

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Е.С. Сергачёва, Е.В. Соболева**

**АНАЛИЗ СЫРЬЯ**  
**ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ**  
**И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

УДК 664.64/.1

**Сергачёва Е.С., Соболева Е.В.** Анализ сырья для производства хлебобулочных и кондитерских изделий: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 100 с.

Приведены требования к качеству сырья, стандартные и дополнительные методы контроля сырья и полуфабрикатов хлебопекарного и кондитерского производств. Даны форма отчета по выполненным лабораторным работам и вопросы для самопроверки знаний.

Предназначено для бакалавров и магистрантов направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья; профиль бакалавриата 19.03.02 Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий; профиль магистратуры 19.04.02 Технология хлебобулочных, макаронных, сахаристых и мучных кондитерских изделий и продуктов переработки зерна, Инновационные технологии хлеба всех форм обучения.

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

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



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

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

© Сергачёва Е.С., Соболева Е.В., 2015

## **ВВЕДЕНИЕ**

В качестве сырья при изготовлении хлебобулочных и кондитерских изделий используют: различные виды муки; сахар-песок; крахмальную патоку; мед; различные фруктовые заготовки (пюре, подварки, припасы); крахмал; молоко; молочные продукты; яйца; жиры; какао-продукты; ореховые ядра; кофе; пищевые кислоты; ароматизирующие вещества; студнеобразователи и др. Методы анализа качества некоторых видов сырья представлены в данном учебно-методическом пособии.

Перед началом выполнения работ в лаборатории студент должен изучить правила охраны труда, техники безопасности и противопожарной профилактики и в процессе работы безоговорочно их выполнять.

Все необходимые расчёты и результаты опытов студент записывает в рабочую тетрадь. В учебно-методическом пособии приведена форма записи наблюдений.

### **Оформление лабораторных работ**

В отчете по лабораторной работе должны быть приведены:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. План работы.
4. Краткое описание проведения эксперимента.
5. Полученные результаты по приведенной форме.
6. Выводы.

## Лабораторная работа № 1

# АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Мука является основным видом сырья в производстве хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий.

Мукой называют продукт, получаемый путем размола зерна злаков. Мукомольная промышленность выпускает муку различных видов, типов и сортов. *Вид* муки определяется родом зерна: пшеница, рожь, ячмень и т. п. Основные виды муки – пшеничная и ржаная. *Тип* муки зависит от ее назначения. Так, пшеничную муку вырабатывают трех типов: хлебопекарную, макаронную и общего назначения (для производства мучных кондитерских и кулинарных изделий). *Сорт* – основной показатель для всех видов и типов муки и зависит от технологии переработки зерна. Сорт муки зависит от ее выхода, т. е. количества муки, получаемого из 100 кг зерна. Чем выше выход муки, тем ниже ее сорт.

В оценке качества пшеничной муки большое значение имеет также ряд показателей, характеризующих ее хлебопекарное достоинство.

Согласно ГОСТ Р 52189–2003 пшеничную хлебопекарную муку в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на типы: М 45-23; М 55-23; МК 55-23; М 75-23; МК 75-23; М 100-25; М 125-20; М 145-23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первые цифры обозначают наибольшую массовую долю золы в муке в пересчете на сухое вещество в процентах, умноженное на 100, а вторые – наименьшую массовую долю сырой клейковины в муке в процентах.

Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями и т. п. К наименованию такой муки соответственно добавляют: «витаминизи-

рованная», «обогащенная минеральными веществами», «обогащенная витаминно-минеральной смесью», «обогащенная сухой клейковиной» и др.

В соответствии с ГОСТ Р 52189–2003 по органолептическим и физико-химическим показателям пшеничная мука должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной**

Показатель	Сорт муки					
	Экстра	Высший	Крупчатка	I	II	Обойная
Массовая доля влаги, %, не более	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Массовая доля золы в пересчете на с.в., %, не более	0,45	0,55	0,60	0,75	1,25	Не менее чем на 0,07 % ниже зольности зерна, но не более 2,0 %
Белизна, усл. ед. прибора, не менее	–	54,0	–	36,0	12,0	–
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	28,0	28,0	30,0	30,0	25,0	20,0
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	35–100	35–100	35–100	35–100	40–100	35–100
Число падения «ЧП», с, не менее	185	185	185	185	160	160

Показатель	Сорт муки					
	Экстра	Высший	Крупчатка	I	II	Обойная
Крупность помола: – остаток на шелковом сите, не более (№ / %) – проход через шелковое сито, не менее (№ / %)	43/5,0  –	43/5,0  –	23/2,0  35/не более 10,0	35/2,0  43/80,0	27/2,0  38/65,0	Проволочное сито 067/2,0 38/35,0
Цвет	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый или кремовый с желтоватым оттенком	Белый или белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым или сероватым оттенком	Белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький					
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый					
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста					
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг муки, не более	3,0					
Зараженность вредителями	Не допускается					
Загрязненность вредителями	Не допускается					

*Цель работы* – освоение современных методик оценки качества пшеничной муки по органолептическим и физико-химическим показателям.

## Определение органолептических показателей

*Аппаратура, сырье и материалы.* Весы торговые, весы технические (аналитические), емкости для взвешивания, сита мучные, часы, термометр спиртовой, стеклянная пластинка размером 50×150 мм, лопаточки, эталоны муки, подковообразный магнит (с подъемной силой 12 кг), стеклянные стаканы, образец муки хлебопекарной.

### Определение цвета

Цвет муки зависит от количества темноокрашенных частиц оболочек, от каротина, который растворен в жире муки, а также от крупноты помола. Кроме того, на цвет муки влияют оттенок цвета эндосперма, некоторое влияние оказывает влажность муки и длительность ее хранения.

Цвет муки связан с цветом мякиша хлеба. Потребитель обычно отдает предпочтение хлебу с более светлым мякишем. Из темной муки невозможно получить хлеб со светлым мякишем.

Цвет муки можно определить органолептически, сопоставляя его с эталоном цвета муки данного сорта и сравнивая с описанием эталона, или с помощью специальных приборов – цветомеров.

*Определение цветности в сухой пробе.* На сухую стеклянную пластинку размером 50×150 мм или деревянную лопатку кладут 3–5 г испытуемой муки и рядом столько же муки, служащей образцом для сравнения цвета. Испытуемая мука должна соприкоснуться с мукой эталона. Поверхность муки осторожно сглаживают и, накрыв стеклянной пластинкой, спрессовывают. Сняв верхнее стекло, ребром лопаточки или стекла срезают края муки в виде прямоугольника, затем определяют цвет, сравнивая с эталоном. При этом обращают внимание не только на общий тон окраски, но и на наличие частиц оболочек или примесей, нарушающих однородность окраски.

*Определение цветности в мокрой пробе.* Стекло со спрессованным брикетиком муки в наклонном положении погружают в сосуд с водой. По прекращении выделения пузырьков воздуха стекло вынимают, дают муке слегка обсохнуть (но не более чем в течение 2–3 мин) и определяют цвет. На увлажненной навеске яснее видны частицы оболочек (или примесей).

## Определение содержания металлопримесей в муке

Содержание металломагнитных примесей в муке определяют извлечением их магнитом. Муку в количестве 1 кг рассыпают на гладкой поверхности слоем около 0,5 см, проводят подковообразным магнитом несколько раз над мукой вдоль и поперек. При этом муку перемешивают 2–3 раза. Выделение металлических частиц повторяется 2–3 раза. Перед каждым определением продукт смешивают и снова разравнивают тонким слоем. Частицы взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. В муке допускается не более 3 мг металлопримесей в 1 кг продукта с размерами частичек не более 0,3 мм. Определение размеров частиц производится с помощью измерительной сетки с отверстиями 0,3 мм.

## Определение зараженности амбарными вредителями

Жучки, бабочки, клещи, грызуны могут загрязнить своими выделениями, личинками, паутиной муку. При этом мука слеживается в комки.

Для определения зараженности муки амбарными вредителями 1 кг муки просеивают при температуре 18–20 °С через проволочное сито № 056, а обойную муку – через сито № 067 и 056. Остатки на ситах рассматривают для установления наличия вредителей; проход через сито № 056 проверяют на наличие клещей, для чего из разных мест берут пять навесок по 20 г. Каждую навеску разравнивают и слегка прессуют до толщины слоя 1–2 мм, после чего рассматривают поверхность. Появление вздутий и бороздок свидетельствует о зараженности муки клещами.

Для обнаружения мелких вредителей муку рассыпаю тонким слоем, и рассматривают ее с пяти-, шестикратным увеличением. Обнаружить вредителей можно в кучке муки: мука будет осыпаться.

## Определение запаха, вкуса, хруста

Запах муки обусловлен в основном наличием в ней нелетучих веществ; эфирных масел, альдегидов, спиртов и эфиров. Сразу после размола мука почти не имеет запаха. При хранении, особенно при неблагоприятных условиях, в муке образуются продукты распада ее

составных частей (углеводов, белков, жиров) и их взаимодействия, которые могут придавать муке неприятный кислый или затхлый запах. Такой запах может быть связан с продуктами жизнедеятельности плесневых грибов или с наличием в муке нежелательных примесей (головни, донника, полыни и др.). Запах может быть связан с хранением или транспортированием муки вместе с неприятно пахнущими веществами.

Для определения запаха берут около 20 г муки, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и исследуют на запах.

Для усиления ощущения это количество муки переносят в стакан, обливают горячей (60 °С) водой, воду сливают и определяют запах.

Вкус муки нормального качества – пресный, с ощущением при длительном разжевывании приятной сладковатости. Кислый или горький вкус свидетельствует о порче муки, в основном связанной с распадом жира. Чем ниже сорт муки, тем легче она подвергается порче, так как в муке низших сортов больше жира. Мука, полученная из проросшего зерна, обладает сладковатым вкусом.

Ощущение хруста при разжевывании является следствием наличия в муке минеральных примесей (глины, песка и др.).

Вкус и наличие хруста в муке определяют путем разжевывания 1–2 порций муки массой около 1 г каждая.

## **Определение физико-химических показателей**

При оценке качества муки по физико-химическим показателям определяют белизну, массовую долю влаги, массовую долю сырой клейковины и ее качество, крупность помола, массовую долю золы, кислотность и др.

### **Определение массовой доли влаги**

Влажность муки характеризует ее энергетическую ценность, так как чем больше воды содержится в муке, тем меньше в ней полезных сухих веществ. Влажность муки имеет большое технологическое и экономическое значение. От влажности зависят стойкость муки при хранении, транспортабельность и пригодность к дальнейшей переработке. Сухая мука лучше сохраняется, чем влажная. Тесто из влажной муки чаще получается липким, а мякиш хлеба более

грубым. Повышение влажности муки на 1 % уменьшает выход хлеба на 1,5–2,0 %. Ценным в муке является лишь сухое вещество.

Для определения массовой доли влаги муки используют метод высушивания до постоянной массы и ускоренный (в том числе экспрессный) метод высушивания.

*Аппаратура, сырье и материалы.* Проба муки; аналитические весы; бюксы; сушильный электрический шкаф; тигельные щипцы; влагомер ВНИИХП-ВЧ конструкции К. Н. Чижовой (или аналоги ВЧМ, ПИВИ-1, Кварц-21М, АПС-1, Элекс-7); пакеты из фильтровальной (или газетной) бумаги; эксикатор.

### ***Определение массовой доли влаги ускоренным методом высушивания***

*Техника определения.* Вдвое заранее высушенные и взвешенные бюксы берут навески муки массой по 4 г, взвешивают с точностью  $\pm 0,01$  г. Бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 140–145 °С, крышки у бюксов должны быть открыты и подложены под дно. Температура при этом быстро падает (ниже 130 °С). В течение 10–15 мин ее доводят до 130 °С и при этой температуре продолжают высушивать в течение 40 мин (отклонение температуры не должно превышать  $\pm 2$  °С). Затем бюксы тигельными щипцами вынимают, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе в течение 20–30 мин и взвешивают.

Массовую долю влаги  $W$  (%) рассчитывают по формуле

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m}, \quad (1.1)$$

где  $m$  – масса продукта до высушивания, г;  $m_1$  – масса продукта после высушивания, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений влажности в одной лаборатории не должны превышать 1 %. Влажность вычисляют с точностью до 0,5 %, причем доли до 0,25 включительно отбрасывают; доли свыше 0,25 и до 0,75 включительно приравнивают к 0,5; доли свыше 0,75 приравнивают к единице.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого бюкса $a$ .....	г
Масса бюкса с навеской образца до высушивания $b$ ..	г
Масса образца ( $m = b - a$ ) .....	г
Масса бюкса с навеской образца после высушивания $c$ .....	г
Масса высушенного образца ( $m_1 = c - a$ ) .....	г
Масса испарившейся влаги ( $m - m_1$ ) .....	г
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Заключение (сравнить соответствие полученных данных требованиям стандарта)	

### ***Определение массовой доли влаги экспрессным методом высушивания***

*Техника определения.* Применяется прибор ВЧ, представляющий собой две массивные металлические плиты (сплав алюминия и чугуна) круглой или прямоугольной формы, между которыми помещается тонкий слой высушиваемого материала. Высушивают объект в пакетах, которые готовят из газетной бумаги. Бумагу форматом 15×15 см складывают по диагонали, загибая края на 1,5 см.

Подготовленные пакеты предварительно сушат в приборе при температуре 160 °С в течение 3 мин, охлаждают 2–3 мин в эксикаторе и взвешивают с погрешностью  $\pm 0,01$  г.

Во взвешенный пакет берут навеску продукта массой 4 г, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакетика. Пакет закрывают, помещают в прибор и высушивают при температуре 160 °С в течение 3 мин. По истечении времени высушивания пакеты с объектом сушки охлаждают 1–2 мин в эксикаторе и взвешивают. Из-за гигроскопичности бумаги и навески взвешивать пакеты следует быстро.

Массовую долю влаги  $W$  (%) рассчитывают по формуле, приведенной выше.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета $a$ .....	г
Масса пакета с навеской образца до высушивания $b$	г
Масса образца ( $m = b - a$ ) .....	г
Масса пакета с навеской образца после высушивания $c$ .....	г
Масса высушенного образца ( $m_1 = c - a$ ) .....	г
Масса испарившейся влаги ( $m - m_1$ ) .....	г
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Заключение	

## Определение кислотности муки

Стандартом не предусмотрены требования к кислотности муки. Однако во время хранения, особенно при неблагоприятных условиях, кислотность повышается. Кислотность муки – важный показатель качества муки, свидетельствующий о ее свежести. Кислотность муки зависит также от ее сорта. При одинаковой длительности и условиях хранения титруемая кислотность при снижении сортности муки повышается.

Различают титруемую кислотность (общую) и активную (рН). Титруемая кислотность, выражаемая в градусах, характеризует общее количество свободных кислот и кислых солей. Под градусом кислотности понимают количество 1н. раствора гидроксида натрия, требующееся для нейтрализации кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г муки.

Стандарт предусматривает определение титруемой кислотности по болтушке (по водно-мучной суспензии). Показатель титруемой кислотности по болтушке не должен превышать для пшеничной муки высшего сорта 3 град; для муки I сорта – 3,5; II сорта – 4,5.

*Аппаратура, сырье и материалы.* Весы технические, колба коническая, цилиндр мерный, бюретка, капельница, 1 %-й раствор фенолфталеина, 0,1н. раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода, мука хлебопекарная.

*Техника определения.* Из испытываемой пробы берут навеску муки массой 5 г с погрешностью не более 0,01 г, переносят ее в

сухую коническую колбу вместимостью 100–150 см<sup>3</sup> и приливают цилиндром 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комков муки и добавляют три капли 3 %-го раствора фенолфталеина, а в болтушку из ржаной муки – пять капель индикатора. Затем болтушку титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20–30 с. При исчезновении розового окрашивания по истечении указанного времени прибавляют еще 3–4 капли раствора фенолфталеина. Появление розового окрашивания свидетельствует об окончании титрования. В противном случае титрование продолжают.

Кислотность муки  $X$  (в градусах кислотности) вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 100}{10 \cdot m}, \quad (1.2)$$

где  $V$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса навески муки, г;  $K$  – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору гидроксида натрия; 1/10 – коэффициент пересчета 0,1 н. раствора гидроксида натрия на 1 н.

Вычисления проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать для муки 0,2 градуса.

#### Запись в лабораторном журнале

Масса навески муки $m$ .....	г
Количество 0,1 н. раствора NaOH $V$ , израсходованное на 5 г муки .....	см <sup>3</sup>
Количество 1 н. раствора NaOH $V/10$ , израсходованное на 5 г муки .....	см <sup>3</sup>
Поправочный коэффициент $K$ к 0,1 н. раствору NaOH	
Кислотность муки $X$ .....	град
Заключение	

## Определение качества сырой клейковины и ее массовой доли

Под «силой» муки понимают способность муки образовывать тесто, обладающее после замеса, в ходе брожения и расстойки определенными реологическими (структурно-механическими) свойствами. По этому показателю пшеничная мука делится на три группы: сильная, средняя и слабая.

«Сильной» считают муку, которая при замесе из нее теста нормальной консистенции способна поглотить большее количество воды, а также образовать тесто, устойчиво сохраняющее свои реологические свойства (вязкость, упругость, эластичность) и сухость на ощупь в процессе замеса и брожения. «Сильная» мука обладает большей газодерживающей способностью.

«Слабой» называют муку, которая при замесе теста нормальной консистенции поглощает мало воды. Реологические свойства теста из такой муки в процессе замеса и брожения быстро изменяются так, что в конце брожения тесто становится «слабым», малоэластичным, липким и мажущимся. Газодерживающая способность «слабой» муки низкая. Средняя по «силе» мука занимает промежуточное положение.

Основными признаками, влияющими на «силу» муки, являются содержание и свойства высокомолекулярных белковых веществ, протеолитических ферментов, активаторов и ингибиторов протеолиза, входящих в состав белково-протеиназного комплекса. Немаловажная роль принадлежит ее углеводному комплексу, гидролитическим ферментам, липидам и т. д.

Нерастворимые в воде высокомолекулярные белковые вещества зерна пшеницы и муки из нее обладают способностью при замесе теста из муки и воды образовывать связную, упругую и эластичную массу, называемую клейковиной.

От количества и свойств клейковинных белков в значительной степени зависит способность муки поглощать воду при замесе, формировать тесто, задерживать диоксид углерода при его образовании. Клейковине принадлежит решающая роль в определении реологических свойств теста или «силы» муки.

Различают сырую клейковину, получаемую путем отмывания теста вместе с поглощенной ею водой, и сухую клейковину после ее высушивания.

На «силу» муки существенное влияние оказывают не только содержание в ней клейковины, но и её свойства (качество).

Количество сырой клейковины в муке определяют, отмывая её из теста, замешенного из муки и воды.

*Аппаратура, сырье и материалы.* Весы технические, цилиндр мерный вместимостью 25 см<sup>3</sup>, ступка фарфоровая, шпатель или пестик, термометр, часы сигнальные, чашки лабораторные, таз вместимостью 5 дм<sup>3</sup>, сито из шёлковой или полиамидной ткани № 27, полотенце, раствор йода, часовое стекло, стакан стеклянный, линейка, измеритель деформации клейковины ИДК-3М, влагомер, пакеты из газетной бумаги, эксикатор, аналитические весы, проба муки, водопроводная вода.

*Техника определения.* Навеску муки массой 25 г, взятой с точностью до 0,1 (0,01) г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 13 см<sup>3</sup> водопроводной воды температурой (18±2) °С и шпателем замешивают тесто до однородной консистенции. Приставшие к шпателю частички теста присоединяют к куску теста. По окончании замеса полученное тесто хорошо проминают руками, скатывают в шарик, помещают в чашку, закрывают крышкой или часовым стеклом (для предотвращения заветривания) и оставляют на 20 мин для отлёжки.

По истечении 20 мин начинают отмывание клейковины под слабой струёй воды с температурой (18±2) °С над ситом из шёлковой или полиамидной ткани. Вначале отмывание ведут осторожно, разминая тесто пальцами, чтобы вместе с крахмалом не оторвались кусочки теста или клейковины. Когда большая часть крахмала и оболочек удалена, отмывание ведут энергичнее между обеими ладонями. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины.

Допускается отмывание клейковины в ёмкости с 2–3 дм<sup>3</sup> воды. Для этого тесто опускают в воду на ладони и разминают его пальцами. В процессе отмывания клейковины воду меняют не менее трёх-четырёх раз, процеживая через сито.

Отмывание ведут до тех пор, пока оболочки не будут почти полностью отмыты, и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Для установления полноты отмывания клейковины применяют следующие методы:

а) к капле воды, выжатой из отмытой клейковины, добавляют каплю раствора йода – отсутствие синего окрашивания указывает на полное удаление крахмала;

б) в чистую воду, налитую в хорошо вымытый стакан, выжимают из клейковины 2–3 капли промывной воды – отсутствие помутнения указывает на полноту удаления крахмала.

Отмытую клейковину отжимают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями, пока она не начнёт слегка прилипать к рукам.

Отжатую клейковину взвешивают с точностью до второго десятичного знака, затем ещё раз промывают в течение 5 мин, вновь отжимают и взвешивают.

Если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,1 г, отмывание считают законченным. Полученное количество клейковины выражают в процентах к массе муки.

#### Запись в лабораторном журнале

Количество отмытой клейковины .....	г
Количество муки .....	г
Массовая доля клейковины в муке .....	%
Заключение	

Для проведения качественной оценки клейковины ее оценивают органолептически (цвет) и по физическим свойствам (растяжимость, эластичность, способность оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия). Клейковина хорошего качества имеет серый цвет с желтоватым оттенком, не липнет к рукам, мало расплывается, плохого – темная с сероватым оттенком, липнет к рукам, расплывается.

Для определения качества клейковины из окончательно отмытой, отжатой и взвешенной клейковины выделяют навеску массой 4 г, обминают три-четыре раза пальцами, придавая ей шарообразную форму с гладкой, без разрывов поверхностью. Шарик клейковины помещают для отлёжки в чашку с водой температурой от  $(18 \pm 2)$  °С на 15 минут, после чего определяют растяжимость и эластичность.

Растяжимость клейковины – это свойство ее растягиваться в длину. Для определения растяжимости 4 г клейковины берут тремя пальцами обеих рук и над линейкой в течение 10 секунд равномерно, без подкручивания растягивают до разрыва. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. Клейковина считается слабой при растяжимости свыше 18 см, хорошей по силе – 14–16 см, крепкой – ниже 12 см.

Эластичностью клейковины называют ее свойство восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Кусочек клейковины тремя пальцами обеих рук растягивают примерно на 2 см и отпускают или кусочек клейковины сдавливают двумя пальцами. По степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы кусочка клейковины судят о ее эластичности. Хорошая по эластичности клейковина растягивается достаточно хорошо и постепенно почти полностью восстанавливает первоначальную длину или форму. Чем более растяжима клейковина из муки нормального качества, тем она менее эластична.

Эластичность клейковины определяют по степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы данного кусочка. Хорошая по эластичности клейковина растягивается достаточно сильно при обязательном почти полном последующем постепенном восстановлении первоначальной формы после снятия растягивающего усилия или надавливания пальцами. Клейковина неудовлетворительной эластичности или совсем не восстанавливается после снятия растягивающего усилия, или немного растягивается с частичными разрывами отдельных слоев и после снятия растягивающего усилия быстро сжимается (упругая, неэластичная). Клейковина удовлетворительной эластичности занимает промежуточное положение между хорошей и неудовлетворительной эластичностью.

В зависимости от эластичности и растяжимости клейковину подразделяют на три группы:

I – хорошей эластичности, по растяжимости – длинная и средняя;

II – хорошей эластичности, по растяжимости – короткая; удовлетворительной эластичности, по растяжимости – короткая, средняя или длинная;

III – малоэластичная, сильно тянущаяся, провисающая при растяжении, разрывающаяся под тяжестью собственного веса, плывущая, а также неэластичная, крошащаяся.

Упругие свойства клейковины измеряют на приборе ИДК-3М. Этот прибор предназначен для определения способности клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия. Результаты измерений упругих свойств клейковины выражают в условных единицах прибора. Чем выше указанная способность образца, тем меньше он сожмется и тем меньшая величина будет зафиксирована прибором. Шарик сырой клейковины массой 4 г после 15-минутной отлежки вынимают из чашки, помещают его в центр опорного столика и нажимают кнопку «Пуск». Пуансон опускается и сжимает клейковину в течение 30 секунд. При загорании индикатора «Результат» с табло снимают и записывают показания прибора. После автоматического возвращения пуансона в верхнее положение загорается индикатор «Готов», клейковину снимают со столика прибора и вытирают диски пуансона и опорного столика.

За показатель качества клейковины принимают среднеарифметическое значение из двух параллельных определений.

В зависимости от показаний прибора, выраженных в условных единицах шкалы прибора, клейковину относят к соответствующей группе качества (табл. 1.2).

Таблица 1.2

#### Группа качества клейковины

Группа	Показания прибора ИДК
Очень сильная (неудовлетворительная крепкая)	0–15
Сильная (удовлетворительная крепкая)	20–60
Средняя (хорошая)	60–80
Удовлетворительная слабая	8–100
Неудовлетворительная слабая	100–120

## Запись в лабораторном журнале

Растяжимость .....	см
Эластичность .....	
Показания прибора ИДК .....	ед. прибора
Заключение (отнести клейковину к соответствующей группе качества)	

Для определения массовой доли сухой клейковины отмытую и отжатую клейковину высушивают на приборе ВЧ. Для этого в два предварительно просушенных и взвешенных бумажных пакета берут навески массой 4–5 г, распределяя каждую навеску равномерно по всей площади пакета. Пакет закрывают и помещают между плитами прибора, высушивают при температуре 160 °С в течение 10 мин. Затем, охладив в эксикаторе в течение 2 мин, пакеты с клейковиной взвешивают. В процессе определения сухой клейковины вычисляют влажность клейковины и ее гидратационную способность.

Под влажностью клейковины понимают количество влаги в клейковине по отношению к массе сырой клейковины (в среднем она колеблется от 60 до 70 %). Под гидратационной способностью понимают способность клейковины поглощать то или иное количество воды по отношению к массе сухой клейковины. Гидратационная способность клейковины обычно колеблется в пределах 150–250 %.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета $a$ .....	г
Масса пакета с клейковиной до высушивания $b$ .....	г
Масса сырой клейковины ( $m = b - a$ ) .....	г
Масса пакета с клейковиной после высушивания $c$ ...	г
Масса сухой клейковины ( $m_1 = b - c$ ) .....	г
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Гидратационная способность .....	%
Выход сухой клейковины .....	%
Заключение	

## Контрольные вопросы

1. Как классифицируется мука?
2. Перечислите органолептические и физико-химические показатели качества муки.
3. Какие основные отличительные показатели качества различных сортов пшеничной хлебопекарной муки?
4. От чего зависит цвет муки?
5. Как можно определить цвет муки?
6. Как определяют запах, вкус и наличие хруста муки?
7. Как определяют зараженность муки амбарными вредителями?
8. Какое количество металлопримесей по ГОСТу допускается в муке?
9. Какие показатели качества ржаной муки предусмотрены в нормативной документации (ГОСТ)?
10. Какие методы используют для определения влажности муки?
11. В каких единицах выражают общую кислотность?
12. Что включает в себя понятие «сила» муки? От чего она зависит?
13. Как определить количество клейковины?
14. Какими реологическими свойствами обладает клейковина?
15. Принцип метода определения упругих свойств на приборе ИДК.

## Лабораторная работа № 2

### АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

Дрожжи хлебопекарные являются основным видом сырья для производства хлебобулочных изделий. Технологическая и функциональная роль дрожжей заключается в биологическом разрыхлении теста диоксидом углерода, выделяющимся в процессе спиртового брожения, придания тесту определенных реологических свойств, а также образовании этанола и других продуктов реакции, участвующих в формировании вкуса и аромата хлебобулочных изделий.

На хлебозаводах в качестве разрыхлителей в основном используют прессованные дрожжи. Кроме того, применяются сушеные дрожжи, инстантные и дрожжевое молоко.

Дрожжи хлебопекарные прессованные высшего и первого сортов представляют собой биомассу технически чистой культуры дрожжевых грибов *Saccharomyces cerevisiae*, сформованную в брикеты влажностью 67–75 %.

Товарные хлебопекарные прессованные дрожжи должны отвечать требованиям ГОСТ Р 54731–2011.

Нормы качественных показателей приведены в табл. 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1

#### Органолептические показатели качества прессованных дрожжей

Показатель	Характеристика
Цвет	Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый, кремовый или желтоватый оттенок
Консистенция	Плотная, дрожжи должны легко ломаться и не мазаться
Запах	Свойственный дрожжам
Вкус	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса

**Физико-химические показатели качества прессованных дрожжей**

Показатель	Сорт дрожжей	
	высший	первый
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	27	25
Подъёмная сила (подъём теста до 70 мм), мин, не более	50	60
Кислотность дрожжей в пересчёте на уксусную кислоту в день выработки, мг на 100 г дрожжей, не более	55	90
Кислотность дрожжей на 30-е сутки хранения при температуре от 0 до +4 °С в пересчёте на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей, не более	320	320
Стойкость, ч, не менее	72	60

Хлебопекарные прессованные дрожжи выпускают в виде прямоугольных брусков массой 50, 100, 200, 250, 500 и 1000 г (для розничной торговой сети) и 200, 250, 500 и 1000 г (для промышленной переработки и общественного питания).

*Цель работы* – освоение современных методик оценки качества хлебопекарных прессованных дрожжей.

### **Определение органолептических показателей качества хлебопекарных прессованных дрожжей**

При определении органолептических показателей оценивают внешний вид, цвет, запах, вкус.

### **Оценка качества дрожжей физико-химическими методами**

При оценке качества дрожжей методами физико-химического анализа определяют массовую долю влаги, кислотность, подъемную силу, стойкость.

## Определение массовой доли влаги

Массовая доля влаги является одним из важных показателей качества дрожжей. Чем она выше, тем дрожжи менее стойки при хранении. ГОСТ рекомендует два метода определения массовой доли влаги – высушиванием до постоянной массы (арбитражный) и ускоренным методом с помощью влагомера – прибора марки ВЧ.

### *Определение массовой доли влаги ускоренным методом*

*Аппаратура и материалы.* Весы аналитические, влагомер ВЧ (или аналоги ВЧМ, ПИВИ-1, Кварц-21М, АПС-1, Элекс-7), пакетики из газеты, секундомер, сетка с отверстиями 2-3 мм, эксикатор, проба прессованных дрожжей.

*Техника определения.* Прибор включают и нагревают до температуры 160 °С. Из листа газетной бумаги размером 20 × 15 см готовят пакет, складывая его вдвое и загибая края. Два таких пакета кладут рядом на плиту прибора так, чтобы один пакет не находился на другой, накрывают второй плитой, следя за тем, чтобы зазор между плитами был всюду одинаковым, и сушат в течение 3 мин при температуре 160 °С. Затем пакеты помещают в эксикатор на 2–3 мин для охлаждения. После этого их взвешивают и на краю пакета записывают его массу.

Часть средней пробы (не менее 20 г) протирают через сетку с размером диаметра отверстия 2–3 мм, от нее отбирают в каждый пакет анализируемую пробу массой 5 г, закрывают их и на краю пакета записывают массу пакета с пробой.

Дрожжи в пакете осторожно встряхивают, чтобы они распределились равномерно по всей внутренней поверхности пакета. Если дрожжи влажные и легко склеиваются в комочки, то анализируемую пробу надо распределить по пакету шпателем.

Пакеты с дрожжами высушивают при температуре 160–162 °С в течение 7 мин. После этого помещают на 2–3 мин в эксикатор для охлаждения, затем взвешивают и записывают массу на том же пакете.

Вычисления проводят с точностью до целого числа. За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми в одной лаборатории не должно превышать 0,5 %.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пакета с навеской до высушивания $m_1$ .....	г
Масса пустого пакета $m_2$ .....	г
Масса пакета с навеской после высушивания $m_3$ .....	г
Массовая доля влаги $X [X = (m_1 - m_3) 100 (m_1 - m_2)]$ .	%
Заключение	

## Определение кислотности дрожжей

Повышение кислотности прежде всего свидетельствует о зараженности дрожжей кислотообразующими бактериями. Кислотность выражают в миллиграммах уксусной кислоты на 100 г дрожжей.

*Аппаратура и материалы.* Фарфоровая чашка, весы лабораторные, цилиндр мерный на 50 см<sup>3</sup>, стеклянная палочка, бюретка, вода дистиллированная, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина, проба прессованных дрожжей.

*Техника определения.* От средней пробы отбирают и взвешивают с погрешностью до 0,01 г 10 г дрожжей, помещают в фарфоровую чашку, добавляют 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно перемешивают до получения однородной массы, и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии 3–5 капель индикатора фенолфталеина. Титрование ведется до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение нескольких секунд.

*Обработка результатов.* Кислотность дрожжей рассчитывают по формуле

$$X = V \cdot 6 \cdot 100 \cdot K/10, \quad (2.1)$$

где  $X$  – кислотность дрожжей, 1 мг уксусной кислоты на 100 г дрожжей;  $V$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование, см<sup>3</sup>; 6 – количество уксусной кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия, мг;  $K$  – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора гидроксида натрия.

При вычислении результатов анализа доли до 0,5 единицы отбрасывают, а доли, равные 0,5 и более, округляют до единицы.

## Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованное  
на титрование  $V$  ..... см<sup>3</sup>  
Поправочный коэффициент 0,1 н. раствора NaOH  $K$   
Кислотность дрожжей  $X$  .....  
Заключение

### Определение подъемной силы дрожжей

Из показателей качества дрожжей, предусматриваемых ГОСТом, наибольшее хлебопекарное значение имеет быстрота подъема теста (подъемная сила дрожжей). Чем быстрее дрожжи поднимают тесто, тем их качество считается выше.

На быстроту подъема теста влияют многие факторы: свойства данной расы дрожжей, их чистота; полноценность питательной среды, на которой они выращивались; условия выращивания (температура, рН среды, концентрация затора, степень аэрации и пр.); химический состав дрожжей (с уменьшением содержания белка понижается подъемная сила дрожжей) и т. д.

ГОСТ Р 54731–2011 предусматривает два метода определения подъемной силы дрожжей: по скорости подъема теста в термостате, замешенного по определенной рецептуре и помещенного в формочку определенных размеров, и ускоренный метод – по скорости всплывания шарика теста, предложенный А.И. Островским.

#### ***Определение подъемной силы дрожжей по скорости подъема теста в термостате***

*Аппаратура и материалы.* Весы технические, термостат, металлическая форма с перекладной (размеры формочки: верхние основания 14,3 и 9,2 см, нижние 12,6 и 8,5 см, высота 8,5 см), фарфоровая и эмалированные чашки, стеклянная палочка, шпатель, часы, цилиндр мерный, колба мерная на 200 см<sup>3</sup>, мука пшеничная II сорта, соль поваренная, растительное масло, проба прессованных дрожжей.

*Техника определения.* 280 г хлебопекарной пшеничной муки II сорта, 160 см<sup>3</sup> водного раствора хлорида натрия с массовой долей NaCl 2,5 % (раствор готовят на водопроводной воде) и метал-

лическую форму, смазанную маслом, подогревают в термостате при 35 °С в течение 2 ч. Отвешивают 5 г дрожжей с погрешностью до 0,01 г и переносят в фарфоровую чашку. Затем приливают 15–20 см<sup>3</sup> раствора хлорида натрия и палочкой перемешивают до исчезновения комочков. Разведенные дрожжи переносят в эмалированную чашку. Оставшимся количеством раствора хлорида натрия ополаскивают фарфоровую чашку, переносят раствор в эмалированную чашку, после чего туда же добавляют 280 г пшеничной муки с температурой 35 °С. Этот момент отмечают по часам и в течение 5 мин интенсивно замешивают тесто вручную. Затем ему придают форму батона и переносят в металлическую форму. На длинные борта формы навешивают поперечную железную перекладину, входящую в форму на 1,5 см. Форму с тестом помещают в термостат с температурой (35 ± 2) °С и засекают время.

Подъемная сила дрожжей, характеризуется временем, прошедшим с момента внесения теста в форму до момента прикосновения его к нижнему краю перекладины, т. е. подъемом на высоту 70 мм.

#### Запись в лабораторном журнале

Время внесения теста в форму .....	мин
Время прикосновения теста к нижнему краю перекладины.....	мин
Быстрота подъема теста .....	мин
Заключение	

#### ***Определение подъемной силы дрожжей ускоренным методом***

*Аппаратура и материалы.* Весы лабораторные, термостат, фарфоровая чашка, шпатель, пестик, стакан химический, пипетки стеклянные, колба мерная, мука пшеничная с базисной влажностью 14,5 %, соль поваренная, вода, проба прессованных дрожжей.

*Техника определения.* Отвешивают 0,31 г дрожжей с погрешностью до 0,01 г и переносят их в фарфоровую чашку, приливают 4,8 см<sup>3</sup> нагретого до 35 °С водного раствора хлорида натрия с массовой долей NaCl 2,5 % и тщательно перемешивают шпателем

или пестиком. К полученной смеси добавляют 7 г муки II сорта, замешивают тесто и придают ему форму шарика. Шарик опускают в стакан с водой ( $200\text{--}250\text{ см}^3$ ), нагретой до температуры  $35\text{ }^\circ\text{C}$ , и помещают в термостат с той же температурой.

Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплытия. Всплывание происходит тем скорее, чем быстрее увеличивается объем в результате накопления углекислого газа дрожжами. Плотность свежезамешенного теста – около  $1,4\text{ г/см}^3$ . В процессе брожения она уменьшается; когда плотность шарика станет меньше единицы, он всплывает.

Для сравнения результатов, полученных по первому и второму методам определения подъемной силы дрожжей, время подъема шарика в минутах умножают на коэффициент 3,5.

#### Запись в лабораторном журнале

Время опускания шарика в воду .....	мин
Время всплытия шарика .....	мин
Быстрота подъема шарика .....	мин
Заключение	

#### Определение стойкости дрожжей

Показатель стойкости дрожжей характеризует их сохранность. Дрожжи с пониженной стойкостью быстро теряют свое качество. На стойкость дрожжей оказывают влияние их влажность, присутствие несхаромицетов, химический состав.

Стойкость дрожжей – это время в часах, прошедшее с момента помещения дрожжей в термостат с температурой среды  $(35 \pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$  до их полного размягчения.

*Аппаратура и материалы.* Термостат, бумага, часы, пачка пресованных дрожжей.

*Техника определения.* Пачку дрожжей массой 1,0 кг, завернутую в бумагу и предварительно охлажденную до  $t = 4\text{ }^\circ\text{C}$ , помещают в термостат при  $t = (35 \pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$  и хранят до полного размягчения.

## Определение осмочувствительности прессованных дрожжей

Осмочувствительность – это свойство прессованных дрожжей снижать бродильную активность в средах с повышенным осмотическим давлением. Осмочувствительные хлебопекарные дрожжи медленнее поднимают тесто с повышенным содержанием сахара или соли.

Метод определения осмочувствительности основан на сравнительной оценке подъемной силы в тесте без соли и с повышенным содержанием соли. Данный метод используется в целях выявления пригодности данной партии дрожжей для приготовления сдобного теста, содержащего повышенное количество сахара.

*Аппаратура и материалы.* Весы лабораторные, термостат, чашки фарфоровые, палочки стеклянные, колба мерная на 100 см<sup>3</sup>, стаканы на 200–250 см<sup>3</sup>.

*Техника определения.* На лабораторных весах отвешивают две навески дрожжей по 0,31 г. К первой навеске добавляют 4,8 см<sup>3</sup> водопроводной воды с температурой 35 °С и тщательно, но осторожно размешивают стеклянной палочкой в фарфоровой чашке. К полученной дрожжевой взвеси добавляют от 6,5 до 7,5 г (в зависимости от влажности) пшеничной муки II сорта и, быстро замесив тесто, придают ему форму шарика, подъемную силу определяют по методу его всплывания. Ко второй навеске дрожжей добавляют 4,8 см<sup>3</sup> 3,35 %-го раствора поваренной соли, нагретого до 35 °С, и далее поступают так же, как с первой навеской.

Полученные значения подъемной силы для каждого шарика умножают на коэффициент 3,5 для пересчета на подъемную силу, определяемую стандартным методом. Разница между пересчитанными значениями подъемной силы для теста без соли и с повышенным содержанием соли характеризует степень осмочувствительности дрожжей.

Примерные нормы осмочувствительности прессованных дрожжей (мин):

Хорошая .....	1–10
Удовлетворительная .....	10–20
Плохая .....	Свыше 20

## Оценка ферментативной активности дрожжей

Ферментативную активность дрожжей оценивают по зимазной и мальтазной активности. Ферментативная активность дрожжей выражается временем, необходимым для выделения  $10 \text{ см}^3$  углекислого газа при сбраживании  $20 \text{ см}^3$  5 %-го раствора сахара дрожжами, взятыми в количестве 2,5 % к объему среды. Определение осуществляется на приборе Елецкого.

*Аппаратура и материалы.* Весы лабораторные, термостат, прибор Елецкого, термометр, мерный цилиндр, пипетка на  $5 \text{ см}^3$ , 10 %-й раствор сахарозы (мальтозы, глюкозы).

*Техника определения.* Навеску дрожжей помещают в стаканчик прибора, наливают  $10 \text{ см}^3$  водопроводной воды (нагретой до  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ) так, чтобы она покрыла дно стаканчика слоем одинаковой высоты, затем тщательно перемешивают. К суспензии дрожжей добавляют  $10 \text{ см}^3$  10 %-го раствора одного из сахаров (сахарозы, глюкозы, мальтозы). Стаканчик накрывают манометром, нижняя часть которого является пробкой, притертой к стаканчику. Открывают кран для выравнивания внутреннего давления прибора с атмосферным и ставят прибор в термостат при  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . По истечении 5 мин кран прибора закрывают, отмечают уровень жидкости в градуированной трубке, и прибор оставляют в термостате.

Определение считается законченным, когда солевой раствор в трубке поднимется на  $10 \text{ см}^3$ .

Дрожжи считаются хорошего качества, если их зимазная активность составляет 60 мин, мальтазная – 100 мин.

### Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется качество прессованных дрожжей?
2. Какими методами определяется массовая доля влаги прессованных дрожжей?
3. Какими методами определяют быстроту подъема теста?
4. Как определяется кислотность прессованных дрожжей? В каких единицах она выражается?
5. Какие показатели характеризуют бродильную активность дрожжей?

6. От чего зависит стойкость дрожжей при хранении? Как она определяется?

7. Что понимают под осмочувствительностью прессованных дрожжей?

### Лабораторная работа № 3

## **АНАЛИЗ СОЛОДА РЖАНОГО СУХОГО**

*Солодом* называется зерно злаковых культур, проросшее в искусственно созданных условиях при определенной температуре и влажности, подвергнутое специальной обработке.

В процессе солодоращения в зерне активизируются и накапливаются различные ферменты: амилалитические, протеолитические, цитолитические и др. Для приготовления солода используют ячмень, рожь, пшеницу, овес, просо. Солод применяют в пивоварении, хлебопечении, в спиртовом и крахмало-паточном производствах. Ржаной солод предназначен для использования в хлебопекарной промышленности, в производстве хлебного кваса, концентрата кваса и концентрата квасного сула.

По способу приготовления сухой ржаной солод делят на два типа – неферментированный и ферментированный. Сухой ржаной солод неферментированный и ферментированный вырабатывают двух классов (I и II) и двух видов (в зернах и размолотый).

Неферментированный ржаной солод называется активным, поскольку содержит активные амилалитические и протеолитические ферменты. В хлебопекарной промышленности неферментированный и пивоваренный ячменный солод применяется в качестве улучшителя муки с низкой сахаробразующей способностью и для осахаривания мучных заварок при изготовлении жидких дрожжей и при производстве некоторых сортов хлеба (рижского, витебского).

Ржаной ферментированный солод используется в хлебопечении как добавка, улучшающая вкус, аромат и цвет мякиша хлебобулочных изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки, а также при производстве хлебного кваса. В качестве ценного улучшителя ферментированный солод входит в рецептуру таких русских национальных сортов изделий, как хлеб ржаной заварной, московский, бородинский, карельский, чайный, любительский и др.

Стадии получения солода:

- очистка зерна от примесей;
- сортировка зерна по размеру;
- замачивание зерна;
- проращивание зерна;
- ферментация – томление солода (только для ржаного ферментированного солода);
- сушка солода;
- обработка и хранение сухого солода.

В процессе проращивания происходят активизация и накопление ферментов в зерне.

При получении *ферментированного ржаного солода* проросшую рожь подвергают процессу ферментации. Влажное зерно выдерживают 4–5 суток в кучах (при этом оно самосогревается, температура повышается до 70 °С), перемешивают и дополнительно увлажняют. В результате активного ферментативного гидролиза сложных органических веществ в солоде накапливаются простые вещества, в том числе аминокислоты, пептиды и сахара (ксилоза, мальтоза, глюкоза, фруктоза). Во время томления и в первый период процесса сушки происходят реакции взаимодействия между аминсоединениями и углеводами с образованием ароматических темноокрашенных веществ (меланоидинов) и ароматической фракции (фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегид, изовалерьяновый альдегид и др.). Эти вещества обуславливают специфический коричневый цвет, приятный кисло-сладкий вкус и хлебный аромат солода.

Ферментированный солод сушат при повышенной температуре (до 100 °С в самом зерне). В процессе ферментации и сушки почти все ферменты в нем практически инактивируются, поэтому такой солод называют еще неактивным.

При получении *неферментированного ржаного солода* отсутствует стадия ферментации, а процесс сушки ведут при более мягких режимах, чтобы полностью сохранить активность ферментов. Одним из основных показателей качества неферментированного солода является амилолитическая активность – способность расщеплять крахмал до сахаров.

При приготовлении хлеба вместо пивоваренного ячменного солода можно использовать *солодовый экстракт*, который получают увариванием водной вытяжки солода при пониженных давлении и температуре. Экстракт представляет собой густую сиропобразную массу, содержащую все составные водорастворимые компоненты ячменного солода (ферменты, сахара, декстрины и др.). Солодовый экстракт обладает не только амилолитической, но и протеолитической активностью, это необходимо учитывать при работе с пшеничной мукой средней и слабой по силе.

Согласно ГОСТ Р 52061–2003, качество ржаного ферментированного солода оценивается по следующим органолептическим и физико-химическим показателям.

### **Органолептическая оценка качества солода**

Определение *внешнего вида и цвета* сухого ржаного солода проводят визуально. Метод определения *вкуса и запаха* основан на органолептической оценке горячей вытяжки из сухого ржаного солода.

*Аппаратура и материалы.* Весы лабораторные, термометр, стакан, электроплитка, мешалка стеклянная, цилиндр, стекло часовое, часы с сигнальным устройством, вода питьевая или дистиллированная, проба солода.

*Техника определения.* Вкус и запах солода определяют в вытяжке, приготовленной в стакане настаиванием солода (навеска 30,0 г) в дистиллированной воде (150 см<sup>3</sup>) при температуре 60 °С в течение 2 мин. После перемешивания содержимое стакана закрывают часовым стеклом и после двухминутного настаивания определяют вкус и запах органолептически.

Согласно требованиям стандарта, ферментированный ржаной солод должен обладать кисло-сладким вкусом, приближающимся к вкусу ржаного хлеба, без горького и пригорелого привкуса. Запах должен быть свойственным данному типу солода, без запаха плесени и гнили; цвет – от коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком.

## Оценка качества солода по физико-химическим показателям

По физико-химическим показателям в ржаном ферментированном солоде определяют массовую долю влаги, экстрактивность, кислотность, цвет и др.

### Определение массовой доли влаги в солоде

Солод богат растворимыми в воде веществами, которые являются хорошей питательной средой для микроорганизмов. Поэтому при повышении в нем влажности выше 10 % могут начаться бактериальные процессы со всеми отрицательными последствиями для качества продукта.

Массовую долю влаги определяют высушиванием навески в сушильном шкафу при 105 °С (арбитражный метод), при 130 °С (ускоренный метод), а также высушиванием навески на приборе ВЧ (или аналогах) при 160 °С.

### *Метод высушивания в сушильном шкафу (арбитражный метод)*

*Аппаратура и материалы.* Сушильный электрический шкаф, весы аналитические, бюксы, тигельные щипцы, часы с сигнальным устройством, эксикатор, проба сухого ржаного солода.

*Техника определения.* Навеску солода 5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в предварительно высушенный и взвешенный бюкс. Бюксы с навесками ставят на снятые с них крышки в сушильный шкаф при 105 °С ровно на 3 ч. После высушивания бюкс с солодом закрывают, охлаждают в эксикаторе 20 мин и взвешивают.

Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (3.1)$$

где  $m$  – масса продукта до высушивания, г;  $m_1$  – масса продукта после высушивания, г.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого бюкса $a$ .....	г
Масса бюкса с навеской до высушивания $b$ ..	г
Масса образца ( $m = b - a$ ) .....	г
Масса бюкса с навеской после высушивания $c$ .....	г
Масса высушенного образца ( $m_1 = c - a$ ) .....	г
Масса испарившейся влаги ( $m - m_1$ ) .....	г
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Заключение (сравнить соответствие полученных данных требованиям стандарта. Допустимые расхождения между двумя параллельными определениями влажности $\pm 0,5$ %)	

### ***Метод высушивания в сушильном шкафу (ускоренный метод)***

*Техника определения.* Навеску солода 5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в предварительно высушенный и взвешенный бюкс. В сушильный шкаф, нагретый до 130 °С, помещают бюксы, причем их ставят на снятые с них крышки. Высушивание ведут в течение 40 мин с момента достижения температуры 130 °С. С помощью щипцов бюксы с солодом вынимают, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе 20 мин и взвешивают с точностью до 0,01 г.

### ***Определение влажности высушиванием в приборе ВЧ***

*Аппаратура и материалы.* Весы лабораторные, проба сухого ржаного солода, влагомер ВЧ (или аналоги ВЧМ, ПИВИ-1, Кварц-21М, АПС-1, Элекс-7), пакетики из газеты, часы с сигнальным устройством, эксикатор.

*Техника определения.* Навеску солода массой 4 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в предварительно высушенный и взвешенный бумажный пакет. Высушивание проводят между плитами прибора при 160 °С в течение 10 мин. После высушивания пакет с солодом охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета $a$ .....	г
Масса пакета с навеской до высушивания $b$ .....	г
Масса образца ( $m = b - a$ ) .....	г
Масса пакета с навеской после высушивания $c$ .....	г
Масса высушенного образца ( $m_1 = c - a$ ) .....	г
Масса испарившейся влаги ( $m - m_1$ ) .....	г
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Заключение (сравнить соответствие полученных данных требованиям стандарта)	

По стандарту влажность тонкоразмолотого солода не должна превышать 10 %, а солода в зернах – 8 %.

## Экстрактивность солода

Растворимые в воде вещества солода в основном представлены углеводами и в меньшей степени другими соединениями (продуктами расщепления белков, минеральными солями и др.). Из углеводов в водный раствор из солода переходят декстрины, мальтоза, глюкоза, фруктоза, сахароза и др.

Солод при всех прочих равных условиях считается тем лучше, чем выше содержание в нем водорастворимых веществ. Низкое содержание экстрактивных веществ свидетельствует о неправильной технологии приготовления солода и отрицательно сказывается на его качестве (вкусе, аромате). Помимо влияния на вкус экстрактивные вещества несколько задерживают процесс черствения хлеба.

Процесс определения содержания водорастворимых веществ в ферментированном солоде складывается из двух основных операций: приготовления водного солодового экстракта (фильтрата) и определения в нем содержания сухих (экстрактивных) веществ.

При определении экстрактивности ферментированного солода, предназначенного для хлебопекарной промышленности, ГОСТ рекомендует получать солодовую вытяжку методом холодного экстрагирования. Метод основан на переходе сухих веществ ферментированного сухого ржаного солода в растворимое состояние при 20 °С.

*Аппаратура и материалы.* Весы аналитические, пикнометр ПЖ2-50, ПЖ-1-50 или ПЖ-2-50, воронка для пикнометра ВПр-1, колба коническая, пипетка, вода дистиллированная, бумага фильтровальная, часы с сигнальным устройством, термометр, проба сухого ржаного солода.

*Техника получения.* 10 г солода взвешивают с точностью до 0,01 г и помещают в коническую колбу на 200–250 см<sup>3</sup> с хорошо пригнанной пробкой. Потом вносят пипеткой 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при 18–20 °С и настаивают солод в течение 15 мин, взбалтывая через каждые 5 мин в продолжение минуты. Затем все содержимое колбы, за исключением осадка, фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. Первые порции фильтрата (около 20 см<sup>3</sup>) возвращают на фильтр. Фильтрацию прекращают, когда набирается 60–70 см<sup>3</sup> фильтрата (солодового экстракта).

Полученный указанным выше способом солодовый экстракт используется как для определения показателя экстрактивности, так и для определения кислотности солода и его цвета.

Согласно ГОСТу, показатель экстрактивности солода находят по плотности полученного фильтрата, определяемой пикнометрическим способом.

*Техника определения.* Пикнометр тщательно моют, высушивают и взвешивают на аналитических весах. Потом в него наливают дистиллированной воды и помещают в водяную баню с температурой воды 20 °С так, чтобы вода доходила до шейки пикнометра. Через 30 мин, не вынимая пикнометр из бани, точно доводят в нем уровень воды до метки. Затем пикнометр вынимают, тщательно вытирают, ставят около весов и через 15 мин взвешивают.

Для определения плотности фильтрата в освобожденный от воды пикнометр наливают небольшое количество солодового экстракта и несколько раз споласкивают пикнометр, после чего заполняют этим же раствором, избегая образования воздушных пузырьков.

Наполненный пикнометр помещают на водяную баню при температуре 20 °С на 30 мин. Далее поступают так же, как и при калибровке пикнометра с водой.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пикнометра с дистиллированной водой .....	г
Масса пикнометра сухого .....	г
Масса воды пикнометра $M_B$ .....	г
Масса пикнометра с исследуемым фильтратом .....	г
Масса исследуемого фильтрата $M_\phi$	г

Разделив массу исследуемого фильтрата на массу воды в объеме того же пикнометра при 20 °С, находят относительную плотность раствора:

$$d_{20}^{20} = \frac{M_\phi}{M_B}.$$

На основании полученной плотности по табл. 3.1 находят количество сухих веществ (экстракта вытяжки) в фильтрате  $e$  (% к массе). Содержание экстракта  $E_1$  (% к массе солода) рассчитывают по формуле

$$E_1 = \frac{e(W + 1000)}{100 - e},$$

где  $e$  – экстракт вытяжки, найденный по плотности, мас. %.

Содержание экстрактивных веществ в солоде в пересчете на сухое вещество  $E_2$  (%) рассчитывают по формуле

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{100 - W},$$

где  $W$  – массовая доля влаги в сухом ржаном солоде, %; 100 – коэффициент перерасчета в проценты.

**Примечание.** Формула для расчета содержания экстрактивных веществ в 100 г солода выводится следующим образом. В 100 частях по массе полученного фильтрата содержится  $e$  частей экстрактивных веществ и  $100 - e$  частей воды. Тогда можно составить такую пропорциональную зависимость:

100 –  $e$  г воды соответствуют  $e$  г экстрактивных веществ;  
 $\nu$  г воды соответствует  $E_1$  г экстрактивных веществ, отсюда

$$E_1 = \frac{ev}{100 - e},$$

где  $v$  – общая масса воды в фильтрате, взятая для анализа и внесенная с солодом, которая для 100 г солода составит  $1000 + W$  г, тогда

$$E_1 = e \frac{1000 + W}{100 - e}.$$

Таблица 3.1

**Зависимость относительной плотности лабораторного сусла  
(фильтрата) от массовой доли экстракта при 20 °С**

Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %	Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %	Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %
1,0134	3,421	1,0168	4,275	1,0202	5,130
5	3,447	9	4,304	3	5,155
6	3,472	1,0170	4,329	4	5,180
7	3,497	1	4,354	5	5,205
8	3,523	2	4,379	6	5,230
9	3,548	3	4,404	7	5,255
1,0140	3,573	4	4,429	8	5,280
1	3,598	5	4,454	9	5,305
2	3,624	6	4,479	1,0210	5,330
3	3,649	7	4,505	1	5,355
4	3,674	8	4,529	2	5,380
5	3,699	9	4,555	3	5,405
6	3,725	1,0180	4,580	4	5,430
7	3,750	1	4,605	5	5,455
8	3,775	2	4,630	6	5,480
9	3,800	3	4,655	7	5,505
1,0150	3 826	4	4,680	8	5,530
1	3,851	5	4,705	9	5,555
2	3,876	6	4,730	1,0220	5,580
3	3,901	7	4,755	1	5,605
4	3,926	8	4,780	2	5,629
5	3,951	9	4,805	3	5,654

Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %	Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %	Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	Экстракт вытяжки, мас. %
6	3,977	1,0100	4,830	4	5,679
7	4,002	1	4,555	5	5,704
8	4,027	2	4,880	6	5,729
9	4,052	3	4,905	7	5,754
1,0160	4,077	4	4,930	8	5,779
1	4,102	5	4,955	9	5,803
2	4,128	6	4,980	1,0230	5,828
3	4,153	7	5,005	1	5,853
4	4,178	8	5,030	2	5,878
5	4,203	9	5,055	3	5,903
6	4,228	1,0200	5,080	4	5,928
7	4,256	1	5,106	5	5,952

Допустимое расхождение между двумя параллельными определениями  $\pm 1\%$ .

### ***Рефрактометрическое определение экстрактивности солода***

При контроле качества сырья в хлебопекарном производстве используется менее трудоемкий и более быстрый рефрактометрический метод определения сухих веществ (СВ) в солодовой вытяжке.

*Техника определения.* Исследуемый фильтрат помещают между призмами прецизионного рефрактометра марок РПЛ или РПЛ-2 и, руководствуясь инструкцией, приложенной к рефрактометру, производят на нем 2-3 отсчета. По средней арифметической величине этих замеров, выраженных в единицах прибора, находят (по таблице) показатель содержания сухих веществ в процентах в исследуемом фильтрате. Умножив полученную величину на 10 (разведение), находят величину рефрактометрического показателя содержания водорастворимых веществ в 100 г солода. Затем эту величину пересчитывают на 100 г сухих веществ солода (У). После этого вносят поправку, учитывающую завышение рефрактометрического показателя.

теля за счет содержания в солоде декстринов и других веществ, влияющих на показания рефрактометра, и рассчитывают содержание экстрактивных веществ в солоде по формуле

$$E = 0,901 Y - 0,11. \quad (3.2)$$

### Запись в лабораторном журнале

Показания рефрактометра при ... °С .....

Поправка на температуру .....

Показание рефрактометра при 20 °С .....

Рефрактометрический показатель содержания СВ  
в фильтрате (по таблице) .....

Рефрактометрический показатель содержания  
экстрактивных веществ в 100 г солода .....

Влажность солода, % .....

Рефрактометрический показатель содержания  
экстрактивных веществ в пересчете на СВ солода ....

Истинное содержание экстрактивных веществ  
(после внесения поправки) ... % к СВ .....

Заключение

По ГОСТу ржаной ферментированный солод при определении методом холодного экстрагирования должен иметь показатель экстрактивности не менее 42 % для солода I класса и не менее 40 % для солода II класса.

### Кислотность

В процессе проращивания и томления (ферментации) солода происходит заметное нарастание в нем содержания кислот и кислотореагирующих веществ. Ряд наблюдений показывает, что высокая кислотность положительно влияет на образование окраски солода во время сушки. На показателе кислотности хлеба кислотность солода сказывается незначительно.

Метод основан на нейтрализации находящихся в вытяжке из ферментированного сухого ржаного солода, полученной методом холодного экстрагирования, кислот и кислых солей раствором

гидроокиси натрия в присутствии фенолфталеина. Кислотность солода выражается в сантиметрах кубических 1 н. раствора щелочи, пошедшей на титрование кислот, находящихся в 100 г сухих веществ солода.

По ГОСТу кислотность солода рассчитывают по кислотности солодового фильтрата, полученного при определении экстрактивных веществ, и проводят двумя методами – титриметрически (арбитражный метод) или потенциометрическим на рН-метре.

### *Титриметрическое определение кислотности*

*Аппаратура и материалы.* Бюретка, коническая колба, фенолфталеин 1 %-й спиртовой раствор, пипетка, цилиндр, часы с сигнальным устройством, вода дистиллированная, 0,1 н. раствор гидроксида натрия.

*Техника определения.* В коническую колбу на 100 см<sup>3</sup> вносят 2 см<sup>3</sup> испытуемого фильтрата, 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 2 капли 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором едкого натра до появления розового окрашивания.

Кислотность  $K$  (см<sup>3</sup> 1 н. раствора щелочи на 100 г абсолютно сухого солода) рассчитывают по формуле

$$K = \frac{5nE_1 \cdot 100}{de(100 - W)}, \quad (3.3)$$

где  $n$  – количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование фильтрата, полученного методом холодного экстрагирования, см<sup>3</sup> (к.ед.);  $d$  – относительная плотность вытяжки (фильтрата);  $e$  – содержание экстракта (сухих веществ) в фильтрате, найденное по таблице, мас. %;  $E_1$  – содержание экстракта (водорастворимых веществ), мас. % солода;  $W$  – влажность солода, %.

Расхождение между двумя параллельными определениями кислотности не должно превышать 2 см<sup>3</sup> по конечному результату.

По стандартным нормам кислотность ржаного ферментированного солода при определении методом холодного экстрагирования должна быть в пределах 35,0–50,0 к.ед.

## ***Потенциометрическое определение кислотности***

*Техника определения.* В сосуд для определения вносят 20 см<sup>3</sup> вытяжки и титруют 0,1 н. раствором едкого натра при постоянном помешивании до рН 8,3, что соответствует точке перехода окраски фенолфталеина при титриметрическом определении кислотности.

Кислотность солода рассчитывают по формуле

$$K = \frac{nE_1 \cdot 100}{2de(100 - W)}. \quad (3.4)$$

### Запись в лабораторном журнале

Количество взятого для титрования фильтрата .....	см <sup>3</sup>
Количество см <sup>3</sup> 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование взятого фильтрата .....	см <sup>3</sup>
Расчет кислотности по приведенной формуле .....	
Кислотность солода $K$ ... см <sup>3</sup> 1 н. раствора щелочи на 100 г абсолютно сухого солода .....	
Заключение	

### Цвет солода

От цвета солода зависит окраска мякиша готовых изделий. Кроме того, высокий показатель цвета при правильной технологии приготовления солода обычно соответствует высокому содержанию в нем ароматических веществ. Метод основан на уравнивании интенсивности окраски сусла из ферментированного сухого ржаного солода, полученного методом холодного экстрагирования, с окраской растворов йода различной концентрации. Выражают цвет солода в сантиметрах кубических 1 н. раствора йода, отнесенного к 100 г сухих веществ солода. Определение цвета производится колориметрическим методом уравнивания.

*Аппаратура и материалы.* Компаратор двух- или трехкамерный, колба, пипетка, микробюретка, стакан, мешалка, 0,1 н. раствор йода, вода дистиллированная.

*Техника определения.* Компаратор устанавливают напротив источника света на уровне глаз наблюдателя так, чтобы задняя стенка была обращена к источнику света. Затем в гнезда компаратора вставляют стаканы. В один из стаканов вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> фильтрата, полученного при определении экстрактивности солода, 90 см<sup>3</sup> воды и перемешивают с помощью мешалки.

В другой сосуд вносят 100 см<sup>3</sup> воды и приливают из микробюретки 0,1 н. раствор йода (25 г йодистого калия и 12,7 г йода в колбе на 1000 см<sup>3</sup>), наблюдая за изменением цвета через прорези в чехле компаратора до совпадения окраски раствора йода с цветом разбавленного водой фильтрата в первом сосуде. Цвет солода *C* выражают в сантиметрах кубических 1 н. раствора йода на 100 г сухого вещества солода и рассчитывают по следующей формуле:

$$C = \frac{nE_1 \cdot 100}{de(100 - W)}. \quad (3.5)$$

По нормам ГОСТа показатель цвета ржаного ферментированного солода I класса должен быть в пределах 10–20 см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода на 100 г сухого вещества солода, а для ржаного ферментированного солода II класса – от 7 до 9,9 см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода на 100 г сухого вещества солода.

#### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора йода, пошедшего  
на титрование ..... см<sup>3</sup>  
Расчет показателя цвета солода по приведенной  
формуле .....  
Цвет солода ..... см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода  
на 100 г сухого вещества .....  
Заключение

#### Крупнота помола

Метод заключается в разделении частиц измельченного сухого ржаного солода на фракции при помощи специальных сит с ячейками определенного размера с последующим взвешиванием отдельных фракций.

*Аппаратура и материалы.* Весы технические, сито с номинальным размером ячеек 560 мкм, проба солода ржаного ферментированного.

*Техника определения.* Из среднего образца берут 100 г размолотого солода и помещают его на сито (с номинальным размером ячеек 560 мкм) по ГОСТ Р 52061–2003. Проход солода после десятиминутного просеивания должен быть полным.

### Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются основные отличия ржаного ферментированного солода от неферментированного?
2. Как получают ферментированный солод, для каких целей его используют?
3. Какие вещества образуются в процессе ферментации ржаного солода?
4. Какие изделия получают в РФ с добавлением ферментированного ржаного солода?
5. Какими методами производится определение влажности, экстрактивности, кислотности и других показателей качества ржаного ферментированного солода?
6. Какие требования предъявляются ГОСТ Р 52061–2003 к отдельным показателям качества солода?

## Лабораторная работа № 4

### АНАЛИЗ КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКИ

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

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

Химизм полного кислотного гидролиза крахмала выражается уравнением (без учета промежуточных продуктов)



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

В зависимости от способа производства и углеводного состава патоку подразделяют на следующие виды:

- низкоосахаренную;
- карамельную кислотную;
- карамельную ферментативную;
- мальтозную;
- высокоосахаренную.

Все виды и сорта патоки различают по содержанию декстринов и редуцирующих сахаров (условно рассчитываемых на глюкозу).

Показатели качества различных видов патоки, согласно ГОСТ Р 52060–2003, приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Физико-химические показатели качества патоки**

Наименование показателя	Норма для патоки				
	низкосахаренной	карамельной		высокосахаренной	мальтозной
		кислотной	ферментативной		
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
Массовая доля редуцирующих веществ, в пересчете на СВ (глюкозный эквивалент), %	26–35	36–44	36–44	45 и более	38–70
Кислотность патоки, см <sup>3</sup> 0,1 н. раствора NaOH, не более: – из картофельного крахмала – из кукурузного и других видов зернового крахмала	27 15	27 15	Не нормируется Не нормируется		
Водородный показатель, pH	4,0–6,0				
Массовая доля общей золы в пересчете на СВ, %, не более	0,40				
Температура карамельной пробы, °С	155	145	140	Не нормируется	

Применение определенного вида патоки для тех или иных целей обусловлено ее химическим составом и свойствами основных ее компонентов. Декстрины, обладая высокой вязкостью, выполняют роль антикристаллизатора сахарозы (чем выше вязкость растворов,

тем ниже скорость кристаллизации). Это свойство декстринов используется при производстве карамели, которая представляет сахаропаточный раствор, уваренный до влажности не более 3 %. Сахароза при такой низкой влажности кристаллизуется. Чтобы избежать образования кристаллов и получить аморфную массу, каковой является карамель, добавляют антикристаллизатор, т. е. патоку с высоким содержанием декстринов. Редуцирующие сахара патоки также тормозят кристаллизацию сахарозы в карамельной массе за счет повышения содержания сухих веществ и снижения растворимости сахарозы, но свойство антикристаллизатора у них выражено значительно слабее, чем у декстринов. Кроме того, глюкоза и мальтоза (особенно после прогревания) становятся гигроскопичными. Следовательно, повышение содержания редуцирующих сахаров в патоке приводит к уменьшению ее антикристаллизационных свойств за счет снижения количества декстринов и обуславливает получение карамели с высокой гигроскопичности. При хранении карамель поглощает влагу из окружающего воздуха, становится липкой, мутной и теряет свои качества.

В настоящее время в РФ вырабатывают карамельную и низкосахаренную патоку, в состав которой входит около 56–74 % декстринов. Данная патока является лучшим антикристаллизатором и позволяет получать малогигроскопичную карамель.

В качестве сахаристого продукта, содержащего в основном мальтозу и глюкозу, используют глюкозную высокосахаренную патоку. Эта патока обладает более сладким вкусом, меньшей вязкостью и большей гигроскопичностью, чем карамельная и низкосахаренная патока. Вязкость высокосахаренной патоки втрое ниже вязкости карамельной патоки, так как содержание декстринов в ней составляет всего 5–8 %. Благодаря этим качествам высокосахаренная патока находит широкое применение в производстве варенья, джемов, фруктовых сиропов, повидла, желе, при консервировании плодов и ягод, предотвращая их засахаривание при хранении. Использование этой патоки в хлебопечении и при выработке мучных кондитерских изделий способствует удлинению срока их хранения за счет повышения влагоудерживающей способности и замедления процесса черствения. Применение высокосахаренной патоки в производстве помадных конфет улучшает их вкусовые достоинства и повышает стойкость против высыхания. Кроме того, эта патока уве-

личивает пластичность теста, повышает намокаемость и окрашивает поверхность изделий в золотисто-желтый цвет.

*Цель работы* – оценить качество крахмальной патоки и освоить методики определения качества патоки.

## **Приготовление основного раствора патоки**

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

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, дистиллированная вода, стаканчик вместимостью 100 см<sup>3</sup> и мерная колба вместимостью 250 см<sup>3</sup>.

*Техника определения.* В предварительно взвешенном стаканчике взвешивают 50 г патоки с точностью до  $\pm 0,01$  г. Навеску смывают горячей дистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>. После охлаждения до 20 °С колбу доливают водой до метки и тщательно перемешивают.

## **Определение сухих веществ патоки**

ГОСТом предусмотрено определение сухих веществ в патоке рефрактометром типа РПЛ-3 (рефрактометр пищевой лабораторный) и рефрактометром типа РПЛ-2 (рефрактометр прецизионный лабораторный).

### **Определение массовой доли сухих веществ на рефрактометре РПЛ-3**

Этим рефрактометром можно определять показатель рефракции в концентрированных растворах с относительно высоким коэффициентом преломления (до 1,540), поэтому сухие вещества на нем определяют без предварительного разведения патоки водой.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, дистиллированная вода, термометр, фильтровальная бумага, рефрактометр РПЛ-3, осветительная лампа.

*Техника определения.* Одну-две капли патоки наносят на призму рефрактометра и производят отсчет по шкале сухих веществ.

В связи с тем, что декстрины патоки завышают рефрактометрический показатель содержания сухих веществ в ней, для расчета истинного содержания сухих веществ показания прибора умножают на коэффициент пересчета. Коэффициент зависит от массовой доли редуцируемых веществ, определяемой по показанию сахариметра при поляризации основного раствора патоки (табл. 4.2).

Таблица 4.2

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

#### Запись в лабораторном журнале

Показания рефрактометра при температуре ...°С ..... %  
 Поправка на температуру ..... %  
 Показания рефрактометра при 20 °С ..... %  
 (видимое содержание сухих веществ) .....  
 Коэффициент пересчета .....  
 Истинное содержание сухих веществ в патоке ..... %  
 Заключение

#### Определение массовой доли сухих веществ на рефрактометре РПЛ-2

Существует метод определения на рефрактометре РПЛ-2 содержания сухих веществ в низкосахаренной патоке, а также в патоке с содержанием сухих веществ 83 % и выше с предварительным разведением ее водой.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, дистиллированная вода, бюкс со стеклянной палочкой и крышкой, цилиндр, водяная баня, термометр, фильтровальная бумага, технические весы, рефрактометр РПЛ-2, осветительная лампа.

*Техника определения.* На аналитических весах взвешивают бюкс со стеклянной палочкой и крышкой (палочка должна быть такого размера, чтобы бюкс закрывался крышкой), помещают в нее 4–6 г патоки и вновь взвешивают с точностью  $\pm 0,0002$  г. В бюкс с патокой цилиндром или градуированной пипеткой вносят дистиллированную воду в количестве, несколько превышающем (на 2–3 см<sup>3</sup>) удвоенное количество взятой пробы. Патоку растворяют в открытом бюксе на водяной бане при температуре не выше 70 °С, при этом содержимое бюкса перемешивают стеклянной палочкой. Затем, закрыв бюкс крышкой, раствор охлаждают, тщательно вытирают снаружи фильтровальной бумагой и взвешивают бюкс с раствором, папочкой и крышкой.

На призму рефрактометра наносят 2–3 капли раствора и отсчитывают показания по шкале прибора при 20 °С. Если температура отличается от 20 °С, то по соответствующей таблице находят поправку, которую прибавляют или вычитают из показаний рефрактометра. По полученному отсчету в таблице, приложенной к рефрактометру, находят массовую долю сухих веществ в растворе патоки.

Для определения видимого содержания сухих веществ в патоке умножают массовую долю сухих веществ в растворе патоки на разведение патоки (отношение массы раствора патоки к массе патоки) Для определения величины истинного содержания сухих веществ в патоке полученное значение умножают на коэффициент пересчета. Этот коэффициент можно найти по массовой доле редуцирующих сахаров в патоке (при определении их йодометрическим методом) или по показанию сахариметра при поляризации основного раствора патоки.

#### Запись в лабораторном журнале

Масса бюкса .....	г
Масса бюкса с продуктом .....	г
Масса продукта $m$ .....	г
Масса бюкса с раствором продукта .....	г
Масса раствора продукта $M$ .....	г
Разведение продукта $M/m$ .....	

Показание рефрактометра (содержание СВ) при ... °С (среднее из трех измерений) $A$ .....	%
Поправка на температуру $B$ .....	%
Показатель рефрактометра при 20 °С ( $A \pm B$ ) .....	%
Содержание СВ в растворе продукта $C_p$ .....	%
Видимое содержание СВ в продукте $C_v$ $C_v = (M/m) C_p$ .....	%
Коэффициент пересчёта для патоки $K$ .....	
Истинное содержание СВ в продукте $C$ $C = C_v K$ (для патоки) .....	%
Заключение	

### **Определение массовой доли редуцирующих веществ патоки**

От массовой доли редуцирующих веществ патоки зависят ее антикристаллизационные свойства и гигроскопичность. Определить фактическое содержание каждого отдельного редуцирующего сахара в патоке и их сумму весьма трудно, поэтому массовую долю редуцирующих веществ выражают, условно пересчитывая ее на глюкозу.

Существует два метода для определения редуцирующих веществ в патоке – поляриметрический и йодометрический.

#### **Поляриметрический метод**

*Материалы, реактивы, оборудование.* Основной раствор патоки, поляриметр или сахариметр, дистиллированная вода, фильтровальная бумага.

*Техника определения.* Основной раствор поляризуют в трубке длиной 100 мм в сахариметре. Полученное число градусов пересчитывают на сухое вещество.

*Обработка результатов.* Если показание сахариметра  $P_0$ , а содержание сухих веществ  $A$ , то поляризация сухого вещества патоки

$$P = \frac{P_0 \cdot 100}{A}. \quad (4.1)$$

По величине  $P$  в табл. 4.2 находят содержание редуцирующих веществ в сухом веществе анализируемой патоки. Отсчет на шкале

сахариметра проводят несколько раз и берут среднее арифметическое значение.

Таблица 4.3

**Содержание редуцирующих веществ, %**

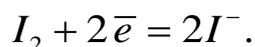
Поляризация, <i>P</i> , град сахариметра на сухое вещество	Десятые доли градуса сахариметра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	57,42	57,32	57,21	57,11	57,01	56,91	56,80	56,70	56,60	56,49
71	56,39	56,29	56,18	56,08	55,98	55,87	55,77	55,67	55,56	55,46
72	55,36	55,25	55,15	55,05	54,95	54,84	54,74	54,54	54,63	54,43
73	54,33	54,22	54,12	54,02	53,91	53,81	53,72	53,61	53,50	53,40
74	53,30	53,19	53,09	52,99	52,88	52,78	52,68	52,58	52,47	52,37
75	52,27	52,16	52,05	51,96	51,85	51,75	51,65	51,55	51,44	51,34
76	51,23	51,13	51,03	50,93	50,83	50,72	50,62	50,52	50,41	50,31
77	50,20	50,10	50,00	49,89	49,79	49,69	49,58	49, 48	49,38	49,27
78	49,17	49,07	48,97	48,86	48,76	48,66	48,55	48,45	48,35	48,24
79	48,14	48,04	47,94	47,83	47,73	47,63	47,52	47,42	47,32	47,21
80	47,11	47,01	46,91	46,80	46,70	46,60	46,49	46,39	46,29	46,18
81	46,08	45,98	45,88	45,77	45,67	45,57	45,46	45,36	45,26	45,15
82	45,05	44,95	44,85	44,74	44,64	44,54	44,43	44,33	44,23	44,12
83	44,02	43,92	43,82	43,71	43,61	43,51	43,40	43,30	43,20	43,09
84	42,99	42,89	42,79	42,68	42,58	42,48	42,37	42,27	42,17	42,06
85	41,96	41,86	41,76	41,65	41,55	41,45	41,34	41,24	41,13	41,03
86	40,92	40,82	40,72	40,61	40,51	40,44	40,30	40,20	40,10	39,99
87	39, 89	39,79	39,69	39,58	39,48	39,37	39,26	39,16	39,06	38,96
88	38,86	38,75	38,65	38,54	38,44	38,34	38,23	38,13	38,03	37,93
89	37,83	37,73	37,62	37,52	37,42	37,31	37,21	37,11	37,00	36,90
90	36,80	36,70	36,60	36,49	36,39	36,29	36,18	36,08	35,98	35,87
91	35,77	35,67	35,57	35,46	35,36	35,26	35,15	35,05	34,95	34,84
92	34,74	34,64	34,54	34,43	34,33	34,23	34,12	34,02	33,92	33,81
93	33,71	33,61	33,51	33,40	33,30	33,20	33,10	33,00	32,89	32,79
94	32,68	32,58	32,48	32,37	32,27	32,17	32,06	31,96	31,86	31,75
95	31,65	31,55	31,45	31,34	31,24	31,14	31,03	30,93	30,82	30,74
96	30,61	31,51	30,41	30,30	30,20	30,10	30,00	29,89	29,79	29,69
97	29,58	29,49	29,38	29,27	29,17	29,07	28,96	28,86	28,76	28,65
98	28,55	28,45	28,35	28,24	28,14	28,04	27,93	27,83	27,73	27,62
99	27,52	27,42	27,32	27,21	27,11	27,00	26,90	26,80	26,70	26,59
100	26,49	26,38	26,28	26,17	26,07	25,97	25,86	25,76	25,66	25,55

## Запись в лабораторном журнале

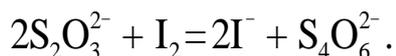
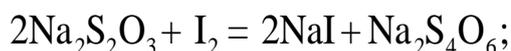
Отсчет по шкале сахариметра (среднее арифметическое) $P_0$ .....	град
Показания сахариметра в пересчете на сухое вещество патоки $P$ .....	град
Содержание редуцирующих веществ в патоке (по табл. 4.2) .....	%
Заключение	

## Йодометрический метод

Йодометрический метод определения массовой доли редуцирующих веществ (Вильштеттера и Шудля) основан на том, что йод в щелочной среде количественно окисляет альдосахара в соответствующие одноосновные кислоты, кетозы при этом не изменяются. Окислительное действие щелочного раствора йода происходит по схеме



Избыток йода, не вошедший в реакцию с сахарами, оттитровывают тиосульфатом натрия:



*Материалы, реактивы, оборудование.* Основной раствор патоки, дистиллированная вода; 0,1 н. раствор йода; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1 н. раствор  $H_2SO_4$ ; 0,1 н. раствор тиосульфата натрия, 1 %-й раствор крахмала, мерная колба вместимостью 100 см<sup>3</sup>, пипетки вместимостью 10 и 25 см<sup>3</sup>, конические колбы вместимостью 250–400 см<sup>3</sup> (2 шт.), бюретки на 50 см<sup>3</sup> (2 шт.), пробки, цилиндр вместимостью 5 см<sup>3</sup>.

*Техника определения.* В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> основного раствора патоки, доливают до метки дистиллированной водой и перемешивают. В коническую колбу вместимостью 250–400 см<sup>3</sup> пипеткой вносят 10 см<sup>3</sup> полученного раствора, 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода и из бюретки медленно (по каплям)

приливают 30 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия. Содержимое колбы хорошо перемешивают, закрывают пробкой или часовым стеклом и оставляют на 15–20 мин в темном месте. Затем прибавляют 4,5–5 см<sup>3</sup> 1 н. раствора Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 см<sup>3</sup> 1 %-го раствора крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания.

Параллельно готовят контрольную пробу. В коническую колбу пипеткой вносят 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, из бюретки приливают 30 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия, оставляют на 15–20 мин, подкисляют 4,5–5 см<sup>3</sup> 1 н. раствором Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и титруют тиосульфатом натрия в присутствии крахмального раствора.

Содержание редуцирующих веществ в 100 г сухих веществ патоки условно считают на глюкозу. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %.

*Обработка результатов.* Массовая доля редуцирующих веществ в патоке в пересчете на СВ (%) рассчитывается по формуле

$$X = \frac{V - V_1 \cdot K \cdot 0,009 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 100 - W}, \quad (4.2)$$

где  $V$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода (контрольный опыт), см<sup>3</sup>;  $V_1$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование остатка йода после взаимодействия с редуцирующими веществами патоки, см<sup>3</sup>;  $K$  – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора тиосульфата натрия; 0,009 – количество глюкозы, соответствующие 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода или 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, г;  $m$  – масса патоки, взятая для определения редуцирующих веществ, г;  $W$  – массовая доля влаги в патоке, %.

#### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , израсходованное на титрование 25 см <sup>3</sup> (контрольная проба) $V$ .....	см <sup>3</sup>
Количество 0,1 н. раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , израсходованное на титрование остатка йода после взаимодействия с редуцирующими веществами патоки $V_1$ .....	см <sup>3</sup>

Количество 0,1 н. раствора йода, вступившего в реакцию с редуцирующими веществами $[(V-V_1) K]$ ....	см <sup>3</sup>
Масса патоки в 10 см <sup>3</sup> разбавленного раствора, взятая для определения редуцирующих веществ $m$ .....	г
Количество глюкозы в $m$ г патоки $[(V-V_1) K \cdot 0,009]$ ....	г
Массовая доля глюкозы в патоке при ее фактической массовой доле влаги	
$\left[ \frac{V - V_1 \cdot K \cdot 0,009 \cdot 100}{m} \right]$ .....	%
Массовая доля влаги $W$ .....	%
Массовая доля глюкозы в пересчете на сухое вещество патоки $X$ .....	%
Заключение	

### Определение кислотности патоки

Кислотность патоки обуславливается наличием в ней кислых фосфатов, перешедших из крахмала в патоку, возможным остатком минеральной кислоты, применявшейся при гидролизе крахмала (в нестандартной патоке), а также кислотами, которые образуются при хранении за счет развития кислотообразующих бактерий. Этот показатель выражается в градусах кислотности, под которым подразумевают количество см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия (или калия), необходимого для нейтрализации 100 г сухих веществ патоки при индикаторе фенолфталеине.

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

пичный сахар повышает гигроскопичность карамели, которая при хранении начинает поглощать влагу из окружающего воздуха и намокает.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Основной раствор патоки, 1 %-й раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, пипетка вместимостью 100 см<sup>3</sup>, коническая колба вместимостью 250–400 см<sup>3</sup>.

*Техника определения.* Из основного раствора патоки отбирают пипеткой 100 см<sup>3</sup>, помещают в коническую колбу, прибавляют 3–5 капель фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до четко розового окрашивания. Результат пересчитывают на 100 г сухих веществ патоки.

*Обработка результатов.* Кислотность патоки (град) рассчитывается по формуле

$$K = \frac{V \cdot 100 \cdot 100}{mC}, \quad (4.3)$$

где  $V$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса патоки, содержащаяся в 100 см<sup>3</sup> основного раствора, г;  $C$  – массовая доля сухих веществ патоки, %.

#### Запись в лабораторном журнале

Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование 100 см <sup>3</sup> основного раствора патоки $V$ .....	см <sup>3</sup>
Масса патоки, содержащаяся в 100 см <sup>3</sup> основного раствора $m$ .....	г
Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование 100 г патоки при ее фактической массовой доле влаги $\left(\frac{V \cdot 100}{m}\right)$ .....	см <sup>3</sup>
Массовая доля сухих веществ патоки $C$ .....	%
Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование 100 г сухих веществ патоки .....	см <sup>3</sup>
Кислотность патоки $K$ .....	град
Заключение	

## Определение температуры карамельной пробы

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, сахар-песок, вода, медный тазик (приблизительные размеры: диаметр 12 см, высота 3 см), цилиндр мерный на 100 см<sup>3</sup>, весы лабораторные, электрическая плитка, часы, термометр (0–200 °С), мраморная плита.

*Техника определения.*

*а). Для карамельной патоки.* В медный тазик наливают около 100 см<sup>3</sup> (140–150 г) патоки и нагревают на электрической плитке. Тазик устанавливают таким образом, чтобы время варки было 20–25 мин. Вначале патока кипит спокойно, но по мере удаления воды мелкие пузырьки сменяются более крупными; когда начнут появляться большие пузыри, патоку начинают перемешивать термометром и наблюдают, не начинает ли патока изменять окраску, не появляются ли темные прожилки или пятна. Если это имеет место, то отмечают температуру и считают, что патока выдержала пробу только до этой температуры.

Если окраска патоки не изменяется, продолжают нагревать до температуры, установленной для данного вида патоки. Затем содержимое тазика выливают на мраморную или керамиковую плитку или на лист белой жести и после охлаждения определяют качество леденца.

Окраска леденца может несколько отличаться от окраски исходной патоки; леденец должен быть прозрачным, без темных прожилок и пятен.

Время варки от начала кипения до установленной для данного вида патоки температуры должно быть не менее 20 мин для патоки с содержанием сухих веществ 81,6 % и 25 мин для патоки с содержанием сухих веществ 78,0 %.

*б). Для низкосахаренной патоки.* В медный тазик вносят 100 г сахара-песка, приливают 25 см<sup>3</sup> воды и нагревают на электрической плитке до полного растворения сахара, после чего туда прибавляют 50 г патоки. Смесь перемешивают термометром до получения однородной массы, продолжая нагревать до 150 °С. Массу перемешивают и наблюдают за изменением окраски.

При достижении в массе температуры 155 °С содержимое выливают на мраморную или керамическую плитку или на лист белой жести.

Окраска полученного леденца может несколько отличаться от окраски исходной патоки; леденец должен быть прозрачным, без темных прожилок и пятен.

### **Определение цвета патоки**

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, органическая краска метаниловая желтая А. Т. 250, дистиллированная вода, колбы мерные на 200, 1000 см<sup>3</sup>, пипетка мерная на 5, 10 см<sup>3</sup>, стаканы стеклянные, аналитические весы, бумага белая.

*Техника определения.* Определение цвета патоки производят сравнением ее с типовыми образцами (эталоны), приготовленными растворением органической краски (метаниловая желтая А. Т.250) следующим образом:

а) для приготовления основного раствора на аналитических весах отвешивают 0,2 г краски. Навеску переводят без потерь в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доливают до метки дистиллированной водой;

б) эталон I: 3 см<sup>3</sup> основного раствора краски доливают дистиллированной водой до 200 см<sup>3</sup> и перемешивают;

в) эталон II: 6 см<sup>3</sup> основного раствора краски доливают дистиллированной водой до 200 см<sup>3</sup> и перемешивают.

Сравнение патоки с эталонами производят в стаканах из бесцветного стекла невооруженным глазом при дневном свете на фоне белой бумаги.

Патоку, менее или одинаково окрашенную с эталоном I, относят к высшему сорту; более окрашенную, чем эталон I, или в одинаковой степени с эталоном II, относят к первому сорту.

### **Определение содержания золы в патоке**

Состав золы в патоке зависит как от природы и качества перерабатываемого крахмала, так и от кислоты, которой производился гидролиз. Так, при выработке патоки с серной кислотой зола больше всего содержит P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (до 30 %), CaO (до 20 %) и SO<sub>3</sub> (до 15 %).

*Материалы, реактивы, оборудование.* Патока, дистиллированная вода, пипетка мерная на 2 см<sup>3</sup>, тигель, муфельная печь, весы аналитические, плитка электрическая, баня водяная, эксикатор.

*Техника определения.* 10 г патоки взвешивают в предварительно прокаленном до постоянной массы тигле (диаметром 4,5–5,5 см, высотой 6–7 см) и осторожно озоляют сначала на слабом во избежание выбрасывания содержимого при вспучивании, а затем на постепенно усиливающемся огне. Когда большая часть патоки озолена, тигель охлаждают и приливают туда 1–2 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды, воду выпаривают на водяной бане и тигель вновь прокаливают до полного озоления, после чего его охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Взвешивание производят через каждые 30 мин прокаливания, пока разница между двумя последующими взвешиваниями будет не более 0,005 г.

### Запись в лабораторном журнале

Масса пустого тигля .....	г
Масса тигля с патокой .....	г
Масса патоки .....	г
Масса тигля с золой (последнее взвешивание) .....	г
Масса золы .....	г
Содержание золы к массе взятой пробы .....	%
Содержание сухих веществ .....	%
Содержание золы на сухое вещество патоки .....	%
Заключение	

### Определение свободных минеральных кислот в патоке

Содержание свободных минеральных кислот в патоке ГОСТом не допускается. Их наличие в патоке возможно лишь при неправильном ведении технологического процесса ее приготовления, а именно при неполной нейтрализации соляной и серной кислот после их применения в качестве катализаторов при гидролизе крахмала.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Основной раствор патоки, индикатора метилового оранжевого, чашечка фарфоровая.

*Техника определения.* 2–4 см<sup>3</sup> основного раствора патоки помещают в фарфоровую чашечку, куда затем добавляют 2–3 капли

индикатора метилового оранжевого. Легким вращательным движением индикатор смешивают с раствором патоки. Переход оранжевой окраски смеси в розовую указывает на присутствие свободных минеральных кислот.

### Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды патоки? На чем основано их применение?
2. Состав патоки. Какими свойствами обладают декстрины и редуцирующие вещества патоки?
3. Как определить массовую долю сухих веществ в патоке?
4. Какое значение имеет кислотность патоки? В чем она выражается?
5. Какое влияние оказывает повышенная кислотность патоки на качество карамели и почему?
6. Какими методами определяется содержание редуцирующих веществ в патоке? На какой сахар условно принято рассчитывать этот показатель?
7. В чем заключается сущность йодометрического метода определения массовой доли редуцирующих веществ патоки?
8. Как определяется содержание свободных минеральных кислот в патоке?
9. Как определяется температура карамельной пробы патоки?
10. Как определяется цвет патоки?

## Лабораторная работа № 5

### АНАЛИЗ МОЛОКА

*Общие сведения.* Молоко – продукт повседневного спроса. В основном в наибольших количествах используется коровье молоко, но в различных регионах страны население использует в пищу также козье, овечье, буйволиное, верблюжье и кобылье молоко. Из кобыльего молока готовят кумыс, из овечьего и частично козьего – сыр и брынзу, из буйволиного – масло, кисломолочные и другие продукты. Молоко и продукты, вырабатываемые из него, обладают высокой пищевой ценностью и хорошо усваиваются организмом человека. Молоко входит в рецептуры некоторых хлебобулочных и кондитерских изделий, используется при производстве пищевых концентратов, продуктов детского и диетического питания. Молоко содержит 87–89 % влаги и 11–13 % сухих веществ. Из них 2,8–6 % приходится на молочный жир; 2,8–3,2 % – белки, 0,04 % – небелковые азотистые соединения (в том числе свободные аминокислоты); 4,0–5,6 % – лактоза и 0,6–0,7 % – минеральные вещества. Кроме перечисленных основных компонентов, в молоке содержатся витамины, ферменты и др. Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему, состоящую из нескольких фаз. Молочный сахар и большая часть солей растворены в молоке, образуя истинные растворы (молекулярная и ионно-дисперсная система), белки и некоторые соли находятся в состоянии коллоидного раствора (коллоидная система), жир – в виде эмульсии. Раствор солей поддерживает белки молока в коллоидном состоянии. Нарушение состояния одной из систем, вызывает изменение других. В молоке и молочных продуктах содержится как свободная, так и связанная влага. Большая часть воды в молоке находится в свободном состоянии. Свободная вода является растворителем для всех водорастворимых веществ, содержащихся в молоке – молочного сахара, минеральных веществ, водорастворимых витаминов и др. Связанная вода входит в состав различных гидрофильных коллоидов молока: белков, фосфолипидов.

Молочный жир состоит преимущественно из триглицеридов. В нем содержатся также фосфолипиды (лецитин и кефалин), свободные жирные кислоты, стерины (холестерин), жирораствори-

мые витамины (А, D) и  $\beta$ -каротин. В состав молочного жира входит около 20 жирных кислот.

Свойства молочного жира определяются составом и структурой входящих в его состав жирных кислот. Это в основном насыщенные жирные кислоты – пальмитиновая, стеариновая, миристиновая, из ненасыщенных жирных кислот в незначительных количествах входят олеиновая (мононенасыщенная), линолевая, линоленовая и арахидоновая (полиненасыщенные) кислоты, а также в небольшом количестве свободные жирные кислоты. При хранении молока в процессе гидролиза триглицеридов под действием липаз количество их возрастает за счет появления масляной, капроновой и других кислот, в результате чего молоко приобретает привкус прогорклости и качество его снижается. Молочный жир содержится в молоке в виде жировых шариков диаметром 1–5 мкм. Жировые шарики покрыты белково-лецитиновой оболочкой, обеспечивающей стойкость жировой эмульсии, которая не разрушается даже при технологической переработке молока (нагревании, охлаждении, механическом воздействии). Молочный жир прекрасно усваивается организмом человека, так как имеет низкую температуру плавления (28–30 °С) и находится в тонко диспергированном состоянии. Кроме того, в молоке в небольшом количестве содержатся жироподобные вещества – фосфатиды и стерины. Из фосфатидов в молоке присутствует лецитин и кефалин, из стеринов – холестерин и эргостерин. Эргостерин под действием ультрафиолетовых лучей в организме коровы превращается в витамин D поэтому в молоке летнего удоя этого витамина содержится больше, чем в молоке зимнего удоя.

В молоке содержится в среднем 3,3 % белков, в том числе 2,7 % казеина, 0,4 % лактоальбумина и 0,2 % лактоглобулина. Казеин в молоке представлен в виде сложного комплекса с солями кальция и фосфорной кислоты. Важным свойством казеина является способность к коагуляции, при которой происходит разрушение его коллоидного состояния. При выработке молочных продуктов коагуляцию казеина проводят с помощью кислот, сычужного фермента и хлорида кальция.

Основную часть сывороточных белков составляют  $\beta$ -лактоглобулины,  $\alpha$ -лактоальбумины и иммуноглобулины, содержащиеся в молоке в тонко диспергированном состоянии. Казеин и сывороточные белки несколько отличаются по аминокислотному составу.

Так, в казеине больше содержится, чем в сывороточных белках, глутаминовой кислоты, в то время как в сывороточных белках значительно больше такой важной аминокислоты, как цистин. Сывороточные белки не осаждаются ни сычужным ферментом, ни кислотой. Нагревание молока до 60 °С вызывает частичное, а до 85–100 °С полное, свертывание  $\alpha$ -лактоальбумина.  $\beta$ -лактоглобулин из растворенного состояния, в котором он находится в молоке, в слабокислой среде при нагревании свыше 75 °С осаждается. Благодаря значительному содержанию незаменимых аминокислот белки молока являются полноценными. Особенно богаты незаменимыми аминокислотами сывороточные белки, в которых содержание таких дефицитных аминокислот, как лизин, триптофан, метионин и треонин, наиболее высоко. Белки молока обладают высокой усвояемостью (95–96 %). Небелковые азотистые соединения, в том числе свободные аминокислоты, содержатся в молоке в незначительных количествах.

Лактоза – основной углевод молока, который положительно влияет на организм человека: помогает усвоению кальция и фосфора из пищи, улучшает состав микрофлоры кишечника благодаря тому, что образующаяся при сбраживании лактозы молочная кислота подавляет развитие гнилостных бактерий. Кроме того, составной ее компонент – галактоза необходим для построения нервных и мозговых тканей человека.

Лактоза подвергается сбраживанию после предварительного расщепления  $\beta$ -галактозидазой на составляющие ее моносахара – глюкозу и галактозу.

При нагревании молока до температуры 95 °С и выше может происходить изменение его цвета, обусловленное реакцией меланоидинообразования, проходящей между лактозой и аминокислотами. Наиболее активно эта реакция протекает при стерилизации, сгущении и сушке молока.

Минеральные вещества представлены в молоке кальцием, натрием, калием, фосфором и хлором. Содержание кальция в молоке составляет в среднем 120 мг%. Кальций имеет большое значение в технологии переработки молока. Например, низкое содержание кальция замедляет сычужное свертывание казеина при выработке сыра и творога, а его избыток вызывает свертывание белков молока при тепловой обработке. Кальций и фосфор находятся в молоке

в легкоусвояемой и хорошо сбалансированной форме. Из микроэлементов молоко содержит ионы меди, цинка, марганца, йода, кобальта и др. Количество микроэлементов зависит от рационов кормления, стадии лактации, состояния здоровья животных и т. д. В молоке микроэлементы связаны с белками или оболочками жировых шариков.

Ферменты молока подразделяют на истинные или нативные, которые образуются в клетках молочной железы или переходят в молоко из крови животного, и ферменты микроорганизмов. Наиболее важными в технологии переработки молока являются представители оксидоредуктаз – редуктаза, пероксидаза, каталаза и гидролаз – липаза, фосфатаза,  $\beta$ -галактозидаза.

Редуктаза накапливается в молоке по мере обсеменения его микроорганизмами, потому редуктазная проба служит показателем общей бактериальной обсемененности молока. Пероксидаза – нативный фермент, который характеризуется термостабильностью и инактивируется при температуре около 80 °С. Каталаза – нативный фермент, переходящий в молоко из тканей молочной железы. В молоке может присутствовать также каталаза бактериального происхождения. Каталаза окисляет пероксид водорода с образованием молекулярного кислорода. По количеству выделившегося кислорода судят о содержании каталазы в молоке. В молоке, полученном от здоровых животных, каталазы мало, а в молоке, полученном от больных животных, каталазы много.

Молоко содержит нативную и микробную липазу. Нативная липаза связана с казеином и оболочками жировых шариков и не обладает высокой активностью, в то время как микробная очень активна и может вызвать прогорклый вкус молока и молочных продуктов. Некоторые плесневые липазы обуславливают образование вкуса и аромата сыров, например рокфор, камамбер и др.

Фосфатаза – нативный фермент молока. Высокая чувствительность ее к температуре положена в основу метода контроля эффективности пастеризации молока и молочных продуктов (ГОСТ 3623). Лактаза ( $\beta$ -галактозидаза) выделяется молочнокислыми бактериями и некоторыми дрожжами. Она катализирует расщепление лактозы на глюкозу и галактозу. В молоке содержатся также нативные и бактериальные протеазы. В сыром молоке содержатся активные протеазы, которые могут вызвать различные пороки молока и молочных продуктов.

Витамины в молоке представлены достаточно широко. Их содержание колеблется в зависимости от времени года, стадии лактации, кормового рациона, породы и индивидуальных особенностей животных. Из водорастворимых витаминов в молоке содержатся: тиамин (В<sub>1</sub>), рибофлавин (В<sub>2</sub>), ниацин (РР), пиридоксин (В<sub>6</sub>), цианкобаламин (В<sub>12</sub>), аскорбиновая кислота (С) и биотин (Н). Содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С в молоке относительно постоянно и практически не зависит от вида корма, так как эти витамины синтезируются микрофлорой рубца и кишечника животных. Из жирорастворимых витаминов в молоке присутствуют ретинол (А), кальциферол (В) и токоферол (Е). Летом содержание токоферола в молоке выше, чем зимой. Окраска молока и молочного жира обусловлена наличием в нем пигмента оранжевого цвета – каротина. Содержание каротина в молоке зависит от состава корма, времени года и породы животного. Желто-зеленая окраска молочной сыворотки объясняется наличием в ней рибофлавина.

Все молоко, поступающее на переработку и в торговую сеть для непосредственного потребления, проходит пастеризацию или стерилизацию.

Качество молока регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 31450–2013 (табл. 5.1).

Питьевое молоко в зависимости от молочного сырья изготавливают:

- из цельного молока;
- нормализованного молока;
- обезжиренного молока.

В зависимости от режима термической обработки молоко подразделяют:

- на пастеризованное;
- топленое;
- стерилизованной;
- ультрапастеризованное.

Для анализа отбирают среднюю пробу молока. Выделенный средний образец тщательно перемешивают. Если на стенках бутылки, пробки, пакета остаются сливки, то их нагревают на водяной бане до 30–40 °С, после чего молоко вновь перемешивают и охлаждают до температуры 20 °С.

**Органолептические и физико-химические показатели молока**

Показатель	Норма для молока с содержанием жира, %				
	0–0,5	0,5–1,0	1,2–2,5	2,7–4,5	4,7–9,5
Массовая доля белка, %, не менее	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не ниже	1030	1029	1028	1027	1024
Кислотность, °Т, не более	21	21	21	21	20
Внешний вид	Непрозрачная жидкость. Для продуктов с массовой долей жира более 4,7% допускается незначительный отстой жира, исчезающий при перемешивании				
Консистенция	Жидкая, однородная, нетягучая, слегка вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира				
Вкус и запах	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов, с легким привкусом кипячения. Для топленого и стерилизованного молока – выраженный привкус кипячения. Допускается сладковатый привкус				
Цвет	Белый, допускается с синеватым оттенком для обезжиренного молока, со светло-кремовым оттенком для стерилизованного молока, с кремовым оттенком для топленого				

При органолептической оценке в образцах молока определяют внешний вид, цвет, наличие или отсутствие видимых примесей.

**Определение органолептических свойств молока**

При анализе молока особое внимание обращают на однородность консистенции и отсутствие осадка. Однородность консистенции устанавливают при перемешивании молока, а наличие осадка – осмотром дна тары.

При определении цвета, вкуса и запаха молоко наливают в чистый и сухой стакан и рассматривают при рассеянном свете, обращая внимание на отсутствие посторонних оттенков. Вкус молока исследуют лишь в том случае, если продукт не имеет посторонней окраски. Нельзя пробовать молоко, полученное от больных животных.

## Определение физико-химических свойств молока

В соответствии с требованиями стандартов качество молока оценивают по следующим физико-химическим показателям: кислотности, плотности, содержанию массовой доли влаги, сухих веществ и жира. Массовая доля белка, лактозы и минеральных веществ не нормируется стандартами. Однако по содержанию этих компонентов в молоке можно более полно судить о его пищевой ценности.

### Определение плотности молока

Под *плотностью* понимают массу, заключенную в единице объема. Плотность молока определяют с помощью ареометра и выражают в килограммах на  $1 \text{ м}^3$ . Для проведения анализа используют специальные ареометры типа АМТ с термометром и ценой деления  $1 \text{ кг/м}^3$ . Может быть использован также ареометр марки АМ с ценой деления  $0,5 \text{ кг/м}^3$ . При проведении научных и экспериментальных исследований стандарт допускает определение плотности пикнометрическим методом.

Молоко – многокомпонентная жидкость, поэтому его плотность зависит от соотношения основных составных веществ: жира, белков, лактозы и минеральных солей. Плотность – средневзвешенная величина плотности отдельных компонентов молока. По плотности можно судить о составе молока и контролировать его натуральность. Так, если из молока удалить часть жира – легкого компонента молока, то плотность повысится. Поэтому плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока. Повышение плотности сверх допустимой нормами стандарта при низкой жирности молока говорит о его фальсификации: снятии сливок или добавлении обезжиренного молока. Если к молоку добавить воду, то его плотность снижается. Установлено, что каждые 10 % добавленной к молоку воды снижают его плотность на  $3 \text{ кг/м}^3$ .

*Материалы, реактивы, оборудование.* Цилиндр вместимостью  $500 \text{ см}^3$ , ареометр.

*Техника определения.* Пробу молока объемом  $0,25$  или  $0,5 \text{ дм}^3$  тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр, держа его слегка в наклонном положении. Затем цилиндр устанавливают на ровной

горизонтальной поверхности и измеряют температуру пробы. Отсчет показаний температуры проводят не ранее, чем через 2–4 мин после опускания термометра в пробу. Сухой и чистый ареометр опускают в исследуемую пробу медленно, погружая его до тех пор, пока до предполагаемой отметки шкалы ареометра не останется 3–4 мм, затем оставляют его свободно плавать по поверхности цилиндра. Ареометр не должен касаться стенок цилиндра.

Первый отсчет показаний плотности проводят через 3 мин после установления ареометра в неподвижном положении. Затем ареометр осторожно поднимают на высоту уровня балласта в нем и снова опускают, оставляя его свободно плавающим. После установления ареометра в неподвижном состоянии проводят второй отсчет показаний плотности. При снятии показаний плотности глаз должен находиться на уровне мениска, а показания снимают по верхнему краю мениска.

Отсчет показаний с помощью ареометров типов АМ и АМТ проводят до половины цены наименьшего деления шкалы. Расхождение между повторными определениями плотности не должно превышать 0,5 кг/м<sup>3</sup>.

Ареометр отградуирован при температуре 20 °С, поэтому если показания произведены при температуре выше или ниже 20 °С, то необходимо внести поправку к найденному значению плотности.

#### Запись в лабораторном журнале

Температура молока .....	°С
Плотность молока при данной температуре .....	кг/м <sup>3</sup>
Плотность молока при 20 °С .....	кг/м <sup>3</sup>
Заключение	

*Материалы, реактивы, оборудование.* Дистиллированная вода, колба коническая вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>, пипетки на 10 и 20 см<sup>3</sup>, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, 0,1 %-й раствор фенолфталеина, 2,5 %-й раствор сульфата кобальта, формалин.

*Техника определения.* Предварительно готовят эталон окраски, до которой необходимо титровать испытуемый образец. Для этого в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> вносят пипеткой

10 см<sup>3</sup> молока, прибавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 1 см<sup>3</sup> 2,5 %-го раствора сульфата кобальта (пипеткой).

Для проведения основного опыта в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> хорошо перемешанного молока, 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 3 капли 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое колбы тщательно перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону и не исчезающего в течение 1 мин. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 °Т.

Титрование можно проводить без добавления воды. В этом случае от полученных данных (при любом градусе кислотности) вычитают 2 °Т.

### Запись в лабораторном журнале

Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия,  
израсходованный на титрование 10 см<sup>3</sup> молока  $V$  ..... см<sup>3</sup>  
Кислотность молока 10  $V$  ..... °Т  
Заключение

Кислотность молока можно выразить в процентах молочной кислоты, для этого значения кислотности (°Т) умножают на коэффициент 0,009, где 0,009 – количество молочной кислоты (г), соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия. Титруемая кислотность свежесвыдоенного молока составляет 16–18 °Т.

### Определение массовой доли белка в молоке

Содержание белка в молоке и молочных продуктах – важный показатель качества, определяющий их пищевую и биологическую ценность. От количества белка в молоке в значительной степени зависит выход таких молочных продуктов, как сыр или творог.

В настоящее время для определения белка в молоке и молочных продуктах наибольшее распространение получили метод формольного титрования и рефрактометрический метод. Для проведения государственных испытаний приборов и при разработке ускоренных методов определения белка используют метод Кьельдаля.

## **Рефрактометрический метод определения белка в молоке**

Метод основан на установлении разности показателей преломления исследуемого молока и сыворотки, полученной после осаждения белков раствором хлорида кальция при кипячении.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Молоко, прозрачный фильтрат (сыворотка), 4 %-й раствор хлорида кальция, стеклянная пробирка, водяная баня, складчатый фильтр, коническая колба вместимостью 100–150 см<sup>3</sup>, термометр, рефрактометр ИРФ.

*Техника определения.* Берут пипеткой 5 см<sup>3</sup> молока, помещают его в пробирку, добавляют 5–6 капель 4 %-го раствора хлорида кальция. Пробирку помещают в баню с кипящей водой на 10 мин. Затем содержимое пробирки фильтруют через складчатый фильтр. Температуру фильтрата доводят до 20 °С. На рефрактометре ИРФ любой модификации определяют показатель преломления полученного прозрачного фильтрата (сыворотки) и показатель преломления исходного молока также при 20 °С. Содержание белка в молоке (%) рассчитывают по эмпирической формуле

$$a = \frac{n_{Di}^{20} - n_{Dc}^{20}}{0,002045},$$

где  $n_{Di}^{20}$  – показатель преломления молока;  $n_{Dc}^{20}$  – показатель преломления фильтрата; 0,002045 – коэффициент, позволяющий выразить полученную разность показателей преломления молока и сыворотки (% от общего белка).

### Запись в лабораторном журнале

Показатель преломления молока при 20 °С .....

Показатель преломления фильтрата при 20 °С .....

Массовая доля белка в молоке, % .....

Заключение

## Определение массовой доли лактозы в молоке

Лактозу в молоке и молочных продуктах определяют химическими (йодометрический и перманганатометрический) или физическими (поляриметрический и рефрактометрический) методами. Рефрактометрический метод – наиболее простой, но по точности он уступает химическим методам определения. В нем используют показатель преломления фильтрата, полученного при осаждении белков молока раствором хлорида кальция. В этом случае массовую долю лактозы (%) находят в зависимости от величины показателя преломления фильтрата по табл. 5.2.

Таблица 5.2

**Массовая доля лактозы в молоке в зависимости  
от показателя преломлений**

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

## Определение массовой доли сухих веществ в молоке

Массовую долю сухих веществ в молоке определяют высушиванием навески до постоянной массы или ускоренными методами.

Массовую долю сухих веществ в молоке определяют расчетным путем по модифицированной формуле Фаррингтона:

$$C = \frac{4,9Ж + D}{4} + 0,5,$$

где  $C$  – массовая доля сухих веществ в молоке, %; 4,9 – постоянный коэффициент;  $Ж$  – массовая доля жира в молоке, %;  $D$  – плотность молока, град; 0,5 – поправка на плотность молока.

## Определение массовой доли влаги в молоке

Массовая доля влаги в молоке (%)

$$W = 100 - C,$$

где  $C$  – массовая доля сухих веществ в молоке, %.

Ориентировочно массовая доля сухих обезжиренных веществ в молоке (%)

$$C = \frac{D + 2}{4} + 0,225Ж,$$

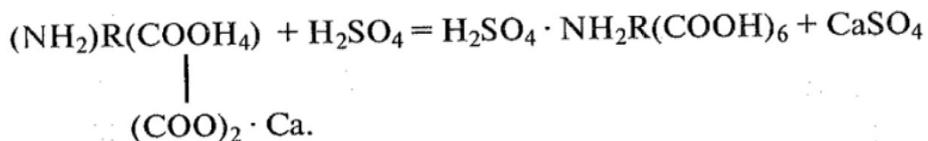
где  $D$  – плотность молока, град;  $Ж$  – массовая доля жира в молоке, %.

## Определение массовой доли жира в молоке

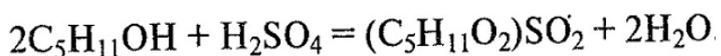
Жирность молока определяют стандартным сернокислотным методом. Метод основан на выделении жира из молока и молочных продуктов концентрированной серной кислотой и изоамиловым спиртом в виде сплошного слоя, объем которого измеряют в градуированной части жироскопа.

Для определения массовой доли жира в коровьем молоке используют жироскопы, одно малое деление которых соответствует 0,1 % жира в молоке. Чтобы разрушить белково-лецитиновую оболочку жировых шариков и выделить жир, используют серную кис-

лоту плотностью 1,81–1,82. Концентрированная серная кислота переводит казеинат кальция в растворимое комплексное соединение казеина с серной кислотой. Схематически реакция идет по уравнению



Изоамиловый спирт снижает поверхностное натяжение жировых шариков, ускоряя разрушение оболочки, и вступает в реакцию с серной кислотой, образуя сложный эфир, растворимый в серной кислоте по реакции



*Материалы, реактивы, оборудование.* Молоко, концентрированная серная кислота плотностью 1,81–1,82, изоамиловый спирт, жиромер (бутирометр), пипетка на 10 и 10,77 см<sup>3</sup>, водяная баня, песочные или электронные часы, центрифуга горизонтальная с частотой вращения 1000 мин<sup>-1</sup>.

*Техника определения.* В сухой жиромер, не смачивая горлышко, вносят цилиндром 10 см<sup>3</sup> серной кислоты плотностью 1,81–1,82 г/см<sup>3</sup>. Затем пипеткой добавляют 10,77 см<sup>3</sup> исследуемого молока. Наклонив пипетку под углом и приложив ее к внутренней стенке горлышка жиромера, дают медленно стечь молоку. При этом оно не должно смешиваться с серной кислотой, а должно наслаиваться на нее. После того как из пипетки вытечет последняя капля молока, выдерживают еще 3 с, не отнимая пипетку от жиромера и ни в коем случае не выдувая последнюю каплю из жиромера. Далее приливают 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта. Необходимо соблюдать указанную последовательность внесения жидкостей, так как и противном случае образующиеся в узкой части жиромера сгустки свернувшегося белка затрудняют определение. Смешивание кислоты и молока приводит к сильному разогреву смеси, жиромер и момент заполнения его реактивами должен находиться в штативе. Жиромер, обернув полотенцем, закрывают пробкой и несколько раз перевертывают, поддерживая пробку пальцем, до полного растворения белков. Далее его помещают в водяную баню температурой (65±2) °С на 5 мин пробкой вниз, а затем его переносят в центрифугу, размещая

градуированную часть ближе к центру, если центрифуга горизонтальная, либо кверху, если она вертикальная. Центрифугирование проводят в течение 5 мин при частоте вращения 1000–1200 мин<sup>-1</sup>. В процессе центрифугирования температура смеси в жиромере снижается, а так как его шкала проградуирована при температуре 65 °С, жиромер вновь помещают в баню температурой 65 °С на 5 мин. Затем, сохраняя вертикальное положение жиромера, его вынимают из бани, вытирают полотенцем, поддерживая пробку, и снимают показания. Граница жира должна находиться на уровне глаз. Движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиромера и от него ведут отсчет до нижней точки мениска верхней части столбика жира. Граница раздела жира и кислоты должна быть четкой, а столбик жира прозрачным. Показания жиромера соответствуют массовой доле жира (%) в молоке. Объем 10 малых делений шкалы молочного жира соответствует 1 % жира, отсчет проводят с точностью до ±0,1 %. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать ±0,1 % жира.

#### Запись в лабораторном журнале

Массовая доля белка в молоке ..... %

Заключение

#### Контрольные вопросы

1. Каков средний химический состав коровьего молока?
2. Какое значение имеет плотность молока? От каких факторов она зависит?
3. Какими методами определяют плотность молока?
4. Что Вы можете рассказать о белках молока?
5. В каких единицах выражается кислотность молока?
6. Каким методом определяют кислотность молока?

## Лабораторная работа № 6

### **АНАЛИЗ ТОВАРНОГО КРАХМАЛА**

Крахмал и продукты из него находят широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности. В кондитерской промышленности крахмал входит в рецептуру теста при выработке бисквитов, пирожных, сахарных сортов печенья, для придания тесту свойства пластичности. Он служит формовочным материалом, при отливке различных видов конфет. Он используется также для приготовления киселей, пудингов, соусов, колбас и других пищевых продуктов.

Крахмал является сырьем для производства сахаристых веществ: патоки и глюкозы. Из картофельного и кукурузного крахмала изготавливают крупу – крахмальное саго.

В настоящее время широкое использование в промышленности находят производные крахмала, в частности модифицированный крахмал.

Крахмалопродукты в основном получают из картофеля и кукурузы.

Картофельный крахмал в соответствии с ГОСТ Р 53876–2010 выпускается четырех сортов: экстра, высший, первый и второй.

Сухой кукурузный крахмал в зависимости от качества в соответствии с ГОСТ Р 51985–2002 вырабатывается трех сортов: высший, первый и амилопектиновый.

### **Органолептическая оценка качества крахмала**

В соответствии с требованиями ГОСТов качество крахмала оценивается по органолептическим показателям: внешнему виду, цвету, запаху.

*Цвет* крахмала зависит как от качества используемого сырья, так и от технологии его переработки. Длительное соприкосновение крахмала с соковой водой, применение при его производстве воды, не удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к воде, используемой для технологических нужд, плохая очистка картофеля и другие причины способствуют потемнению крахмала. Цвет кукурузного крахмала в соответствии с требованиями стандарта для всех сортов должен быть белый. Допускается желтоватый оттенок. Цвет карто-

фельного крахмала экстра, высшего и первого сортов – белый, а для второго сорта – белый с сероватым оттенком.

*Блеск* крахмала в значительной мере зависит от величины крахмальных зерен, так как крупные крахмальные зерна лучше отражают свет и потому обладают более выраженным блеском. Однако решающая роль в придании необходимого блеска товарному крахмалу принадлежит режиму сушки сырого крахмала.

Цвет и блеск крахмала определяют визуально.

*Запах* крахмала определяют либо после согревания небольшой порции крахмала на ладони, либо после смачивания его в стакане водой (температура воды 50 °С). В последнем случае воду сливают через полминуты и определяют запах, который по ГОСТу должен быть свойственен крахмалу без постороннего запаха.

Определение *хруста* проводят кулинарной пробой клейстера. Для этого навеску около 12 г размешивают с 40 см<sup>3</sup> холодной воды. Отдельно нагревают до кипения 160 см<sup>3</sup> водопроводной воды и в нее вливают приготовленное крахмальное молоко. Кипятят полученный клейстер в течение 1 мин, охлаждают до комнатной температуры и проводят вкусовую пробу. Хруста не должно ощущаться.

### **Оценка качества крахмала по физико-химическим показателям**

Физико-химические методы исследования включают, в соответствии с требованиями названных выше ГОСТов, следующие показатели: влажность, зольность, кислотность, количество крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности, содержание сернистого ангидрида и протеина (для кукурузного крахмала).

#### **Определение массовой доли влаги**

Определение влажности крахмала проводят либо высушиванием навески до постоянной массы при температуре 100–105 °С, либо ускоренными методами: высушиванием при 130 °С в сушильном шкафу или при 160 °С на влагомере ВНИИХП-ВЧ.

В соответствии с нормами ГОСТа на крахмал картофельный и кукурузный влажность не должна превышать: для всех сортов картофельного крахмала – 20 %; для высшего и первого сортов куку-

рузного крахмала – 14 %; для амилопектинового кукурузного крахмала – не более 16 %.

### Зольность

В крахмале помимо углеводной фракции всегда обнаруживаются некоторые другие вещества, в частности зольные элементы с преобладанием фосфора. Наличие большинства из них объясняется высокой адсорбционной способностью крахмальных зерен.

Озоление навески пробы крахмала проводят в муфельной печи до постоянной массы (около 3 ч).

Содержание общей золы  $X$  выражают в процентах на сухое вещество крахмала (табл. 6.1):

$$X = \frac{(m_2 - m_1) 100 \cdot 100}{M (100 - W)},$$

где  $m_2$  – масса тигля с золой (при доведении его до постоянной массы), г;  $m_1$  – масса тигля, г;  $M$  – масса навески крахмала, г;  $W$  – влажность крахмала, %.

Таблица 6.1

#### Нормы зольности крахмала (% на сухое вещество)

Крахмал	Сорт				
	Экстра	Высший	Первый	Второй	Амилопектиновый
Картофельный	0,30	0,35	0,50	1,0	–
Кукурузный	–	0,20	0,30	–	0,30

### Кислотность

Крахмал имеет кислую реакцию, обусловливаемую в основном наличием кислых фосфатов, адсорбируемых на поверхности зерен крахмала. Кроме того, на величину титруемой кислотности влияет сернистая кислота, применяемая в производстве кукурузного крахмала. При хранении крахмала в неблагоприятных условиях кислот-

ность его может возрасти в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Кислотность крахмала выражается в градусах. Под градусами кислотности подразумевается количество сантиметров кубических 0,1 н. раствора едкой щелочи, необходимое для нейтрализации 100 г сухого вещества крахмала.

*Аппаратура и материалы.* Бюретка, коническая колба, 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина, пипетка, мерный цилиндр, таймер, вода дистиллированная, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, проба крахмала.

*Техника определения.* К навеске крахмала (20 г), отвешенной с точностью до 0,01 г, приливают мерным цилиндром 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, прибавляют 5–8 капель 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида калия или натрия до ярко-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Так как крахмал обладает способностью адсорбировать фенолфталеин, то перед концом титрования добавляют еще 5–6 капель раствора фенолфталеина. Параллельно оттитровывают в тех же условиях 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора едкой щелочи, затраченной на титрование крахмала $a$ .....	см <sup>3</sup>
Количество 0,1 н. раствора едкой щелочи, пошедшей на титрование 100 см <sup>3</sup> дистиллированной воды $b$ .....	см <sup>3</sup>
Коэффициент нормальности 0,1 н. раствора щелочи $K$ .....	
Влажность крахмала $W$ .....	%
Кислотность крахмала $A$ (в градусах) при взятой на анализ навеске 20 г определяется по формуле	

$$A = \frac{5(a-b)K \cdot 100}{100 - W} \dots\dots\dots$$

Заключение

## Количество крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности крахмала

Крапины – это темные включения, видимые невооруженным глазом на выровненной поверхности крахмала. Наличие их свидетельствует о загрязненности крахмала в процессе производства или при перевозках и хранении. Содержание крапин в крахмале является характеристикой его сорта; чем больше крапин, тем ниже сорт крахмала. Для картофельного крахмала в соответствии с ГОСТ Р 53876–2010 количество крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности не нормируется.

*Аппаратура и материалы.* Стеклопластина, разделенная алмазом на клетки площадью в 1 см<sup>2</sup> каждая; бумага белая; гладкая дощечка; проба кукурузного крахмала.

*Техника определения.* Для подсчета количества крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности насыпают 100 г крахмала на чистое стекло или на лист белой бумаги и при помощи стекла или гладкой дощечки выравнивают его поверхность. Затем на поверхность накладывают стеклянную пластинку, разделенную алмазом на клетки площадью в 1 см<sup>2</sup> каждая, слегка придавливают ею поверхность крахмала и считают в клетках количество крапин. Подсчет ведут без лупы. Отсчет производят не менее чем в трех клетках, расположенных в разных местах стекла. Затем крахмал перемешивают, вторично выравнивают и повторяют счет крапин также в трех клетках, как и в первый раз. Перемешивание навески крахмала проводят не менее пяти раз, а всего подсчетов делают не менее 15, из которых берут среднее арифметическое; результат выражают количеством крапин, приходящихся на 1 дм<sup>2</sup> поверхности.

Согласно нормам ГОСТ Р 51985–2002, количество крапин на 1 дм<sup>2</sup> ровной поверхности крахмала при рассмотрении невооруженным глазом не должно превышать: для крахмала кукурузного высшего сорта – 300 шт., для первого сорта и амилопектинового – 500 шт.

## Определение примесей других видов крахмала

Крахмальные зерна могут иметь овальную, сферическую или неправильную форму. Их размеры колеблются в значительных пределах – от 2 до 150 мкм. Наиболее крупные крахмальные зерна у картофеля, а самые мелкие – у риса и гречихи.

Характерная форма и размеры крахмальных зерен дают возможность легко различить их под микроскопом, что используется для обнаружения примеси одного продукта к другому, например кукурузной или овсяной муки к пшеничной. Сравнивая исследуемый образец с рисунками или микрофотографиями различных видов крахмала, принятыми за эталон, легко определить природу крахмала и обнаружить примеси других видов крахмала. Примеси других крахмалов, согласно ГОСТ Р 51985–2002, не допускаются.

*Аппаратура и материалы.* Микроскоп, предметное и покровное стекла, реактив Люголя, вода дистиллированная, пробы различных видов крахмала.

*Техника определения.* Из исследуемого образца отбирают 0,1–0,15 г и разводят их небольшим количеством воды. Наносят стеклянной палочкой каплю взвеси на предметное стекло и окрашивают ее реактивом Люголя. Приготовленный таким образом препарат накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом при различных увеличениях. (На одном предметном стекле удобно приготовить два сравниваемых образца.)

Исследуемый образец рассматривается как нестандартный при наличии в нем зерен других видов крахмала.

### Запись в лабораторном журнале

Зарисовка исследуемых образцов крахмала .....

Заключение о природе крахмала .....

### Содержание протеина

Массовую долю протеина в кукурузном крахмале определяют методом Кьельдаля с использованием коэффициента пересчета азотистых веществ на белок, равного 6,25. Содержание протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество кукурузного крахмала не должно превышать: для высшего сорта – 0,8 %; для первого сорта и амилопектинового – 1,0 %.

## Определение содержания сернистого ангидрида

В процессе производства кукурузного крахмала для замачивания зерна кукурузы используют слабый раствор сернистой кислоты.

Сернистая кислота переводит часть нерастворимых белков в растворимые, улучшает процесс диффузии, превращая полунепроницаемые оболочки зерна в проницаемые, создает антисептические условия замачивания. Остаточное содержание сернистой кислоты в сухом кукурузном крахмале определяют весовым методом. Содержание диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) для всех сортов кукурузного крахмала не должно превышать 50 мг/кг.

## Вопросы для самопроверки

1. Каково использование крахмала и крахмалопродуктов в различных отраслях пищевой промышленности?
2. Как осуществляется органолептическая оценка товарного крахмала?
3. Какое значение имеет показатель «зольность» в оценке качества крахмала?
4. Чем обусловлена кислая реакция крахмала?
5. В каких единицах выражается кислотность крахмала?
6. Техника определения кислотности крахмала.
7. Что характеризует показатель «содержание крапин»?
8. Каким образом можно определить природу крахмала?

## Лабораторная работа № 7

### **АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ЖИРОВ**

Жиры являются широко применяемым, важным дополнительным сырьем для хлебопекарного и кондитерского производств.

От состава и качества добавляемого по рецептуре жира в большей степени зависит качество готовых хлебобулочных и кондитерских изделий.

К пищевым жирам наряду с природными жирами растительного и животного происхождения относятся специально приготовленные жировые продукты: саломасы, кулинарные жиры, маргарин и др.

Все пищевые жиры оцениваются органолептически и методами химического и физико-химического анализа.

#### **Органолептическая оценка качества жиров**

Органолептическая оценка качества жиров сводится к установлению вкуса, запаха, цвета и прозрачности жиров и масел.

Вкус, запах, цвет зависят от вида и качества сырья, из которого выделен жир, а также от способа получения, степени очистки, условий последующего хранения и других факторов.

Цвет масел и жиров зависит от присутствия в них красящих веществ (каротина, ксантофилла, хлорофилла, госсипола и др.), а также технологии получения и рафинации. Цвет масел и жиров можно определить колориметрически, сравнивая испытуемую пробу с образцами растворов йода в йодистом кали различных концентраций. Этот метод стандартизован. Однако не всегда можно определить совпадение цветности при этом методе с контролем.

Прозрачность масел характеризует степень очистки его от примесей, которые могут быть в природных маслах (фосфатидов, белковых веществ, слизей, механических примесей). Масла высшего и I сортов должны быть прозрачными после их отстаивания при температуре 20° С в течение 24 ч.

Сливочное масло изготавливают из коровьего молока и (или) молочных продуктов и побочных продуктов переработки молока. Предназначается оно для непосредственного употребления в пищу,

кулинарных целей и использования в других отраслях пищевой промышленности.

Масло сливочное изготавливают в следующем ассортименте:

- сладко-сливочное и кисло-сливочное, несоленое и соленое – традиционное;
- сладко-сливочное и кисло-сливочное, несоленое и соленое – любительское;
- сладко-сливочное и кисло-сливочное, несоленое и соленое – крестьянское;
- сладко-сливочное и кисло-сливочное несоленое – бутербродное;
- сладко-сливочное и кисло-сливочное несоленое – чайное.

### **Оценка качества жиров по физико-химическим показателям**

Физико-химическая оценка пищевых жиров и масел включает большое число различных показателей, характеризующих их состав, свойства и природу. В данном учебно-методическом пособии рассматриваются лишь некоторые наиболее часто определяемые и стандартизованные.

#### **Влажность**

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

В коровьем масле влажность определяют ускоренным методом путем высушивания 10 г топленого или 5 г сливочного масла, взятых с точностью до 0,01 г, на электроплитке. Об окончании нагревания судят по прекращению вспенивания и треска масла; часовое стекло, поддерживаемое над стаканом, при этом не должно отпотевать.

Предельно допустимое содержание влаги (в процентах) в столовом и безмолочном маргаринах должно быть не выше 16,5; в сливочном маргарине – не выше 17; в растительных маслах – от 0,1 до 0,3 в зависимости от вида и сорта масла; в масле коровьем сливочном соленом – 15, несоленом – 16, любительском – 17–18, крестьянском – 24–25, бутербродном – 35, чайном – 45,5; топленом – 1.

## Запись в лабораторном журнале

Масса пустого бюкса $m_1$ .....	г
Масса бюкса с навеской масла $m_2$ .....	г
Масса масла, взятого для исследования $(m_2 - m_1)$ .....	г
Масса масла после высушивания $n$ .....	г
Масса испарившейся влаги $p$ .....	г
Влажность масла $W$ .....	%
Заключение	

## Содержание поваренной соли в маргарине и сливочном масле

Поваренная соль является важным вкусовым веществом и имеет большое значение для ряда физиологических процессов в организме. В пищевой промышленности поваренная соль находит широкое применение не только как вкусовая добавка, но и как эффективный консервант.

С помощью соли консервируют многие пищевые продукты: мясо, рыбу, овощи. В основу консервирования продуктов поваренной солью положена высокая чувствительность микроорганизмов к изменению осмотического давления в окружающей их среде.

Нормально процессы обмена у микроорганизмов протекают при наличии в субстрате необходимых питательных веществ не только в доступной для них форме, но и при соответствующих концентрациях, определяющих тургор в живой клетке. Повышение концентрации растворенных в питательной среде веществ выше определенного уровня приводит к прекращению жизнедеятельности микроорганизмов. Под влиянием достаточно высокой концентрации хлористого натрия от бактериальной клетки отнимается вода, протоплазма сжимается, происходит плазмолиз микробной клетки.

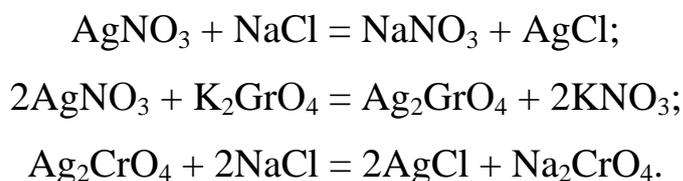
Повышая осмотическое давление, хлористый натрий создает неблагоприятные условия для развития аэробных бактерий путем уменьшения содержания кислорода в тканях консервируемого продукта. Ион хлора также ингибирует активность протеолитических ферментов.

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 присутствии индикатора двух-хромового калия.

В процессе титрования одновременно происходят три реакции:



Образующийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  более растворим, чем белый осадок  $\text{AgCl}$ , поэтому он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с  $\text{NaCl}$ . Как только все ионы хлора окажутся связанными с ионами серебра, последняя реакция прекращается, неисчезающее кирпично-красное окрашивание показывает конец титрования.

Титрование следует проводить при комнатной температуре, так как повышение последней, увеличивая растворимость  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , понижает чувствительность индикатора. Реакция среды должна быть нейтральной, так как кислая и щелочная среды приводят к завышенным результатам: в кислой среде осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  растворим, а в щелочной образуется труднорастворимый осадок  $\text{AgOH}$ , выпадающий раньше  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .

Аргентометрический метод является основным методом определения поваренной соли в пищевых продуктах. Основанные на одном и том же принципе, модификации его отличаются техникой приготовления вытяжки для титрования и концентрацией азотнокислого серебра. В данном учебно-методическом пособии приводится метод определения поваренной соли в сливочном масле.

*Техника определения.* Отвешивают 5 г масла с точностью до 0,01 г в стакане вместимостью 75–100 мл. Пипеткой приливают 50 мл воды. Содержимое стакана нагревают до расплавления масла,

тщательно перемешивают и оставляют в покое до поднятия жира наверх и его застывания. стакан после поднятия жира наверх можно поместить в баню с холодной водой.

Стеклянной палочкой делают в слое масла отверстие, через которое пипеткой отбирают в коническую колбу 10 мл вытяжки и прибавляют 5–8 капель раствора хромовокислого калия. Вытяжку титруют при постоянном помешивании 2,906 %-ным раствором азотнокислого серебра до получения слабого кирпично-красного окрашивания, не исчезающего при взбалтывании и измельчении крупных частиц осадка.

Содержание хлористого натрия (в процентах) равно количеству миллилитров раствора азотнокислого серебра 2,906 %-го (1 мл этого раствора соответствует 0,01 г хлористого натрия), пошедшего на титрование 10 мл вытяжки.

#### Запись в лабораторном журнале

Количество раствора азотнокислого серебра, пошедшего на титрование 10 мл вытяжки .....	мл
Содержание поваренной соли в масле .....	%
Заключение	

Стандартный метод определения поваренной соли в маргарине отличается концентрацией используемого азотнокислого серебра (0,1 н. раствор), и в этом случае содержание соли (%) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{2,906 K a}{m},$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование вытяжки, мл;  $K$  – коэффициент нормальности раствора азотнокислого серебра;  $m$  – масса маргарина, г; 2,906 – количество азотнокислого серебра, соответствующее 1 г поваренной соли, найденное из соотношения их молекулярных масс, г.

Расхождения между параллельными определениями в обоих методах не должны превышать 0,1 %.

## Кислотное число

Кислотным числом (к. ч.) называется количество миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г 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 различные 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, приливают 50 мл нейтрализованной смеси этилового спирта и этилового эфира (1:2), добавляют несколько капель индикатора (1 %-го спиртового раствора фенолфталеина для светлых масел или 1 %-го спиртового раствора тимолфталеина для темноокрашенных).

Полученный раствор при постоянном перемешивании титруют 0,1 н. спиртовым раствором едкого кали до получения розовой окраски, устойчивой в течение 30 с (при тимолфталеине – до грязно-зеленой).

### Запись в лабораторном журнале

Масса жира с колбой $m_1$ .....	г
Масса пустой колбы $m_2$ .....	г
Масса исследуемого масла ( $m_1 - m_2 = m$ ) .....	г
Количество 0,1 н. раствора щелочи, израсходованного на титрование $a$ .....	мл
Коэффициент нормальности 0,1 н. раствора щелочи $K$ ...	
Титр 0,1 н. раствора едкого кали $56,1 \cdot 1000 / 1000 \cdot 10 = 5,61$ мг/мл .....	

Кислотное число (мг на 1 г жира) вычисляют по формуле

$$\text{к.ч.} = \frac{aK \cdot 5,61}{m}$$

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1 мг. В соответствии со стандартами кислотное число пищевых растительных масел колеблется в зависимости от природы и сорта от 0,2 до 6 мг.

### Число омыления

Число омыления характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав данного жира. Оно выражается количеством миллиграммов едкого кали, необходимого для нейтрализации свободных и связанных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Числовое значение этого показателя зависит от молекулярной массы жирных кислот, входящих в состав жира: 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.

Для жиров и масел одинакового происхождения число омыления колеблется в незначительных пределах, характеризуя, таким образом, их природу.

Для определения числа омыления навеску исследуемого жира обрабатывают спиртовым раствором едкой щелочи до полного омыления глицеридов и жирных кислот, избыток несвязавшейся щелочи оттитровывают титрованным раствором соляной кислоты.

*Техника определения.* В колбу вместимостью 250–300 мл отвешивают навеску 2–3 г испытуемого масла, предварительно хорошо перемешанного и профильтрованного. (Точность взвешивания до 0,0002 г.) Приливают из бюретки точно 25 мл 0,5 н. спиртового раствора едкой щелочи. Колбу соединяют с обратным холодильником, глубоко опускают в сильно кипящую водяную баню и кипятят 1 ч, периодически взбалтывая содержимое колбы.

К полученному прозрачному (еще не остывшему) мыльному раствору приливают 0,5 мл 1 %-го раствора фенолфталеина или

алкалиблау (для темных масел) и сразу же титруют 0,5 н. раствором соляной кислоты до исчезновения розовой окраски.

Одновременно в тех же условиях проводят контрольный опыт без масла.

### Запись в лабораторном журнале

Масса пустой колбы $m_1$ .....	г
Масса колбы с жиром $m_2$ .....	г
Масса жира ( $m_2 - m_1 = m$ ) .....	г
Количество 0,5 н. НС1, пошедшее на титрование контрольного опыта $a$ .....	мл
Количество 0,5 н. НС1, израсходованное на титрование остатка едкого кали после взаимодействия с жиром $b$ .....	мл
Количество 0,5 н. раствора едкого кали, прореагировавшее с жиром ( $a - b$ ) .....	мл
Коэффициент нормальности 0,5 н. раствора НС1 $K$ .....	
Титр 0,1 н. раствора едкого кали $56,1 \cdot 1000 / 2 \cdot 1000 = 28,05$ мг/мл .....	

Число омыления (мг на 1 г жира) вычисляют по формуле

$$\text{ч.о.} = \frac{28,05(a - b)K}{m}$$

Допускаемое расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1,0 мг.

### Число омыления (ч. о.) некоторых пищевых жиров

Подсолнечное масло .....	188–194
Соевое масло .....	192–194
Горчичное масло .....	172–180
Оливковое масло .....	174,5–203
Говяжий жир .....	191–200
Хлопковое масло .....	191–200
Бараний жир .....	192–196
Коровье масло .....	220–245

## Йодное число

Йодное число выражается количеством граммов йода, присоединяемым 100 г жира. Поскольку присоединение йода происходит по месту двойных связей, имеющихся в ненасыщенных жирных кислотах, йодное число дает представление о содержании в жире ненасыщенных кислот.

Йодное число зависит также от длины углеродной цепи жирных кислот или от их молекулярной массы. С удлинением цепи йодное число уменьшается при одном и том же числе двойных связей.

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.

Химические превращения, происходящие при окислении, или, как принято называть, при высыхании, масел, весьма сложны и приводят к образованию разнообразных продуктов распада.

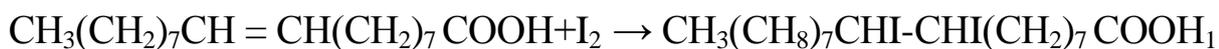
Жиры с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот загустевают, на их поверхности образуется твердая пленка, состоящая из вещества, называемого линоксином.

Линоксин – это сложное и неоднородное в химическом отношении соединение, состоящее из многочисленных продуктов окисления масел.

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

Определение йодного числа основано на способности непредельных жирных кислот количественно присоединять молекулы галогена в условиях, при которых эта реакция не сопровождается замещением водорода на галоген.

На каждую двойную связь расходуется одна молекула галогена



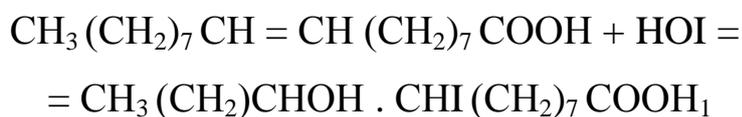
Для определения йодного числа жиров и жирных кислот предложено несколько методов: методы Кауфмана, Гюбля, Вийса,

Гайуса, Маргошеса, Вобурна. Они различаются реагентом, используемым для присоединения галогена к жиру.

Стандартные методы определения йодного числа (методы Кауфмана, Гюбля, Вийса), обладая сравнительно высокой точностью, малоприменимы в производственных условиях вследствие их длительности, необходимости наличия сложных, ядовитых и дефицитных реактивов, определенных условий для работы (вытяжного шкафа и др.).

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.

Сущность метода основана на реакции



Иодноватистая кислота образуется при взаимодействии йода с водой по уравнению  $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HI} + \text{HOI}$ .

Остаток неприсоединившегося йода оттитровывают тиосульфатом натрия.

*Техника определения.* На предварительно взвешенное на аналитических весах часовое стекло наносят несколько капель исследуемого масла и снова взвешивают. Опускают стекло с маслом в химический стакан и добавляют стократное количество спирта. (Желательно, чтобы масса масла была в пределах 0,2–0,3 г, тогда количество добавляемого спирта 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 встряхивая. Далее отмеривают из бюретки 20 мл спиртового раствора йода (25 г йода в 1 л 96 %-го спирта), хорошо перемешивают и добавляют мерным цилиндром 200 мл дистиллированной воды. В момент внесения воды необходимо непрерывно размешивать содержимое стакана стеклянной палочкой.

Затем смесь оставляют в покое в течение 5 мин, после чего остаток неприсоединившегося йода оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата натрия.

Параллельно проводят контрольный опыт (без жира) и рассчитывают йодное число.

### Запись в лабораторном журнале

Масса часового стекла $m_1$ .....	г
Масса часового стекла с маслом $m_2$ .....	г
Масса масла, взятого для анализа ( $m_2 - m_1 = m$ ) .....	г
Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, израсходованное на титрование при проведении контрольного опыта (без жира) $a$ .....	мл
Количество того же раствора, пошедшее на титрование остатка йода после присоединения его к жиру $b$ .....	мл
Количество 0,1 н. раствора йода, прореагировавшее с жиром ( $a - b$ ) .....	мл
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору тиосульфата натрия $K$ .....	
Количество граммов йода, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора тиосульфата (титр тиосульфата по йоду).....	0,01269

Йодное число (г на 100 г) рассчитывается по формуле

$$\text{й. ч.} = \frac{(a - b)K \cdot 100 \cdot 0,01269}{m}$$

Йодное число (й. ч.) некоторых жиров и масел

Подсолнечное масло .....	119–134
Соевое масло .....	114–137
Горчичное масло .....	75–85
Оливковое масло .....	102–117
Говяжий жир .....	32–57
Хлопковое масло .....	191–200
Бараний жир .....	31–46
Коровье масло .....	22–40

## Показатель преломления

Наряду с приведенными химическими методами оценки пищевых жиров и масел, широко применяются физические методы. К их числу относится определение показателя преломления, температуры плавления и температуры застывания, вязкости, плотности жиров и масел.

Показатель преломления является важной характеристикой природных жиров и масел, служащей для идентификации масел, для определения их чистоты, жирнокислотного состава и других целей.

Показатель преломления представляет собой отношение скорости света в пустоте к фазовой скорости света в данной среде. Он зависит от температуры  $t$  и длины волны падающего света. В лабораторных условиях измеряется показатель преломления по отношению к воздуху.

Показатель преломления  $ntD$  (где  $t$  – температура опыта;  $D$  – линия спектра натрия) выражается отношением синуса угла падения к синусу угла преломления.

Показатель преломления определяется с помощью рефрактометров, имеющих шкалу с показателями преломления в пределах 1,5–1,7.

*Техника определения.* На поверхность измерительной призмы наносят стеклянной палочкой 2–3 капли исследуемого масла и осторожно закрывают головку. Осветительное зеркало должно быть установлено таким образом, чтобы поле зрения было освещено равномерно.

Наблюдая в окуляр зрительной трубы, вращают маховичок, расположенный справа и связанный с измерительной головкой, до момента появления в поле зрения границы раздела света и тени. После этого добиваются четкости с помощью винта, расположенного слева. Затем маховичком точно совмещают границу раздела с перекрестием сетки и снимают отсчет по шкале показателей преломления с точностью до 0,0001.

Шкала прибора градуирована при температуре 20 °С. Определение производят 2–3 раза и берут среднее арифметическое значение. По окончании определения поверхность призм очищают ватой, сначала смоченной эфиром или спиртом, затем сухой.

Показатели преломления некоторых  
пищевых жиров и масел ( $ntD$ ) при 20 °С

Подсолнечное масло .....	1,4736–1,4762
Соевое масло .....	1,4722–1,4754
Горчичное масло .....	1,4730–1,4769
Оливковое масло .....	1,4605–1,4787

Показатели преломления некоторых  
пищевых жиров и масел ( $ntD$ ) при 40 °С

Говяжий жир .....	1,4722–1,4768
Хлопковое масло .....	1,4510–1,4583
Бараний жир .....	1,4566–1,4383

Вопросы для самопроверки

1. К установлению каких показателей сводится органолептическая оценка жиров и масел?
2. Дайте оценку арбитражному и ускоренному методам определения влаги в жирах.
3. Дайте характеристику понятия «кислотное число» жиров. В каких единицах оно выражается? Расскажите о технике его определения.
4. Какое значение имеет число омыления в оценке качества и свойств жиров и масел? В каких единицах оно выражается? Расскажите о технике определения.
5. Какое значение имеет йодное число в оценке природных жиров и масел. В каких единицах оно выражается?
6. Дайте сравнительную характеристику стандартного (метода Вийса) и ускоренного (метода Маргошеса) методов определения йодного числа.
7. Какова роль показателя преломления в оценке качества жиров?
8. Какой принцип положен в основу метода консервирования продуктов поваренной солью?

9. Какова сущность основных методов определения содержания поваренной соли в пищевых продуктах?

10. Напишите реакции, происходящие в процессе титрования водно-солевой вытяжки.

11. Какие факторы снижают чувствительность аргентометрического метода определения поваренной соли?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Введение в технологии продуктов питания: Лаб. практикум / Г.М. Мелькина, О.М. Аношина, Л.А. Сапронова и др. – М.: КолосС, 2007. – 248 с.
2. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий: Учеб. пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.В. Лабутина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 496 с.
3. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова и др. – СПб.: Профессия, 2014. – 440 с/
4. **Мармузова Л.В.** Технология хлебопекарного производства. Сырье и материалы. – М.: Академия, 2011. – 288 с.
5. **Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.** Технология мучных кондитерских изделий: Учеб. – СПб.: Троицкий мост, 2011. – 224 с.
6. **Пащенко Л.П., Жаркова И.М.** Технология хлебобулочных изделий: Учеб. – М.: Лань, 2014. – 672 с.
7. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий): Учеб. пособие для вузов / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2007. – 215 с.
8. **Пономарёва О.И., Черныш В.Г.** Микробиология производства хлебопекарных дрожжей: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. – 200 с.
9. **Скокан Л.Е., Жарикова Г.Г.** Микробиология основных видов сырья и полуфабрикатов в производстве кондитерских изделий. – М.: ДеЛи плюс 2013 (книга на CD).
10. Сырье хлебопекарного производства: Справ. Т. 1. М.: ГОСНИИХП, 2008. – 149 с.
11. **Хамельман Дж.** Хлеб. Технология и рецептуры. – СПб.: Профессия, 2012. – 432 с.
12. Технохимический контроль макаронного производства / Т.И. Шнейдер, Н.К. Казеннова, Д.В. Шнейдер, И.В. Казеннов. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 101 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лабораторная работа № 1. АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ.....	4
Лабораторная работа № 2. АНАЛИЗ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	21
Лабораторная работа № 3. АНАЛИЗ СОЛОДА РЖАНОГО СУХОГО.....	30
Лабораторная работа № 4. АНАЛИЗ КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКИ....	45
Лабораторная работа № 5. АНАЛИЗ МОЛОКА.....	61
Лабораторная работа № 6. АНАЛИЗ ТОВАРНОГО КРАХМАЛА ....	75
Лабораторная работа № 7. АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ЖИРОВ.....	82
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	96

Сергачёва Елена Сергеевна  
Соболева Елена Викторовна

**АНАЛИЗ СЫРЬЯ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ  
И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Учебно-методическое пособие**

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Титульный редактор*

Е.О. Трусова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

*Печатается*

*в авторской редакции*

---

Подписано в печать 29.04.2015. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 5,82. Печ. л. 6,25. Уч.-изд. л. 6,0

Тираж 50 экз. Заказ № С 30

---

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

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

