в шкаф.

После высушивания бюксы вынимают, закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения на 15–20 минут (оставлять в эксикаторе охлажденные навески более 2 часов не допускается).

Охлажденные бюксы снова взвешивают и по полученным резуль-

татам определяют влажность хлеба.

Расчетные формулы

$$W = \frac{m_4}{m_5} 100, \quad (13)$$

где W – влажность хлеба, %;

m_4 – масса испарившейся воды, г;

m_5 – масса навески хлеба до высушивания, г.

Масса испарившейся воды рассчитывается:

$$m_4 = m_2 - m_3, \quad (14)$$

где m_2 – масса бюкса с хлебом до высушивания, г;

m_3 – масса бюкса с хлебом после высушивания, г.

Масса навески хлеба до высушивания равна:

$$m_5 = m_2 - m_1, \quad (15)$$

где m_1 – масса пустого бюкса, г.

Конечный результат выражают как среднее арифметическое из двух определений, расхождение между показаниями которых не должно превышать 1 %.

Полученные данные заносятся в табл. 17. По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Таблица 17

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого бюкса (m_1), г		
Масса бюкса с хлебом до высушивания (m_2), г		
Масса навески хлеба до высушивания (m_5), г		
Масса бюкса с хлебом после высушивания (m_3), г		
Масса испарившейся влаги (m_4), г		
Влажность (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности хлеба (W), %		

2. Быстрый метод определения влажности хлеба на приборе ВНИИХП-ВЧ (метод высушивания ломтя).

Из середины изделия вырезают ломтик мякиша размером пример-

но 6 на 6 см, толщиной 0,5–0,7 см и разрезают его пополам. Из каждой половины пробы в виде ломтя примерно по 5 г помещают в предварительно заготовленные, высушенные и взвешенные бумажные пакеты и взвешивают с точностью 0,01 г. Высушивание проб производят в течение 3 минут при 160 °С, после чего пакеты переносят в эксикатор для остывания в течение 1–2 минут и взвешивают.

При установившейся температуре прибора затраты времени на определение влаги в двух параллельных опытах составляют 6–7 минут.

3. Быстрый метод определения влажности хлеба на приборе ВНИИХП-ВЧ (метод высушивания измельченного мякиша).

Измельченные в крошку пробы массой около 5 г помещают в предварительно заготовленные, высушенные и взвешенные бумажные пакеты слоем не более 1,5–2 мм и взвешивают на технических весах с точностью 0,01 г. Высушивание проводят при температуре 160 °С в течение 5 минут, после чего пакеты охлаждают в эксикаторе 1–2 минут и взвешивают.

Влажность хлеба определяют по формулам (13), (14), (15).

Полученные данные заносятся в табл. 18. По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Таблица 18

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса высушенного пустого пакета (m_1), г		
Масса пакета с хлебом до высушивания (m_2), г		
Масса навески хлеба до высушивания (m_5), г		
Масса пакета с хлебом после высушивания (m_3), г		
Масса испарившейся воды (m_4), г		
Влажность (W), %		
Среднеарифметическое значение влажности хлеба (W), %		

Определение пористости хлеба

Под пористостью хлеба понимают объем пор, отнесенный к объему мякиша, в котором они заключены. Пористость выражается в процентах. Если общий объем вырезанного мякиша с порами обозначить как V , а объем беспористой массы этой же навески мякиша, опрессованного до отказа, как V_0 , то пористость в процентах можно рассчитать по

формуле:

$$P = \frac{V - V_0}{V} 100. \quad (16)$$

Пористость хлеба с учетом ее структуры (величины пор, однородности, толщины стенок) характеризует важное свойство хлеба – его усвояемость. Хлеб с низкой пористостью обычно получается из невыброженного и плохо выпеченного теста или из муки низкого хлебопечкарного качества. В стандарте указан нижний предел пористости хлеба.

Существует несколько способов определения пористости хлеба. Одни из них основаны на прямом определении объемов вырезанного куска мякиша и его опрессованной массы (способ Якоби), другие – на определении плотности пористого и беспористого мякиша (метод Завьялова), третьи – на определении объема всего хлеба и т.д.

По методу Завьялова определяют пористость весового и штучного хлеба и булочных изделий массой не менее 200 г. Объем беспористого мякиша хлеба в данном случае определяется простым делением массы взятых выемок хлеба на принятую среднюю величину плотности беспористой массы мякиша хлеба.

Техника определения

Для определения пористости хлеба по методу Завьялова из середины изделия вырезают кусок шириной не менее 7–8 см. Из мякиша куска в месте наиболее типичном для пористости на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром. Острый край цилиндра предварительно смазывают растительным маслом. Цилиндр вводят вращательным движением в мякиш куска. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на стол. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра деревянной втулкой примерно на расстояние 1 см и срезают его у края цилиндра острым ножом. Отрезанный кусочек мякиша удаляют. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой примерно на 4 см и также срезают у края цилиндра.

Для определения пористости пшеничного хлеба делают три цилиндрические выемки, для ржаного хлеба – четыре выемки. Выемки одновременно взвешивают с точностью до 0,01 г.

Расчетные формулы

Объем вырезанного цилиндра хлебного мякиша (одной выемки) вычисляют по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi d^2 H}{4}, \quad (17)$$

где d – внутренний диаметр цилиндра, см;

H – длина цилиндра хлебного мякиша, см.

Пористость в процентах вычисляют по формуле:

$$P = \frac{V - (G \cdot 1000 / \rho)}{V} 100, \quad (18)$$

где V – общий объем выемок хлеба, см³, ($V = V_1 + V_2 + V_3$);

G – масса всех выемок, г;

ρ – плотность беспористой массы мякиша, кг/м³.

Плотность беспористой массы хлеба, кг/м³:

ржаной, ржано-пшеничный, пшеничный из обойной муки	1210;
ржаной заварной и пеклеванный	1270;
пшеничный первого сорта	1310;
пшеничный второго сорта	1260.

Полученные данные заносятся в табл. 19. По результатам определения пористости составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Таблица 19

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Значение величин
Объем взятых выемок хлеба (V), см ³	
Масса взятых выемок хлеба (G), г	
Принятая плотность беспористой массы хлеба (ρ), кг/м ³	
Пористость (P), %	

Определение кислотности хлеба

Показатель кислотности хлеба характеризует качество хлеба с вкусовой и гигиенической стороны. По этому показателю можно судить и о правильности ведения технологического процесса приготовления хлеба, так как кислотность в основном обуславливается наличием в хлебе продуктов, получаемых в результате спиртового и молочнокислого брожения в тесте. Кислотность выражают в градусах.

Под градусом кислотности понимают количество миллилитров нормального раствора гидроксида натрия или калия, необходимого для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г хлебного мякиша.

ГОСТом предусмотрено два метода определения кислотности хлеба – арбитражный и ускоренный. Наиболее широко применяется арбитражный

ражный метод, основанный на извлечении из хлеба водой комнатной температуры водорастворимых кислот и кислореагирующих веществ и оттитровывании их 0,1 н. раствором щелочи. Для определения кислотности хлеба стандартным арбитражным методом весовые и штучные изделия массой 220–500 г и более разрезают пополам по ширине и от одной половины отрезают кусок (ломоть) массой 70 г, у которого срезают корки и подкорочный слой общей толщиной около 1 см. При анализе штучных изделий массой менее 200 г берут целые булочки, с которых срезают корки слоем около 1 см.

Мякиш изделий, приготовленный описываемым способом, после удаления всех включений (повидло, изюм, варенье и т.п.) быстро измельчают и перемешивают.

Техника определения

25 г измельченного мякиша взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Навеску помещают в сухую бутылку (типа молочной) вместимостью 500 мл с хорошо пригнанной пробкой.

Мерную колбу емкостью 250 мл наполняют до метки водой комнатной температуры. Около 1/4 взятой воды переливают в бутылку с хлебом, который после этого быстро растирают деревянной лопаточкой или стеклянной палочкой с резиновым наконечником до получения однородной массы без заметных комочков нерастертого хлеба.

К полученной смеси приливают из мерной колбы всю оставшуюся воду. Бутылку закрывают пробкой, смесь энергично встряхивают в течение 2 минут и оставляют в покое при комнатной температуре на 10 минут. Затем смесь снова энергично встряхивают в течение 2 минут и оставляют в покое на 8 минут.

По истечении 8 минут отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают через чистое сито или марлю в сухой стакан. Из стакана отбирают пипеткой по 50 мл раствора в три конические колбы и титруют 0,1 н. раствором гидроксида калия или натрия с 2–3 каплями фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии в течение 1 минуты. Расхождение между параллельными титрованиями допускается не более 0,3 %. Результат определяется как среднее арифметическое из трех определений.

Расчетные формулы

Количество 1 н. раствора щелочи, которое приходится на 100 г хлеба (соответствует градусам кислотности), определяется по формуле:

$$^{\circ}\text{K} = V_2 = 0,1V_1, \quad (19)$$

где V_1 – количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, которое при-

ходится на 100 г хлеба:

$$V_1 = \frac{100KV}{m_1}, \quad (20)$$

где K – поправочный коэффициент к раствору щелочи;

V – количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование 50 мл вытяжки;

m_1 – масса хлеба, соответствующая 50 мл вытяжки, г:

$$m_1 = \frac{50m}{250}, \quad (21)$$

где m – масса исходной навески измельченного мякиша, г.

Полученные данные заносятся в табл. 20. По результатам определения кислотности составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Таблица 20

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Масса исходной навески измельченного мякиша хлеба (m), г			
Масса хлеба, соответствующая 50 мл вытяжки (m_1), г			
Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование 50 мл вытяжки (V), мл			
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи (K)			
Количество 0,1 н. раствора щелочи, которое приходится на 100 г хлеба (V_1), мл			
Количество 1 н. раствора щелочи, которое приходится на 100 г хлеба (V_2), мл			
Кислотность хлеба ($^{\circ}K$), град			

Определение количества поваренной соли

Количество поваренной соли, добавляемой в хлеб, оказывает большое влияние как на технологический процесс приготовления хлеба, так и на его качество: вкус, внешний вид, объем и свойства мякиша. Та-

ким образом, контроль за содержанием поваренной соли в хлебобулочных изделиях имеет немаловажное значение и предусматривается стандартом.

Подготовку проб и получение вытяжки исследуемого образца для определения содержания поваренной соли производят точно так же, как и при определении кислотности хлеба.

Процесс определения поваренной соли в вытяжке исследуемого продукта сводится к осадительному титрованию хлорид-иона в виде хлористого серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора.

Техника определения

Из полученной вытяжки отбирают пипеткой по 25 мл в три конические колбы, добавляют по 1 мл 10 % раствора хромовокислого калия или хромовокислого аммония и титруют 0,05 н. раствором азотнокислого серебра до перехода окраски из желто-зеленой в красновато-бурую.

Для точного нахождения содержания поваренной соли ее определение проводят три раза и принимают равным среднеарифметическому значению.

Расчетные формулы

Количество поваренной соли в 100 г хлеба рассчитывается по формуле:

$$C_{NaCl} = \frac{K \cdot V \cdot T \cdot 100}{m_1}, \quad (22)$$

где K – поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору нитрата серебра;
 V – количество миллилитров раствора азотнокислого серебра, израсходованного на титрование;

T – титр раствора хлорида натрия по 0,05 н. раствору азотнокислого серебра ($T = 0,0029$ г/мл);

m_1 – масса хлеба, которая соответствует 25 мл исследуемой вытяжки, г.

$$m_1 = \frac{25m}{250}, \quad (23)$$

где m – масса исходной навески измельченного мякиша, г.

Полученные данные заносятся в табл. 21. По результатам определения содержания соли составляется заключение о соответствии хлеба требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Масса исходной навески измельченного мякиша хлеба (m), г			
Количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, пошедшего на титрование (V), мл			
Поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору нитрата серебра (K)			
Масса хлеба, которой соответствует 25 мл исследуемой вытяжки (m_1), г			
Количество поваренной соли в 100 г хлеба (C_{NaCl}), г или %			
Среднеарифметическое значение содержания поваренной соли в хлебе, %			

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими показателями характеризуется качество хлеба?
2. Как производится органолептическая оценка хлеба?
3. Значения показателей влажности, кислотности, пористости хлеба.
4. Техника определения влажности, пористости, кислотности хлеба и количества поваренной соли в нем.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ЖИРОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Пищевые жиры и масла играют большую роль в питании человека. Обладая высокой энергетической способностью, они в значительной степени восполняют энергетические затраты организма. Кроме того, природные жиры богаты различными физиологическими активными веществами: жирорастворимыми витаминами, пигментами, фосфатидами, стеринами. Они являются также носителями полиненасыщенных жирных кислот, выполняющих жизненно важные функции и входящих в состав мембранных структур клеток.

Природные жиры выделяют из животных и растительных тканей. Животные жиры содержат в основном насыщенные жирные кислоты – пальмитиновую и стеариновую, вследствие чего они имеют твердую консистенцию и высокую температуру плавления. Наиболее распро-

страненные животные жиры – говяжий, бараний и свиной. Из молока животных получают масло сливочное – высококалорийный продукт с приятным вкусом и ароматом. В сливочном масле содержится в небольших количествах арахидоновая кислота, относящаяся к незаменимым кислотам, она обладает высокой биологической активностью, играет важную роль в жировом обмене, а возможности ее синтеза в организме человека ограничены.

Основную долю растительных масел составляют жидкие масла. Пищевая ценность жидких растительных масел обусловлена большим содержанием жира, в котором преобладают моно- и полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая и линоленовая) с высокой степенью усвоения. Растительные масла богаты фосфатидами (лецитином, который регулирует содержание холестерина в организме и способствует накоплению белков), стеринами (тормозят всасывание холестерина из кишечника), а также витаминами группы E, A, D. Наиболее часто потребителями используется подсолнечное, оливковое, реже кукурузное, рапсовое, горчичное и другие растительные жидкие масла. В зависимости от степени ненасыщенности жирных кислот, содержащихся в масле, различают высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие масла. В зависимости от обработки растительное масло может быть рафинированным и нерафинированным, дезодорированным и недезодорированным. В зависимости от значений показателей качества растительные масла подразделяют на различные сорта и марки. Твердые растительные масла с высоким содержанием насыщенных жирных кислот получают из плодов и семян тропических культур (какао-масло, кокосовое, пальмовое).

Применение различных способов обработки жиров позволяет изменять их состав и свойства: консистенцию, температуру плавления и застывания, твердость, хрупкость и другие свойства, что создает возможность их дифференцированного использования в отраслях пищевой промышленности для обеспечения выпуска высококачественной продукции. Так, в кондитерском производстве, помимо какао-масла, используют специальные жиры для печенья, вафельных начинок, шоколадных изделий и конфет. В производстве концентратов используют гидрожир легкоплавкий с повышенной твердостью, порошкообразный жир, в хлебопечении – безмолочные жидкие маргарины.

Широкое использование в пищевой промышленности и в питании населения находят различные виды маргаринов. Маргарин представляет собой высокодисперсную жироводную эмульсию в состав которой входят рафинированные пищевые жиры и масла, молоко, эмульгаторы, сахар, соль, пищевые красители, ароматизаторы, консерванты и др. вкусо-

вые добавки. Маргарины вырабатывают из натуральных, гидрогенизированных, переэтерифицированных растительных масел, гидрогенизированных жиров рыб и морских млекопитающих или их композиций. Пищевая ценность маргаринов определяется их составом, соотношением жировой и водной фаз, видом используемых жиров, наполнителей и др. добавок. Биологическая ценность маргарина обусловлена содержанием незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, фосфатидов и витаминов А, Е, В₆, С, β-каротина. Низкая температура плавления (31–34 °С) обеспечивает хорошую усвояемость (93–98 %). Отрицательным качеством маргарина является недостаток жирорастворимых витаминов и наличие плохо усвояемых трансизомеров жирных кислот, которые содержатся в саломасах, используемых при производстве маргаринов. К маргариновой продукции относят кулинарные жиры. Это безводные смеси натуральных и переработанных жиров с массовой долей жира не менее 99,75 %.

Технологии получения жидких и твердых жиров существенно отличаются друг от друга.

Масло сливочное вырабатывают из сливок молока коров. Существует два способа производства сливочного масла: сбивание сливок средней жирности (35–38 %) и преобразование высокожирных сливок (82,5–83 %) в масло.

Технология производства масла сбиванием в маслоизготовителе периодического действия включает следующие операции: приемка и сортировка молока, получение сливок, подготовка сливок к сбиванию, сбивание сливок, удаление пахты, промывка масляного зерна, посолка, расфасовка и упаковка.

При приемке и сортировке молоко каждого сорта должно быть отдельно просепарировано, чтобы получить сливки. Подготовка сливок к сбиванию заключается в нормализации, пастеризации, охлаждении и проведении физического созревания, при котором отвердевает около 50 % жира. Сбивание сливок проводят в маслоизготовителе, который представляет собой вращающиеся металлические цилиндры или деревянные бочки. Под действием механических ударов зарождается масляное зерно, состоящее из кристаллизованных частиц молочного жира. После того, как пахта начнет разбрызгиваться, процесс сбивания прекращается и производится одно- или двукратная промывка масляного зерна. Для увеличения стойкости масла при хранении производится его посол прокаленной солью «экстра». Далее масляная масса пропускается через отжимные вальцы, после чего образуется плотный однородный пласт, готовый для фасовки, упаковки и хранения.

Способ производства сливочного масла преобразованием высокожирных сливок основан на преобразовании эмульсии типа «масло в воде» (сливки) в эмульсию «вода в масле» (сливочное масло) с помощью термомеханической обработки. На первом этапе получают высокожирные сливки с жирностью 72,5 % или 82,5 %, которые, проходя через маслообразователь, приобретают структуру, характерную для сливочного масла за счет интенсивного охлаждения и механического воздействия. Масло, полученное таким способом, имеет совершенно другую структуру, чем произведенное при сбивании сливок. До окончательной готовности оно должно пройти стадию созревания – выдержки несколько суток при температуре 12–16 °С, чтобы завершился процесс кристаллизации.

Срок хранения масла в заводских условиях не более 10 дней при температуре минус 5 °С и ниже, а при плюсовой – не более 3 дней. Относительная влажность воздуха в хранилище допускается не выше 80 %. Перед отправкой на базы температура масла должна быть не более 10 °С. В холодильниках масло хранят при температуре минус 18 °С, если срок хранения его превышает 3 месяца.

Сырьем для получения подсолнечного масла служат семена подсолнечника, для получения других видов масел – масличные культуры: соя, рапс, арахис, кунжут, оливки и др.

Семена подсолнечника очищают на магнитном и ситовом сепараторах от сорных и металлических примесей, затем взвешивают и направляют на сушку в шахтную сушилку. В результате сушки влажность семян снижается с 10–15 до 2–7 %. Семена охлаждают. Шелушение семян (обрушивание и отделение оболочки) проводят на дисковой мельнице. Оболочки отделяются от ядра на аспирационной веялке (воздушно-ситовой машине). Для разрушения клеточной структуры семена измельчают на вальцовых машинах или станках путем раздавливания. В результате получают мятку. Ее подвергают гидротермической обработке (увлажняют насыщенным паром), затем обжаривают в жаровнях с одновременной подсушкой мятки.

При обжаривании мятка приобретает необходимую пластичность, что облегчает отжим масла на прессах. При обжаривании влажность мятки уменьшается до 5–7 %. Мятка превращается в мезгу.

Мезгу подвергают или прямой экстракции в экстракторе с введением растворителя (бензин марок А и Б или гексан), или прессованию на прессе с целью выделения масла. В результате прямой экстракции получают смесь масла с растворителем (жидкая фаза) и шрот (твердая фаза – остатки клетчатки семян).

В результате прессования на шнековом прессе из обжаренной мезги образуются два продукта: масло, содержащее частицы ядра, и жмых, включающий до 15 % масла. Масло фильтруют на фильтре-прессе. Для извлечения масла из жмыха его дробят на молотковой дробилке, затем тонко измельчают, увлажняют паром, формируют лепестки и подвергают экстракции. Если используют прямую экстракцию, то исключают стадию предварительного прессования. Прямая экстракция обеспечивает практически полное извлечение масла.

При переработке масличного сырья, не требующего отделения семенной оболочки от ядра семян, исключаются стадии обрушивания и отделения лузги.

Полученное масло подвергают рафинации. Рафинация растительного масла от некоторых групп липидов и примесей состоит из гидратации (обработка водой) масла с целью удаления фосфолипидов. После гидратации масло подсушивают, распыляя его под вакуумом.

При вымораживании и последующей фильтрации на фильтр-прессах из подсолнечного масла удаляются воскоподобные вещества.

Для отбеливания масла с целью удаления жирорастворимых пигментов применяют адсорбционную очистку отбеливающими глинами ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$) или активированным углем. Отбеливание осуществляется в распылительных адсорберах-отбеливателях. Выходящая из адсорбера-отбеливателя смесь масла и суспензии разделяется фильтрованием на фильтрах-прессах.

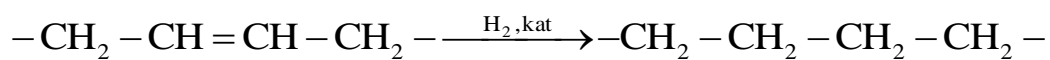
Для удаления из масла низкомолекулярных жирных кислот, альдегидов, кетонов и других летучих кислот, которые определяют неприятный запах и вкус масла, а также ядохимикатов применяют дезодорацию, которая проводится в вакууме острым паром в пленочном аппарате-дезодораторе.

Дезодорированное масло охлаждается и хранится в атмосфере инертного газа.

Для производства маргарина, кондитерских и кулинарных жиров требуются твердые пластичные высокоплавкие жиры. Их получают из жидких растительных масел путем гидрогенизации.

Гидрогенизация масел и жиров заключается в изменении ацилглицеринового состава исходного жира в результате присоединения водорода в присутствии катализатора к ненасыщенным остаткам жирных кислот, которые входят в состав подсолнечного, хлопкового, соевого и других жидких масел. Гидрогенизацию жиров проводят на никелевых катализаторах.

Процесс описывается уравнением:



Наряду с протеканием этой реакции изменяется конфигурация остатков жирных кислот, входящих в состав ацилглицеринов.

Для непрерывной гидрогенизации масел используют реакторы с турбинными мешалками. Температура гидрогенизации составляет 210–250 °С. Твердый жир, получаемый в промышленности путём гидрогенизации жидких жиров называется саломас.

Для получения маргарина используют рафинированные, дезодорированные растительные масла, животные жиры, пищевые саломасы и переэтерифицированные жиры. Для вкуса и аромата сливочного масла в маргарин вводят молоко в натуральном или сквашенном виде. С этой же целью вводят ароматизаторы, а для получения стойкой эмульсии – эмульгаторы. Соль и сахар придают полноту вкусу.

Существуют две технологические схемы производства маргарина: периодического действия и непрерывного действия. Независимо от технологической схемы производство маргарина состоит из ряда операций, включающих подготовку сырья, приготовление эмульсии, охлаждение и кристаллизацию, расфасовку и упаковку.

Подготовка сырья включает обязательную рафинацию растительных масел и саломасов, пастеризацию и сквашивание молока, зачистку сливочного масла.

Витамины и жирорастворимые пищевые красители вводят в подогретую жировую основу в виде масляных растворов.

Молоко сквашивается молочнокислыми бактериями при введении в него свекловичного сахара. Поваренная соль добавляется в виде водного раствора. Получают водно-молочную смесь, состоящую из сквашенного молока, свекловичного сахара и поваренной соли.

Для усиления аромата и улучшения вкуса маргарина в жировую или водно-молочную смесь добавляют коровье топленое масло или синтетические ароматизаторы. Эмульгаторы растворяются в масле, ароматизаторы – в масле или воде. При выработке маргарина со структурой сливочного масла используют сухое молоко (цельное или обезжиренное), которое содержит белок казеин, служащий в качестве эмульгатора для получения эмульсии типа «масло в воде».

При периодическом способе производства готовые жировые или водно-молочные смеси подают в смесители, где происходит эмульгирование мешалками. Полученную молочно-жировую эмульсию подают на холодильные барабаны для охлаждения и кристаллизации. Эмульсия подается на поверхность барабана в виде тонкой пленки и в таком виде застывает. Застывшую эмульсию снимают с поверхности барабана спе-

циальным ножом. Образующаяся стружка направляется в вакуум-комплектор для пластической обработки шнеками. При механическом и незначительном тепловом воздействии из стружки удаляется избыток воздуха и влаги, стружка гомогенизируется и приобретает консистенцию сливочного масла. Из вакуум-комплектора маргарин выходит при температуре 12–16 °С, его упаковывают и отправляют на хранение и выдержку.

Маргарин и кулинарные жиры хранят при температуре от -20 до 20 °С, с постоянной циркуляцией воздуха, при относительной влажности не более 80 %, в затемненных помещениях, при отсутствии продуктов с резким запахом. Срок хранения зависит от температуры, упаковки и наличия в составе антиоксидантов.

Показатели качества производимых жиров и масел регламентируются государственными и отраслевыми стандартами и техническими условиями. Пищевые жиры вследствие особенностей химического состава легко подвергаются изменениям в процессе хранения и промышленной переработки, которые снижают их качество и биологическую ценность.

Нежелательные или недопустимые отклонения показателей качества жира могут появиться уже в процессе его изготовления. Так, сливочное масло может приобрести несвойственные ему привкус, запах и консистенцию. Сырный и гнилостный привкус возникает при загрязнении масла гнилостными микроорганизмами, которые могут быть внесены с недостаточно свежими сливками или при промывке недоброкачественной водой. Развитие в масле дрожжевых или плесневых грибов ведет к появлению дрожжевого и плесневелого привкуса.

Чаще всего изменение качества пищевых жиров связано с нарушениями правил их хранения. В процессе хранения при неблагоприятных условиях в пищевых жирах могут происходить такие процессы, как окисление жиров, кислотонакопление, прогоркание и осаливание. Наиболее подвержены указанным изменениям жиры, характеризующиеся высоким содержанием непредельных жирных кислот (сливочное масло, свиное сало, растительные масла). Животные жиры с преобладанием предельных жирных кислот устойчивы в процессе хранения.

Химические процессы при окислении жира сложны и приводят к образованию продуктов распада (вода, углекислота, окись углерода, уксусная и муравьиная кислоты). Растительные масла при окислении густеют. На поверхности их образуется твердая пленка из линоксина – конечного продукта окисления. Окислению жира способствуют такие факторы, как свет, окислы металлов, являющиеся катализаторами окисле-

ния.

Сущность кислотонакопления состоит в гидролитическом расщеплении жиров с образованием свободных жирных кислот и глицерина. Процессы гидролиза в данном случае являются результатом ферментативной деятельности микроорганизмов, попавших тем или иным путем в жиры. Кислотонакоплению в жирах способствуют условия повышенной влажности и высокая температура хранения. Кислотонакопление и окисление не изменяют существенно органолептические свойства жира. Однако в дальнейшем вслед за этими первоначальными признаками порчи жира могут наступить изменения, резко ухудшающие его вкусовые свойства, – прогоркание и осаливание.

Изменения в жире при прогоркании вызываются окислительными процессами, при которых образуются перекиси, альдегиды и кетоны. Жиры вследствие этого приобретают неприятный вкус и резкий запах. Жиры прогоркают только при совместном действии света и воздуха. Прогоркание сливочного масла и маргарина под действием света часто сопровождается их осаливанием (поверхность масла белеет). Они приобретают вкус и запах стеарина.

Осаливание обусловлено окислением непредельных жирных кислот в оксистеариновую.

Изменения в жирах, обусловленные их окислением и расщеплением, наряду с ухудшением органолептических свойств, уменьшают биологическую ценность жира. В нем снижается количество важных непредельных жирных кислот и витаминов. Кроме того, продукты, образующиеся в процессе изменения жира, оказывают токсическое действие. Вследствие этого прогорклые и осалившиеся жиры для пищевых целей непригодны.

Регламентируемые показатели качества жиров

Органолептическую оценку масла осуществляют по системе балльных оценок – стобалльной шкале. В показатели качества по шкале входят: вкус, запах, цвет, консистенция, качество посолки (для соленого масла), состояние упаковки и маркировки. На каждый показатель установлено определенное количество баллов: вкус и запах – 50, консистенция – 25, цвет – 5, посолка – 10, упаковка – 10. Масло относится к высшему сорту, если оно оценено не ниже 88 баллов, из которых не менее 41 балла должно приходиться на долю вкуса и запаха. К I сорту относится масло, оцененное на 80–87 баллов, из которых баллы за вкус и запах составляют не менее 37. Вологодское масло оценивается по органолептическим показателям при 10–12 °С.

Предельно допустимая норма массовой доли влаги в процентах в некоторых жирах и маслах:

масло подсолнечное, соевое, кукурузное рафинированное	0,1;
масло подсолнечное, соевое, кукурузное нерафинированное	0,2;
масло оливковое рафинированное	0,2;
масло рапсовое рафинированное	0,15;
кондитерский жир	0,3;
масло коровье сливочное несоленое	16,0;
масло коровье соленое, вологодское	16,0;
масло любительское	20,0;
масло коровье крестьянское	25,0;
масло коровье бутербродное	35,0;
масло коровье топленое	1,0;
маргарин молочный, сливочный	17,0;
маргарин безмолочный, столовый	16,5.

Предельно допустимые нормы кислотного числа отдельных масел и жиров, мг/г масла:

подсолнечное масло рафинированное	0,4;
подсолнечное масло нерафинированное высшего сорта	1,5;
подсолнечное масло нерафинированное 1-го сорта	2,25;
соевое масло рафинированное	0,3;
соевое масло гидратированное 1-го сорта	1,0;
кукурузное масло рафинированное	0,4;
кукурузное масло нерафинированное	5,0;
топленый пищевой жир (говяжий, бараний, свиной, костный) высшего сорта	1,2;
топленый пищевой жир (говяжий, бараний, свиной, костный) 1 сорта	2,2;
сборные жиры (без указания сорта)	3,5.

Предельно допустимые нормы кислотности в градусах кислотности (°К):

маргарин молочный, сливочный	2,5;
маргарин безмолочный	2,0.

Числа омыления некоторых пищевых жиров и масел в мг на 1 г масла:

подсолнечное масло	188–194;
соевое масло	192–194;
горчичное масло	172–180;
оливковое масло	185–200;

хлопковое масло	191–200;
кокосовое масло	242–269;
какао-масло	192–196;
бараний жир	192–196;
говяжий жир	191–200;
топленый говяжий жир	193–200;
коровье масло	220–245.

Нормы содержания поваренной соли в процентах, не более:

сливочное масло	1,5;
маргарин “Экстра”, “Особый”	0,35;
маргарин “Любительский”	1,0.

Йодное число некоторых жиров и масел имеет значение, г на 100 г масла:

подсолнечное масло	125–145;
соевое масло	120–140;
горчичное масло	102–108;
хлопковое масло	102–117;
оливковое масло	75–85;
кукурузное масло	111–133;
коровье масло	22–40;
говяжий жир	32–47;
бараний жир	35–40.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИРОВ

Основными органолептическими характеристиками масел и жиров являются: вкус, запах, цвет, прозрачность.

Для твердых жиров (кокосового, коровьего, топленого и др.) прозрачность определяют в расплавленном состоянии при 40 °С. Для твердых жиров и жировых смесей важная роль принадлежит консистенции, которая должна быть однородной и удовлетворять требованиям данного производства.

Органолептическую оценку масла осуществляют по столбальной шкале. В показатели качества по шкале входят: вкус, запах, цвет, консистенция, качество посолки (для соленого масла), состояние упаковки и маркировки.

Полученные данные заносятся в табл. 22. По результатам органолептической оценки составляется заключение о соответствии масла требованиям стандарта.

Органолептическая оценка качества масла

Показатель	Максимум баллов по показателю	Выставленные баллы по показателю
Вкус и запах	50	
Консистенция	25	
Цвет	5	
Посолка	10	
Упаковка	10	
Итого:	100	

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИРОВ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Оценку качества пищевых жиров и масел физико-химическими методами осуществляют по следующим показателям: массовая доля влаги, кислотность, число омыления, величина преломления, содержание хлорида натрия и др.

Определение массовой доли влаги

Сущность методов определения влаги в различных жирах и маслах сводится к высушиванию определенной для каждого жира навески либо до постоянной массы, либо при определенных температурных режимах и времени.

Техника определения

Согласно ГОСТам влагу в маслах определяют ускоренным методом путем высушивания на электроплитке ~10 г растительного или коровьего топленого масла или ~5 г коровьего сливочного масла, взятых в бюксе с точностью до 0,01 г. Об окончании нагревания судят по прекращению вспенивания и треска масла. Часовое стекло, поддерживаемое над стаканом, при этом не должно отпотевать.

Расчетные формулы

Массовая доля влаги определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{m_6}{m_3} 100, \quad (24)$$

где m_6 – масса испарившейся влаги, г;

m_3 – масса масла, взятого для исследования, г.

$$m_6 = m_3 - m_5, \quad (25)$$

$$m_3 = m_2 - m_1, \quad (26)$$

где m_1 – масса пустого бюкса, г;

m_2 – масса бюкса с навеской масла до высушивания, г;

m_5 – масса масла после высушивания, г.

Масса масла после высушивания определяется как:

$$m_5 = m_4 - m_1, \quad (27)$$

где m_4 – масса бюкса с навеской масла после высушивания, г.

Полученные данные заносятся в табл. 23. По результатам определения влажности масла составляется заключение о соответствии масла требованиям стандарта.

Таблица 23

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустого бюкса (m_1), г		
Масса бюкса с навеской масла до высушивания (m_2), г		
Масса масла, взятого для исследования (m_3) г		
Масса бюкса с навеской масла после высушивания (m_4), г		
Масса масла после высушивания (m_5) г		
Масса испарившейся влаги (m_6), г		
Массовая доля влаги (W), %		
Среднеарифметическое значение массовой доли влаги в масле (W), %		

Определение кислотного числа

Кислотным числом называется количество миллиграммов гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме масла или жира.

Количество свободных жирных кислот в жире непостоянно и зависит от качества жирового сырья, способа получения масел и жиров, длительности и условий хранения и других факторов.

Кислотное число является одним из основных качественных показателей, характеризующих степень свежести жира, и регламентируется ГОСТами на все виды пищевых масел и жиров.

Определяют кислотное число нейтрализацией свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого жира, спиртовым раствором щелочи.

Техника определения

В коническую колбу вместимостью 150–200 мл отвешивают 3–5 г испытуемого масла, с погрешностью 0,01 г, приливают 50 мл нейтрализованной смеси этанола и этилового эфира (1:2) и взбалтывают содержимое. Если при этом масло не растворяется, колбу подогревают на водяной бане и охлаждают до температуры 15–20 °С. Добавляют 3–5 капель индикатора (1 % спиртового раствора фенолфталеина для светлых масел или 1 % спиртового раствора тимолфталеина для темноокрашенных) и при непрерывном перемешивании титруют пробу 0,1 н. спиртовым раствором гидроксида калия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 секунд (для тимолфталеина – до грязно-зеленой окраски).

Выполняют три параллельных определения, расхождение между которыми не должно превышать 5 %.

Полученные данные заносятся в табл. 24. По результатам определения кислотного числа составляется заключение о соответствии масла требованиям стандарта.

Таблица 24

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Масса пустой колбы (m_1), г			
Масса колбы с маслом (m_2), г			
Масса навески масла (m), г			
Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование (V), мл			
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи (K)			
Титр 0,1 н. раствора гидроксида калия (T), мг/мл			
Кислотное число (КЧ), мг/г масла			
Среднеарифметическое значение кислотного числа (КЧ), мг/г масла			

Расчетные формулы

Кислотное число (КЧ) рассчитывается по следующей формуле:

$$KЧ = \frac{VKT}{m}, \quad (28)$$

где V – количество 0,1 н. щелочи, пошедшей на титрование, мл;

K – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи;
 T – титр 0,1 н. раствора гидроксида калия;
 m – масса навески масла, г.

$$T = \frac{0,1 \cdot 56,1 \cdot 1000}{1000} = 5,61 \text{ мг/мл} . \quad (29)$$

$$m = m_2 - m_1, \quad (30)$$

где m_2 – масса колбы с маслом, г;
 m_1 – масса пустой колбы, г.

Определение кислотности жира

Этот показатель определяют для коровьего масла и маргарина и выражают в градусах Кеттсторфера ($^{\circ}K$).

Под градусом Кеттсторфера понимают удвоенное количество миллилитров 0,1 н. раствора гидроксида калия или натрия, необходимое для нейтрализации свободных кислот в 5 г масла или маргарина.

Техника определения

Определяют кислотность титрованием 5–10 г масла или маргарина, растворенного в спиртоэфирной смеси, 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия с индикатором фенолфталеином. Техника определения кислотности жира аналогична технике определения кислотного числа (см. выше).

Расчетные формулы

Кислотность жира (КЖ) рассчитывается по уравнению:

$$KЖ = \frac{2 \cdot 5 \cdot KV}{m}, \quad (31)$$

где K – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи;
 V – объем раствора щелочи, пошедшего на титрование, мл;
 m – масса жира, г.

$$m = m_2 - m_1, \quad (32)$$

где m_2 – масса колбы с жиром, г;
 m_1 – масса пустой колбы, г.

Полученные данные заносятся в табл. 25. По результатам определения кислотности жира составляется заключение о соответствии жира требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Масса пустой колбы (m_1), г			
Масса колбы с жиром (m_2), г			
Масса жира (m), г			
Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование (V), мл			
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи (K)			
Кислотность жира (КЖ), °К			
Среднеарифметическое значение кислотности жира (КЖ), °К			

Определение числа омыления

Число омыления равно количеству миллиграммов гидроксида калия, необходимого для омыления глицеридов и нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

Этот показатель характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав исследуемого жира. Величина числа омыления зависит от молекулярной массы жирных кислот в жире: более высокое значение числа омыления будут иметь жиры, в составе которых содержится больше низкомолекулярных жирных кислот, и, наоборот, жиры с высоким содержанием высокомолекулярных кислот имеют низкие значения числа омыления. Величина числа омыления повышается в высококислотных жирах, поэтому нельзя сравнивать число омыления жиров с высоким кислотным числом с числом омыления нейтрального жира.

Число омыления моно- и диглицеридов обычно ниже числа омыления соответствующего триглицерида.

Для жиров и масел одинаковой природы число омыления колеблется в незначительных пределах.

По величине числа омыления на производстве рассчитывают количество щелочи, требуемое для омыления жира, например, при рафинации масел в стадии нейтрализации.

Техника определения

В колбу вместимостью 250–300 мл отвешивают 2–3 г испытуемого масла, предварительно хорошо перемешанного и профильтрованного. Точность взвешивания навески 0,0002 г. Приливают из бюретки точно

25 мл 0,5 н. спиртового раствора гидроксида калия. Колбу соединяют с обратным холодильником, глубоко опускают в сильно кипящую водяную баню и кипятят 1 час. Необходимо следить, чтобы раствор был погружен в баню ниже уровня кипящей воды. Содержимое колбы после окончания омыления должно представлять собой прозрачный раствор без капелек жира. К полученному прозрачному неостывшему мыльному раствору приливают 0,5 мл 1 % раствора фенолфталеина для светлых масел или тимолфталеина для темных масел и сразу же титруют 0,5 н. раствором соляной кислоты до исчезновения окраски.

Одновременно с основным опытом или после него в тех же условиях проводят контрольный опыт без испытуемого масла, выдерживая в кипящей водяной бане колбу с 25 мл 0,5 н. спиртового раствора гидроксида калия и титруя горячий раствор аналогично основному опыту.

Допустимые расхождения при параллельных определениях не должны превышать 1 мг/г.

Расчетные формулы

Число омыления (ЧО) рассчитывается по следующей формуле:

$$ЧО = \frac{VKT}{m} \quad (33)$$

где К – поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору соляной кислоты;
Т – титр 0,5 н. раствора гидроксида калия:

$$T = \frac{0,5 \cdot 56,1 \cdot 1000}{1000} = 28,05 \text{ мг/мл} ; \quad (34)$$

V – количество 0,5 н. раствора гидроксида калия, прореагировавшего с жиром, мл:

$$V = V_2 - V_1, \quad (35)$$

V₁ – количество 0,5 н. раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование, мл;

V₂ – количество 0,5 н. раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл;

m – масса жира, г:

$$m = m_2 - m_1, \quad (36)$$

где m₂ – масса колбы с жиром, г;

m₁ – масса пустой колбы, г.

Полученные данные заносятся в табл. 26. По результатам определения числа омыления составляется заключение о соответствии жира требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса пустой колбы (m_1), г		
Масса колбы с жиром (m_2), г		
Масса жира (m), г		
Количество 0,5 н. соляной кислоты, израсходованной на титрование в контрольном опыте (V_2), мл		
Количество 0,5 н. соляной кислоты, израсходованной на титрование в основном опыте (V_1), мл		
Количество 0,5 н. гидроксида калия, прореагировавшего с жиром (V), мл		
Поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору соляной кислоты (K)		
Титр 0,5 н. раствора гидроксида калия (T), мг/мл		
Число омыления (ЧО), мг/г		
Среднеарифметическое значение числа омыления (ЧО), мг/г		

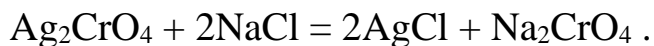
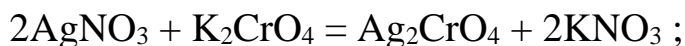
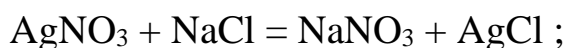
Определение массовой доли поваренной соли в маргарине и сливочном масле

Поваренная соль является важной вкусовой добавкой и играет большую роль в физиологических процессах в организме. В пищевой промышленности поваренная соль используется как консервант, оказывающий губительное действие на микрофлору продукта. Под влиянием достаточно высоких концентраций хлорида натрия от бактериальной клетки отнимается вода, протоплазма сжимается, происходит плазмолиз микробной клетки. Повышая осмотическое давление, хлористый натрий создает неблагоприятные условия для развития аэробных бактерий путем уменьшения содержания кислорода в тканях консервируемого продукта. Ион хлора также ингибирует активность протеолитических ферментов.

Большинство микроорганизмов, в том числе микроорганизмы кишечной группы, прекращают рост при концентрации соли около 10 %. Так как высокие концентрации соли влияют на органолептические свойства и физиологическую ценность продукта, нормирование ее является обязательным.

Один из методов определения хлористого натрия в продуктах основан на титровании хлоридов раствором азотнокислого серебра в при-

сутствии индикатора двухромового калия. В процессе титрования одновременно происходят три реакции:



Образующийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок Ag_2CrO_4 более растворим, чем белый осадок AgCl , поэтому в начале титрования он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с хлоридом натрия. Как только все ионы хлора окажутся связанными с ионами серебра, последняя реакция прекращается, и неисчезающее кирпично-красное окрашивание раствора показывает конец титрования.

Титрование следует проводить при комнатной температуре, так как ее повышение, увеличивая растворимость Ag_2CrO_4 , понижает чувствительность индикатора.

Реакция среды должна быть нейтральной. В кислой среде осадок Ag_2CrO_4 растворяется, а в щелочной образуется труднорастворимый осадок AgOH , который выпадает раньше Ag_2CrO_4 .

Техника определения

Навеску масла или маргарина массой ~ 5 г, взятую с точностью 0,01 г, помещают в коническую колбу вместимостью 100 мл и смешивают с 50 мл дистиллированной воды, отмеренной пипеткой. Колбу накрывают стеклом и выдерживают на кипящей водяной бане в течение 7 минут или нагревают на электроплитке до 90°C .

Затем энергично взбалтывают, охлаждают до комнатной температуры и фильтруют.

Отбирают пипеткой 10 мл фильтрата, добавляют 3 капли хромата калия и титруют 0,05 н. раствором нитрата серебра до слабо-кирпичного окрашивания, не исчезающего при взбалтывании.

Расчетные формулы

Массовая доля поваренной соли в масле или маргарине в процентах рассчитывается по следующей формуле:

$$X_{\text{NaCl}} = \frac{V \cdot T \cdot V_1 \cdot K}{V_2 \cdot m} 100, \quad (37)$$

где V – количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование, мл;

V_1 – общий объем водной вытяжки, мл ($V_1 = 50$ мл);

V_2 – объем вытяжки, взятый на титрование, мл ($V_2 = 10$ мл);

m – масса навески масла или маргарина, г;

K – поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору нитрата серебра;

T – титр раствора хлорида натрия по 0,05 н. раствору нитрата серебра ($T = 0,0029$ г/мл).

Полученные данные заносятся в табл. 27. По результатам определения количества поваренной соли составляется заключение о соответствии жира требованиям стандарта.

Таблица 27

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование (V), мл		
Поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору нитрата серебра (K)		
Титр раствора хлорида натрия по 0,05 н. раствору нитрата серебра (T), г/мл		
Общий объем водной вытяжки (V_1), мл		
Объем вытяжки, взятой на титрование (V_2), мл		
Масса навески масла (маргарина) (m), г		
Массовая доля поваренной соли (X_{NaCl}), %		
Среднеарифметическое значение массовой доли поваренной соли (X_{NaCl}), %		

Определение йодного числа

Под йодным числом понимают количество граммов йода, присоединенного к 100 г жира. Поскольку присоединение йода происходит по месту двойных связей, имеющих в ненасыщенных жирных кислотах, йодное число дает представление о содержании в жире ненасыщенных кислот. Йодное число – это показатель, характеризующий непредельность жирных кислот, входящих в состав жира.

Йодное число характеризует степень стойкости жира в процессе хранения, склонность его к химическим изменениям, так как ненасыщенные жирные кислоты присоединяют по месту двойных связей кислород воздуха, обуславливая процессы прогоркания и высыхания жиров.

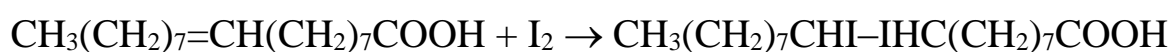
Жиры с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот загустевают, и на их поверхности образуется твердая пленка, состоящая из вещества, называемого линоксином. Линоксин – это сложное и неоднородное в химическом отношении соединение, состоящее из продук-

тов окисления масел.

Пленки, образующиеся при высыхании масел, имеют большое практическое значение, так как являются превосходным защитным средством от воздействия влаги и других вредных влияний.

Йодное число применяют для определения качества жира, способности его к высыханию, расчета потребности количества водорода на его гидрогенизацию.

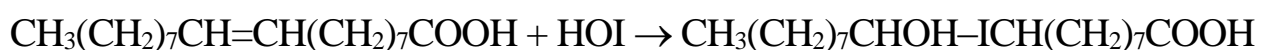
Определение йодного числа основано на способности непредельных жирных кислот присоединять молекулы галогена (хлора, брома, йода) в условиях, при которых эта реакция не сопровождается замещением водорода на галоген. На каждую двойную связь расходуется одна молекула галогена:



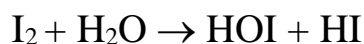
Для определения йодного числа жиров и масел используют несколько методов: Кауфмана, Гюбля, Вийса, Гануса, Маргошеса, Вобурна. Они различаются галогенсодержащим реагентом и условиями проведения опыта. Первые три метода стандартизированы.

Стандартные методы определения йодного числа, обладая сравнительно высокой точностью, мало приемлемы в производственных условиях вследствие их длительности, необходимости наличия сложных токсичных и дефицитных реактивов, высокой квалификации сотрудников, выполняющих анализ. В этом отношении представляет большие удобства метод Маргошеса, по которому определение йодного числа осуществляется с помощью спиртового раствора йода. По точности получаемых результатов этот метод уступает стандартным методам.

Метод Маргошеса основан на реакции взаимодействия непредельной кислоты жира с йодноватистой кислотой:



Йодноватистая кислота образуется при взаимодействии йода с водой по уравнению:



Остаток неприсоединившегося йода оттитровывают тиосульфатом натрия.

Для определения йодного числа жиров и масел можно использовать быстрый рефрактометрический метод, который имеет достаточно хорошую сходимость с химическими методами определения. Рефрактометрический метод основан на определении йодного числа по показателю преломления масла или жира.

Показатели преломления некоторых пищевых жиров и масел:

подсолнечное масло	1,4736–1,4762 (20 °С)
соевое масло	1,4722–1,4754 (20 °С)
горчичное масло	1,4730–1,4769 (20 °С)
оливковое масло	1,4605–1,4787 (20 °С)
хлопковое масло	1,4722–1,4768 (20 °С)
говяжий жир	1,4510–1,4583 (40 °С)
бараний жир	1,4566–1,4683 (40 °С).

Техника определения

1. Метод Маргошеса

На предварительно взвешенное на аналитических весах стекло наносят несколько капель (3–5) исследуемого масла или жира и снова взвешивают. Опускают стекло с маслом в химический стакан и добавляют стократное количество 96 % этанола. Желательно, чтобы масса масла была в пределах 0,2–0,3 г, тогда количество добавляемого этанола по объему будет равно 20–30 мл.

Для лучшего и более быстрого растворения навески смесь подогревают на водяной бане при температуре 45–50 °С, периодически перемешивая содержимое круговыми движениями до получения однородного раствора (исчезновения жировых шариков).

Далее отмеривают в стакан из бюретки 20 мл спиртового раствора йода (25 г кристаллического йода в 1 л 96 % этанола), хорошо перемешивают и добавляют мерным цилиндром 200 мл дистиллированной воды. При внесении воды необходимо непрерывно перемешивать содержимое стакана стеклянной палочкой.

Затем смесь оставляют в покое в течение 5 минут, после чего остаток неприсоединившегося йода оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) в присутствии 1 % раствора крахмала. Параллельно проводят контрольный опыт (без жира) при сохранении всех условий основного опыта.

Расчетные формулы

Йодное число (ЙЧ) исследуемого масла рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ЙЧ} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot T \cdot 100}{m}, \quad (38)$$

где V_1 – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл;

V_2 – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в основном опыте, мл;

K – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору тиосульфата натрия;

T – титр раствора тиосульфата натрия по йоду ($T = 0,01269$ г/мл);

m – масса масла, взятого на анализ, г.

$$m = m_2 - m_1, \quad (39)$$

где m_2 – масса часового стекла с маслом, г;

m_1 – масса часового стекла, г.

Полученные данные заносятся в табл. 28. По результатам определения йодного числа составляется заключение о соответствии жира требованиям стандарта.

Таблица 28

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса часового стекла (m_1), г		
Масса часового стекла с маслом (m_2), г		
Масса масла, взятого на анализ (m), г		
Количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование в контрольном опыте (V_1), мл		
Количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование в основном опыте (V_2), мл		
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору тиосульфата натрия (K)		
Количество граммов йода, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора тиосульфата натрия (титр тиосульфата натрия по йоду) (T), г/мл		
Йодное число (ЙЧ), г на 100 г масла		
Среднеарифметическое значение йодного числа (ЙЧ), г на 100 г масла		

2. Рефрактометрический метод определения йодного числа

Этот метод позволяет определить йодное число по показателю преломления масла. Необходимым условием для получения хорошей воспроизводимости результатов и их корреляции с данными, полученными химическим методом, является строгое соблюдение температуры при замере показателя преломления ($20\text{ }^\circ\text{C}$). Определение показателя преломления осуществляется на рефрактометрах.

Расчетная формула

Величину йодного числа на 100 г жира вычисляют по формуле, в которую подставляют среднюю величину показателя преломления, полученную для двух параллельных проб:

$$ЙЧ = \frac{(n_D - 1,4595)100}{0,0118}, \quad (40)$$

где n_D – средняя величина показателя преломления, определенная в опыте.

Полученные данные заносятся в табл. 29. По результатам определения йодного числа составляется заключение о соответствии жира требованиям стандарта.

Таблица 29

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Среднее значение
Показатель преломления			
Йодное число, г на 100 г масла			

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте характеристику жиров и масел и их роли в питании человека.
2. По каким показателям осуществляют органолептическую оценку жиров и масел?
3. Каковы основные физико-химические характеристики жиров и масел?
4. Дайте характеристику понятия “кислотное число” жиров. В каких единицах оно выражается? Расскажите технику его определения.
5. Какое значение имеет число омыления в оценке качества и свойств жиров и масел? В каких единицах оно выражается? Расскажите технику определения числа омыления.
6. Какое значение имеет йодное число в оценке качества жиров и масел и в каких единицах оно выражается? Расскажите методику его определения.
7. Какую роль играет поваренная соль в пищевых продуктах? Расскажите методику определения массовой доли поваренной соли в жирах и маслах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 АНАЛИЗ МОЛОКА

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Молоко и молочные продукты отличаются от других продуктов питания тем, что в их составе представлены необходимые для организма пищевые и биологически активные вещества в оптимальной сбалансиро-

рованности и легкоусвояемой форме.

Состав и биологическая ценность молока существенно меняются в зависимости от породы, рациона кормления, физиологического состояния животных, климатических условий, характера обработки молока и способов его хранения.

Примерный химический состав коровьего молока представлен в табл. 30.

Таблица 30

Химический состав коровьего молока

Компоненты	Среднее содержание, %	Колебания, %
Вода	87,3	83–89
Белки	3,3	2,7 -5,0
Молочный жир	3,9	2,7–7,0
Лактоза	4,7	4,0–5,5
Зольные элементы	0,7	0,6–0,9
Сухой остаток	13	11–15

Кроме перечисленных основных компонентов в молоке содержится ряд других веществ, биологическая роль которых велика. К ним относятся витамины, ферменты, фосфатиды, стерины, иммунные тела.

В молоке содержатся витамины А, С, D, E, К, витамины группы В (В₁, В₂, РР, В₆, В₁₂, биотин и другие). Благодаря высокому содержанию наиболее дефицитных из незаменимых аминокислот (лизина, триптофана, метионина), молоко может быть отнесено к продуктам, повышающим полноценность белков растительного происхождения, бедных по содержанию незаменимых аминокислот и, в особенности, лизина. Высокая степень дисперсности белковых веществ молока обеспечивает podatливость их действию ферментов пищеварительного тракта. Отсутствие в молоке клетчатки, снижающей усвояемость белков, также является благоприятным фактором.

Жир молока в основном представлен триглицеридами различных жирных кислот. Миристиновая, пальмитиновая, стеариновая и олеиновая кислоты составляют более 70 % в составе триглицеридов, летучие низкомолекулярные кислоты (масляная, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая) 8–10 %. В небольших количествах содержатся также полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая и линоленовая. Содержание арахидоновой кислоты достигает 1,2 %. Молочный жир хорошо усваивается, так как находится в молоке в виде тонкодисперсной эмульсии или суспензии.

Сахар в молоке представлен лактозой (молочным сахаром). Мо-

лочный сахар, в отличие от других сахаров, сбраживается лишь теми дрожжами, которые содержат фермент лактазу, и поэтому полнее усваивается. Лактоза является хорошей средой для развития молочнокислых бактерий, которые продуктами своей жизнедеятельности как бы дезинфицируют пищеварительный тракт организма.

Минеральные вещества молока в основном состоят из фосфорнокислых и хлористых солей Ca, Mg, K и Na. По сравнению с другими пищевыми продуктами молочные продукты являются самыми богатыми источниками кальция.

Молоко вырабатывают в следующем ассортименте:

- нормализованное молоко, в котором массовая доля жира доведена до 1,5 %, 2,5 %, 3,2 %, а также с жирностью 3,5 %, 6 % (жирность повышают путем добавления сливок, сливочного масла или молочного жира);

- восстановленное молоко, выработанное полностью или частично из сухого цельного или обезжиренного молока посредством растворения его в питьевой воде при температуре от 38 до 42 °С и нормализации до требуемой жирности;

- белковое молоко, содержащее повышенное количество сухого обезжиренного молочного остатка, вырабатывают его из молока, нормализованного по содержанию жира, с добавлением сухого или сгущенного цельного, или обезжиренного молока;

- витаминизированное пастеризованное молоко, которое изготавливают жирным или нежирным с добавлением витамина С. Витамин вносят в виде порошка в пастеризованное охлажденное молоко.

Сырьем для производства пастеризованного (стерилизованного, топленого) молока являются натуральное коровье молоко, сливки, обезжиренное молоко, молоко сухое цельное и обезжиренное, сухие сливки.

Для предотвращения быстрого развития попавших в молоко микроорганизмов, удлинения сроков сохранности первоначального качества выдоенное молоко фильтруют и охлаждают, а затем направляют на молочные заводы, где его принимают по количеству и качеству, после чего подвергают очистке, нормализуют, гомогенизируют, пастеризуют (или стерилизуют), охлаждают и упаковывают.

Очищают молоко на центробежных молокоочистителях или фильтрацией под давлением на фильтрах через фильтрующие ткани для удаления примесей. Центробежной очисткой на сепараторе нельзя добиться полного выделения из молока бактериальных клеток из-за их малого размера. Для этой цели применяют специальные центрифуги, а процесс

очистки называют бактофугированием.

Нормализация молока заключается в снижении или повышении содержания в нем жира либо сухих обезжиренных веществ. Операцию нормализации молока можно проводить смешиванием составных частей цельного молока (сливок, обезжиренного молока) в емкостях, оборудованных перемешивающими устройствами, или непрерывно в потоке. Если жирность молока больше, чем требуется в производстве, жир частично отбирают путем сепарирования или к исходному молоку добавляют обезжиренное молоко. Если жира в молоке меньше, чем нужно, для повышения жирности исходного молока добавляют к нему сливки.

Гомогенизация – это интенсивная механическая обработка молока с целью раздробления жировых шариков на более мелкие. Гомогенизации обязательно подвергают молоко повышенной жирности.

Для продления срока хранения молока его подвергают термической обработке. Используется несколько видов термической обработки: пастеризация, стерилизация, топление.

Пастеризация – тепловая обработка молока при температурах ниже точки его кипения, проводимая в целях обезвреживания молока в микробиологическом отношении, инактивации ферментов, придания молоку определенного вкуса и запаха. Пастеризация молока ослабляет или уничтожает некоторые пороки вкуса и запаха молока, а в сочетании с охлаждением и асептическим розливом исключает вторичное обсеменение микроорганизмами, предотвращает порчу продукта при хранении.

В зависимости от имеющегося на молочных заводах оборудования пастеризация может быть моментальной, кратковременной или длительной. Моментальную пастеризацию проводят за несколько секунд без выдержки при температуре 85–90 °С, кратковременную – при 74–76 °С с выдержкой 15–20 секунд, длительную (термизацию) – при температуре 65 °С с выдержкой 30 минут.

Стерилизация – тепловая обработка молока при температуре выше 100 °С. При этом полностью уничтожаются все виды вегетативных микроорганизмов, в том числе молочнокислые, их споры, инактивируются ферменты. Поэтому биологическая ценность стерилизованного молока низкая.

В молочной промышленности применяют следующие виды стерилизации: стерилизация в таре при 115–120 °С с выдержкой 30 и 20 минут; обработка ультравысокими температурами (УВТ-обработка или ультрапастеризация) в пределах 130–150 °С с выдержкой 2 секунды.

Топление молока – процесс выдержки молока, проводимый при температуре 85–99 °С в течение не менее 3 часов или при температуре

105 °С не менее 15 минут. При этом снижается биологическая ценность молока, но оно приобретает характерные органолептические показатели – ореховый вкус и запах, кремовый или светло-коричневый оттенок.

После термической обработки молоко быстро охлаждают до температуры не выше 4–6 °С и направляют на разлив.

Для получения восстановленного молока сухое цельное молоко растворяют в теплой воде и выдерживают не менее 3–4 часов для наибольшего набухания белков, устранения водяного вкуса, а также для достижения нормальной плотности и вязкости. Затем смесь очищают, гомогенизируют, пастеризуют, охлаждают и разливают.

Расфасовку молока осуществляют в мелкую тару (бутылки, полиэтиленовые мешочки, бумажные пакеты с полимерными покрытиями), фляги, цистерны.

Молоко должно храниться в стерильной посуде, в охлаждаемых помещениях при относительной влажности воздуха не выше 80 % и температуре не более 8 °С не позднее числа или дня реализации, указанных в маркировке.

Известно, что молоко очень подвержено воздействию различных бактерий и отличается небольшими сроками хранения. Молочнокислые бактерии вызывают прокисание молока, развитие пептонизирующих бактерий и бактерий кишечной палочки придает молоку затхлый привкус. Современные технологии обработки молока позволяют добиться длительных сроков хранения за счет пастеризации, стерилизации молока, фасовки его в тетрапакеты. Решение проблемы длительного хранения за счет специальной термообработки молока имеет и отрицательные стороны, поскольку в этом случае исчезают некоторые природные свойства молока.

Несоблюдение технологических условий и санитарно-гигиенического режима получения молока, условий его хранения и транспортировки приводит к негативному изменению показателей качества молока, что снижает его потребительскую ценность, уменьшает сроки хранения.

При охлаждении молока многие белки (аминокислоты) распадаются на составные части, тем самым теряя свои свойства. Для многих соединений этот процесс необратим. Ферменты (катализаторы белкового обмена), наоборот, усиливают свое действие, что влияет на продолжительность взбивания сливок, свертываемость молока, степень обезжиривания. Подобное ухудшение качеств молока делает его непригодным для сыроделия.

Жир в молоке находится в виде маленьких шариков, которые от

механического воздействия (перекачка насосом, перемешивание при хранении и т. д.) могут терять прочность своей оболочки и образовывать скопления свободного жира. Это влияет на качество молока, делая его более подверженным окислению, уменьшая сроки хранения готовой продукции. Окисление жира кислородом приводит к тому, что продукт приобретает "металлический" или "бумажный" привкус. Скопления свободного жира оседают на оборудовании (в особенности при центробежной очистке), а значит, и уменьшают первоначальную жирность молока. При скоплении жирных кислот происходит их гидролиз, который ведет к избыточному накоплению одной из них. В чистом виде жирные кислоты обладают различными запахами, которые в совокупности придают молоку "прогорклость".

При использовании для молока фляг, цистерн, плохо луженых или с ржавчиной в нем возникает металлический привкус, посторонние привкусы и запахи молоко может приобрести при использовании плохо промытой и недостаточно просушенной посуды, при хранении и транспортировке вместе с пахучими продуктами.

Регламентируемые показатели качества молока

По внешнему виду и консистенции молоко должно представлять собой однородную жидкость без осадка, молоко топленое и повышенной жирности – без отстоя сливок. Запах и вкус и должны быть чистые, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов; для топленого молока – хорошо выраженный привкус высокой пастеризации; цвет – белый, со слегка желтоватым оттенком, для топленого – с кремоватым, для нежирного – со слегка синеватым оттенком.

Физико-химические показатели качества молока:

- | | |
|---|---------------------------------|
| - плотность цельного молока | 1,027–1,032 г/см ³ ; |
| - содержание влаги в молоке | 83–89 %; |
| - кислотность пастеризованного молока | не более 21 °Т; |
| - количество белков (для коровьего молока) | 2,7–5,0 %; |
| - количество лактозы (для коровьего молока) | 4,0–5,5 %. |

В коровьем молоке примерное суммарное содержание белка и жира лежит в пределах 5,4–12,0 %.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА

Органолептический анализ качества молока проводится по таким показателям как запах, цвет, консистенция, вкус.

Свежее молоко практически не имеет запаха и обладает нейтральным вкусом. В процессе длительного нагревания молока при высокой температуре происходит накопление темноокрашенных продуктов,

имеющих специфические вкус и аромат. Наиболее активно эти процессы идут при стерилизации, сгущении и сушке молока, в меньшей степени – при пастеризации.

Результаты оценки заносятся в табл. 31. По результатам органолептического анализа составляется заключение о соответствии молока требованиям стандарта.

Таблица 31

Органолептическая оценка качества молока	
Показатели	Оценка
Запах	
Цвет	
Консистенция	
Вкус	

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОКА ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Определение плотности молока

Определение плотности проводят при температуре молока 20 ± 5 °С с помощью ареометра. Если молоко в момент определения имело температуру выше или ниже 20 °С, то к показанию ареометра надо внести поправку: на каждый градус температуры 0,0002 единицы плотности.

Техника определения

Тщательно перемешанное молоко осторожно наливают по стенке в цилиндр, держа его в слегка наклонном положении. Сухой ареометр медленно погружают в молоко до деления 1,030, после чего его оставляют свободно плавать.

Отсчет показаний температуры и плотности проводят не ранее, чем через 1 минуту после остановки ареометра. Отсчет плотности проводят по верхнему мениску с точностью до 0,0005, а отсчет температуры – с точностью до 0,5 °С.

Таблица 32

Экспериментальные данные	
Определяемые величины	Значение величин
Показания ареометра, г/см ³	
Температура, °С	
Поправка к показанию ареометра, г/см ³	
Плотность молока, г/см ³	

Полученные данные заносятся в табл. 32. По результатам определения плотности составляется заключение о соответствии молока требованиям стандарта.

Определение влажности молока

Определение влажности молока проводят путем высушивания определенной навески молока до постоянной массы.

Техника определения

В стаканчик со стеклянной палочкой помещают 20–30 г хорошо промытого прокаленного песка и выдерживают в течение 30 минут в сушильном шкафу при температуре 102–105 °С. Затем стаканчик охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Приливают пипеткой 10 мл молока и снова взвешивают. Тщательно перемешивают молоко с песком и нагревают на водяной бане при частом перемешивании содержимого до получения рассыпающейся массы. Затем стаканчик помещают в сушильный шкаф и высушивают в течение 2 часов при температуре 130 °С. Закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Высушивание продолжают и стаканчик взвешивают каждый час до тех пор, пока разница между двумя последними взвешиваниями не будет менее 0,004 г. Содержание влаги рассчитывается в процентах.

Стеклянная палочка не вынимается из стаканчика с исследуемым молоком до конца высушивания.

Расчетные формулы

Содержание влаги в молоке в % рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{m_4}{m_5} 100, \quad (41)$$

где m_4 – масса испарившейся влаги, г;

m_5 – масса исследуемого молока, г.

$$m_4 = m_2 - m_3, \quad (42)$$

$$m_5 = m_2 - m_1, \quad (43)$$

где m_1 – масса стаканчика с песком, г;

m_2 – масса стаканчика с песком и молоком до высушивания, г;

m_3 – масса стаканчика с песком и молоком после высушивания, г.

Полученные данные заносятся в табл. 33. По результатам определения влажности составляется заключение о соответствии молока тре-

бованиям стандарта.

Таблица 33

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2
Масса стаканчика с песком (m_1), г		
Масса стаканчика с песком и молоком до высушивания (m_2), г		
Масса стаканчика с песком и молоком после высушивания (m_3), г		
Масса испарившейся влаги (m_4), г		
Масса исследуемого молока (m_5), г		
Содержание влаги в молоке (W), %		
Среднеарифметическое значение содержания влаги в молоке (W), %		

Определение кислотности молока

Кислотность молока определяется арбитражным методом и выражается в градусах Тернера. Градус Тернера означает количество миллилитров децинормальной щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот, содержащихся в 100 мл молока.

Техника определения

В коническую колбу на 150–200 мл отмеряют пипеткой 10 мл молока, прибавляют 20 мл дистиллированной воды и 3 капли фенолфталеина.

Смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия до появления не исчезающего в течение 1 минуты розового окрашивания.

Расчетные формулы

Кислотность молока в градусах Тернера рассчитывается по следующей формуле:

$$^{\circ}T = \frac{100VK}{10}, \quad (44)$$

где V – количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование, мл;

K – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи.

Полученные данные заносятся в табл. 34. По результатам определения кислотности составляется заключение о соответствии молока требованиям стандарта.

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование (V), мл			
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи (K)			
Кислотность молока, °Т			
Среднеарифметическое значение кислотности молока, °Т			

Определение содержания в молоке белков и лактозы

Содержание в молоке белков и лактозы определяют рефрактометрическим методом.

Техника определения

Отмеривают пипеткой 5 мл молока в пробирку, добавляют 5 капель 4 % раствора хлористого кальция. Пробирку закрывают пробкой и помещают в баню с кипящей водой на 10 минут. Затем содержимое пробирки фильтруют через складчатый фильтр. В прозрачном фильтрате, а также в исходном молоке определяют на рефрактометре показатель преломления при 20 °С.

Расчетные формулы

Содержание белка в молоке, %, рассчитывают по формуле:

$$B = \frac{(n_1 - n_2)}{0,002045}, \quad (45)$$

где n_1 – показатель преломления исходного молока;

n_2 – показатель преломления фильтрата.

Для определения лактозы в молоке по табл. 35 находят процентное содержание лактозы (L) в зависимости от показателя преломления фильтрата, полученного после осаждения белков раствором хлористого кальция.

Полученные данные заносятся в табл. 36. По результатам определения содержания белков и лактозы составляется заключение о соответствии молока требованиям стандарта.

Таблица 35

Показатель преломления фильтрата при различном содержании лактозы

n_2	L, %	n_2	L, %	n_2	L, %	n_2	L, %
1,3390	3,01	1,3402	3,62	1,3411	4,03	1,3423	4,64
1,3391	3,06	1,3403	3,67	1,3412	4,08	1,3424	4,69
1,3392	3,11	1,3404	3,70	1,3413	4,13	1,3425	4,74
1,3393	3,16	1,3405	3,72	1,3414	4,18	1,3426	4,79
1,3394	3,21	1,3403	3,67	1,3415	4,23	1,3427	4,84
1,3395	3,26	1,3404	3,70	1,3416	4,28	1,3428	4,89
1,3396	3,31	1,3405	3,72	1,3417	4,33	1,3429	4,95
1,3397	3,36	1,3406	3,77	1,3418	4,38	1,3430	5,00
1,3398	3,42	1,3407	3,82	1,3419	4,44	1,3431	5,05
1,3399	3,47	1,3408	3,87	1,3420	4,49	1,3432	5,10
1,3400	3,52	1,3409	3,93	1,3421	4,54	1,3433	5,15
1,3401	3,57	1,3410	3,98	1,3422	4,59	1,3434	5,20

Таблица 36

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Значение величин
Показатель преломления исходного молока (n_1)	
Показатель преломления фильтрата (n_2)	
Содержание белка в молоке (B), %	
Содержание лактозы в молоке (L), %	

Определение в молоке казеина и молочного жира

Белок молока – казеин – выделяют кислотой, которая вызывает его свертывание. Вместе с белком от фильтрата отделяется молочный жир. После отделения белка в фильтрате остаются растворимые вещества, в том числе соли и углеводы, главным из которых является лактоза.

Техника определения

В предварительно взвешенный стаканчик помещают 100 г анализируемого молока, добавляют 4–5 капель раствора уксусной кислоты. Молоко нагревают примерно до 90 °С. При этом наблюдается створаживание молока. Когда закончится створаживание, раствор профильтровывают через бумажный фильтр (массу фильтра устанавливают заранее). На фильтре остается творожистая масса, состоящая из казеина и жира. Фильтр вместе с выделенной творожистой массой переносят в

бюкс (предварительно взвешенный) и помещают в сушильный шкаф. Высушивание проводят при температуре около 100 °С до постоянной массы.

Расчетные формулы

Совместное содержание молочного жира и казеина в молоке в процентах рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \frac{m_7}{m_3} 100, \quad (46)$$

где m_3 – масса молока, взятого на анализ, г;

m_7 – масса высушенного творожистого осадка, г.

Масса молока рассчитывается по формуле:

$$m_3 = m_2 - m_1, \quad (47)$$

где m_1 – масса пустого стаканчика, г;

m_2 – масса стаканчика с молоком, г.

Масса высушенного творожистого осадка определяется по формуле:

$$m_7 = m_6 - m_5 - m_4, \quad (48)$$

где m_4 – масса пустого бюкса, г;

m_5 – масса фильтра, г;

m_6 – масса бюкса с фильтром и творожистым осадком после высушивания, г.

Полученные данные заносятся в табл. 37. По результатам определения содержания казеина и молочного жира составляется заключение о соответствии молока требованиям стандарта.

Таблица 37

Экспериментальные данные

Определяемые величины	Значение величин
Масса пустого стаканчика (m_1), г	
Масса стаканчика с молоком (m_2), г	
Масса молока, взятого на анализ (m_3), г	
Масса пустого бюкса (m_4), г	
Масса фильтра (m_5), г	
Масса бюкса с фильтром и творожистым осадком после высушивания (m_6), г	
Масса высушенного творожистого осадка (m_7), г	
Содержание в молоке молочного жира и казеина (P), %	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Состав молока. Назначение и биологическая ценность основных компонентов, содержащихся в молоке.
2. Органолептические показатели качества молока.
3. Физико-химические показатели качества молока, их характеристика.
4. Методика определения плотности, влажности и кислотности молока.
5. Сущность рефрактометрического метода определения содержания в молоке белков и лактозы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии пищевых производств / [Нечаев А.П. и др.]; под ред. Нечаева А.П. – М.: КолосС, 2005. – 768 с.
2. Технология пищевых производств / [Ковальская Л.П. и др.]; под ред. Ковальской Л.П. – М.: КолосС, 1997. – 752 с.
3. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Агропромиздат, 1991. – 340 с.
4. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых продуктов / под ред. З.Ф. Фалуниной. – М.: Пищевая пром-ть, 1978. – 368 с.
5. Общая технология пищевых производств / [Н.И. Назаров и др.]; под ред. Назарова Н.И. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 360 с.

Учебное издание

Исаева Вера Александровна
Граждан Константин Владимирович

Лабораторный практикум по дисциплине
«Основы технологии пищевых производств»

Редактор В.Л. Родичева

Усл. печ. л. 5,81.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7