

**Н.Н. Типсина, Н.В. Присухина, Д.А. Кох**

**ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**Красноярск 2014**

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет**

**Н.Н. Типсина, Н.В. Присухина, Д.А. Кох**

## **ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Рекомендовано научно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов направления подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья» по очной и заочной формам обучения

Красноярск 2014

ББК 36  
Т 43

*Рецензенты:*

*Е.А. Струпан, доктор технических наук, профессор кафедры  
ТООП КГТЭИ СФУ*

*М.В. Петлюк, начальник макаронного цеха ЗАО «Краскон»*

Т 43 *Типсина, Н.Н.*

Введение в технологии продуктов питания: учеб. пособие /  
Н.Н. Типсина, Н.В. Присухина, Д.А. Кох; Краснояр. гос. аграр. ун-т. –  
Красноярск, 2014. – 191 с.

Представлена методика выполнения лабораторных работ в соответствии с программой дисциплины «Введение в технологии продуктов питания», особое внимание удалено работе с лабораторным оборудованием, теоретическим основам исследуемых процессов, приведены требования правил техники безопасности.

Предназначено для студентов направления подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья» по очной и заочной формам обучения.

ББК 36

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>  | 4   |
| <b>Тема 1. ПРОДУКТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....</b>          | 8   |
| <i>1.1 Характеристика и свойства зерна.....</i>                   | 8   |
| Лабораторная работа №1. Оценка качества зерна.....                | 12  |
| <i>1.2 Характеристика и свойства муки.....</i>                    | 28  |
| Лабораторная работа №2. Анализ муки.....                          | 30  |
| <i>1.3 Характеристика и свойства солода.....</i>                  | 55  |
| Лабораторная работа №3. Анализ солода.....                        | 58  |
| <i>1.4 Характеристика и свойства крахмала.....</i>                | 76  |
| Лабораторная работа №4. Анализ крахмала.....                      | 78  |
| <i>1.5 Продукты переработки крахмала.....</i>                     | 86  |
| Лабораторная работа №5. Анализ крахмальной патоки.....            | 89  |
| <b>Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА И СВОЙСТВА ДРОЖЖЕЙ.....</b>             | 104 |
| Лабораторная работа №6. Оценка качества прессованных дрожжей..... | 107 |
| <b>Тема 3. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....</b>      | 118 |
| Лабораторная работа №7. Анализ молока.....                        | 122 |
| <b>Тема 4. ЖИРЫ КАК СЫРЬЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>            | 141 |
| Лабораторная работа №8. Анализ пищевых жиров.....                 | 145 |
| <b>Тема 5. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ.....</b>                               | 163 |
| Лабораторная работа №9. Анализ пищевых кислот.....                | 165 |
| <b>Тема 6. ВОДА В ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....</b>                   | 177 |
| Лабораторная работа №10. Анализ питьевой воды.....                | 180 |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>  | 188 |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>                      | 189 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>   | 190 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основная цель учебного пособия – научить студентов технологическому контролю качества сырья и готовой продукции, пользоваться необходимым оборудованием, соблюдать санитарно-гигиенические требования, делать выводы и рекомендации, а также выполнять материальные расчеты, ознакомить с методами и стандартами контроля качества.

Пособие включает 10 лабораторных работ, связанных с технологией обработки (переработки) одного из видов сырья или готовой продукции.

**Организация выполнения лабораторных работ.** Каждая работа предполагает:

- получение допуска;
- оформление протокола лабораторной работы;
- защиту лабораторной работы.

Для получения допуска следует ответить на вопросы преподавателя из списка для допуска к лабораторной работе. Кроме того, каждому студенту необходимо иметь учебную литературу, а именно конспект лекций, учебники, рекомендованные в списке основной и дополнительной литературы для изучения курса, и средства для выполнения графической части лабораторной работы (карандаши, линейки).

Оформление протокола лабораторных работ выполняется в рабочей тетради с соблюдением правил оформления текстовых документов и включает разделы, указанные ниже.

Лабораторная работа защищается в день выполнения задания.

**Оформление работ.** Протокол лабораторной работы должен содержать:

- наименование работы;
- цель работы;
- оборудования и материалы;
- ход выполнения лабораторной работы;
- материальные расчеты;
- выводы по проделанной работе.

До начала выполнения лабораторных работ студенты обязаны ознакомиться с правилами внутреннего распорядка в лаборатории и правилами по технике безопасности и в дальнейшем неукоснительно их соблюдать.

## **Правила техники безопасности**

1. До окончания опыта не разрешается отлучаться из лаборатории. Категорически запрещается работать в лаборатории одному.
2. Необходимо работать в лаборатории в халатах, застегнутых на все пуговицы.
3. При работе со стеклянной химической посудой необходимо соблюдать правила предосторожности во избежание ранения осколками стекла.
4. Нельзя проводить опыты в грязной посуде. Ее нужно мыть сразу после опыта.
5. Химические реагенты в той или иной мере ядовиты. При работе с ними необходимо соблюдать осторожность, избегать попадания веществ на руки, не трогать лицо и глаза руками, не принимать в это время пищу, после работы тщательно мыть руки.
6. Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус.
7. Все вещества следует нюхать крайне осторожно, не наклоняясь над сосудом и не вдыхая полной грудью, а направляя к себе пары или газы движением руки.
8. Нельзя наклоняться над сосудом, если кипит или наливается жидкость, так как брызги могут попасть в глаза.
9. Категорически запрещается нагревать или охлаждать воду (или растворы) в герметически закрытых сосудах. Нельзя плотно закрывать пробкой колбу с горячей жидкостью.
10. Нельзя набирать концентрированные или разбавленные кислоты, щелочи и другие едкие или ядовитые вещества ртом, для этого следует пользоваться специальными автоматическими пипетками или резиновой грушей.
11. Во избежание ожогов при переноске сосудов с горячими жидкостями необходимо держать их обеими руками, причем одной поддерживать дно, другой – верхнюю часть или горловину; руки от ожогов предохранять полотенцем, которым оберывают сосуд. При переносе тиглей надо подложить под дно асбестовую подкладку и держать их вдали от себя. Тигли следует придерживать щипцами.
12. В опытах с использованием электроприборов следует точно соблюдать правила работы с ними. Эти правила приведены в описаниях устройств и работы электроприборов.

13. Запрещается переносить и ремонтировать оборудование самостоятельно, без разрешения преподавателя или учебного мастера.

## **Правила охраны труда и техники безопасности при работе в лабораториях технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств**

При работе в лабораториях технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств используются разнообразные приборы и реактивы. Поэтому требуется осторожность в работе и неукоснительное соблюдение нижеперечисленных правил.

1. До окончания опыта не разрешается отлучаться из лаборатории.

2. Необходимо работать в лаборатории в халатах, застегнутых на все пуговицы. Волосы должны быть убраны.

3. Химические реактивы в той или иной степени ядовиты. При работе с ними необходимо соблюдать осторожность, избегать попадания веществ на руки, не трогать лицо и глаза руками, не принимать в это время пищу, после работы тщательно мыть руки.

4. Категорически запрещается пробовать на вкус химические вещества.

5. Все вещества следует нюхать крайне осторожно, не наклоняясь над сосудом и не вдыхая полной грудью, а направляя пары или газы к себе рукой.

6. Нельзя проводить опыты в грязной посуде. Ее нужно мыть сразу после окончания опыта.

7. Нельзя наклоняться над сосудом, в котором кипит или в который наливаются жидкость, так как брызги могут попасть в глаза.

8. Во избежание ожогов при переносе сосудов с горячими жидкостями необходимо держать их руками, причем одной рукой придерживать дно, другой верхнюю часть или горловину; руки от ожогов предохраняют полотенцем, которым обертывают сосуд.

9. Щелочи, кислоты и другие ядовитые и едкие вещества необходимо набирать в пипетку при помощи резиновой груши, специальных автоматических пипеток или шприца. Нельзя засасывать едкие ядовитые жидкости в пипетку ртом, так как при этом возможны химические поражения рта или отравления.

10. В опытах с использованием электроприборов следует точно соблюдать правила работы с ними. Эти правила даются в описаниях устройств и работы электроприборов.

11. Запрещается переносить и ремонтировать оборудование самостоятельно – без разрешения преподавателя или лаборанта.

12. Категорически запрещается нагревать или охлаждать воду (или растворы) в герметически закрытых сосудах. Нельзя плотно закрывать пробкой колбу с горячей жидкостью.

13. При сборке и разборке приборов и деталей из стекла следует соблюдать следующие меры безопасности:

- стеклянные трубы небольшого диаметра разламывать только после надрезания их напильником или специальным ножом для резки стекла, предварительно защитив руки полотенцем;

- при сборке установок производить пропускание стеклянных трубок на стеклянные пробки после предварительного смачивания водой, глицерином или вазелиновым маслом наружной части стеклянной трубы и внутренних краев резиновой трубы или отверстия в пробке. Острые края стеклянной трубы должны быть оплавлены. Во избежание ранения от поломки стекла руки защитить полотенцем;

- при закрывании тонкостенного сосуда пробкой держать его за верхнюю часть горла как можно ближе к пробке, руки при этом должны быть обернуты полотенцем.

14. Категорически запрещается оставлять действующие приборы без наблюдения или поручать наблюдению другому лицу.

# **Тема 1. ПРОДУКТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Слово «технология» объединяет два понятия: «*techne*» – искусство, ремесло, техника и «*logos*» – учение, наука. Следовательно, термин «технология» означает учение или науку о способах и средствах переработки материалов. Предметом изучения курса «Введение в технологию продуктов питания» являются пищевые продукты, применяемые в качестве сырья в различных отраслях пищевой промышленности. К таким продуктам относятся сахар, вода, дрожжи, крахмал и крахмалопродукты, жиры и т.д. Значительная часть этих продуктов является одинаковой для различных отраслей пищевой промышленности.

Основным видом сырья в пищевой промышленности является растительное сырье.

Все зерновые культуры различаются по строению, но тем не менее содержат одинаковые анатомические части.

По химическому составу все зерновые культуры делятся на 3 группы:

1. Зерно, богатое крахмалом (пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, рис, просо и др.).
2. Культуры, содержащие большой процент белка, – семейство бобовых.
3. Масличные культуры, семена, в состав которых входит жир (подсолнечник, сафлор, горчица, рыжик, рапс, арахис и клещевина, мак, лен, конопля).

По ботанической принадлежности делятся на 4 группы:

1. Хлебные злаки (пшеничные и просовидные).
2. Гречишные.
3. Бобовые.
4. Масличные (подсолнечник, орехи).

## ***1.1 Характеристика и свойства зерна***

Строение зерна рассмотрим на примере ячменя

Зерно покрыто плотной мякинной оболочкой. Мякинная оболочка выполняет защитную функцию – предохраняет зерно от повреждения и высыхания. Под мякинной находятся плодовая и семенная оболочки. Семенная оболочка полупроницаема: пропускает воду, но задерживает растворенные в ней вещества и микроорганизмы. Обо-

лочки состоят из веществ, которые не растворимы в воде и трудно разрушаются механическим или химическим путем. Это целлюлоза и гемицеллюлоза, пропитанные минеральными веществами.

У некоторых зерновых культур мякинная оболочка удаляется при молотьбе. Такие культуры называются голозерными. К ним относятся рожь, пшеница, кукуруза. Зерновые культуры, у которых мякинная оболочка срослась с зерном и не отделяется при обмолоте, называются пленчатыми (ячмень, овес, просо, рис). Прилегающий к семенной оболочке слой называется алейроновым. Внутренняя часть зерна, или мучнистое ядро, носит название эндосперма и является кладовой питательных веществ. Состоит из крупных клеток с находящимися в них зернами крахмала. Промежутки между ними заполнены белком и гемицеллюлозой. Эндосперм составляет основную часть экстракта.

В нижней части зерна расположен зародыш. Это живая часть зерна. Содержит белки, жиры, витамины, ферменты. В нем имеются элементы будущих органов растения: зародышевый листок и корешок. Зародышевый листок – зачаток стеблей. Из зародышевого корешка формируется корневая система.

Часть зародыши, прилегающая к эндосперму, называется щитком. Его основная функция – передача питательных веществ от эндосперма к зародышу.

Химический состав злаков зависит от сорта, почвенно-климатических условий, используемых удобрений, условий выращивания и не является постоянным для данной культуры.

Важная составная часть зерна – вода. Зерно злаков в среднем содержит 14–15% воды и 85–86% сухих веществ. Сухие вещества представлены углеводами, белками, жирами, минеральными веществами. К углеводам относятся крахмал, целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые и гумми-вещества, растворимые сахара. Основная масса углеводов приходится на крахмал. Он содержится в эндосперме и алейроновом слое. Крахмальные зерна на 97% состоят из чистого крахмала ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> и 3% примесей – минеральных веществ, остатков фосфорной кислоты, белков. Чистый крахмал представлен двумя полисахаридами: амилозой и амилопектином.

Содержание крахмала составляет:

- в пшенице – 60–65%;
- ржи – 60–73%;
- ячмене – 55–65%;

- овсе – около 50%;
- просе – около 60%;
- рисе – 75–80%.

Целлюлоза (клетчатка) – полисахарид. Входит в состав оболочек и клеточных стенок. В воде не растворима, стойкая к действию ферментов. При проращивании зерна не изменяется, при затирании полностью переходит в дробину. Голозерные культуры содержат целлюлозы 2–3%, пленчатые – 6–14%.

Гемицеллюлозы и гумми-вещества – высокомолекулярные полисахариды, содержатся, в основном, в периферийных частях зерна, ближе к оболочкам. Состоят из гексозанов (глюканы, галактаны, маннаны) и пентозанов (арабана, ксилана). Мономерами их являются глюкоза, галактоза, манноза, арабиноза и ксилоза. Дрожжами сбраживаются только глюкоза и манноза. Гемицеллюлозы в воде не растворимы, но растворяются в разбавленных щелочах.

Гумми-вещества не отличаются от гемицеллюлоз по строению, но имеют меньшую молекулярную массу. Поэтому растворяются в горячей воде и дают вязкие растворы. Меньше всего гемицеллюлоз содержится в рисе и просе (около 2%), больше всего – в овсе – 13%. В остальных зерновых культурах – 7–11%.

Слизи содержатся в зернах некоторых злаков. Это полисахариды, в большинстве случаев растворимые в воде. Состоят в основном из пентозанов. Больше всего их содержится во ржи (до 3%).

Левулезаны – полисахариды, которые состоят из остатков фруктозы. Содержатся в зернах ржи, пшеницы, овса в количестве 2–3%.

Пектиновые вещества входят в состав клеточных стенок. Содержание их составляет 1–2%. При гидролизе дают галактуроновую кислоту и метиловый спирт.

В зерне злаков (преимущественно в зародыше) содержатся также свободные сахара в количестве от 2 до 5%. Преобладает сахароза. Кроме этого содержатся фруктоза, рафиноза, глюкоза. Сахара используются зародышем в качестве питательных веществ.

Азотистые вещества подразделяются на белковый и небелковый азот. Белковый азот входит в состав белков и полипептидов. Существует зависимость: чем больше белка в зерне, тем меньше крахмала. Количество белка в зерновых составляет от 7 до 20%. Больше всего белка в пшенице, меньше всего в кукурузе и рисе (7–9%). Белковые вещества сосредоточены в зародыше, эндосперме и алейроновом слое. Это резервные белки, ферменты.

Небелковый азот – аминный (представлен аминокислотами); аммиачный (соли органических кислот); минеральный (соли азотной кислоты); амидный (представлен амидами). Аминокислоты и другие формы небелкового азота являются питанием для дрожжей. Суммарное содержание всех форм азота представляет собой общий азот. Азотистые вещества, которые при водной экстракции зерна переходят в раствор, называют растворимым азотом.

Жиры содержатся в основном в зародыше и алейроновом слое. Используются зародышем как питательные вещества. Больше всего жира в овсе и кукурузе (до 5%). В остальных зерновых культурах 2–3%. Жир отрицательно влияет на сохранность зерна (прогоркает).

Минеральные вещества содержатся от 1,5 до 6%. Меньше всего во ржи. Больше всего в рисе. В основном это фосфаты.

Витамины играют роль в поддержании жизненных процессов роста, брожения, образовании ферментов. Содержатся в алейроновом слое и зародыше. Это витамины группы В, РР, биотин.

В зерне содержатся также ферменты, но их мало и находятся они в связанном состоянии.

Качество зерновых культур оценивают по показателям общего и специального (технологического) значения.

Общие показатели (влажность, засоренность, зараженность) влияют на сохранность зерновой массы.

Технологические показатели – количество и качество клейковины, натура, стекловидность.

## **Лабораторная работа №1. Оценка качества зерна**

**Цель работы.** Научиться отбирать среднюю пробу зерна для определения показателей качества. Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества зерна. Освоить методы определения массовой доли влаги в зерне, методики определения засоренности, объемной массы, массы 1000 зерен и стекловидности зерна.

**Объект исследования.** Зерно различных культур.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Прибор ИДК-1, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, пурка литровая, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксикатор, бритвенное лезвие, доска разделочная, линейка, лабораторная мельница, сита.

### *Общие положения*

Под качеством зерна понимают совокупность биологических, физико-химических, технологических и потребительских (товароведных) свойств и признаков зерна, определяющих его пригодность к использованию по назначению: на семенные, продовольственные, фуражные и технические цели.

К зерновым культурам, обычно используемым для питания человека, относятся хлебные злаки (пшеница, рожь, овес, ячмень, просо, рис, кукуруза, сорго); гречишные (гречиха); бобовые (горох, фасоль, чечевица, соя, бобы).

Зерна имеют характерные признаки: разнообразную окраску, внешний вид и размеры. При этом размеры для того или иного вида зерна являются специфичными, они обычно выражаются средней массой 1000 зерен, которая составляет для пшеницы 30–40 г; ржи – 20–25 г; ячменя – 35–45 г; овса – 20–30 г; гречихи – 18–20 г; проса – 4–7 г.

Идентификация зерна по типам и классам. Пшеница в зависимости от ботанических и биологических особенностей подразделяется на следующие типы и подтипы:

1. Тип I – яровая краснозерная (мягкая):

- подтип 1-й – темно-красная стекловидная, стекловидность не менее 75%;

- подтип 2-й – красная стекловидная, стекловидность не менее 60%;
- подтип 3-й – светло-красная полустекловидная, стекловидность не менее 40%;
- подтип 4-й – желто-красная (пестрая) полустекловидная, стекловидность не менее 40%;
- подтип 5-й – желтая мучнистая, стекловидность менее 40%.

2. Тип II – яровая твердая (дурум):

- подтип 1-й – темно-янтарная;
- подтип 2-й – светло-янтарная.

3. Тип III – яровая белозерная (мягкая):

- подтип 1-й – белозерная стекловидная, стекловидность не менее 60%;

- подтип 2-й – белозерная (стекловидность менее 60%).

4. Тип IV – озимая краснозерная (мягкая), подразделяется на 5 типов, так же, как и пшеница I типа.

5. Тип V – озимая белозерная.

В свою очередь, мягкая пшеница подразделяется по классам: на высший, 1, 2, 3, 4 и 5-е, а твердая – на 1, 2, 3, 4 и 5-е классы. При этом одним из основных показателей при идентификации того или иного класса, как для мягкой, так и для твердой пшеницы, являются массовая доля клейковины и ее качество.

Мягкая и твердая пшеница всех классов, кроме 5-го, может использоваться на продовольственные цели, а 5-го класса – только на кормовые цели.

Отличительные признаки мягкой пшеницы: форма зерна овальная, более или менее округлая; на вершине зерна имеется бороздка, хорошо различимая простым глазом. Бороздка глубокая, образующая в зерне замкнутую воздушную полость.

У твердой пшеницы зерно более длинное, чем у мягкой, с утолщением на спинке со стороны зародыша, бороздка развита слабо и не видна невооруженным глазом. Бороздка открытая, неглубоко входящая внутрь зерна.

Рожь в зависимости от числа падения подразделяют на четыре класса – 1, 2, 3 и 4-й. При этом рожь 1, 2 и 3-го классов или группы А используется для переработки на муку и предназначена для пищевых целей, а рожь 4-го класса только для кормовых целей или для переработки на комбикорма.

Ячмень в зависимости от натуры зерна и качественных показателей подразделяется на два класса. При этом 1-й класс используется на продовольственные цели, а 2-й – для выработки солода в спиртовом производстве, комбикормов и на кормовые цели.

При определении качества зерна учитывают, что партии товарного зерна отличаются более или менее выраженной неоднородностью физического состава, сыпучестью и связанной с этими свойствами способностью к самосортированию. Поэтому в партии зерна частицы разного размера, формы и массы распределяются неравномерно, и качество зерна в разных частях партии не является одинаковым. В связи с этим каждую партию зерна оценивают только по среднему образцу, который должен быть репрезентативным, т.е. по всем физическим и химическим показателям отвечать среднему составу исследуемой партии.

Средний образец составляют по установленной стандартом методике (ГОСТ 10839-64), соблюдая при этом меры, обеспечивающие сохраняемость первоначальных свойств продукта. Сначала берут небольшие количества зерна – выемки из разных мест однородной партии специально предназначенными для этого приборами (щупами или пробоотборниками). Количество выемок, их масса и места взятия из партии предусматриваются стандартом. Если выемки однородны по качеству, их смешивают. Совокупность выемок, отобранных из однородной партии зерна, называется исходным образцом.

Для небольших партий зерна исходный образец является одновременно и средним. Если масса исходного образца превышает 2 кг, из него выделяют средний образец. Средний образец – это часть исходного образца, выделенная для определения качества. При этом исходный образец смешивают 3 раза и выделяют из него средний на делителях или вручную.

На рисунке 1 представлен делитель ДЗК-1, предназначенный для выделения средних образцов зерновых, бобовых массой до 1,5 кг из исходного образца массой 5 кг.

При выделении среднего образца вручную исходный образец высыпают на стол с гладкой поверхностью, разравнивают зерно в виде квадрата и трижды перемешивают с помощью двух коротких деревянных планок. Затем исходный образец снова разравнивают в виде квадрата и делят по диагонали на четыре треугольника. Из двух противоположных треугольников зерно удаляют (это будет остаток исходного образца).

Из двух оставшихся треугольников зерно собирают, перемешивают указанным способом и вновь делят на четыре треугольника, из которых два идут для последующего деления до тех пор, пока в двух треугольниках не будет получено около 2 кг зерна, которые и составят средний образец.

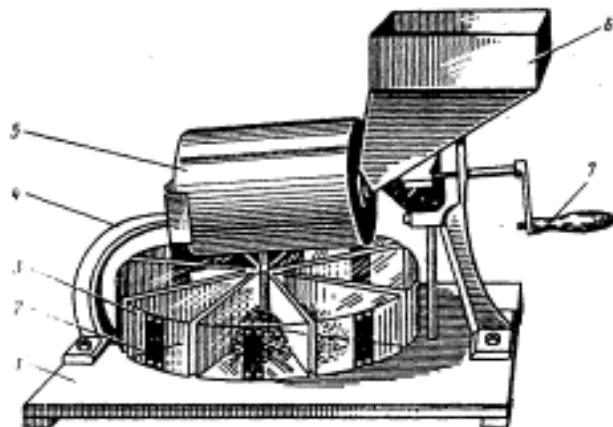


Рисунок 1 – Делитель ДЗК:

- 1 – деревянное основание делителя; 2 – дисковое основание стола;
- 3 – чашка для зерна; 4 – стойка; 5 – барабан;
- 6 – бункер;
- 7 – ручка для вращения диска и барабана

Для определения отдельных качественных показателей выделяют часть среднего образца, называемую навеской. Навески из среднего образца выделяют вручную указанным выше способом или на делителях БИС-1, Гусева и др.

Для определения органолептических показателей влажности, зараженности вредителями навески выделяют только вручную, так как эти показатели могут изменяться при многократном пропускании образца через делитель.

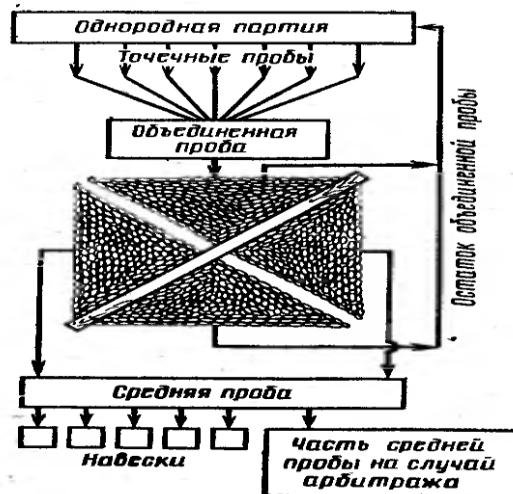


Рисунок 2 – Схема смещивания и выделения средней пробы

В соответствии с ОСТ ВКС 7066 – «Пшеница продовольственная распределяемая», зерно каждого типа и подтипа делится на пять классов, показатели которых даны в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация зерна

| Класс | Натурная масса                                  |              | Предельное содержание, процент |        |                               |                               |        |       | Проход через сито (1,70*20 мм) |  |
|-------|---|--------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------------|--------|-------|--------------------------------|--|
|       | Г в 1 л, не<br>менее                            | кг в<br>1 гл | сорной примеси                 |        |                               | зерновой при-<br>меси пшеницы |        | влаги |                                |  |
|       |   |              | всего                          | куколя | прочих<br>вредных<br>примесей | яровой                        | озимой |       |                                |  |
| 1-й   | 785   | 78           | 1                              | 0,5    | 0,2                           | 2                             | 3      | 15,5  | 5                              |  |
| 2-й   | 765   | 77           | 2                              | 0,5    | 0,2                           | 2                             | 4      | 15,5  | 5                              |  |
| 3-й   | 745   | 75           | 3                              | 0,5    | 0,2                           | 4                             | 5      | 15,5  | 7                              |  |
| 4-й   | 725   | 73           | 3                              | 0,5    | 0,2                           | 4                             | 6      | 16,0  | 8                              |  |
| 5-й   | Нижний предел натурной массы не устанавливается |              | 4                              | 0,5    | 0,2                           | 6                             | 7      | 16,0  | 10                             |  |

Пшеница получает номер класса только при соответствии ее качества всей совокупности показателей для данного класса. При несоответствии пшеницы одному из требований высшего класса зерно переводится в соответствующий низший класс.

Ниже рассматриваются основные показатели, характеризующие качество пшеницы.

### Влажность зерна

Влажность является одним из наиболее важных показателей для практики хранения и переработки зерна, который влияет также на его энергетическую ценность и выход получаемой из зерна муки. От содержания воды в зерне, которое является живым организмом, зависит интенсивность различных биохимических процессов.

Повышенная влажность усиливает дыхание зерна, способствует развитию в нем плесеней и зерновых вредителей, а также слеживанию, самосогреванию и прорастанию. Во всех случаях происходят

изменения в составных частях зерна, ухудшающие его качество. Одновременно зерно теряет и свои технологические свойства, в частности хлебопекарные. Повышенная влажность в зерне затрудняет его размол и просеивание продуктов размола, снижает производительность машин, повышает их износ и расход энергии на переработку.

По влажности можно судить о содержании в зерне сухих веществ, а следовательно, и запасных питательных веществ, обуславливающих его ценность. В зависимости от влажности устанавливаются четыре состояния пшеницы:

- сухое (до 14% включительно);
- средней сухости (свыше 14–15,5% включительно);
- влажное (свыше 15,5–17% включительно);
- сырое (свыше 17%).

Зерно, сдаваемое государству, должно иметь строго определенную влажность, соответствующую базисным кондициям от 14 до 17% в зависимости от района произрастания. Основным методом определения влажности является высушивание навесок размолотого зерна в электрическом сушильном шкафу при температуре 130°C в течение 40 мин при общей продолжительности высушивания 50–55 мин.

**Техника определения.** Зерно, предназначенное для определения влажности, в количестве 30 г размалывают вместе с примесями на лабораторной мельнице. Размол за один раз должен соответствовать по крупности следующим условиям: проход через сито с размером ячеек 0,8 мм для пшеницы должен быть не менее 60%. Для этого пшеницу размалывают в течение 60 с. После размола зерна во избежание потерь влаги на испарение необходимо брать навеску как можно быстрее. Размолотое зерно немедленно помещают в банку с притертой пробкой и тщательно смешивают в ней. Затем в две предварительно взвешенные металлические бюксы диаметром 48 мм и высотой 20 мм отвешивают точно две навески по 5 г. Взвешенные бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф, нагретый до 140°C.

Снизившуюся при загрузке температуру доводят за 10–15 мин до 130°C и после этого сушат ровно 40 мин. После 15–20-минутного охлаждения в эксикаторе бюксы взвешивают. Все взвешивания при определении влажности производят с точностью до 0,01 г. Влагу, т.е. разность между массами навесок до и после высушивания, отнесенную к взятой навеске зерна, выражают в процентах. Из двух определений выводят среднюю влажность, которую принимают за влажность образца

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_h} * 100\% .$$

## **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Масса пустой блюксы ( $m_0$ ).....                      | г. |
| Масса блюксы с навеской до высушивания ( $m_1$ ).....   | г. |
| Масса блюксы с навеской после высушивания ( $m_2$ ).... | г. |
| Масса размолотого зерна ( $m_h$ ).....                  | г. |
| Масса испарившейся влаги ( $m_1 - m_2$ ).....           | г. |
| Влажность (W).....                                      | %. |

## **Засоренность зерна**

Зерно всегда содержит некоторое количество посторонних примесей, попавших при его уборке, перевозках и хранении. Засоренность снижает качество зерна, а также уменьшает стойкость его при хранении. Примеси могут влиять и на технологические свойства зерна (примесь зерна морозобойного и пораженного клопом-черепашкой).

Примеси делят на две основные группы: сорную и зерновую. Сорная примесь является бесполезной или вредной для питания. Кроме того, в нее включают зерна других культур, которые нельзя использовать так же, как зерно основной культуры. Особенность зерновой примеси заключается в том, что она имеет пониженную ценность по сравнению с нормальными зернами основной культуры, но может быть использована по целевому назначению последних.

Состав сорной и зерновой примесей для каждой культуры дается в соответствующих целевых стандартах. Ниже приведена классификация примесей пшеницы.

К сорной примеси относятся весь проход, полученный при просеивании через сито с круглыми отверстиями в 1 мм, минеральная примесь (земля, песок), органическая примесь (части листьев, стеблей и стержней колоса, ости), семена дикорастущих, а также культурных растений, за исключением зерен ржи и ячменя, вредная примесь (головня, спорынья, угрица, вязель, горчак-софора, горчак розовый, мышатник, опьяняющий плевел).

К зерновой примеси относятся зерна пшеницы: битые и изъеденные, если осталось менее половины зерна; сильно недоразвитые – щуплые; проросшие с вышедшим наружу корешком или ростком, либо с утраченным корешком или ростком; не деформированные, с явно измененным цветом оболочки, вследствие прорастания; поврежденные самосогреванием или сушкой (поджаренные), с явно измененным цветом оболочки и затронутым ядром, раздутые при сушке; заплесневевшие, давленые, зеленые; захваченные морозом – сморщеные, белесоватые и сильно потемневшие; зерна ржи и ячменя, как целые, так и поврежденные, отнесенные к сорной примеси.

К основному зерну относятся зерна пшеницы, не относящиеся ни к сорной, ни к зерновой примесям по характеру повреждений.

**Техника определения.** Вначале определяют содержание крупной сорной примеси, для чего среднюю пробу зерна просеивают на сите с отверстиями диаметром 6 мм. Из схода с сита выбирают крупную сорную примесь (по размерам она превышает зерно основной культуры): солому, колосья, крупные семена растений, комочки земли, гальку и т.д. Выделенную крупную сорную примесь взвешивают раздельно по фракциям, учитываемым при определении сорной примеси данной культуры, и выражают в процентах к массе средней пробы.

Из средней пробы, освобожденной от крупной сорной примеси, выделяют навеску массой 50 г с погрешностью  $\pm 0,01$  г и просеивают ее на лабораторных ситах, что облегчает дальнейшую ручную разборку примесей. Для пшеницы рекомендуются следующие наборы металлических сит с размерами отверстий для определения прохода (в мм):

- мелких зерен – 1,7\*20;
- сорной смеси – 1,0.

Комплект лабораторных сит устанавливают следующим образом. Ставят поддон, на него насыпают сито для отделения прохода, относящегося к сорной примеси, затем сито для отделения мелких зерен и, наконец, сита, рекомендуемые для облегчения разбора навески 2,5\*20.

Навеску высыпают на верхнее сито, закрыв его крышкой, и просеивают вручную или на механизированном лабораторном рассеве. Сходы со всех сит раздельно высыпают на разборную доску. Из схода с каждого сита вручную выделяют явно выраженную сорную и зерновую примеси. Проход через сито с наименьшим размером отверстий разделяют на две части: отделяют вредную примесь и в со-

став сорной примеси не включают; ее содержание определяют по дополнительным навескам. Остальную часть прохода полностью относят к сорной примеси. Выделенные фракции сорной и зерновой примесей отдельно взвешивают и выражают в процентах к массе взятой навески.

Если при осмотре образца зерна или при анализе навески на засоренность обнаруживается наличие в зерне спорыни, головни, угряницы и т.п., то отбирают дополнительную навеску (200–400 г) и определяют в ней содержание вредных примесей, которое выражают в процентах и присоединяют к процентному содержанию сорной примеси.

По содержанию сорной и зерновой примесей зерно относим к соответствующим классам.

### **Запись в лабораторном журнале**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Содержание зерновой примеси..... | г. |
| Содержание зерновой примеси..... | %. |
| Содержание сорной примеси.....   | г. |
| Содержание сорной примеси.....   | %. |
| Заключение.                      |    |

### **Объемная масса (натура зерна)**

Объемная, или натурная, масса – это масса единицы объема (литра) с учетом межзернового пространства.

В большинстве стран мира объемную массу выражают массой 1 л зерна в граммах. Зерно считается средненатуральным при следующих значениях этого показателя (г/л):

- пшеница (746–786);
- рожь (676–715);
- ячмень (546–665);
- овес (461–510);
- подсолнечник (431–460).

Объемную массу на литровой пурке устанавливают после выделения из средней пробы крупных примесей просеиванием зерна на сите с круглыми отверстиями  $D=6$  мм и тщательного перемешивания.

ния. При отступлении от этих условий искажается действительная величина объемной массы. Она зависит от плотности укладки зерна в мерке, характера примесей, влажности зерна, его формы, состояния поверхности зерна и других факторов.

Объемная масса приближенно показывает степень выполненности зерна. Зерно с большей объемной массой за единичными исключениями хорошо развито, выполнено, содержит больше эндосперма и соответственно меньше оболочек.

При неблагоприятных условиях формирования зерна масса его оболочек по сравнению с массой эндосперма возрастает, а масса эндосперма снижается, что ведет, в свою очередь, к снижению выхода готовой продукции (муки, крупы и т.п.).

Натура связана с засоренностью зерна и зависит от количества и характера примесей. Легкие примеси (органические) заметно понижают натуру, а минеральные увеличивают ее. Однако в подавляющем большинстве партий зерна присутствие примесей в целом уменьшает натуру.

При увлажнении натура зерна уменьшается, так как происходит увеличение объема зерна за счет его набухания, а плотность уменьшается, приближаясь к единице. Кроме того, влажность снижает сыпучесть зерна. Это влечет за собой более рыхлое заполнение объема, что снижает натуру.

Натура зависит от состояния поверхности зерна: шероховатая поверхность снижает плотность его укладки и следовательно, уменьшает натуру. Кроме того, морщинистое зерно обычно менее полноценно и содержит больший процент оболочек.

На натуре отражается форма зерна: зерно округлое укладывается плотнее, а удлиненное – более рыхлое.

Учитывая влияние многих факторов на натуру, обычно этот показатель дает полную оценку качества зерна в комплексе с другими, как, например, масса 1000 зерен, влажность, засоренность.

На натуру влияет плотность укладки зерна: чем она больше, тем выше натура. Для исключения этого субъективного фактора при определении натуры пользуются пуркой, в которой независимая от исполнителя плотность укладки достигается при помощи цилиндра-наполнителя, цилиндра с воронкой и падающего груза. Общий вид пурки представлен на рисунке 3.

**Техника определения.** Среднюю пробу зерна освобождают от крупных примесей, просеивая ее на сите с диаметром отверстий 6

мм, и тщательно перемешивают. При отступлении от этих условий искажается действительная величина натуры.

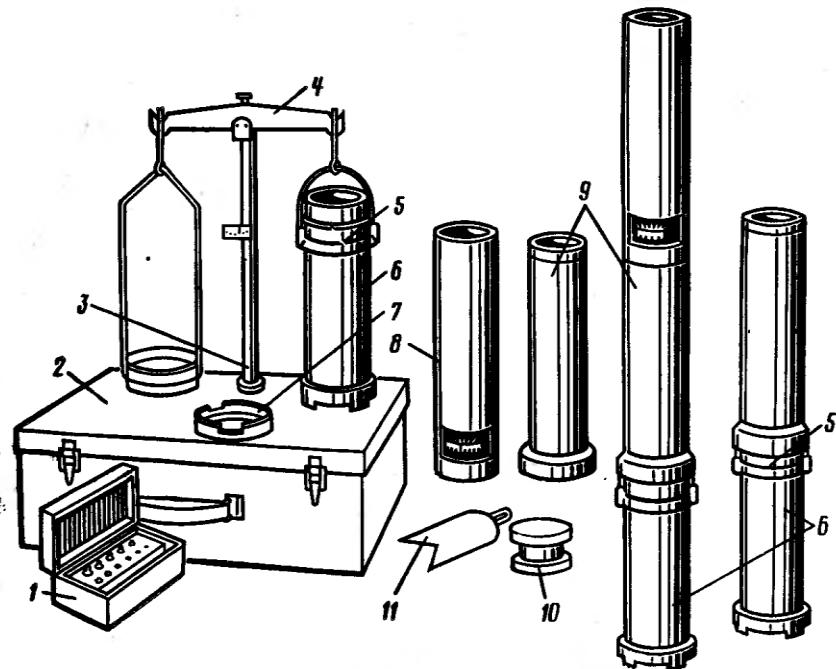


Рисунок 3 – Литровая пурка с падающим грузом:

- 1 – разновес; 2 – ящик-футляр для хранения частей пурки; 3 – нарезка для ввинчивания стойки весов; 4 – коромысло весов; 5 – щель в мерке; 6 – мерка; 7 – гнездо для мерки; 8 – цилиндр с воронкой; 9 – цилиндр-накопитель; 10 – падающий груз; 11 – нож

### **Порядок работы с пуркой при использовании электронных весов**

1. Установить откалиброванные весы по уровню.
2. Взвесить мерку и обнулить тару.
3. Закрепить мерку в башмаке (7) на крышке футляра так, чтобы гравировка «1 литр» была обращена к работающему. В щель мерки поместить нож (11) так, чтобы окружность на верхней плоскости ножа совпала с окружностью мерки. На нож положить падающий груз (10) (плоскостью с номером вверх). На мерку надеть наполнитель (9), а на него – цилиндр насыпки (8), наполненный зерном.
4. Осторожным нажатием на рычажок замка цилиндра насыпки открыть заслонку воронки и зерно пересыпается в наполнитель. Нож быстро вынуть из щели, не допуская сотрясения прибора. После того, как падающий груз и зерно упадут в мерку, нож снова поместить в щель, но теперь до упора ручки ножа в стенку мерки. Зерна, попавшие между лезвием ножа и краем щели, перерезаются.

5. Снять цилиндр насыпки с наполнителя и закрыть воронку заслонкой. Снять мерку вместе с наполнителем с башмака и, придерживая нож пальцем, высыпать оставшееся в наполнителе зерно. Снять наполнитель с мерки и удалить оставшееся на ноже зерно. Вынуть нож из щели мерки.

6. Мерку с зерном аккуратно установить на весы и записать показания натуры зерна. Вынимают нож из щели и мерку с зерном взвешивают. Взвешивание ведут с погрешностью  $\pm 0,5$  г, результат выражают с точностью до 1 г.

7. Перед каждым измерением натуры зерна обратить внимание на то, чтобы мерка, щель мерки и падающий груз не имели посторонних частиц пыли и зерна.

Натура пшеницы считается высокой, если масса 1 л зерна составляет 785 г и выше; выше средней, если натура лежит в пределах от 784 до 765 г; средней – от 764 до 725 и низкой – ниже 725 г.

### **Запись в лабораторном журнале**

Средняя величина двух определений.....г.

Заключение. По натуре зерно относится к.....классу.

### **Масса 1000 зерен**

Масса 1000 зерен, (абсолютная масса) учитывается наряду с натурной массой как дополнительный показатель при оценке выполненности и крупности зерна.

Так как масса отдельных зерен в партии колеблется в довольно широких пределах, для характеристики всей партии берут среднюю массу зерна, выражая ее средней массой 1000 зерен в граммах на сухое вещество.

Масса 1000 зерен характеризует их тяжеловесность, крупность. При одинаковой крупности масса 1000 зерен будет больше у хорошо выполненного зерна. Крупное зерно содержит меньше оболочек, чем мелкое, и при одинаковой выполненности дает больший выход муки. Большое значение имеет крупность зерна как признак качества посевного материала.

Чем больше масса 1000 зерен, тем плотнее зерно и тем больше в нем содержание питательных веществ.

Важен этот показатель при оценке качества семенного зерна: чем он выше, тем качественнее зерно, тем больше гарантия получить крупное, мощное растение.

Масса 1000 зерен может отличаться у разных сортов пшеницы. На ее величину большое влияние оказывают сорт, условия выращивания, уборки и т.д. По массе 1000 зерен (в г) можно наметить следующие группы:

- масса высокая (более 30);
- средняя (более 22);
- ниже средней (менее 22).

**Техника определения.** Навеску зерна после определения засоренности смешивают и распределяют ровным слоем я виде квадрата, который делят по диагонали на четыре треугольника. Отсчитывают по 250 зерен от каждого треугольника. Отобранные две пробы по 500 зерен взвешивают отдельно на технических весах с точностью до  $\pm 0,01$  г. Если разница между массой двух проб зерна не будет превышать 5% их средней массы, определение считается правильным. Массы первой и второй проб по 500 зерен суммируют, полученная сумма является массой 1000 зерен при фактической влажности зерна. Далее проводят пересчет на сухие вещества зерна. Массу 1000 зерен выражают с точностью до 0,1 г.

Массу 1000 зерен рассчитывают по формуле

$$m_d = \frac{m(100-W)}{100},$$

где  $m_d$  – масса 1000 зерен на сухое вещество, г;

$m$  – масса 1000 зерен при фактической массовой доле влаги в зерне, г

$W$  – массовая доля влаги, процент.

### **Запись в лабораторном журнале**

|  |    |
|--|----|
| Масса первой партии из 500 зерен.....  | г. |
| Второй из 500.....   | г. |
| Средняя масса.....   | г. |
| Разница между массами первой и второй партий по отношению к средней массе..... | %. |
| Масса 1000 зерен при фактической влажности зерна.....                          | г. |

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Содержание сухих веществ зерна.....   | %. . |
| Масса сухих веществ в 1000 зерен..... | г.   |
| Заключение.                           |      |

Для ускорения отсчета зерна предложены приборы, механизирующие эту операцию. Наиболее перспективны три прибора:

- счетчик-раскладчик СР-100, представляющий собой электрический пылесос, гибкий шланг от которого заканчивается снимающейся насадкой (с углублениями и отверстиями), насадка присасывает 100 зерен;
- прибор для механизированного отбора и подсчета 100 зерен, работающий по тому же принципу с той лишь разницей, что пневматический эффект достигается при помощи водоструйного, масляного или какого-либо другого насоса;
- электронный аппарат, автоматически отбирающий и отсчитывающий зерна.

Масса 1000 зерен одной и той же культуры колеблется в больших пределах в зависимости от сорта, года урожая, района выращивания, степени выполненности зерна и т.п. Масса 1000 зерен пшеницы может колебаться от 15 до 88 г.

## Стекловидность зерна

Стекловидность зерна является признаком, характеризующим строение эндосперма зерна, его консистенцию.

По этому признаку зерно делится на стекловидное, частично стекловидное и мучнистое. Стекловидность зерна связана с сортом зерна, условиями культивирования и химическим составом.

Стекловидные зерна имеют прозрачную консистенцию с роговидной структурой в разрезе, а мучнистые – непрозрачную консистенцию, рыхлые, белые в разрезе. К стекловидным относятся зерна полностью стекловидные или с легким помутнением; они не должны иметь мучнистой части больше  $\frac{1}{4}$  своего размера. К мучнистым относятся зерна как полностью мучнистые, так и частично стекловидные при условии, если у последних стекловидные участки в совокупности составляют не более  $\frac{1}{4}$  плоскости поперечного разреза зерна. Частично стекловидными считаются зерна пшеницы, не отнесенные к указанным двум группам.

Обычно в стекловидном зерне содержится больше белков, чем в мучнистом. Стекловидность – важный показатель качества зерна, так как она характеризует его определенные технологические свойства и целевое назначение. Стекловидность наблюдается в зерне пшеницы, ржи, ячменя, риса, кукурузы.

Мука из стекловидного зерна обладает лучшими хлебопекарными свойствами. Стекловидные пшеницы особенно ценятся для производства макаронной муки. Муку из мучнистой пшеницы предпочитают работники кондитерских предприятий.

Стекловидному рису, ячменю отдают предпочтение при производстве круп, так как такие крупы меньше развариваются, не теряют при варке свою форму. Пивоваренная промышленность, наоборот, выше ценит мучнистые сорта ячменя. Мучнистая кукуруза является лучшим сырьем для крахмалопаточной промышленности.

Мукомольная промышленность учитывает стекловидность зерна при выборе режимов и схем помола. Стекловидные зерна легче вымалываются, чем мучнистые, т.е. полнее отделяется эндосперм от отрубистых частиц, это позволяет получать большие выходы лучших сортов муки (крупчатки, высшего и первого сортов), состоящих практически из чистого эндосперма.

Стекловидность является основным показателем при делении пшеницы на подтипы. Как правило, темноокрашенное зерно обладает и большей стекловидностью. Например, пшеница 1-го типа – яровая мягкая краснозерная в зависимости от оттенка цвета и стекловидности подразделяется на подтипы.

Таблица 2 – Стекловидность подтипов пшеницы

| Подтип | Цвет                       | Общая стекловидность |
|--------|----------------------------|----------------------|
| 1-й    | Темно-красная стекловидная | Не менее 75%         |
| 2-й    | Красная                    | Не менее 60%         |
| 3-й    | Светло-красная             | Не менее 40%         |
| 4-й    | Желто-красная              | Не менее 40%         |
| 5-й    | Желтая                     | Не менее 40%         |

Стекловидность пшеницы характеризуется так называемой общей стекловидностью. Для вычисления общей стекловидности к количеству стекловидных зерен прибавляют половину частично стекловидных зерен, полученную сумму выражают в процентах от 100 зерен, взятых на анализ.

**Техника определения.** Из чистого зерна, оставшегося после определения засоренности, выделяют без выбора 100 целых зерен. Каждое из выделенных зерен разрезают бритвенным лезвием пополам, после чего его относят к одной из трех групп по стекловидности. На поверхность сомнительных по стекловидности зерен наносят тонкий слой растительного или минерального масла. Через 10–15 с четко проявляются различия между стекловидной и мучнистой частями эндосперма.

Из выделенных групп подсчитывают зерна в тех двух группах, которые имеют наименьшее количество зерен, а количество зерен в третьей группе определяют по разнице.

Допускается определение стекловидности зерна с помощью диафанскопа путем просмотра 100 зерен. При этом плохо просвечиваемые зерна рекомендуется дополнительно разрезать.

Расхождения между двумя параллельными определениями допускаются не более 5%.

Пшеница со стекловидностью ниже 40% считается низкостекловидной, от 40 до 70% – среднестекловидной, свыше 70% – высокостекловидной.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество стекловидных зерен.....шт.

Количество частично стекловидных зерен.....шт.

Общая стекловидность.....%.

Заключение.

### **Контрольные вопросы**

1. Как производится отбор средней пробы зерна?
2. Какие показатели качества определяют при оценке зерна?
3. Значение показателя влажности.
4. Классификация примесей зерна.
5. Понятие об объемной (натурной) массе зерна. Значение показателя, факторы, влияющие на его величину.
6. Масса 1000 зерен и ее значение при оценке качества зерна. Как производится определение, в чем выражается этот показатель?
7. Стекловидность зерна, значение этого показателя, способы его определения. Что понимается под общей стекловидностью зерна?

## ***1.2 Характеристика и свойства муки***

Муку классифицируют в зависимости от основных свойств, которые характеризуют ее пищевую и потребительскую ценность и определяются составом и строением образующих муку частиц, а также ее технологическими особенностями.

Вид муки определяется наиболее общими биохимическими свойствами и анатомическими особенностями, характерными для зерна той культуры, из которой она произведена. Вид муки получает наименование в зависимости от культуры использованного зерна.

Тип муки различается в пределах вида и отличается особенностями ее физико-химических свойств и технологических достоинств в зависимости от целевого назначения.

Сорт муки является важной классификационной категорией муки всех видов и типов. Основой для определения сорта муки является количественное соотношение содержащихся в ней тканей зерна. Различия в окраске, составе, строении различных тканей при изменении их количественного соотношения вызывают изменение свойств и состава муки.

Сорт муки устанавливается по совокупности показателей: зольность, крупность помола, органолептические показатели (цвет, вкус, запах). Мука высших сортов представляет собой измельченную внутреннюю часть эндосперма зерна. Мука промежуточных сортов содержит в небольшом количестве оболочечные частицы, а мука низких сортов – значительное количество измельченных оболочек, алейронового слоя и зародыша.

Пшеничная мука в потреблении и производстве занимает первое место среди других видов муки (68% общего объема продукции муко-мольной промышленности). Пшеничную хлебопекарную муку получают из зерна мягкой пшеницы. Пшеничную муку для макаронного производства производят из твердой пшеницы. Тесто из нее обеспечивает получение макаронных изделий стекловидной консистенции, так как она обладает способностью образовывать упруго-пластичное тесто.

Ржаную муку вырабатывают только хлебопекарную, и одной из важных ее особенностей является наличие в составе большого количества водорастворимых веществ, в том числе белков, углеводов, слизей.

Муку прочих видов – кукурузную, ячменную, гречневую, соевую, гороховую, рисовую – вырабатывают в весьма ограниченном

количестве, преимущественно для изготовления местных хлебных изделий и специальных продуктов.

Пищевая ценность муки определяется ее химическим составом и усвояемостью образующих веществ. Химический состав зерна колеблется в довольно широких пределах, особенно по содержанию белков и углеводов, следовательно, и мука из различного зерна будет иметь неодинаковый состав.

## **Лабораторная работа №2. Анализ муки**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества хлебопекарной муки. Освоить методы определения массовой доли влаги, методики определения количества и качества клейковины, белизны муки, зольности, кислотности, сахаробразующей способности, автолитической активности муки.

**Объект исследования.** Мука хлебопекарная.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, прибор ИДК-1, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксиатор, сита, бюретка, 0,1н. раствор щелочи, прибор ВЧ, бумажные пакеты, муфельная печь, фенолфталеин, линейка, фарфоровые ступка с пестиком, колба, стаканчик, водяная баня, рефрактометр РПЛ-2, дистиллированная вода, фильтры, электроды.

### *Общие положения*

Мукой называют продукт, получаемый путем размола зерна злаков. Мука является основным видом сырья в производстве хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий.

Мукомольная промышленность выпускает муку различных видов, типов и сортов. Вид муки определяется родом зерна: пшеница, рожь, ячмень и т.п. Тип муки зависит от ее назначения: хлебопекарная, макаронная, кондитерская и т.д.

Сорт муки зависит от ее химического состава, соотношения в ней составных частей зерна (оболочки, эндосперма, зародыша и др.), цвета и т.п.

По показателям качества мука должна соответствовать требованиям стандарта на данный вид муки.

В муке не допускаются хруст при разжевывании, зараженность вредителями или следы такой зараженности.

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

## **Органолептические показатели**

При органолептической оценке качества муки определяют запах и вкус.

Определение запаха и вкуса. Запах муки обусловлен в основном наличием в ней летучих 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 наличием в муке нежелательных примесей (головни, донника, полыни и др.). Запах может быть связан с хранением или транспортированием муки вместе с неприятно пахнущими веществами.

**Техника определения.** 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 ( $60^{\circ}\text{C}$ ) 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.

## **Физико-химические показатели качества**

При оценке качества муки по физико-химическим показателям в соответствии со стандартом в муке определяют белизну, массовые доли влаги и сырой клейковины и качество клейковины, крупноту помола, массовую долю золы, кислотность и др.

## **Определение белизны муки**

Белизна муки зависит от количества темно-окрашенных частиц оболочек, каротина, растворенного в жире муки, а также от крупноты помола. Чем больше размеры частичек муки, тем больше отбрасываемая ими тень и тем более темный цвет имеет мука. Сущность метода определения белизны заключается в измерении отражательной способности уплотненно-сглаженной поверхности муки с применением фотоэлектрического прибора РЗ-БПЛ.

## **Определение массовой доли влаги методами высушивания**

Существует три основных метода определения влажности путем высушивания:

- 1) метод высушивания до постоянной массы в электрическом сушильном шкафу СЭШ-3М;
- 2) ускоренный метод высушивания в электрическом сушильном шкафу СЭШ-3М;
- 3) экспрессный метод высушивания на приборе ВНИИХП-ВЧ.

### **Метод высушивания до постоянной массы**

Этот метод дает наиболее точные результаты, так как процесс высушивания идет неограниченное время, как при ускоренном способе, и до полного удаления влаги.

**Техника определения.** Навеска муки массой 3–5 г взвешивается на аналитических весах, помещается в заранее высушенную бюксу и высушивается в сушильном шкафу при  $t=100\text{--}105^{\circ}\text{C}$  до тех пор, пока не установится постоянная масса остатка. Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г. Первое взвешивание проводят спустя 4–6 ч от начала сушки, а каждые последующие – через 2 ч. Расхождения между повторными определениями по этому методу лежат в пределах 1% (относительного).

Метод высушивания до постоянной массы трудоемок и длителен, поэтому при контроле производства, когда не требуется большой точности, но необходима быстрота анализа, используются ускоренные методы высушивания при повышенных температурах (130–

160°C), в которых высушивание до постоянной массы заменено высушиванием на протяжении строго обусловленного времени.

### **Ускоренный метод высушивания**

Многие ГОСТы на определение влаги в пищевых продуктах предусматривают ускоренные методы высушивания определенной навески в сушильных шкафах с терморегуляторами. Для каждого продукта в зависимости от физико-химических свойств подобраны свои температура и продолжительность высушивания. Чаще всего высушивание проводят при  $t=130^{\circ}\text{C}$  в течение 40 мин.

Применение ускоренного метода высушивания к объектам с повышенной влажностью, например, хлебу, дает явно заниженные результаты из-за недосушки продукта. Колебание температуры, продолжительность сушки, конструктивные особенности сушильного шкафа, размеры и форма бюксы оказывают при этом методе большое влияние на результаты анализа.

**Техника определения.** В две заранее высушенные и взвешенные на технических весах бюксы, поставленные на снятые с них крышки, отвешивают по 5 г и помещают в сушильный шкаф марки СЭШ-ЗМ, нагретый до  $130^{\circ}\text{C}$ . Снизившуюся при загрузке температуру доводят до  $130^{\circ}\text{C}$  за 10 мин и после этого сушат ровно 40 мин. После 15–20-минутного охлаждения в эксикаторе бюксы взвешивают с точностью до 0,01 г. Влагу, т.е. разность между массами навесок до и после высушивания, отнесенную к массе взятой навески, выражают в процентах. Из двух определений выводят среднюю влажность, которую принимают за влажность образца.

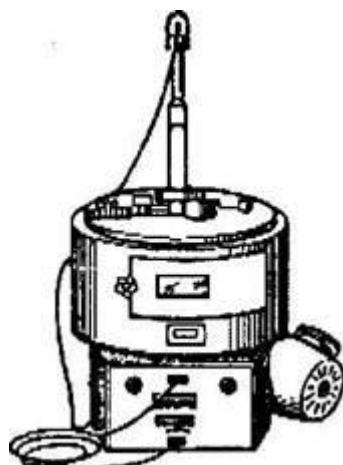


Рисунок 4 – Электрический сушильный шкаф СЭШ-ЗМ

## **Запись в лабораторном журнале**

|   |         |
|---|---------|
| Масса пустой бюксы.....                       | .....г. |
| Масса бюксы с навеской до высушивания.....    | .....г. |
| Масса бюксы с навеской после высушивания..... | .....г. |
| Масса испарившейся влаги .....                | .....г. |
| Влажность .....                               | %.      |
| Заключение.                                   |         |

## **Экспрессный метод высушивания**

Для быстрого высушивания веществ используют прибор ВНИИХП-ВЧ (конструкции Чижовой К.Н.). В основу конструкции прибора положен принцип прогревания обезвоживаемого материала тепловыми лучами, исходящими от темного нагретого тела. Быстрое обезвоживание осуществляется выпариванием влаги из тонкого слоя анализируемого вещества, прогреваемого непосредственно прилегающими к нему с обеих сторон массивными плитами из материала с высокой теплопроводностью и теплоемкостью. Плиты, в свою очередь, нагреваются электрическими элементами.

**Техника определения.** Пакетики из бумаги размером 16\*16 см высушивают при 160°C в течение 3 мин, а затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают. В предварительно просушенный и взвешенный пакетик берут навеску 5 г продукта влажностью выше 20% и 4 г продукта с низкой влажностью, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакетика, и ведут высушивание при  $t=160^{\circ}\text{C}$ .

Длительность высушивания зависит от влажности объекта. Например, муку сушат 3 мин, тесто – 5 мин, прессованные дрожжи – 7 мин, клейковину – 10 мин, хлеб – 3–5 мин в зависимости от подготовки образца.

По истечении времени высушивания пакетики с высушиваемым объектом помещают в эксикатор и охлаждают 2–3 мин, а затем взвешивают.

## **Запись в лабораторном журнале**

|   |         |
|---|---------|
| Масса высушенного пустого пакета .....      | .....г. |
| Масса пакета с навеской до высушивания..... | .....г. |

|  |    |
|--|----|
| Масса пакета с навеской после высушивания..... | г. |
| Масса испарившейся влаги.....                  | г. |
| Влажность.....                                 | %. |
| Заключение.                                    |    |

## Оценка качества муки по содержанию и качеству клейковины

### *Общие положения*

Клейковина – это гидратированный студень (гель), остающийся в руках при отмывании теста из пшеничной муки. Состав клейковины сильно колеблется и зависит как от сортовых и природных свойств пшеницы, из которой получена мука, так и от самой техники получения клейковины: от интенсивности и длительности отмывания клейковины, состава и температуры воды и прочих условий. В среднем клейковина состоит из следующих компонентов (в процентах на сухие вещества клейковины):

- белковые вещества – 80–85;
- жир – 2–4;
- минеральные соли – 1–2;
- клетчатка – 1–2;
- углеводы (кроме клетчатки) – 7–9.

Из ржаной муки клейковину можно получить только при использовании особой методики.

От содержания клейковины в муке, а также ее упругости и растяжимости зависят хлебопекарные свойства пшеничной муки. Поэтому необходимо оценивать количество и качество клейковины, содержащейся в муке. При этом, согласно Правилам организации и ведения технологического процесса на мельницах, количество клейковины должно быть: в муке высшего сорта – не менее 28%, первого сорта – не менее 30%, второго сорта – не менее 25%, в обойной муке – не менее 20%. По качеству клейковина должна быть не ниже 2 группы.

**Порядок выполнения работы.** Навеску муки 25 г, взятую на технических весах с точностью до 0,01 г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 13 мл водопроводной воды с  $t=18-20^{\circ}\text{C}$  и замешивают шпателем тесто до его однородности. По окончании замеса полученное тесто хорошо проминают руками и скатанное в виде шара кладут в чашку, прикрывают стеклом (для предотвращения завет-

ривания) и оставляют его на 20 мин в покое при  $t=18-20^{\circ}\text{C}$ . После этого отмывают клейковину под слабой струей воды над капроновым или шелковым ситом № 38–43. При этом во избежание потерь тщательно собирают оторвавшиеся кусочки клейковины и присоединяют их к общей массе. Отмывание клейковины ведут до тех пор, пока не будет отмыт крахмал.

Для установления полноты отмывания клейковины применяют следующие способы:

а) к капле воды, выжатой из отмытой клейковины, добавляют каплю раствора йода в йодистом калии – 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 хорошо отжимают от воды руками, пока она не начнет прилипать к ним, и взвешивают с точностью до 0,01 г. Затем ее повторно промывают в течение 5 мин под струей воды, отжимают и вновь взвешивают. Промывание заканчивают, когда разница между взвешиваниями будет менее 0,1 г. Полученное количество клейковины выражают в процентах к муке.

Норма допустимого отклонения при контрольных и арбитражных определениях количества клейковины  $\pm 2\%$ .

Отмытую клейковину оценивают органолептически по цвету и физическим свойствам. Цвет клейковины хорошей в хлебопекарном отношении муки должен быть светлым или светло-желтым. Темная клейковина обычно отмывается из муки неудовлетворительной в хлебопекарном отношении.

О физических свойствах судят по растяжимости и эластичности клейковины, которые определяют после определения ее цвета. Для этого из отжатой клейковины берут на технических весах навеску массой 4 г. Отвешенный кусочек клейковины обминают пальцами 3–4 раза и формуют шарик, который помещают в чашку с водой с  $t=18-20^{\circ}\text{C}$  на 15 мин, после чего устанавливают растяжимость и эластичность.

Под растяжимостью клейковины понимают свойство ее растягиваться в длину. Для определения растяжимости клейковину берут тремя пальцами обеих рук и над линейкой с миллиметровыми делениями равномерно растягивают до разрыва так, чтобы все растягивание продолжалось 10 с. При растягивании не допускается подкручивание

вание клейковины. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. По растяжимости клейковина характеризуется следующим образом: короткая (при растяжимости до 10 см), средняя (от 10 до 20 см) и длинная (свыше 20 см).

Эластичностью клейковины называется свойство ее восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Об эластичности клейковины можно судить по ее поведению при определении растяжимости, кроме того, устанавливают эластичность отдельных кусочков клейковины, оставшихся после определения растяжимости. Кусочек клейковины тремя пальцами обеих рук растягивают над линейкой с миллиметровыми делениями примерно на 2 см и отпускают или кусочек клейковины сдавливают между большим и указательным пальцами. По степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы кусочка клейковины судят об ее эластичности. Клейковина хорошей эластичности полностью или почти полностью восстанавливает свою форму. Клейковина неудовлетворительной эластичности совсем не восстанавливает форму, удовлетворительной эластичности занимает промежуточное положение между хорошей и неудовлетворительной эластичностью.

Эластичные свойства клейковины из муки нормального качества находятся в обратной зависимости от ее растяжимости; чем более растяжима клейковина, тем она менее эластична. Поэтому производственные лаборатории хлебозаводов дают качественную оценку клейковине не по эластичности, а по растяжимости.

Слабая клейковина или тотчас же после ее отмывания, или даже при отмывании образует сплошной липкий комочек с большой растяжимостью. Сильная клейковина тотчас после отмывания обычно образует плохо слипающиеся дольки или сплошной упругий комочек губчатого строения.

В зависимости от эластичности и растяжимости клейковину подразделяют по стандарту на 3 группы:

1-я группа – клейковина с хорошей эластичностью, по растяжимости – длинная или средняя;

2-я группа – клейковина с хорошей эластичностью, по растяжимости – короткая, а также с удовлетворительной эластичностью, по растяжимости – короткая, средняя или длинная;

3-я группа – клейковина малоэластичная, сильно тянущаяся, провисающая при растягивании, разрывающаяся под действием собственной массы, плывущая, а также неэластичная, крошащаяся.

При заполнении качественных удостоверений на отпускаемую муку клейковина 1-й группы характеризуется как «хорошая», 2-й группы – «удовлетворительная». При пониженном качестве клейковины (3-я группа) указывается соответствующий признак «неэластичная», «крошащаяся» и т.д.

Кроме того, для качественной характеристики широко используют лабораторный прибор ИДК-1 (рис. 5), позволяющий получить более объективные показатели. При его использовании из отмытой клейковины выделяют навеску массой 4 г и кладут его в воду для отлежки на 15 мин при  $t=18-20^{\circ}\text{C}$ .



Рисунок 5 – Лабораторный прибор ИДК-1

По истечении этого времени шарик клейковины помещают в центр столика прибора, нажимают кнопку «Пуск» и держат ее в нажатом состоянии в течение 2–3 с, а груз свободно опускается на клейковину. Через 30 с перемещение груза автоматически прекращается, зажигается лампочка «Отсчет». На шкале прибора стрелка показывает величину, характеризующую упругие свойства клейковины в условных единицах. Затем нажимают кнопку «Тормоз» и поднимают пуансон в верхнее положение, снимают с опорного столика образец клейковины и вытирают мягкой сухой тканью диски пуансона и опорного столика. По таблице 3 определяют группу качества клейковины.

Таблица 3 – Качество клейковины в условных единицах прибора ИДК-1

| Показание прибора, усл. ед. | Группа качества клейковины | Характеристика клейковины    |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0–15                        | 3-я                        | Очень сильная                |
| 20–60                       | 2-я                        | Сильная                      |
| 65–80                       | 1-я                        | Средняя                      |
| 85–100                      | 2-я                        | Удовлетворительная, слабая   |
| 105–120                     | 3-я                        | Неудовлетворительная, слабая |

Результаты количественно-качественной оценки клейковины муки занести в таблицу.

| Сорт муки | Количество клейковины, процент | Цвет | Растяжимость | Эластичность | Группа по стандарту | Единицы прибора ИДК-1 |
|-----------|--------------------------------|------|--------------|--------------|---------------------|-----------------------|
|           |                                |      |              |              |                     |                       |
|           |                                |      |              |              |                     |                       |

### Определение зольности муки

Зольность муки имеет большое значение при оценке ее качества и контроле технологического процесса помола.

Главными минеральными элементами муки являются калий и фосфор. Около 60% золы пшеничной муки составляет оксид фосфора (V) ( $P_2O_5$ ) и примерно 30% – оксид калия ( $K_2O$ ). В золе муки содержатся также сера, магний, хлор, кальций, натрий и др. Из микроэлементов зола муки содержит железо, цинк, марганец, медь и др. Зола, получающаяся при сжигании муки, образуется в основном не из неорганических веществ муки, а из органических соединений, в состав которых входят те или иные элементы. Так, оксид фосфора (V), составляющий основную часть золы, образуется главным образом из нуклеопротеидов, фосфолипидов и фитина (кальций-магниевая соль инозитфосфорной кислоты). Оксид серы (VI) ( $SO_3$ ) образуется в результате сгорания белков муки, в состав которых входят серосодержащие аминокислоты.

Зольность муки является основным показателем ее сорта. Это связано с тем, что зольность отдельных анатомических частей зерна неодинакова. Наиболее высока зольность оболочек и алейронового слоя, несколько меньше – зародышей и самая низкая – эндосперма. Чем ниже сорт муки, тем больше в ней частиц оболочек, имеющих высокую зольность, тем выше зольность муки. Мука высшего сорта, представляющая собой чистый эндосперм, имеет невысокую зольность.

Стандарт предусматривает, что мука определенного сорта должна иметь массовую долю золы не выше установленного процента: для муки пшеничной высшего сорта – не более 0,55%, I сорта – не более 0,75%, II сорта – не более 1,25%. Массовая доля золы в ржаной сеянной

муке должна составлять 0,75 %, для обтирной – 1,451%, для обойной – 2%, но не менее чем на 0,07% ниже, чем в зерне до очистки.

Определение массовой доли золы муки осуществляют одним из трех методов: без применения ускорителя – основной (арбитражный) метод и озоление с ускорителями – азотной кислотой или спиртовым раствором ацетата магния.

**Техника определения.** Предварительно выделенную из среднего образца навеску муки массой 20–30 г переносят на стеклянную пластинку размером 20\*20 см и при помощи двух плоских совочков смешивают, распределяя ровным слоем, и прикрывают другим стеклом такого же размера, чтобы слой получился не толще 3–4 мм. Удалив верхнее стекло, берут из разных мест муку (не менее чем из 10) совочком в количестве 1,5–2,0 г и помещают в заранее прокаленные до постоянной массы и взвешенные с погрешностью  $\pm 0,0002$  г тигли. Тигель с мукой взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г и вносят в него пипеткой 3 см<sup>3</sup> ускорителя спиртового раствора ацетата магния (1,61 г ацетата магния растворяют в 100 см<sup>3</sup> этилового 96%-го спирта, вносят 1–2 кристалла йода и фильтруют через бумажный фильтр). Тигель оставляют на 1–2 мин для того чтобы вся навеска пропиталась ускорителем, помещают на металлическую или фарфоровую подставку в вытяжном шкафу, а затем содержимое тигля поджигают горящей ватой, надетой на металлический стержень и предварительно смоченной спиртом. После окончания выгорания спирта тигли переносят на откинутую дверцу муфеля, нагревшего до 600–900°C (ярко-красное горение) и после прекращения горения постепенно задвигают в глубь муфеля. Прокаливание ведут около 1 ч до полного исчезновения черных частиц. Продолжительность озоления в присутствии ацетата магния существенно сокращается вследствие того, что образующийся оксид магния имеет пористую структуру, которая сдерживает уплотнение продукта при сжигании и облегчает проникновение кислорода, необходимого для горения. После окончания озоления тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г и делают расчет. При расчете нужно учесть, что масса золы становится больше на величину массы золы ускорителя (MgO). Поэтому из массы золы нужно вычесть массу золы ускорителя. Массу золы ускорителя определяют заранее, для чего в два прокаленных до постоянной массы и взвешенных с погрешностью  $\pm 0,0002$  г тигля вносят по 3 см<sup>3</sup> ускорителя, поджигают и после сгорания спирта тигли ставят в муфельную печь и прокаливают 20 мин. После охлажде-

ния в эксикаторе их взвешивают и находят массу золы ускорителя. Среднее арифметическое двух определений используют затем при расчете результата анализа.

Для пересчета на сухие вещества определяют массовую долю влаги по ГОСТ 9404-60.

Массовую долю золы в пересчете на сухие вещества З с точностью 0,01% рассчитывают по формуле

$$Z = [(m_1 - m_0 - m_y) \cdot 100 \cdot 100] / (m - m_0) \cdot (100 - W),$$

где  $m_1$  – масса тигля с золой, г;

$m_0$  – масса пустого тигля, г;

$m_y$  – масса золы ускорителя, г;

$m$  – масса тигля с мукой, г;

$W$  – массовая доля влаги в муке, процент.

### Запись в лабораторном журнале

|  |    |
|--|----|
| Масса тигля ( $m_0$ ).....                 | Г. |
| Масса тигля с мукой ( $m$ ).....           | Г. |
| Масса муки ( $m - m_0$ ).....              | Г. |
| Масса тигля с золой ( $m_1$ ).....         | Г. |
| Масса золы ускорителя ( $m_y$ ).....       | Г. |
| Масса золы муки ( $m_1 - m_0 - m_y$ )..... | Г. |
| Массовая доля влаги в муке ( $W$ ).....    | %. |
| Массовая доля золы (З).....                | %. |
| Заключение.                                |    |

### Определение кислотности муки

Кислотность муки – важный показатель качества муки, свидетельствующий о ее свежести.

Кислотность муки обусловлена присутствием белков, имеющих кислую реакцию, наличием свободных жирных кислот и различных соединений фосфорной кислоты. Кроме того, в муке в небольшом количестве содержатся такие органические кислоты, как яблочная, уксусная, молочная и др.

При хранении муки кислотность ее повышается, что связано в первую очередь с гидролитическими процессами, происходящими с

высокомолекулярными соединениями муки. Так, содержащиеся в муке жиры расщепляются под действием фермента липазы на свободные жирные кислоты и глицерин, под действием протеолитических ферментов идет гидролиз белков с образованием аминокислот, а при распаде фосфатидов образуются кислые фосфаты. Хранение муки при повышенной температуре и влажности приводит к ускорению этих процессов из-за роста активности ферментов муки. Кроме того, неблагоприятные условия хранения муки активизируют жизнедеятельность бактерий, за счет чего в муке возрастает количество органических кислот.

Мука, полученная из проросшего, морозобойного, самосогревавшегося зерна, имеет более высокую кислотность.

Таким образом, мука с высокой кислотностью хранилась длительное время, или в неблагоприятных условиях, или получена из зерна с пониженными хлебопекарными свойствами. Такая мука должна тщательно контролироваться по органолептическим показателям, особенно вкусу.

Различают титруемую кислотность (общую) и активную ( $\text{pH}$ ). Титруемая кислотность характеризует общее количество свободных кислот и кислых солей. Ее принято выражать в градусах. Под градусом кислотности понимают количество 1 н. раствора гидроксида натрия, требующееся для нейтрализации кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г муки.

Определение титруемой кислотности по болтушке (водно-мучной суспензии). Кроме того, существуют и другие методы определения титруемой кислотности: титрование водного экстракта из муки (вытяжки), титрование спиртового или водно-спиртового экстракта из муки. Во всех методах в качестве индикатора используется фенолфталеин. Если полученная вытяжка имеет темный цвет, затрудняющий фиксацию конца реакции, можно применять метод потенциометрического титрования.

При определении кислотности по болтушке оттитровывают все кислореагирующие соединения, но результаты получают несколько завышенными, так как вследствие адсорбционной способности крахмала и белка последние связывают некоторое количество гидроксида натрия. Определение кислотности по водному экстракту дает заниженные результаты, так как жирные кислоты не растворимы в воде, остаются на фильтре и не участвуют в реакции нейтрализации.

Располагая величинами кислотности муки, определенными этими двумя способами, можно косвенно судить о доле свободных жирных кислот в общем количестве кислореагирующих соединений.

При экстрагировании муки спиртом в экстракт не переходят фосфаты, поэтому, сравнивая результаты титрования водно-мучной суспензии и спиртового экстракта, можно судить о доле кислых фосфатов.

Наиболее точные результаты о содержании кислореагирующих соединений муки дает метод титрования водно-спиртового экстракта, в котором оттитровывают как растворимые в воде, так и растворимые в спирте вещества кислой природы. Кроме того, в этом методе исключена адсорбция гидроксида натрия частицами муки.

### **Определение титруемой кислотности муки по болтушке**

**Техника определения.** Из испытуемой 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.

Если исходная болтушка интенсивно окрашена, для сравнения готовят другую болтушку из испытуемой пробы муки и при титровании постоянно сравнивают получаемый оттенок с начальным цветом болтушки.

Кислотность муки  $X$  в градусах кислотности вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot 100K}{m \cdot 10} ,$$

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. раствора 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 град. кислотности.

### **Запись в лабораторном журнале**

|  |                   |
|--|-------------------|
| Масса навески муки (m).....  | г.                |
| Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованного на 5 г. муки (V).....  | см <sup>3</sup> . |
| Количество 1 н. раствора NaOH, израсходованного на 5 г. муки (V/10)..... | см <sup>3</sup> . |
| Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствора NaOH (K).....                  |                   |
| Кислотность муки (X).....  | град.             |
| Заключение.  |                   |

### **Определение титруемой кислотности муки по водному экстракту (по водной вытяжке)**

**Техника определения.** Взвешивают с погрешностью не более 0,01 г навеску муки массой 25 г и помещают ее в коническую колбу или банку вместимостью 300–500 см<sup>3</sup>, приливают мерной колбой 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно размешивают и оставляют на 2 ч для диффузии экстрактивных веществ. Затем фильтруют в сухую колбу, возвращая первые порции фильтрата на фильтр. Из полученного фильтрата отбирают пипеткой 25 см<sup>3</sup> в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют 3–4 капли 1%-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия. Рассчитывают кислотность по среднему арифметическому двух определений.

## **Запись в лабораторном журнале**

Масса навески муки .....г.  
Количество воды, взятое для раствора.....см<sup>3</sup>.  
Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованного  
на 25 см<sup>3</sup> фильтрата (Vi).....см<sup>3</sup>.  
$$a = \frac{m \cdot 25}{V}$$
  
Масса муки, соответствующая 25 см<sup>3</sup> фильтрата .....г.  
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствора NaOH (K)  
$$x = \frac{V_1 \cdot 100K}{10a}$$
  
Кислотность муки .....град.  
Заключение.

Показатель кислотности не регламентируется соответствующими стандартами, поэтому пользуются ориентировочными данными. Кислотность муки зависит также от ее сорта. При одинаковой длительности и условиях хранения титруемая кислотность при снижении сортности муки повышается. Так, показатель титруемой кислотности по болтушке не должен превышать для пшеничной муки высшего сорта 3°, для муки I и II сортов – 3,5; 4,5°, для ржаной сеянной муки – 4°, для обдирной – 5°, обойной – 5,5°.

## **Определение активной кислотности муки**

В технологии хлебопечения важную роль играют биохимические процессы, скорость которых зависит от активной или истинной кислотности (рН). Кроме того, от концентрации водородных ионов зависит изменение свойств белковых веществ – их набухание, растяжимость, эластичность и др.

Как правило, мука имеет активную кислотность 5,9–6,2. Такой узкий предел изменения рН муки связан с большой буферной способностью белковых веществ и фосфатов.

Для определения рН существуют различные методы, основанные на электрометрических и колориметрических принципах. Существующие в настоящее время потенциометры, рН-метры позволяют определять рН достаточно быстро и точно (с погрешностью до 0,01).

Из колориметрических методов удобны для пользования методы с индикаторными бумажками или набором индикаторных карандашей. Эти методы используются в тех случаях, когда погрешность определения pH допускается до 0,1–0,2 и при ориентировочных определениях.

Для точных измерений pH используют потенциометрические методы, основанные на определении потенциала между водородным электродом и жидкостью, имеющей водородные ионы. Между ними возникает скачок потенциала, зависящий от концентрации водородных ионов. Потенциал электрода определяют с помощью другого электрода, имеющего постоянный потенциал, измерением электродвижущей силы, возникающей между этими электродами с помощью потенциометра.

**Техника определения.** Для получения вытяжки берут навеску муки массой 10 г с погрешностью не более 0,01 г, добавляют 100 см<sup>3</sup> горячей дистиллированной воды и нагревают до кипения для инактивации ферментов. Настаивают в течение часа, перемешивают, дают отстояться и набирают надосадочную жидкость пипеткой с обрезанным и оплавленным кончиком, в который вставлен плотный тампон, через который осуществляется фильтрация. Для определения отбирают от 2–3 до 20–30 см<sup>3</sup> фильтрата, помещают в пробирку с коническим дном или стаканчик вместимостью 50 см<sup>3</sup> и измеряют на приборе pH-121 или др. Установленный и заземленный прибор включают в сеть, прогревают в течение 25 мин и проверяют по стандартному буферному раствору. Электроды перед погружением в буферный или исследуемый раствор промывают дистиллированной водой и протирают фильтровальной бумагой. После проверки pH-метра измеряют pH исследуемого фильтрата.

### **Определение автолитической активности муки**

Для определения хлебопекарных свойств ржаной муки и распознавания муки, полученной из зерна с пониженными хлебопекарными свойствами, определяют автолитическую активность муки.

Автолитическая активность («авто» – само, «лизис» – растворение) – это способность муки образовывать при прогреве водно-мучной суспензии определенное количество водорастворимых веществ. Выражают автолитическую активность количеством водорас-

творимых веществ в процентах на сухие вещества. Эта величина характеризует доброкачественность муки.

Переход сухих веществ в водорастворимое состояние связан с действием ферментов муки на высокомолекулярные соединения, в результате чего образуются легко растворимые в воде вещества. Скорость этих процессов зависит как от активности ферментов, так и от податливости (атакуемости) высокомолекулярных соединений (в первую очередь крахмала и белка). Основную массу водорастворимых веществ составляют сахара, декстрины, аминокислоты, водорастворимые белки, глицерин, кислые фосфаты и др., образовавшиеся в результате действия ферментов. Часть водорастворимых веществ (собственные) переходит в муку из зерна.

Чем выше активность ферментов муки, тем выше автолитическая активность. Поэтому для выявления дефектной муки с высокой активностью ферментов используют определение автолитической активности.

Чем ниже сорт муки, тем больше в ней содержится ферментов и тем выше ее автолитическая активность.

В пшеничной муке высшего, I и II сортов нормального качества должно содержаться не более 20–30% водорастворимых веществ (в пересчете на сухие вещества).

Более высокая автолитическая активность пшеничной муки свидетельствует о повышенной активности ферментов, в особенности  $\alpha$ -амилазы. Чаще всего такую муку получают из проросшего или морозобойного зерна. Присутствующая в таком зерне и муке, полученной из него,  $\alpha$ -амилаза способна в ходе технологического процесса гидролизовать крахмал до декстринов с высокой скоростью, что приводит к получению хлеба с липким заминающимся мякишем вследствие пониженной способности декстринов связывать воду. Распознавание такой муки – важная задача технологического контроля.

Ржаная мука имеет существенные отличия от пшеничной по химическому и биохимическому составу. В ржаной муке выше активность амилолитических ферментов. Даже в муке из нормального зерна ржи всегда присутствует не только  $\beta$ -амилаза, но и  $\alpha$ -амилаза. Крахмал ржи легче расщепляется амилазами и имеет более низкую температуру клейстеризации. В ржаной муке содержится значительно больше собственных водорастворимых веществ (сахаров, белков и др.). Все это обуславливает более высокую автолитическую активность ржаной муки и важность этого показателя для оценки хлебопе-

карных свойств ржаной муки. Для правильного установления технологического режима приготовления ржаных сортов хлеба в зависимости от автолитической активности муки приняты следующие ориентировочные нормы содержания водорастворимых веществ, в процентах на сухие вещества, не более:

- ржаная обойная – 55;
- ржаная обдирная, сяная – 50.

При переработке ржаной муки с автолитической активностью выше 55% для предотвращения появления дефектов в хлебе, обусловленных присутствием активной  $\alpha$ -амилазы, рекомендуется применять способы тестоведения, обеспечивающие более высокую кислотность теста с укороченным брожением и расстойкой.

Определение автолитической активности муки проводится путем постепенного прогрева водно-мучной суспензии с последующим измерением количества образовавшихся водорастворимых веществ на рефрактометре.

Этот метод прост в исполнении, не требует сложной аппаратуры, но условен, так как режимы прогрева оказывают большое влияние на результат определения. В процессе прогрева активность ферментов постепенно возрастает, достигает максимума при определенной температуре (оптимальной для данного фермента), потом снижается, а затем происходит инактивация ферментов. Чтобы во всех пробах интенсивность и скорость прогрева были одинаковыми, ГОСТ строго регламентирует размеры и материал посуды, в которой проводится определение, размеры водяной бани, глубину погружения проб в гнезда бани, длительность прогрева и другие условия.

Для анализа используются только фарфоровые стаканчики вместимостью 50 см<sup>3</sup>, высотой около 7 см, диаметром примерно 3,5 см и массой 30–40 г. Рекомендуется использовать стеклянную палочку длиной 10 см и диаметром около 0,5 см. Водяная баня должна быть с электрическим обогревом, диаметром около 18 см и высотой 8–10 см, иметь крышку с шестью гнездами, размер отверстий которых должен соответствовать диаметру стаканчиков. Уровень жидкости в погруженных в баню стаканчиках должен быть на 0,75–3 см ниже уровня воды в бане. Расстояние между дном бани и стаканчиками должно быть 2–3 см.

**Техника определения.** Взвешивают стаканчик вместе со стеклянной палочкой, остающейся в нем в течение всего определе-

ния. Затем в стаканчик отвешивают 1 г анализируемой муки. Все взвешивания осуществляют с погрешностью не более 0,01 г.

Приливают пипеткой 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и тщательно перемешивают палочкой. После этого все анализируемые пробы одновременно погружают в кипящую водяную баню. При числе проб меньше шести в свободные гнезда погружают стаканчики с 10 см<sup>3</sup> воды. Прогревают в течение 15 мин, причем в первые 1–2 мин содержимое стаканчиков перемешивают палочкой для равномерной клерстерилизации крахмала. Помешивание ведут одновременно в двух стаканчиках. Затем стаканчики накрывают едкой большой стеклянной воронкой или каждый стаканчик отдельной воронкой для уменьшения испарения воды. После 15 мин прогревания одновременно все стаканчики (вместе с крышкой) вынимаются из бани и к содержимому каждого стаканчика немедленно приливают по 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, энергично перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Затем массу содержимого стаканчиков доводят на весах до 30 г (с погрешностью не более 0,01 г), добавляя дистиллированную воду из пипетки, тщательно перемешивают палочкой до появления пены и фильтруют через складчатый фильтр диаметром около 8 см из среднефильтрующей бумаги. Из-за высокой вязкости автолизата рекомендуется сливать только слой жидкости, а осадок не переносить на фильтр. Первые две капли фильтрата отбрасывают, а последующие 2–3 капли наносят на призму прецизионного рефрактометра марки РПЛ-2. Измеряют согласно инструкции, прилагаемой к прибору.

Вычисления проводят с точностью до первого десятичного знака. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 3%.

### Запись в лабораторном журнале

|   |              |
|---|--------------|
| Показания рефрактометра при °С .....  | ед. прибора. |
| Поправка на температуру .....   | ед. прибора. |
| Показания рефрактометра при 20°C .....  | ед. прибора. |
| Массовая доля водорастворимых веществ в фильтрате.....%   |              |
| Массовая доля водорастворимых веществ в 100 г муки.....%  |              |
| Массовая доля сухих веществ в муке (100–W) .....  | %.           |
| Массовая доля водорастворимых веществ в муке<br>в пересчете на сухие вещества $\left( \frac{B \cdot 30 \cdot 100}{100 - W} \right)$ ..... | %.           |
| Заключение.   |              |

## Определение сахарабобразующей способности муки

Сахарабобразующая способность муки косвенно характеризует одно из основных хлебопекарных свойств пшеничной муки – способность теста из муки, воды и дрожжей образовывать определенное количество диоксида углерода. От газообразующей способности зависят интенсивность брожения теста, ход расстойки и качество готового хлеба (пористость мякиша, окраска корки, вкус, аромат и объем изделия).

Газообразующая способность обусловлена интенсивностью спиртового брожения, вызываемого дрожжами. Под действием комплекса ферментов дрожжевой клетки гексозы разлагаются с образованием диоксида углерода и этилового спирта по следующему уравнению



Скорость спиртового брожения зависит от наличия в муке и тесте сбраживаемых сахаров, если остальные условия одинаковые (качество и количество дрожжей, температура и т.д.). В пшеничной муке содержится от 0,7 до 1,8% сахаров, главным образом сахарозы, которая в тесте быстро расщепляется (инвертируется) выделяемым дрожжами ферментом  $\beta$ -фрукто-фуранозидазой (инвертазой). Образующаяся смесь глюкозы и фруктозы легко сбраживается дрожжами. Однако того количества сахара, которое содержится в муке, недостаточно для длительного брожения. Как правило, расход сахаров на брожение теста составляет 1,5–3% массы муки. Кроме того, присутствие сахара необходимо для нормального протекания в процессе выпечки реакции меланоидинообразования, в результате которой формируются приятный вкус, запах и окраска корки хлеба. Для оптимального протекания процессов, происходящих при выпечке хлеба с участием сахаров, требуется наличие в тесте перед выпечкой 2–3% сахаров от массы муки.

Таким образом, для получения пшеничного хлеба высокого качества необходимо, чтобы в тесте содержалось около 5–5,5% сахара.

Собственные сахара муки (перешедшие из зерна) сбраживаются дрожжами в первые часы брожения теста. На следующих этапах брожения дрожжи начинают сбраживать мальтозу, образующуюся из крахмала муки под действием амилаз. Способность муки образовывать при определенных условиях мальтозу и называется сахарабобразующей способностью муки. Она зависит от активности амилолитических ферментов, их вида и атакуемости крахмала муки.

В муке из нормальной пшеницы находится только один амилолитический фермент –  $\beta$ -амилаза, который, действуя на крахмал, образует мальтозу.

В пшеничной муке из проросшего зерна и ржаной муке наряду с  $\beta$ -амилазой присутствует  $\alpha$ -амилаза, расщепляющая крахмал с образованием декстринов и небольшого количества мальтозы.

Эти два фермента отличаются не только характером действия на крахмал, но и по своим свойствам.  $\beta$ -амилаза кислотоустойчива, а  $\alpha$ -амилаза в кислой среде быстро теряет свою активность;  $\beta$ -амилаза – термолабильна, а  $\alpha$ -амилаза термостабильна и может действовать во время выпечки хлеба.

Содержащейся в муке  $\beta$ -амилазы достаточно для высокой степени осахаривания крахмала, но действие фермента лимитируется состоянием крахмала. На нативный крахмал  $\beta$ -амилаза действует с трудом. Чем меньше размер зерен крахмала и выше степень их механического разрушения, тем выше атакуемость крахмала  $\beta$ -амилазой. С наибольшей скоростью осахаривается клейстеризованный крахмал. В присутствии  $\alpha$ -амилазы скорость осахаривания крахмала  $\alpha$ -амилазой резко возрастает, так как образующиеся под действием  $\alpha$ -амилазы декстрины расщепляются  $\beta$ -амилазой с высокой скоростью.

При переработке муки с низкой сахараобразующей способностью брожение теста идет медленно, готовые изделия имеют бледную корку, низкий объем и пористость. Такую муку называют «крепкой на жар». Для улучшения качества готовых изделий из такой муки используют улучшители, содержащие активные амилолитические ферменты (солод, ферментные препараты из плесневых грибов и бактерий), или повышают атакуемость крахмала путем заваривания части муки, что способствует частичной клейстеризации крахмала. Увеличить сахараобразующую способность муки можно также путем интенсивного измельчения муки при помоле, что приводит к нарушению структуры крахмальных зерен и повышению его атакуемости.

Изделия из муки с повышенной сахараобразующей способностью («слабой на жар») имеют темноокрашенную корку, сильно заминающийся мякиш, как бы непропеченный. Это обусловлено присутствием в такой муке  $\alpha$ -амилазы и накоплением в результате ее действия большого количества декстринов, особенно в период выпечки хлеба, когда в результате клейстеризации крахмала резко повышается его атакуемость, а  $\alpha$ -амилаза вследствие высокой термостабильности достаточно активна. Улучшить качество изделий из такой муки возможно путем повышения кислотности теста, что способствует сни-

жению активности  $\alpha$ -амилазы. С этой целью в тесто добавляют молочную кислоту, молочную сыворотку или полуфабрикаты, заквашенные молочнокислыми бактериями.

**Определение сахарабобразующей способности муки по количеству миллиграммов мальтозы, образующейся из 10 г муки за 1 ч настаивания с 50 см<sup>3</sup> воды при температуре 27 °C.**

**Техника определения.** 10 г муки, взвешенные с погрешностью не более 0,05 г, количественно переносят в сухую мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Колбу с навеской помещают на водяную баню или термостат температурой 27°C на 15 мин для прогревания. Затем в колбу добавляют пипеткой 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды температурой 27°C, быстро и тщательно перемешивают до однородного состояния (без комков) и термостатируют при той же температуре в течение 1 ч, взбалтывая смесь каждые 15 мин. В этот период происходит гидролиз крахмала муки под действием собственных амилолитических ферментов.

По истечении 1 ч проводят инактивацию ферментов, добавляя в колбу цилиндром 15 см<sup>3</sup> 15%-го ZnSO<sub>4</sub> и 15 см<sup>3</sup> 1 н. раствора NaOH, непрерывно размешивая смесь. Затем доводят водой до метки, перемешивают в течение 3 мин, отстаивают 3–5 мин и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

В прозрачном фильтрате определяют количество образовавшегося сахара, для чего могут быть использованы различные методы.

### **Определение йодометрическим полумикрометодом**

Это один из рекомендуемых методов, сущность которого та же, что и в методе Шорля.

**Техника определения.** В коническую колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> отмеривают пипеткой 3 см<sup>3</sup> полученного фильтрата, 1 см<sup>3</sup> 6,9%-го раствора CuSO<sub>4</sub>, 1 см<sup>3</sup> щелочного раствора калия-натрия виннокислого (346 г калия-натрия виннокислого 100 г NaOH в 1 дм<sup>3</sup> раствора). Колбу помещают на электроплитку, доводят в течение 3 мин до кипения, кипятят 2 мин с момента закипания и охлаждают. Затем в колбу добавляют 1 см<sup>3</sup> 30%-го йодида калия и 1 см<sup>3</sup> 25%-го раствора серной кислоты и титруют выделившийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата натрия (из микробюретки) до светло-желтого окрашивания. Затем добавляют 3–4 капли 1%-го раствора растворимого крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски. В тех же условиях проводят контрольный опыт, используя вместо фильтрата 3

$\text{см}^3$  дистиллированной воды. Разность результатов титрования, полученных в контрольном опыте и при определении сахара в фильтрате, умноженная на поправку к титру тиосульфата натрия, показывает количество восстановленной сахаром меди, выраженное в  $\text{см}^3$  0,1 н. раствора тиосульфата натрия (М).

Данный метод дает требуемую точность при разности результатов титрования в контрольном и основном определениях в пределах 0,7–1,2  $\text{см}^3$  0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Поэтому при высоком содержании сахара в фильтрате его берут в объеме 1 или 2  $\text{см}^3$ , добавляя до 3  $\text{см}^3$  соответствующее количество дистиллированной воды.

Количество сахара во взятом фильтрате вычисляют путем умножения М на фактор пересчета ( $\Phi$ ) для данного сахара, установленный экспериментально: для глюкозы – 3,3; фруктозы – 3,7; сахарозы – 3,4; мальтозы – 5,4. Пересчет делают на 10 г муки.

Для установления истинной сахаробразующей способности следует из полученной величины вычесть содержание собственных сахаров муки, перешедших в нее при помоле зерна. Такая поправка необходима при анализе муки из проросшего зерна, в остальных случаях определение ее нецелесообразно ввиду незначительной величины такой поправки.

Содержание собственных сахаров определяют следующим образом: 10 г муки нагревают в колбе вместимостью 100  $\text{см}^3$  с 20  $\text{см}^3$  96%-го этилового спирта на водяной бане при 78°C в течение 10 мин, затем доводят температуру до 100°C, выпаривают спирт и ведут определение как в основном опыте.

Сахаробразующая способность доброкачественной муки I и II сортов составляет 210–280 ед.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , эквивалентное всей двухвалентной меди, взятой на определение

(контрольный опыт) (V) .....  $\text{см}^3$ .

Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , эквивалентное остатку двухвалентной меди после взаимодействия

с сахаром (Vi) .....  $\text{см}^3$ .

Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , эквивалентное восстановленной сахаром двухвалентной меди (M) .....  $\text{см}^3$ .

Фактор пересчета ( $\Phi$ ) .....  $\text{см}^3$ .

Содержание мальтозы в 3  $\text{см}^3$  вытяжки (M $\Phi$ ) ..... мг.

Сахаробразующая способность муки  $\left(\frac{M\Phi \cdot 100}{3}\right)$  ..... ед.

Заключение.

Таблица 4 – Основные показатели качества муки (характеристики и нормы для сортов муки)

| Вид и сорт муки                              | Зольность, не более | Крупность помола                  |                   | Содержание сырой клейковины, процент не менее |
|--|---------------------|-----------------------------------|-------------------|---|
|  |                     | остаток на сите, процент не более | проход через сито |   |
| <b>Пшеничная хлебопекарная крупчатка</b>     | 0,60                | 23/2                              | 35/1 не более     | 30,0  |
| высший                                       | 0,55                | 43/5                              | –                 | 28,0  |
| первый                                       | 0,75                | 35/2                              | 43/80 не менее    | 30,0  |
| второй                                       | 1,25                | 27/2                              | 38/65 не менее    | 25,0  |
| обойная                                      | *                   | 067/2                             | –                 | 20,0  |
| <b>Пшеничная высший</b>                      | 0,55                | 43/5                              | –                 | 23–27   |
| первый                                       | 0,75                | 35/2                              | 43/80 не менее    | 23–29   |
| второй                                       | 1,25                | 27/2                              | 38/65 не менее    | 20–24   |
| обойная                                      | *                   | 067/2                             | 38/35 не менее    | 13–19   |
| <b>Пшеничная хлебопекарная подольская</b>    | 1,0                 | 27/2                              | 43/60 не менее    | 25  |
| <b>Пшеничная хлебопекарная особая высший</b> | 0,55                | 27/2                              | 38/65 не менее    | 23–27   |
| первый                                       | 0,75                | 27/2                              | 38/65 не менее    | 23–29   |
| <b>Ржаная сеянная</b>                        | 0,75                | 27/2                              | 38/90 не менее    | –   |
| обдирная                                     | 1,45                | 045/2                             | 38/60 не менее    | –   |
| обойная                                      | *                   | 067/2                             | 38/30 не менее    | –   |
| <b>Ржаная хлебопекарная особая</b>           | 1,15                | 23/2                              | 38/75             | 25  |

## **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели качества муки предусматривает ГОСТ?
2. Чем обусловлена зольность муки?
3. Какие факторы обуславливают кислотность муки?
4. Как изменяется показатель кислотности муки при хранении?
5. В каких единицах выражают общую кислотность?
6. Какие есть методы определения кислотности?
7. Что понимается под общей и активной кислотностью?
8. Что характеризует автолитическую активность муки?
9. От каких факторов зависит автолитическая активность муки?
10. Какие факторы оказывают влияние на точность метода определения автолитической активности муки?
11. Что такое сахараобразующая способность, в каких единицах она выражается?
12. Какое влияние оказывает сахараобразующая способность на качество хлеба?
13. Какие факторы влияют на сахараобразующую способность?
14. Какова роль  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы в формировании качества хлеба?

### ***1.3 Характеристика и свойства солода***

Солод – хлебный злак (ячмень, пшеница, рожь), который специально проращивают и высушивают в процессе соложения. Солод – основное сырье для производства пива, классической русской водки или виски, а также хлеба.

Солод изготавливают из пророщенного и затем высушенного при определенных условиях ячменя или ржи. Наиболее важными требованиями к злакам, используемым для солодорощения, являются хорошая прорастаемость зерна (90–95%), достаточная крупность и выравненность, невысокая пленчатость (не более 10% массы зерна), умеренное содержание белка (не ниже 8 и не более 12%) и высокое содержание крахмала (до 65%). От качества и состава в значительной степени зависят потребительские достоинства изделий.

Особые отличительные свойства солода кроются в витаминно-минеральном составе продукта. Уникальный химический состав солода формируется за счет естественного процесса проращивания семян злаковых культур, в ходе которого в зерне происходят важные

изменения биологического характера и образуется большая концентрация полезных для человеческого организма соединений.

В процессе проращивания семян злаков химический состав солода насыщается диастазными соединениями, которые представляют собой ферменты гликозил-гидролаза, способные расщеплять крахмал.

При сушке солода предусматривается снижение влажности и приданье солоду специфического вкуса, цвета и аромата. Ростки, придающие пиву неприятный вкус, при сушке становятся хрупкими и легко удаляются. Часть высокомолекулярных белков при сушке свертывается, что в дальнейшем облегчает процесс осветления сусла и пива. Сушка происходит в специальных аппаратах-солодосушилках.

В современной пищевой промышленности используют следующие основные виды солода:

- белый, или ферментированно активный солод, который, как правило, производят из ячменя;
- красный, или ржаной солод, который отличается своим ферментированно неактивным химическим составом.

Помимо вышеперечисленных видов солода отдельно выделяют такие подвиды продукта, как темный, карамельный, обжаренный, томленный, меланоидиновый, короткий, а кроме того, пшеничный солод.

По способу приготовления различают следующие типы ячменного солода: светлый, темный, карамельный и жженый.

В зависимости от качества светлый солод делят на три класса: высокого качества, первый и второй. По качеству карамельный солод делят на два класса.

Темный, карамельный и жженый солод иногда называют специальным солодом, который используется для приготовления темных сортов пива. Эти виды солода определяют характерный рубиновый цвет, приятный ячменно-солодовый вкус и аромат пива.

Жженый солод используется для придания пиву определенного более или менее темного цвета. У темного пива невозможно добиться желаемого цвета с помощью только темного солода и к нему добавляют жженый солод (1–2%). Для получения его используют увлажненный светлый сухой солод нормального качества, который осторожно нагревают до температуры 200–220°C при постоянном вращении цилиндрического обжарочного барабана. Ниже температуры 160°C крахмал солода почти не изменяется, и лишь при 200°C происходят сначала сильное меланоидинообразование, а затем образование

горьких вкусовых веществ, придающих привкус «подгорелости», количество которых можно удерживать в узких границах.

Относительно недавно начали получать жженый солод из голозерного ячменя, что позволяет добиться устранения негативного влияния горьких веществ цветочной и семенной оболочки.

Карамельный – это вид солода, широко используемый в производстве темного пива. Кроме сушки он проходит и термическую обработку, в результате которой образуются ароматические и красящие вещества, определяющие специфический вкус, аромат и цвет темного пива.

Карамельный солод используют для формирования различной интенсивности цвета пива, придания ему не только большей полноты, но и более или менее подчеркнутого «солодового» характера. В этих целях к загружаемому солоду для приготовления пива светлых сортов добавляют 3–5% светлого карамельного солода, а при приготовлении темного пива – до 10% светлого или темного карамельного солода.

Карамельный солод изготавливают из сухого солода, который благодаря замачиванию приобретает влажность до 40–44%. В конце обычного проращивания температуру зерна поднимают до 40–45°C отключением вентиляции так, чтобы в течение 12–18 ч достичь интенсивного расщепления клеточных стенок белковых молекул и крахмальных зерен.

Солод применяют не только при производстве алкогольных напитков. В составе таких безалкогольных напитков, как квас и кулага содержится солод. Кроме того, солод используют в пекарском деле, а также в процессе изготовления дрожжей. Основная польза солода заключается в том, что продукт представляет собой пророщенные зерна злаковых культур.

В свою очередь, пророщенные зерна пшеницы, ячменя или ржи содержат в своем химическом составе важные и, безусловно, необходимые для нормального функционирования человеческого организма соединения природного происхождения. Кроме того, польза солода заключается в том, что продукт имеет натуральное или природное происхождение. Стоит отметить, что разные виды, а также сорта солода отличаются своим витаминно-минеральным составом, а также особыми свойствами.

## **Лабораторная работа № 3. Анализ солода**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества ржаного и ячменного солода. Освоить методы определения массовой доли влаги, экстрактивности, цветности, кислотности, количества редуцирующих веществ, качество помола.

**Объект исследования.** Солод.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксикатор, сита, бюретка, 0,1 н. раствор щелочи, прибор ВЧ, бумажные пакеты, фенолфталеин, линейка, фарфоровые ступка с пестиком, колба, стаканчик, водяная баня, рефрактометр РПЛ-2, дистиллированная вода, фильтры, фотоэлектроколориметр ФЭК-56М, термометр.

### *Общие положения*

Зерна злаков, проросшие в искусственно созданных условиях при определенной температуре и влажности и подвергнутые специальной обработке, называют солодом. Для его приготовления используют различные зерновые культуры: ячмень, овес, рожь, просо, пшеницу. Солод используют в производстве пива, этанола, хлеба и кваса. В хлебопекарной промышленности применяют следующие виды солода: ржаной ферментированный и неферментированный, ячменный пивоваренный и препараты, получаемые из него.

Ржаной ферментированный солод используется как добавка, улучшающая цвет мякиша ржаного хлеба, его вкус и аромат. Он входит в рецептуру таких русских национальных сортов изделий, как хлеб ржаной заварной, московский, бородинский, карельский, чайный, любительский и др.

Для получения ржаного ферментированного солода рожь после очистки замачивают при температуре 13–18°C в течение 30–32 ч до влажности 50–52% и затем проращивают 3–4 сут. при температуре 13–19°C. Проросшую рожь подвергают процессу ферментации (торможения), заключающемуся в том, что влажное зерно выдерживают 4–5 сут. при температуре 55–65°C, периодически перемешивая и при необходимости дополнительно увлажняя. Ферментацию солода прово-

дят в барабанах или ящиках. Толщина слоя солода составляет 1 м и более. Барабаны обогреваются паром.

Процесс ферментации характеризуется интенсивным ферментативным гидролизом углеводов, белков и других сложных органических веществ. В солоде накапливается много аминокислот и сахаров, при взаимодействии которых образуются меланоидины, обуславливающие специфический аромат и окраску ржаного ферментированного солода. На следующей стадии – сушке солода – продолжается процесс меланоидинообразования, появляются приятный хлебный аромат, кисло-сладкий вкус и коричневый цвет солода. Сушку ведут при высоких температурах (до 90–100°C в самом зерне), ферменты при этом инактивируются, поэтому солод ржаной ферментированный называют неактивным.

Процесс приготовления ржаного ферментированного солода длителен и трудоемок, потери сухих веществ зерна составляют до 20%.

Таблица 5 – Показатели качества солода

| Показатель   | Норма для солода |                  |           |                |
|--|------------------|------------------|-----------|----------------|
|  | Светлое          |                  |           | Темное         |
|  | 1-й класс        | 2-й класс        | 3-й класс |                |
| Проход через сито 2,2*20 мм, процент не более              | 5,0              | 8,0              | 15,0      | 8,0            |
| Число зерен, процент                                       |                  |                  |           |                |
| Мучнистых, не менее  | 80               | 80               | 70        | 90             |
| Стекловидных, не более                                     | 5                | 10               | 20        | 5              |
| Темных, не более   | нет              | 4                | 8         | 10             |
| Влажность, процент, не более                               | 5                | 6                | 6         | 5              |
| Экстрактивность, процент, на сухое вещество, не менее      | 77,5             | 75               | 72        | 74             |
| Продолжительность осахаривания, мин. не более              | 20               | 25               | 35        | 30             |
| Прозрачность лабораторного сусла                           | Прозрачное       | Допускается опал |           | Прозрачное     |
| Цветность, мл 0,1 н. раствора йода на 100мл воды, не более | 0,2              | 0,4              | 0,6       | 0,5–1,3        |
| Кислотность, мл на 1 н. раствора щелочи на 100 мл сусла    | 0,9–1,2          | 0,91–,3          | 0,9–1,5   | Не нормируется |

Ячменный пивоваренный солод, также используемый в хлебопечении, должен соответствовать требованиям. Такой солод вырабатывается в больших количествах, так как является основным сырьем при производстве пива. Благодаря своей ферментативной активности, и в частности активности а-амилазы, ячменный пивоваренный солод обладает осахаривающей способностью и применяется в хлебопечении для следующих целей:

- как улучшитель муки с низкой сахараобразующей способностью;
- для осахаривания мучных заварок при изготовлении жидких дрожжей;
- осахаривания заварки при производстве некоторых сортов хлеба (рижского, витебского и других из ржаной сортовой муки).

Его получают следующим образом: зерно ячменя очищают от примесей, сортируют по размеру и закачивают при температуре 12–14°C до содержания массовой доли влаги в нем 42–48%. Проращивание зерна ведут в солодовнях различных типов при обязательном ворожении и аэрации зерна при температуре 10–12°C в течение 7 сут. В зерне в процессе проращивания активизируются цитолитические, амилолитические, протеолитические и другие ферменты, происходит гидролиз полисахаридов (гемицеллюлоз, крахмала др.), белков и других сложных органических веществ. Сушку солода ведут при мягких температурных режимах, позволяющих сохранить его ферментативную активность. Такой солод называют активным.

При приготовлении хлеба из пшеничной муки высшего и I сортов вместо ячменного пивоваренного солода можно использовать солодовый экстракт. Солодовый экстракт получают путем уваривания (при пониженном давлении и температуре) водной вытяжки солода. Он представляет собой густую сиропообразную массу, содержащую все составные водорастворимые компоненты 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». Дозировка солодового экстракта может колебаться от 1 до 3% к массе муки.

## **Анализ ржаного сухого ферментированного солода**

При оценке качества солода по органолептическим показателям согласно требованиям стандарта ржаной ферментированный солод должен обладать кисло-сладким вкусом, приближающимся к вкусу ржаного хлеба, без горького и пригорелого привкуса. Запах солода должен быть свойственным данному виду солода, без запаха плесени и гнили, цвет от коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком. Вкус и запах солода определяют в вытяжке, приготовленной настаиванием солода с дистиллированной водой в соотношении 1:5 при температуре 60°C в течение 2 мин.

При оценке качества солода по физико-химическим показателям в ржаном ферментированном солоде определяют массовую долю влаги, экстрактивность, кислотность, цвет и др.

### **Определение массовой доли влаги**

Солод богат растворимыми в воде веществами, которые являются хорошей питательной средой для микроорганизмов. При содержании массовой доли влаги выше 10% в солоде могут начаться микробиологические процессы, приводящие к его порче. Массовую долю влаги в солоде согласно требованиям стандарта определяют двумя методами: высушиванием в сушильном шкафу при 105°C в течение 3 ч (арбитражный метод) или на приборе марки ВЧ при температуре 160 °C.

#### **Определение массовой доли влаги методом высушивания в сушильном шкафу (арбитражный метод)**

**Техника определения.** Навеску солода 5 г, взвешенную с погрешностью до 0,01 г, помещают в предварительно высушенную и взвешенную бюксу, после чего сушат ровно 3 ч в сушильном шкафу при 105°C. После высушивания бюксу с солодом охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Допустимые расхождения между двумя параллельными определениями влажности ±0,51%.

## **Определение массовой доли влаги высушиванием в приборе ВЧМ**

**Техника определения.** Техника определения и форма записи проводятся по методике, изложенной в лабораторной работе 2. Навеску солода (4 г), взвешенную с погрешностью до 0,01 г, помещают в предварительно высушенный и взвешенный бумажный пакет. Обезвоживание проводят в течение 10 мин при 160°C.

Согласно стандарту массовая доля влаги в тонкоразмолотом солоде не должна превышать 10%, а для солода в зернах – 8%.

## **Определение экстрактивности солода**

Солод ржаной сухой ферментированный при всех прочих равных условиях считается тем лучше, чем выше содержание в нем водорастворимых (экстрактивных) веществ. Низкое содержание экстрактивных веществ свидетельствует о неправильной технологии приготовления солода и отрицательно сказывается на его качестве (вкусе, аромате). Водорастворимые вещества солода не только влияют на вкус, но и задерживают процесс черствения, если солод входит в рецептуру хлеба в качестве вкусовой или ароматической добавки. Определение экстрактивности в ржаном сухом ферментированном солоде заключается в пикнометрическом определении плотности вытяжки, полученной методом горячего или холодного экстрагирования. При горячем экстрагировании из солода извлекают больше водорастворимых веществ, чем при холодном, поэтому норма содержания экстракта различна в зависимости от применяемого метода экстракции.

Экстрактивность солода рассчитывается по формуле

$$E = e(100 + W) 100 / ((100 - e)(100 - W)),$$

где  $E$  – массовая доля экстракта в пересчете на сухие вещества солода, процент;

$e$  – массовая доля сухих веществ в фильтрате или лабораторном сусле, определяемая по таблице 6. Процент в зависимости от  $d^{20}20$  – относительной плотности фильтрата, определяемой пикнометром;

$W$  – массовая доля влаги в солоде, процент.

Получение вытяжки настойным методом горячего экстрагирования осуществляется так, как описано для ячменного солода.

## Получение вытяжки методом холодного экстрагирования

**Техника определения.** 10 г тонкоизмельченного солода с заранее определенной массовой долей влаги взвешивают с погрешностью до 0,01 г и помещают в коническую колбу вместимостью 200–250 см<sup>3</sup> с хорошо пригнанной пробкой, приливают пипеткой 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при 18–20°C и настаивают в течение 15 мин, взбалтывая каждые 5 мин в продолжение 1 мин. Затем все содержимое колбы (за исключением осадка) фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. Первые порции фильтрата возвращают на фильтр, фильтрацию прекращают, когда набирается 60–70 мл фильтрата (солодового экстракта). Полученный указанным выше способом солодовый экстракт используют как для определения показателя экстрактивности, так и для определения кислотности солода и его цвета.

Таблица 6 – Массовая доля сухих веществ в фильтрате

| Относительная плотность $d_{20}^{20}$ | Экстракт вытяжки е, масс. процент | Относительная плотность $d_{20}^{20}$ | Экстракт вытяжки е, масс. процент | Относительная плотность $d_{20}^{20}$ | Экстракт вытяжки е, масс. процент | Относительная плотность $d_{20}^{20}$ | Экстракт вытяжки е, мас. процент |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1                                     | 2                                 | 3                                     | 4                                 | 5                                     | 6                                 | 7                                     | 8                                |
| 1,0134                                | 3,421                             | 1,0160                                | 4,077                             | 6                                     | 4,730                             | 2                                     | 5,380                            |
| 5                                     | 3,447                             | 1                                     | 4,102                             | 7                                     | 4,755                             | 3                                     | 5,405                            |
| 6                                     | 3,472                             | 2                                     | 4,125                             | 8                                     | 4,780                             | 4                                     | 5,430                            |
| 7                                     | 3,497                             | 3                                     | 4,153                             | 9                                     | 4,805                             | 5                                     | 5,455                            |
| 8                                     | 3,523                             | 4                                     | 4,178                             | 1,0190                                | 4,830                             | 6                                     | 5,480                            |
| 9                                     | 3,548                             | 5                                     | 4,203                             | 1                                     | 4,855                             | 7                                     | 5,505                            |
| 1,0140                                | 3,573                             | 6                                     | 4,228                             | 2                                     | 4,880                             | 8                                     | 5,530                            |
| 1                                     | 3,598                             | 7                                     | 4,256                             | 3                                     | 4,905                             | 9                                     | 5,555                            |
| 2                                     | 3,624                             | 1,0168                                | 4,275                             | 4                                     | 4,930                             | 1,0220                                | 5,580                            |
| 3                                     | 3,649                             | 9                                     | 4,304                             | 5                                     | 4,955                             | 1                                     | 5,605                            |
| 4                                     | 3,674                             | 1,0170                                | 4,329                             | 6                                     | 4,980                             | 2                                     | 5,629                            |
| 5                                     | 3,699                             | 1                                     | 4,354                             | 7                                     | 5,005                             | 3                                     | 5,654                            |
| 6                                     | 3,725                             | 2                                     | 4,379                             | 8                                     | 5,030                             | 4                                     | 5,679                            |
| 7                                     | 3,750                             | 3                                     | 4,404                             | 9                                     | 5,055                             | 5                                     | 5,704                            |
| 8                                     | 3,775                             | 4                                     | 4,429                             | 1,0200                                | 5,080                             | 6                                     | 5,729                            |
| 9                                     | 3,800                             | 5                                     | 4,454                             | 1                                     | 5,106                             | 7                                     | 5,754                            |
| 1,0150                                | 3,826                             | 6                                     | 4,479                             | 1,0202                                | 5,130                             | 8                                     | 5,779                            |

## Окончание табл. 6

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1        | 3,851    | 7        | 4,505    | 3        | 5,155    | 9        | 5,803    |
| 2        | 3,876    | 8        | 4,529    | 4        | 5,180    | 1,0230   | 5,828    |
| 3        | 3,901    | 9        | 4,555    | 5        | 5,205    | 1        | 5,853    |
| 4        | 3,926    | 1,0180   | 4,580    | 6        | 5,230    | 2        | 5,878    |
| 5        | 3,951    | 1        | 4,605    | 7        | 5,255    | 3        | 5,903    |
| 6        | 3,977    | 2        | 4,630    | 8        | 5,280    | 4        | 5,928    |
| 7        | 4,002    | 3        | 4,655    | 9        | 5,305    | 5        | 5,952    |
| 8        | 4,027    | 4        | 4,680    | 1,0210   | 5,330    |          |          |
| 9        | 4,052    | 5        | 4,705    | 1        | 5,355    |          |          |

Примечание: при  $d_{20}^{20}$  сусла, равной 1,0321, экстракт (e) вытяжки равен 8,073 мас. %.

### Запись в лабораторном журнале

**Относительная плотность фильтрата, определяемая пикнометрическим методом ( $d_{20}^{20}$ O).....**

Массовая доля сухих веществ в фильтрате (e).....% .....

Массовая доля влаги в солоде (W).....% .....

Массовая доля экстракта в пересчете на сухие вещества (E).....

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

Заключение.

### Определение экстрактивности солода рефрактометрическим методом

При контроле качества сырья в хлебопекарном производстве используют менее трудоемкий и более быстрый рефрактометрический метод определения массовой доли сухих веществ в солодовой вытяжке.

**Техника определения.** Исследуемый фильтрат помещают между призмами прецизионного рефрактометра марок РПЛ или РПЛ-2 и, руководствуясь инструкцией, приложенной к рефрактометру, осуществляют на нем 2–3 отсчета. По средней арифметической величине этих замеров, выраженных в единицах прибора, находят рефрактометрический показатель массовой доли сухих веществ в исследуемом фильтрате. Умножив полученную величину на 10 (разведе-

ние), находят величину рефрактометрического показателя массовой доли водорастворимых веществ в 100 г солода. Затем эту величину пересчитывают на 100 г сухих веществ солода  $Y$  и вносят поправку, учитывающую завышение рефрактометрического показателя за счет содержания в солоде декстринов и других веществ, влияющих на показания рефрактометра, после чего рассчитывают массовую долю экстрактивных веществ в солоде по формуле

$$E = 0,901Y - 0,11.$$

### Запись в лабораторном журнале

|  |    |
|--|----|
| Показания рефрактометра при $^{\circ}\text{C}$ .....   |    |
| Поправка на температуру.....   |    |
| Показание рефрактометра при $20^{\circ}\text{C}$ .....   |    |
| Рефрактометрический показатель содержания сухих<br>веществ в фильтрате (а) .....   | %. |
| Рефрактометрический показатель массовой доли<br>экстрактивных веществ в солоде (10 а) .....  | %. |
| Массовая доля влаги в солоде ( $W$ ).....  | %. |
| Рефрактометрический показатель массовой доли экстрактивных<br>веществ в пересчете на сухие вещества солода [ $Y = 10a \cdot 100 / (100 - W)$ ] |    |
| Массовая доля экстрактивных веществ в солоде в пересчете<br>на сухие вещества ( $E$ ) .....  | %. |
| Заключение.  |    |

### Определение кислотности

В процессе проращивания и томления (ферментации) ржаного солода происходит заметное нарастание в нем содержания кислот и кислореагирующих веществ. Известно, что высокая кислотность положительно влияет на образование окраски солода во время сушки. На показателе кислотности хлеба кислотность солода оказывается незначительно.

Кислотность солода выражается в  $\text{см}^3$  1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование кислот и кислореагирующих веществ, находящихся в 100 г сухих веществ солода.

Кислотность солода рассчитывают по кислотности солодового фильтрата, полученного при определении экстрактивных веществ, и определяют двумя методами: титриметрическим (арбитражный метод) или потенциометрическим на pH-метре.

### **Определение кислотности солода титриметрическим методом**

**Техника определения.** В коническую колбу вместимостью 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 гидроксида натрия до появления розового окрашивания.

Кислотность солода рассчитывают по формуле

$$X = 100 \cdot 50nK / (100 - W),$$

где  $X$  – кислотность солода, см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия в пересчете на сухие вещества солода;

$n$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование фильтрата, полученного методом холодного экстрагирования, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора гидроксида натрия;

$W$  – массовая доля влаги в солоде, процент.

### **Определение кислотности солода потенциометрическим методом**

**Техника определения.** В сосуд для анализа вносят 20 см<sup>3</sup> вытяжки и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия при постоянном помешивании до pH 8,3, что соответствует точке перехода окраски фенолфталеина при титриметрическом определении кислотности. Кислотность солода рассчитывается по формуле

$$X = 500nK \cdot 100 / (100 - W),$$

где  $n$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование фильтрата, см<sup>3</sup>.

## **Определение цвета 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. Выражают цвет солода в см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода, в пересчете на 100 г сухих веществ солода. Цвет солода определяют на фотоэлектроколориметре.

**Техника определения.** В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> фильтрата, доводят дистиллированной водой до метки и хорошо перемешивают. Полученный раствор помешают в кювету фотоэлектроколориметра ФЭК-56М с толщиной слоя раствора 10 мм и определяют оптическую плотность раствора при длине волн 550 нм (светофильтр № 6).

Цвет солода рассчитывают по формуле

$$X = D \cdot 100 / 0,0075 (100 - W),$$

где X – цвет солода, см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода в пересчете на 100 г сухих веществ солода;

D – величина оптической плотности;

W – массовая доля влаги, процент.

Цвет ржаного ферментированного солода должен быть в пределах 10–20 см<sup>3</sup> 1 н. раствора йода в пересчете на 100 г сухих веществ солода.

## **Запись в лабораторном журнале**

Величина оптической плотности раствора (D) ..... %.

Массовая доля влаги в солоде (W) ..... %.

Цвет солода (X) ..... см<sup>3</sup> 1 н.

X в пересчете на 100 г сухих веществ солода ..... см<sup>3</sup>.

Заключение.

## **Анализ сухого пивоваренного ячменного солода**

Пивоваренный ячменный солод – это основное сырье при производстве пива, его качество и режим переработки определяют качество пива. Поэтому важно знать органолептические и физико-

химические показатели сухого пивоваренного ячменного солода. В соответствии с ОСТ солод должен отвечать определенным требованиям по ряду органолептических и физико-химических показателей.

При оценке качества пивоваренного ячменного солода по органолептическим показателям определяют:

- внешний вид – чистый, без примесей ростков, плесневелых зерен, зерновых вредителей;
- цвет – равномерный от светло-желтого до желтого, не допускаются зеленоватый и темные тона, обусловленные плесенью;
- запах – солодовый, чистый, более сильный у темного солода. Не допускаются кислый, плесневелый и другие посторонние запахи;
- вкус – характерный солодовый, сладковатый, не допускается кислый и горький.

По физико-химическим показателям в пивоваренном ячменном солоде определяют натуру, абсолютную массу, массовую долю влаги и экстрактивность.

Натура солода определяется в соответствии с ГОСТ 10840-64. Она зависит от качества ячменя, продолжительности солодорощения и т.д. По натуре солод делится на четыре группы: очень легкий – 450–500 г/дм<sup>3</sup>, легкий – 500–530 г/дм<sup>3</sup>, нормальный – 530–560 г/дм<sup>3</sup>, тяжелый – 570 г/дм<sup>3</sup> и выше. Темный солод имеет натуру 550–530 г/дм<sup>3</sup>.

Абсолютная масса зависит от степени растворения солода: чем лучше солод растворен, тем меньше его абсолютная масса. Она может быть от 25–35 г на сухое вещество. Абсолютная масса определяется теми же методами, что и для любого зерна.

## **Определение тонкости помола солода**

Такие показатели, как массовая доля влаги и экстрактивность, определяются в солоде тонкого помола с содержанием муки (60±1)%. Содержание муки (тонкость помола) устанавливают путем просеивания измельченного солода через сита Планзихтера, представляющие собой набор 5 круглых сит с крышкой и поддоном, установленных в специальном стакане с приводом.

**Техника определения.** 100 г измельченного солода помещают на верхнее сито и просеивают 5 мин со скоростью 300±20 встряхиваний в мин, после чего собирают остатки помола с каждого сита и поддона и взвешивают. Содержание муки в тонком помоле должно быть 90± 1%, в грубом помоле – 25± 1%.

## **Массовая доля влаги в солоде**

Ее определяют путем высушивания навески измельченного сухого солода в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 3 ч.

**Экстрактивность солода** определяется двумя методами – стандартным и отварочным.

### **Определение экстрактивности солода стандартным методом**

Сущность метода заключается в переводе в раствор экстрактивных веществ солода под действием собственных ферментов при условиях, близких к оптимальным, с последующей фильтрацией сусла и определением его относительной плотности пикнометрическим методом.

**Техника определения.** В предварительно взвешенный химический стакан отвешивают 50 г исследуемого солода с погрешностью до 0,01 г и заливают 200 см<sup>3</sup> воды температурой 47°C. Стакан помещают в заторный аппарат или на водяную баню с температурой 45°C и выдерживают 30 мин, периодически помешивая. Затем температуру затора повышают до 70°C с интенсивностью нагревания 1°C в мин, т.е. за 25 мин. В момент достижения в заторе температуры 70°C в стакан вливают 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды температурой 70°C и при этой температуре ведут осахаривание затора в течение 1 ч, затем затор охлаждают в течение 10–15 мин до комнатной температуры, а массу содержимого стакана доводят водой до 450 г. Затор хорошо перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр диаметром 30–32 см в сухую колбу. Первые порции (примерно 100 см<sup>3</sup>) перепфильтровывают, добиваясь полной прозрачности. Воронка должна вмещать весь затор. Во время фильтрации воронку накрывают часовым стеклом. В полученном лабораторном сусле-заторе с помощью пикнометра определяют относительную плотность и по таблице 6 находят соответствующее ей содержание сухих веществ (экстракта вытяжки).

Экстрактивность солода рассчитывают по формуле

$$E=e*(800+W)*100/(100-t)*(100-W),$$

где  $E$  – экстрактивность солода в пересчете на сухие вещества, процент;

$e$  – экстракт вытяжки, мас. процент;

$W$  – массовая доля влаги в солоде, процент.

## **Определение относительной плотности солодового сусла (затора) пикнометрическим методом**

**Техника определения.** Пикнометр тщательно моют, высушивают и взвешивают с погрешностью до 0,0002 г. Потом в него наливают дистиллированной воды и помещают в водяную баню с температурой воды 20°C 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 16 мин взвешивают с той же погрешностью. 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 20°C на 30 мин. Далее поступают так же, как при калибровке пикнометра с водой.

### **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Масса пикнометра с дистиллированной водой .....                         | г. |
| Масса пикнометра сухого.....  | г. |
| Масса воды в пикнометре (M <sub>в</sub> ).....                          | г. |
| Масса пикнометра с исследуемым суслом .....                             | г. |
| Масса исследуемого сосуда (M <sub>ф</sub> ) .....                       | г. |
| Относительная плотность сусла ( $d^{20}_{20} = M_{\Phi}/M_{\text{в}}$ ) |    |
| Массовая доля сухих веществ(е).....                                     | %. |
| Заключение.   |    |

## **Определение продолжительности осахаривания затора (сусла)**

При определении продолжительности осахаривания затора полученным при определении экстрактивности солода стандартным методом. В результате ферментативного гидролиза крахмала в заторе образуются декстрины различной молекулярной массы. Нативный (неосахаренный) крахмал и амилодекстрины дают с йодом синее ок-

рашивание. По мере уменьшения молекулярной массы декстринов окраска продуктов гидролиза крахмала с йодом меняется. Эритродекстрины дают кирпично-красное окрашивание, ахроодекстрины и мальтодекстрины с хромом окрашенных комплексов не образуют. Продолжительность осахаривания выражается временем в мин, которое требуется для полного осахаривания затора при 70°C.

**Техника определения.** По достижении температуры затора 70°C через каждые 5 мин стеклянной палочкой берут каплю затора и помещают ее рядом с каплей йода (20 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора I<sub>2</sub> смешивают с 80 см<sup>3</sup> воды) на фарфоровую пластинку. Наклоняя пластинку, смешивают капли и отмечают изменение окраски. Концом осахаривания считают момент, когда окраска йода не изменится. Продолжительность осахаривания для светлого солода должна быть 10–20 мин, для темного – 30–35 мин.

### **Определение экстрактивности солода отварочным методом**

Определение экстрактивности солода отварочным методом проводят с помощью затора, приготовленного отварочным способом.

**Техника определения.** В заторный стакан отвешивают с погрешностью до 0,01 г солода тонкого помола, содержащего около 90% муки, и добавляют 200 см<sup>3</sup> воды температурой 52°C. Стакан со смесью помещают на водяную баню заторного аппарата с температурой 50°C. При этой температуре затор выдерживают 30 мин при непрерывном перемешивании, после чего начинают нагревать до 63°C со скоростью нагрева 1°C в мин. Затор размешивают и оставляют при этой температуре (63°C) на 20 мин. Осторожно, не задевая осадка, отбирают из стакана пипеткой 100 см<sup>3</sup> отстоявшейся жидкости и переносят ее в сухую (коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>). Пипетку несколько раз смывают небольшими порциями воды, сливая ее в заторный стакан. Температуру густой части затора, оставшейся в стакане, за 7 мин повышают до 70°C и выдерживают 40 мин при работающей мешалке. Затем мешалку вынимают, ополаскивая над стаканом небольшими порциями воды, стакан ставят на песочную баню и при помешивании доводят температуру затора до 100°C, кипятят 20 мин, подливая время от времени воду небольшими порциями. Прокипяченный затор охлаждают до 85°C и добавляют к нему при помешивании отобранную ранее жидкую часть затора. Коническую колбочку и палочку смывают небольшим количеством воды. Заторный стакан

снова помещают на водяную баню заторного аппарата. Температура затора должна быть 70°C, затор выдерживают при этой температуре 15 мин и нагревают до 75°C с той же скоростью, выдерживают при этой температуре 10 мин, охлаждают. Содержимое стакана доливают водой до 450 г, размешивают, фильтруют и определяют экстракт лабораторного сусла так же, как в стандартном методе. Экстрактивность солода рассчитывают по формуле

$$E = e(800 + W - X_e) \cdot 100 / (100 - e) \cdot (100 - W),$$

где  $e$  – количество сухих веществ в фильтрате (по табл. 6, мас. процент)

$W$  – массовая доля влаги в солоде, процент

$X_e$  – массовая доля нерастворяющейся воды в 100 г солода, ее рассчитывают по формуле

$$X_e = 13,7(100 - W) / 100, \text{ г.}$$

Продолжительность осахаривания определяют так же, как в стандартном методе, пробы в густой части затора начинают отбирать при достижении им температуры 70°C.

### **Оценка качества лабораторного сусла**

Во время фильтрации лабораторного затора при определении экстрактивности солода стандартным методом определяют качество фильтрации и фильтрата. Если после возвращения на фильтр первой порции фильтрата (примерно 100 см<sup>3</sup>) фильтрация длится не более 1 ч, ее считают нормальной. Если фильтрация длится более 1 ч, ее оценивают как медленную или очень медленную. Этот показатель очень важен, так как он определяет производительность варочного отделения. Полученный фильтрат оценивают как прозрачный, опалесцирующий или мутный. Сусло из светлого солода должно быть прозрачным, из темного – может слегка опалесцировать.

### **Определение кислотности солода**

Активная кислотность солода оказывает большое влияние на скорость и интенсивность протекания ферментативных процессов при заторании. Обычно активная кислотность в заторе составляет

5,5–5,6. Ее определяют с помощью потенциометров. Общую или титруемую кислотность лабораторного сусла выражают в см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия на 100 г экстрактивных веществ солода. Обычно она составляет 10,5–14 см<sup>3</sup> 1 н. NaOH на 100 г экстракта.

**Техника определения.** Кислотность лабораторного сусла определяют методом выноса капель, т.е. 50 см<sup>3</sup> сусла титруют в конической колбе 0,1 н. раствором гидроксида натрия до тех пор, пока четыре капли сусла, перенесенные из колбы стеклянной палочкой на фарфоровую пластинку и смешанные с двумя каплями красного фенолфталеина, не перестанут его обесцвечивать. Кислотность сусла рассчитывают по формуле

$$K = a \cdot 0,2 \cdot 100 / d_{20}^{20} e,$$

где  $K$  – кислотность лабораторного сусла, см<sup>3</sup> 1 н. NaOH на 100 г экстракта;

$a$  – количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшего на титрование 50 см<sup>3</sup> сусла, см<sup>3</sup>;

$d_{20}^{20}$  – относительная плотность сусла, определяемая с помощью пикнометра.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшее на титрование 50 см<sup>3</sup> лабораторного сусла (а)..... см<sup>3</sup>.

Относительная плотность сусла, определяемая с помощью пикнометра ( $d_{20}^{20}$ ).....

Экстракт вытяжки (по таблице 6) ..... мас. %.

Кислотность сусла (К)..... мл 1 н. р-ра.

Заключение.

### **Определение цветности сусла методом колориметрического титрования**

**Техника определения.** Для определения цветности сусла берут два химических стакана вместимостью по 150 см<sup>3</sup> каждый. В один стакан наливают 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, а в другой 100 см<sup>3</sup> лабораторного сусла. Воду титруют 0,1 н. раствором йода до достижения одинакового цвета в обоих стаканах. Цветность солода выражают в см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода на 100 см<sup>3</sup> лабораторного сусла.

Обычно для светлого солода она составляет 0,2–0,4, а для темного – 0,50–1,30 см<sup>3</sup>.

Для определения цветности солода **используется фотоэлектроколориметрический метод**. Необходимо предварительно построить калибровочную кривую по раствору йода известной концентрации. С этой целью готовят растворы йода, содержащие 0,5; 0,75; 1,00; 1,25; 1,5; 1,75 и 2,00 мл 0,1 н. раствора йода в 100 мл воды, и находят их оптическую плотность при светофильтре № 3 или № 4 и кювете с толщиной слоя раствора 1 см. Для определения цветности солода определяют оптическую плотность лабораторного сусла и по калибровочной кривой находят его цветность.

### **Определение массовой доли редуцирующих веществ в сусле**

Основную часть экстрактивных веществ ячменя составляют углеводы. В процессе проращивания солода крахмал под действием амилаз расщепляется с образованием сбраживаемых сахаров. Количество редуцирующих веществ в сусле (в пересчете на мальтозу) может быть определено йодометрическим методом Вильштеттера и Шудля.

**Техника определения.** Массовая доля сахаров в растворе при определении их методом Вильштеттера и Шудля должна быть не более 0,5%. Поэтому сусло разбавляют дистиллированной водой: в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> приливают пипеткой 10 см<sup>3</sup> сусла, содержимое доводят до метки дистиллированной водой. В коническую колбу вместимостью 200–250 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 50 см<sup>3</sup> разбавленного сусла, добавляют из бюретки 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода и 3 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия. Содержимое колбы хорошо перемешивают, колбу накрывают часовым стеклом и оставляют на 15 мин. Затем в нее добавляют 4,5 см<sup>3</sup> 1 н. раствора серной кислоты и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия. В качестве индикатора используют 1%-й раствор крахмала. Титруют до исчезновения синего окрашивания. Параллельно проводят контрольное титрование, при котором вместо раствора сусла берется 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Массовую долю редуцирующих веществ в сусле рассчитывают по формуле

$$X = a \cdot 0,0171 \cdot 2n \cdot 100/d_{20}^{20}e = 3,42an/d_{20}^{20}e,$$

где  $X$  – массовая доля редуцирующих веществ в сусле в пересчете на мальтозу, г;

*a* – количество 0,1 н. раствора йода, израсходованное на окисление альдегидных групп сахаров, см<sup>3</sup>;

*n* – степень разбавления сусла;

*e* – экстракт вытяжки), мас.процент;

$n/d_{20}^{20}$  – относительная плотность сусла, определяемая пикнометрическим методом.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество тиосульфата натрия, пошедшее на титрование

25 мл 0,1 н. раствора йода (контрольный опыт) – (v)..... см<sup>3</sup>.

Количество тиосульфата натрия, пошедшее на титрование

остатка йода после реакции с сахарами (V<sub>1</sub>) ..... см<sup>3</sup>.

Количество 0,1 н. раствора йода, израсходованное на

окисление альдегидных групп сахаров (a–v–v<sub>1</sub>)..... см<sup>3</sup>.

Степень разбавления сусла (л)..... 25 мл.

Концентрация сусла до разбавления (e) ..... %.

Относительная плотность сусла, определяемая стандартным

методом ( $d_{20}^{20}$ )..... %.

Массовая доля редуцирующих веществ (X)..... г.

Заключение.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются основные отличия ржаного сухого ферментированного солода от пивоваренного ячменного солода?

2. Как получают ржаной сухой ферментированный и неферментированный солоды, для каких целей их используют?

3. Какие вещества образуются в процессе ферментации ржаного ферментированного солода?

4. Метод определения массовой доли влаги солода.

5. Метод определения кислотности солода.

6. Что такое экстрактивность солода, как ее определяют?

7. Цветность солода.

8. Что такое редуцирующие вещества, как их определяют?

## **1.4 Характеристика и свойства крахмала**

Крахмал – пищевой продукт, относящийся к группе высокомолекулярных углеводов полисахаридов. Крахмал откладывается в луковицах, клубнях, плодах, ягодах, а также листьях и стеблях.

В клетках растений крахмал находится в виде плотных образований, получивших название крахмальных зерен. По внешнему виду зерен при микроскопировании устанавливают происхождение крахмала и его однородность.

Зерна картофельного крахмала от 15 до 100 мкм и более имеют овальную форму и на поверхности бороздки, концентрически размещенные вокруг глазка, – точки или черточки. Более мелкие зерна имеют округлую форму. Крахмал, состоящий из крупных зерен, отличается более высоким качеством. Зерна крахмала, выделенные из роговидной части эндосперма кукурузы, – многогранные, из мучнистой – круглые.

Товарный кукурузный крахмал составляют зерна величиной от 5 до 25 мкм, с большим круглым глазком на поверхности. Зерна пшеничного крахмала имеют плоскую эллиптическую или круглую форму с глазком, расположенным в центре. Пшеничный крахмал содержит фракции крупных зерен (от 20 до 35 мкм) и мелких (от 2 до 10 мкм).

Ржаной и ячменный крахмалы сходны по внешнему виду зерен с пшеничным. Рисовый крахмал состоит из наиболее мелких зерен – от 3 до 8 мкм.

Зерна рисового крахмала имеют многогранную форму.

Крахмал по химическому составу и строению относится к углеводам. Он представляет собой природный высокополимер, состоящий из *с-Д-ангидроглюкозных остатков*.

Крахмальные зерна состоят из двух природных фракций – амилозы и амилопектина. Свойства этих полимеров различаются. Амилоза образует в горячей воде гидратированные мицеллы, но со временем ретрографидирует (осаждается) в виде труднорастворимого геля. Амилопектин набухает в воде и дает стойкие вязкие коллоидные растворы: он препятствует ретрографации амилозы в растворах крахмала. Благодаря способности амилозы образовывать упорядоченные кристаллические структуры, из амилозной фракции крахмала получают эластичные пленки.

Основы производства картофельного крахмала. Производство картофельного крахмала условно можно разделить на четыре стадии. Первая стадия – подготовка сырья к переработке: мойка, отделение

посторонних примесей и т.д. Во время второй стадии производства картофель измельчают методом истирания или тонкого дробления, чтобы вскрыть клетки тканей клубня и высвободить крахмальные зерна. Далее измельченную массу направляют на центрифуги для отделения сока, способствующего потемнению крахмала, снижению вязкости клейстера, развитию микробиологических процессов. От мезги крахмал отмывают водой на ситовых аппаратах в несколько стадий. Для разделения измельченной картофельной массы применяют гидроциклонные установки, на которых под действием центробежной силы разделяют водную крахмальную супензию и смесь мезги с картофельным соком. Последняя стадия включает очистку от мелких частиц мезги, остатков картофельного сока и прочих примесей, в том числе и песка.

Основы производства кукурузного крахмала. Начальная стадия производства кукурузного крахмала заключается в замачивании очищенного от посторонних примесей зерна в растворе сернистой кислоты (0,2–0,3%) при температуре 50°C для размягчения и извлечения из него экстрактивных веществ. На второй стадии замоченное зерно дробят на крупные части. Следующий этап производства кукурузного крахмала заключается в вымывании свободного крахмала водой и отделении зародыша. Путем тонкого измельчения оставшихся частей зерна освобождают связанные крахмальные зерна. Полученную кашку промывают водой, отделяя мезгу на ситах. Содержащийся в крахмальной супензии глютен (нерасторимый белок) отделяют, применяя центробежные сепараторы, флотационные машины. Растворимые вещества удаляют, промывая крахмал на вакуум-фильтрах или шнековых центрифугах.

Сырой крахмал высушивают подогретым воздухом и просеивают для отделения крупки (слипшихся оклейстеризованных зерен), крупных комочеков, случайных примесей и пропускают через магнитные сепараторы.

В зависимости от строения и степени полимеризации макромолекул, прочности связей между ними, структуры и величины зерен крахмалы разного происхождения различаются свойствами. Особенно значительны различия между крахмалом картофельным и злаковым – пшеничным, кукурузным и др. Микропористое строение крахмальных зерен обуславливает их высокую сорбционную способность.

Благодаря гидрофильтным свойствам амилозы и амилопектина крахмальные зерна при тонкопористой структуре очень гигроскопичны, особенно высока гигроскопичность картофельного крахмала.

## **Лабораторная работа №4. Анализ крахмала**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества крахмала. Освоить методы определения массовой доли влаги, кислотности, количества редуцирующих веществ, качество помола.

**Объекты исследования.** Крахмал картофельный и кукурузный.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксикатор, сита, бюретка, 0,1 н. раствор щелочи, прибор ВЧ, бумажные пакеты, фенол-фталеин, линейка, фарфоровые ступка с пестиком, колба коническая с пробкой, стаканчик, водяная баня, рефрактометр РПЛ-2, дистиллированная вода, фильтры, тигель, муфельная печь, термометр, соляная кислота, раствор йода, стекло, микроскоп.

### *Общие положения*

Крахмал получают в основном из картофеля и кукурузы и используют его как в натуральном виде, так и в виде продуктов переработки. Нативный крахмал используется в кондитерской, мясоперерабатывающей, спиртовой, пищеконцентратной и других отраслях пищевой промышленности. Основными производными крахмала являются патока и кристаллическая глюкоза, получаемые путем гидролиза составляющих крахмал полисахаридов: амилозы и амилопектина.

В настоящее время широкое использование в народном хозяйстве находят модифицированные крахмалы, свойства которых изменены в сравнении с нативным крахмалом в результате физического, химического, биологического воздействия.

Модифицированные крахмалы используют в качестве стабилизаторов структур, студнеобразователей, загустителей при производстве мороженого, кондитерских изделий и других пищевых продуктов.

Отбор проб для анализа проводят от отдельной партии крахмала. Из общей пробы методом квартования выделяют среднюю пробу массой 500 г.

Контроль качества сухого крахмала, включая и отбор проб, проводят в соответствии с требованиями ГОСТа. Кукурузный крахмал вырабатывается двух сортов: высшего и I. Картофельный крахмал производят четырех сортов: «Экстра», высшего, I и II.

Основными органолептическими показателями, характеризующими качество крахмала, являются внешний вид, цвет, запах, блеск. В зависимости от вида (картофельный, кукурузный) и сорта крахмала к нему предъявляются следующие требования.

### **Определение внешнего вида, цвета, запаха и блеска**

По внешнему виду крахмал должен представлять собой однородный порошок.

Цвет кукурузного крахмала должен быть белым с желтоватым оттенком. Цвет картофельного крахмала различается по сортам. Для сортов «Экстра» и высший – белый с кристаллическим блеском; для I сорта – белый, для II – белый с сероватым оттенком.

Цвет крахмала зависит как от качества используемого сырья, так и 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. Запах для всех видов и сортов крахмала должен быть свойственным крахмалу без посторонних примесей.

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.

**Техника определения.** Внешний вид и цвет крахмала определяют следующим образом: помещают часть средней пробы на стеклянную пластину размером 13\*18 см, сверху прикрывают ее второй пластиной размером 10\*15 см. Прижимают верхнюю пластину до образования гладкой поверхности пробы и определяют внешний вид и цвет крахмала при рассеянном ярком дневном свете.

Для определения запаха крахмала в фарфоровой чашке или стакане взвешивают 20 г крахмала, заливают теплой водой температурой 50°C, перемешивают пробу с водой и оставляют в покое. По истечении 30 с воду сливают и устанавливают запах сырого крахмала.

При органолептической оценке устанавливают наличие или отсутствие хруста в кулинарной пробе клейстера, приготовленного из анализируемого крахмала. Для этого навеску крахмала 12 г, взятую с погрешностью  $\pm 0,01$  г, размешивают с  $40 \text{ см}^3$  холодной воды. Отдель-

но 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.

По физико-химическим показателям к крахмалу в зависимости от вида и сорта предъявляются требования, изложенные в таблице 7.

### **Определение массовой доли влаги**

Массовую долю влаги в крахмале определяют высушиванием навески до постоянной массы или ускоренным методом высушивания. По полученным данным делают заключение.

Таблица 7 – Физико-химические показатели качества крахмала

| Показатель   | Норма для видов и сортов крахмала |       |                  |              |        |       |      |
|--|-----------------------------------|-------|------------------|--------------|--------|-------|------|
|  | Кукурузный                        |       |                  | Картофельный |        |       |      |
|  | Высший                            | I     | Амило-пектиновый | «Экстра»     | Высший | I     | II   |
| Массовая доля влаги, процент не более  | 13                                | 13    |                  | 13           | 20     | 20    | 20   |
| Массовая доля общей золы на сухие вещества, процент не более   | 0,20                              | 0,30  | 0,20             | 0,30         | 0,35   | 0,50  | 1,0  |
| Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-м растворе соляной кислоты, на сухие вещества, процент не более    | 0,04                              | 0,06  | -                | ,03          | 0,05   | 0,10  | 0,30 |
| Кислотность, см <sup>3</sup> (0,1 н. раствора гидроксида натрия на 100 г сухих веществ крахмала), не более | 20                                | 25    | 23               | 6,0          | 10,0   | 14,0  | 20,0 |
| Массовая доля протеина на сухие вещества, процент не более   | 0,8                               | 1,0   | 1,0              | -            | -      | -     | -    |
| Количество крапин на 1 дм <sup>3</sup> , не более  | 300                               | 500   | 400              | 60           | 280    | 700   | -    |
| Массовая доля SO <sub>3</sub> , процент не более   | -                                 | 0,008 | -                | -            | -      | 0,005 | -    |
| Примеси других видов крахмала  | Не допускается                    |       |                  |              |        |       |      |

## **Определение массовой доли золы**

Крахмал, помимо чисто углеводной фракции, составляющей 96,1–97,6%, содержит минеральные вещества, представленные в основном фосфором в виде фосфорной кислоты. Наличие большинства из них объясняется высокой адсорбционной способностью крахмала. Товарный крахмал может содержать также зольные элементы в виде песка (оксиды кремния). Поэтому при определении золы в крахмале различают общую золу и золу, не растворимую в 10%-м растворе соляной кислоты.

Золой называется остаток, получаемый при сжигании органических веществ, входящих в состав изучаемого объекта.

Минеральные вещества, непосредственно входящие в состав продукта, называются чистой золой. Она имеет большое значение, так как обуславливает физиологическую ценность продукта.

## **Определение массовой доли общей золы**

Сущность метода заключается в определении несгораемого остатка крахмала при сжигании его в муфельной печи.

**Техника определения.** В предварительно прокаленный до постоянной массы и взвешенный тигель помещают навеску крахмала массой около 10 г, взятой с погрешностью  $\pm 0,0005$  г, и обугливают на электрической плитке. Во избежание всputчивания на поверхность крахмала наносят 5–7 капель растительного масла. Прокаливание ведут в муфельной печи при температуре 600–650°C (темно-вишневое каление) до полного озоления навески крахмала. Далее тигель охлаждают в экскаторе и взвешивают. Повторно прокаливают в муфельной печи в течение 30 мин, охлаждают и взвешивают. Озоление заканчивают, когда разница в массе между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,0005 г. По полученным данным делают заключение.

## **Определение массовой доли золы, не растворимой в 10%-м растворе соляной кислоты**

Сущность метода заключается в обработке навески крахмала 10%-м раствором соляной кислоты, фильтрации полученного раство-

ра и определении массовой доли золы после сжигания осадка, не растворимого в соляной кислоте, в муфельной печи.

**Техника определения.** Навеску крахмала массой 20 г, взвешенной с погрешностью  $\pm 0,01$  г, переносят количественно дистиллированной водой в коническую колбу вместимостью 300 см<sup>3</sup>. Общий объем воды в колбе для создания требуемой концентрации соляной кислоты должен составлять 155 см<sup>3</sup>. К суспензии приливают цилиндром 45 см<sup>3</sup> соляной кислоты плотностью 1,19. Содержимое колбы тщательно перемешивают и помещают в кипящую водяную баню. В течение первых 3 мин суспензию перемешивают до полного растворения крахмала. Кипячение проводят в течение 30 мин, затем раствор фильтруют через беззольный фильтр. Осадок на фильтре промывают 5 раз дистиллированной водой с температурой 50–60°C.

Фильтр с осадком переносят в предварительно прокаленный и взвешенный тигель и проводят озоление в муфельной печи при температуре 600–650°C, доводя массу золы до постоянной.

Запись в лабораторном журнале и расчет массовой доли золы, не растворимой в 10%-м растворе соляной кислоты, проводят так же, как при определении общей доли золы.

### **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Масса пустого тигля.....                              | Г. |
| Масса тигля с исследуемым образцом .....              | Г. |
| Масса исследуемого образца.....                       | %. |
| Массовая доля золы в образце.....                     | %. |
| Массовая доля сухих веществ в образце (100-W).....    | %. |
| Массовая доля золы в пересчете на сухие вещества..... | %. |
| Заключение.   |    |

### **Определение кислотности**

Крахмал имеет кислую реакцию, обусловленную наличием фосфатов. При хранении в неблагоприятных условиях кислотность крахмала возрастает в результате жизнедеятельности микроорганизмов, производящих различные органические кислоты. На величину кислотности влияет также серная кислота, применяемая при производстве кукурузного крахмала и иногда для отбеливания картофельного крахмала.

Кислотность крахмала выражается в градусах. Под градусами кислотности подразумевают количество см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия, необходимое для нейтрализации 100 г сухих веществ крахмала.

**Техника определения.** В коническую колбу вместимостью 250–300 см<sup>3</sup> помещают 20 г исследуемого крахмала, отвешенного с погрешностью ±0,01 г, приливают мерным цилиндром 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, прибавляют 5 капель раствора фенолфталеина и титруют суспензию 0,1 н. раствором гидроксида натрия до заметной розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Так как крахмал обладает способностью адсорбировать фенолфталеин, перед концом титрования добавляют еще 5–6 капель раствора фенолфталеина. Параллельно оттитровывают в тех же условиях 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Предварительно определяют массовую долю влаги в исследуемом образце крахмала.

Кислотность крахмала X (град.) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 100 \cdot 100}{m(100 - W)} ,$$

где  $V_1$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование основного опыта, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески крахмала, г;

$W$  – массовая доля влаги в крахмале, процент.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованное на титрование основного опыта ( $V_1$ )..... см<sup>3</sup>

Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованное на титрование 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды ( $V_2$ )..... см<sup>3</sup>

Масса навески крахмала ( $m$ )..... г.

Массовая доля влаги в крахмале ( $W$ )..... %.

Кислотность крахмала на 100 г сухих веществ

крахмала (X)..... град.

Заключение.

## **Определение количества крапин**

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.

Сущность метода заключается в подсчете количества крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности крахмала.

**Техника определения.** Навеску крахмала массой 50 г, взвешенной с погрешностью ±0,01 г, тщательно перемешивают, насыпают на лист бумаги или стекло. На поверхность крахмала кладут стеклянную пластинку, на которой нанесены контуры прямоугольника размером 5\*2 см, т.е. площадью 0,1 дм<sup>2</sup> с разбивкой на клетки 1\*1 см. Крахмал слепка придавливают стеклом и считают крапины на всей очерченной площади. Крахмал перемешивают и повторяют подсчет крапин не менее 5 раз. Из полученных результатов вычисляют среднее арифметическое и, увеличив его в 10 раз, получают количество крапин на 1 дм<sup>2</sup>.

## **Определение массовой доли диоксида серы**

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 антистические условия замачивания.

Диоксид серы летуч, поэтому основная его часть улетучивается на последующих стадиях производства товарного крахмала.

Остаточное содержание сернистой кислоты в сухом кукурузном крахмале определяют методом окисления сернистой кислоты раствором йода при титровании фильтрата крахмальной суспензии.

**Техника определения.** Навеску крахмала массой 50 г, взятую с погрешностью ±0,01 г, помещают в коническую колбу вместимостью 300 см<sup>3</sup> и приливают мерной колбой 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно перемешивают в течение 15 мин (колба должна быть закрыта пробкой). Суспензию фильтруют

и отбирают пипеткой 50 см<sup>3</sup> фильтрата в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Добавив в реакционную колбу 3–5 капель индикатора раствора крахмала и столько же раствора соляной кислоты разведением 1:5, оттитровывают сернистую кислоту 0,02 н. раствором йода до заметного синего окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 0,02 н. раствора йода, израсходованное на окисление S0<sub>2</sub>, содержащегося в фильтрате..... см<sup>3</sup>.  
Масса навески крахмала..... г.  
Количество диоксида серы, соответствующее 0,64 мг  
0,02 н. раствора йода ..... см<sup>3</sup>.  
Массовая доля S0<sub>2</sub> в крахмале..... %.  
Заключение.

### **Определение примеси 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.

Таким образом, сущность метода заключается в микроскопировании части средней пробы исследуемого крахмала.

**Техника определения.** Готовят разбавленную суспензию крахмала на дистиллированной воде, нанося 2–3 капли на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом. Форма крахмальных зерен должна соответствовать форме вида крахмала данной партии.

Более четкую картину препаратов крахмала под микроскопом можно достигнуть окрашиванием их раствором Люголя.

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

### **Запись в лабораторном журнале**

Зарисовка исследуемых образцов крахмала.

Заключение.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды крахмала вы знаете?
2. По каким показателям проводят органолептическую оценку товарного крахмала?
3. По каким физико-химическим показателям определяют качество картофельного и кукурузного крахмала?
4. Каким методом определяют зольность крахмала, каково значение этого показателя?
5. Какие вещества обуславливают кислотность крахмала, каким методом ее определяют?
6. Какие показатели качества характеризуют сорт крахмала?
7. Какова сущность метода определения сернистой кислоты в кукурузном крахмале?

### ***1.5 Продукты переработки крахмала***

Патока (декстринмальтоза, мальтодекстрин) – продукт неполного кислотного (разбавленными кислотами) или ферментативного гидролиза крахмала. Как правило, в кондитерском и консервном производстве используются картофельный и кукурузный (маисовый) крахмалы.

Полуфабрикат при производстве сахара и крахмала на сахарных и крахмало-паточных заводах, полужидкая масса, по консистенции похожая на молодой жидкий мед. Она намного сладче обычного сахара.

Химический состав патоки: декстрин – от 0 до 70%, глюкоза – от 0 до 50%, мальтоза – от 19 до 85%.

Низкоосахаренная патока представляет собой продукт неполного гидролиза крахмала с содержанием глюкозного эквивалента 26–35%. Низкоосахаренные крахмальные гидролизаты характеризуются высокой вязкостью, связующим и антикриSTALLизационным действи-

ем, являются стабилизаторами пены и эмульсий. Такие патоки применяют при производстве аэрированных кондитерских изделий, леденцов, где очень важны низкая сладость, мягкий вкус и негигроскопичность.

Наиболее распространенным и широко применяемым видом является карамельная патока. Содержание глюкозы и мальтозы находится в пределах 15–20%. Такая патока используется, в основном, при производстве карамели в кондитерской промышленности в качестве антикриSTALLизатора, повышая вязкость сахаро-паточного сиропа.

Весьма важными в пищевой промышленности в настоящее время становятся мальтозные патоки. Патока, содержащая мальтозу как основной компонент, характеризуется высокой термостабильностью, низкой гигроскопичностью и вязкостью, высокой сладостью, не кристаллизуется при хранении. Высокая энергетическая ценность, сладкий вкус и быстрая усвояемость мальтозы определили исключительную роль мальтозных продуктов в пищевом рационе человека. Мальтозная патока является наиболее эффективным антикриSTALLизатором, так как мальтоза обладает сильным тормозящим действием на скорость кристаллизации сахарозы среди низкомолекулярных углеводов.

Высокоосахаренные патоки обладают чистым сладким вкусом, ввиду специфики своего углеводного состава. Общее содержание редуцирующих веществ составляет 55–65%, соотношение глюкозы и мальтозы находится на уровне 30–40%. Такие патоки теряют антикриSTALLизационные свойства и характеризуются повышенной сладостью, сбраживаемостью, гигроскопичностью.

Традиционно в кондитерском производстве используется патока кислотного гидролиза с содержанием 42% редуцирующих веществ. В связи с внедрением современных технологий, направленных на улучшение качества готовой продукции, наметилась тенденция использования в карамельном производстве мальтозных паток. Это представляет более широкие возможности, поскольку мальтозная патока, обладая меньшей вязкостью, придает карамельной массе лучшие текучие свойства. Низкий уровень содержания глюкозы в мальтозных патоках (до 10%) уменьшает потемнение высокотемпературной карамели, что особенно важно для производства прозрачных изделий. Следует отметить, что мальтозные патоки имеют ту же сладость, что и обычная карамельная (42 ДЕ), но она менее гигроскопична из-за меньшего содержания глюкозы. Уменьшение содержания

глюкозы в патоке делает карамель более стойкой к намоканию. Исследованиями установлено, что гигроскопичность карамели, приготовленной на мальтозной патоке, примерно на 50% ниже гигроскопичности карамели, приготовленной на обычной патоке.

При производстве помадных конфет, изделий с пенообразной структурой (пастилы, зефира) наиболее пригодны высокоосахаренные патоки с содержанием РВ – 60–65%, где глюкоза находится на уровне 35–40%. Патоки с высоким содержанием глюкозы обладают повышенной гигроскопичностью, тем самым помогая удержанию влаги в течение более длительного периода, при этом структура изделий не претерпевает изменений. Высокоосахаренная патока в своем составе содержит в 3 раза меньше крупномолекулярных декстринов, чем обычная карамельная, благодаря чему обладает меньшей вязкостью. Меньшая вязкость обеспечивает лучшее увеличение объема взбиваемой массы, придавая ей более нежную структуру. Высокоосахаренная патока также оказывает положительное влияние на вязкость, пластичность и текучесть помадных масс.

Высокоосахаренная патока находит широкое применение при производстве засахаренных фруктов. Фрукты консервируются путем пропитки в углеводном растворе с целью извлечения натурального сока и насыщения углеводами для придания продукту более высокой сладости. Наличие высокомолекулярных сахаридов обеспечивает повышение вязкости и улучшает условия проникновения углеводов через кожуру фруктов в межклеточное пространство.

Таким образом, патока имеет универсальное значение при производстве кондитерских изделий. Такое положение она заняла благодаря легкости обращения, инертности в процессе варки, стабильности при технологических операциях, разнообразию технологических и физиологических свойств таких, как сладость, вязкость, питательная ценность, увлажняющая или влагопоглощающая способность, растворяющий эффект, антикристаллизационные свойства.

Благодаря широкому спектру видов патоки, производитель может выбрать наиболее подходящую по химическому составу применимально к используемой технологии, так как состав и назначение патоки в различных областях применения зависят не только от свойств патоки, но и характера ее взаимодействия с другими присутствующими ингредиентами.

## **Лабораторная работа №5. Анализ крахмальной патоки**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества крахмальной патоки. Освоить методы определения массовой доли влаги, кислотности, количества редуцирующих веществ.

**Объект исследования.** Крахмальная патока.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксикатор, бюретка, 0,1н. раствор щелочи, прибор ВЧ, бумажные пакеты, фенолфталеин, линейка, фарфоровые ступка с пестиком, колба мерная, стаканчик, рефрактометр РПЛ-2, дистиллированная вода, фильтры, термометр, электрическая плитка, водяная баня, тигли, муфельная печь.

### *Общие положения*

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 глюко-амилазой) 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°C. 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 выражается уравнением (без учета промежуточных продуктов)



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

В зависимости от глубины гидролиза крахмала вырабатываются три вида крахмальной патоки: карамельная, низкоосахаренная и глюкозная высокоосахаренная. Карамельная патока выпускается двух сортов: высшего и I

Все эти виды и сорта патоки различаются по содержанию декстринов и редуцирующих сахаров (условно рассчитываемых на глюкозу). В высшем и I сортах карамельной патоки с общим количеством редуцирующих веществ 38–44% содержится 19–21% глюкозы, 18–20% мальтозы и 55–60% декстринов.

Применение определенного вида патоки для тех или иных целей обусловлено ее химическим составом и свойствами основных компонентов. Декстрины, обладая высокой вязкостью, выполняют роль антикриSTALLизатора сахарозы (чем выше вязкость растворов, тем ниже скорость кристаллизации). Это свойство декстринов используется при производстве карамели, которая представляет собой сахаропаточный раствор, уваренный до влажности не более 3%. Редуцирующие сахара патоки также тормозят кристаллизацию сахарозы в карамельной массе за счет повышения содержания сухих веществ и снижения растворимости сахарозы, но свойство антикриSTALLизатора 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 антикриSTALLизационных свойств за счет снижения количества декстринов и обуславливает получение карамели с высокой гигроскопичностью. При хранении карамель поглощает влагу из окружающего воздуха, становится липкой, мутной и теряет свои качества.

В нашей стране вырабатывают карамельную низкоосахаренную патоку с массовой долей редуцирующих веществ 30–34% (19,5–21,5% мальтозы и 11–12,5% глюкозы) и 66–69,5% декстринов, являющуюся

лучшим антикристаллизатором и позволяющую получать малогигроскопичную карамель.

Для использования в качестве сахаристого продукта, содержащего в основном мальтозу и глюкозу, получают высокоосахаренную патоку, в состав которой входит обычно 45–60% редуцирующих веществ, в том числе до 40–50% глюкозы. Эта патока обладает более сладким вкусом, меньшей вязкостью и большей гигроскопичностью, чем карамельная патока. Вязкость высокоосахаренной патоки втрое ниже вязкости карамельной патоки, так как содержание декстринов в ней составляет всего 5–8%.

Благодаря этим качествам высокоосахаренная глюкозная патока находит широкое применение в изготовлении варенья, джемов, фруктовых сиропов, повидла, желе, при консервировании плодов и ягод, предотвращая их засахаривание при хранении. Использование этой патоки в хлебопечении и при выработке мучных кондитерских изделий способствует удлинению срока их хранения за счет повышения влагоудерживающей способности и замедления процесса очерствения. Применение глюкозной высокоосахаренной патоки в производстве помадных конфет улучшает их вкусовые достоинства и повышает стойкость против высыхания.

### **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 и называют его основным раствором патоки.

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

## **Определение массовой доли сухих веществ**

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

Определение на рефрактометре РПЛ-3. На нем можно определить показатель рефракции в концентрированных растворах с относительно высоким коэффициентом преломления (до 1,540), поэтому сухие вещества определяют без предварительного разведения патоки водой.

**Техника определения.** 1–2 капли патоки наносят на призму рефрактометра и отсчитывают по шкале содержание сухих веществ. В связи с тем, что шкала сухих веществ рефрактометра проградуирована по растворам сахарозы, а в состав сухих веществ патоки входят глюкоза, мальтоза и различные декстрины, растворы которых имеют несколько отличные от соответствующих растворов сахарозы показатели преломления. Для получения правильных данных о массовой доле сухих веществ патоки необходимо внести корректировку. Полученный на рефрактометре результат следует умножить на коэффициент пересчета. Этот коэффициент непостоянен и зависит от соотношения сахаров и декстринов в патоке, которое характеризуется массовой долей редуцирующих в ней веществ.

Для определения (коэффициента пересчета проводят поляризацию основного раствора патоки на сахариметре в трубке длиной 100 мм. По результатам отсчета на шкале сахариметра в таблице 8 находят значение коэффициента пересчета.

### **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Показания рефрактометра при температуре $^{\circ}\text{C}$ (Л)..... | %. |
| Поправка на температуру (В) .....                                   | %. |
| Показания рефрактометра при $20^{\circ}\text{C}$ (A±B).....         | %. |
| Коэффициент пересчета (К).....                                      |    |
| Массовая доля сухих веществ в патоке [(A±B)K] .....                 | %. |
| Заключение.   |    |

Таблица 8 – Показатели качества патоки

| Показатель  | Характеристика и нормы для патоки   |                  |             |                                  |  |
|---|---|------------------|-------------|----------------------------------|--|
|   | Карамельная низкоосахаренная (КН)   | Карамельная      |             | Глюкозная высокоосахаренная (ГВ) |  |
|   |   | Высший сорт (КВ) | I сорт (К1) |                                  |  |
| Прозрачность  | Прозрачная. Допускается небольшая опалесценция. Леденец, получаемый при варке карамельной пробы, должен быть прозрачным |                  |             |                                  |  |
| Вкус и запах  | Свойственный патоке, без посторонних привкуса и запаха  |                  |             |                                  |  |
| Массовая доля сухих веществ, процент не менее   | 78,0  | 78,0             | 78,0        | 78,0                             |  |
| Массовая доля редуцирующих веществ, процент, в пересчете на сухие вещества                        | 30–34   | 38–42            | 34–44       | 44–60                            |  |
| Массовая доля золы в пересчете на сухие вещества, процент не более                                | 0,4   | 0,4              | 0,45        | 0,55                             |  |
| Кислотность патоки, см <sup>3</sup> 0,1 н. раствора NaOH в пересчете на сухие вещества, не более: |   |                  |             |                                  |  |
| картофельной  | 25  | 25               | 27          | -                                |  |
| кукурузной  | 12  | 12               | 15          | -                                |  |
| pH патоки, не ниже:   |   |                  |             |                                  |  |
| картофельной  | 4,6   | 4,6              | 4,6         | -                                |  |
| кукурузной  | 4,6   | 4,6              | 4,6         | -                                |  |
| Температура карамельной пробы, °C   | 155   | 145              | 140         | -                                |  |
| Цветность по номеру эталона, не более   | -   | 1                | 2           | -                                |  |

Примечание: 1. В патоке не допускается наличие тяжелых металлов и мышьяка, свободных минеральных кислот и механических примесей. 2. Для патоки с массовой долей редуцирующих веществ в пределах 30–37% допускается некоторое побеление вследствие выпадения декстринов.

## Определение на рефрактометре РПЛ-2

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

**Техника определения.** Взвешивают бюксу со стеклянной палочкой и крышкой (палочка должна быть такого размера, чтобы бюкса закрывалась крышкой), помещают в нее 4–6 г патоки и снова взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г. В бюксу с патокой цилиндром или градуированной пипеткой вносят дистиллированную воду в количестве, несколько превышающем (на 2–3 см<sup>3</sup>) удвоенное количество взятой пробы. Патоку растворяют в открытой бюксе на водяной бане при температуре не выше 70°C. Затем бюксу с раствором охлаждают, закрывают крышкой, тщательно вытирают снаружи фильтровальной бумагой. Взвешивают бюксу с раствором, палочкой и крышкой.

2–3 капли раствора наносят на призму рефрактометра и отсчитывают показания по шкале прибора при 20°C. Если температура отличается от 20°C, 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). Полученное значение умножают на коэффициент пересчета для определения величины истинного содержания сухих веществ в патоке. Этот коэффициент можно найти в таблице 9 по показанию сахариметра при поляризации основного раствора патоки, а также по массовой доле редуцирующих сахаров в ней (в случае определения их йодометрическим методом).

Массовую долю сухих веществ  $C$  рассчитывают по формуле

$$C = C_p \frac{M}{m} K,$$

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

## **Запись в лабораторном журнале**

|  |    |
|--|----|
| Масса бюксы ( $m_1$ ).....   | г. |
| Масса бюксы с патокой ( $m_2$ ).....   | г. |
| Масса патоки ( $m=m_2-m_1$ ).....  | г. |
| Масса бюксы с раствором патоки ( $m_3$ ).....                                | г. |
| Масса раствора патоки ( $M_1=m_3-m_1$ ).....                                 | г. |
| Разведение патоки ( $M/m$ ).....   | г. |
| Показание рефрактометра при $^{\circ}\text{C}$ , (A) .....                   |    |
| Деление шкалы.....   |    |
| Поправка на температуру (B).....   |    |
| Деление шкалы.....   |    |
| Показание рефрактометра при $20^{\circ}\text{C}$ (A±B).....                  |    |
| Деление шкалы.....   |    |
| Массовая доля сухих веществ в<br>растворе патоки (по табл.9) ( $C_p$ ) ..... | %  |
| Коэффициент пересчета (K) .....  |    |
| Массовая доля сухих веществ в патоке (C) .....                               | %  |
| Заключение.  |    |

## **Определение массовой доли редуцирующих веществ**

От массовой доли редуцирующих веществ патоки зависят ее антикриSTALLИЗАционные свойства и гигроскопичность. Определить фактическое содержание каждого отдельного редуцирующего сахара в патоке и их сумму весьма затруднительно, поэтому массовую долю редуцирующих веществ выражают в условном пересчете на глюкозу.

Существует два метода определения массовой доли редуцирующих веществ в патоке: поляриметрический и йодометрический.

### **Определение поляриметрическим методом**

**Техника определения.** Основной раствор поляризуют в трубке длиной  $100 \text{ см}^3$  в сахариметре. Отсчет по шкале сахариметра проводят 3–4 раза и берут среднеарифметическое значение.

Показание сахариметра  $P_x$  (в град.) пересчитывают на сухие вещества патоки по формуле

$$P_x = \frac{P_o \cdot 100}{A},$$

где  $P_0$  – отсчет по шкале сахариметра, град.;

$A$  – массовая доля влаги в патоке, процент.

По величине  $P_x$  в таблице 9 находят массовую долю редуцирующих веществ в процентах в пересчете, на сухие вещества патоки.

### Запись в лабораторном журнале

Отсчет по шкале сахариметра (среднеарифметическое) ( $P_0$ )....град.

Массовая доля сухих веществ в патоке (A).....%.

Показание сахариметра в пересчете на сухие

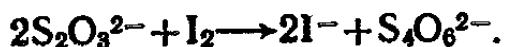
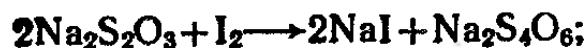
вещества патоки ( $P_x$ ) .....град.

Массовая доля редуцирующих веществ в патоке (по табл. 9)... %.

Заключение.

### Определение йодометрическим методом

Метод 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:  $I_2 + 2 e = 2 I^-$ . Избыток йода, не вошедшего в реакцию с сахарами, оттитровывают тиосульфатом натрия:



**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. Из полученного раствора берут пипеткой 10 см<sup>3</sup>, помещают в коническую колбу вместимостью 250–400 см<sup>3</sup>, вносят пипеткой 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода и из бюретки медленно (но 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 H<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 ставят 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. раствора

H2SO4 и титруют тиосульфатом натрия в присутствии крахмального раствора.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5%.

Массовая доля редуцирующих веществ определяется по формуле

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

где  $X$  – массовая доля редуцирующих веществ в патоке в пересчете на сухие вещества, процент;

$V$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование  $25 \text{ см}^3$  0,1 н. раствора йода (контрольный опыт),  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование остатка йода после взаимодействия с редуцирующими веществами патоки,  $\text{см}^3$ ;

$K$  – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора тиосульфата натрия;

0,009 – количество глюкозы, соответствующее  $1 \text{ см}^3$  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, процент.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование  $25 \text{ см}^3$  0,1 н. раствора йода

(контрольная проба) ( $V$ )..... $\text{см}^3$ .

Количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование остатка йода после взаимодействия с

редуцирующими веществами патоки ( $V_1$ )..... $\text{см}^3$ .

Количество 0,1 н. раствора йода, вступившее во взаимодействие с редуцирующими веществами патоки  
( $K$  – поправочный коэффициент 0,1 н. раствора тиосульфата натрия)  $[(V - V_1)/K]$ ..... $\text{см}^3$ .

Масса патоки, взятая для определения редуцирующих веществ (в  $10 \text{ см}^3$  разбавленного раствора) ( $M$ ).....г.

Количество глюкозы в  $M$  г патоки  $[(V - V_1) \cdot 0,009]$  .....

Массовая доля глюкозы в патоке при ее фактической

массовой доле влаги  $\left[ \frac{(V - V_1) \cdot 0,009 \cdot 100}{M} \right]$  .....

Массовая доля влаги ( $W$ ).....%

Массовая доля глюкозы в пересчете на сухие вещества  
патоки (Х).....%.  
Заключение.

## **Определение температуры карамельной пробы**

Температуру карамельной пробы определяют для карамельной и низкоосахаренной патоки.

**Техника определения для карамельной патоки.** В медный таз диаметром около 12 см и высотой около 3 см наливают приблизительно 100 см<sup>3</sup> патоки (140–150 г) и нагревают на электрической плитке. Интенсивность нагрева регулируют таким образом, чтобы продолжительность варки от начала кипения до достижения необходимой температуры была не менее 20 мин для патоки с массовой долей сухих веществ 81,6% и не менее 25 мин для патоки с массовой долей сухих веществ 78,0%.

Вначале патока кипит спокойно, но по мере удаления воды мелкие пузырьки сменяются более крупными. Когда появляются большие пузыри, патоку начинают перемешивать и наблюдают за изменением ее окраски. Если появляются темные пятна и прожилки, фиксируют температуру и считают, что патока выдержала пробу только до этой температуры. Если цвет патоки не изменяется, продолжают ее нагревать до температуры, установленной для данного вида патоки. Затем содержимое тазика выливают на мраморную или керамическую 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.

**Техника определения для низкоосахаренной патоки.** В медный таз вносят 100 г сахарного песка, приливают 25 см<sup>3</sup> воды и нагревают на электрической плитке до полного растворения сахара, после чего туда добавляют 50 г патоки. Смесь перемешивают до получения однородной массы, продолжая нагревать до 150°C. Массу перемешивают и наблюдают за изменением окраски. При достижении в массе температуры 155°C содержимое выливают на мраморную или керамическую плиту или на лист белой жести.

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

Таблица 9 – Массовая доля редуцирующих веществ патоки

| Поляризация Rx<br>сахариметра в<br>пересчете на су-<br>хое вещество | Массовая доля редуцирующих веществ, процент 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 | 43,79 | 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 | 40,41 | 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   | 37,64 | 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   | 30,51 | 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 |

## **Определение цветности патоки**

Определяют цветность патоки сравнением ее с типовыми образцами (эталонами), приготовленными растворением органической краски (метаниловая желтая АТ 250). Готовят основной раствор краски, взвешивая навеску массой 0,2 г с погрешностью  $\pm 0,0002$  г и перенося ее количественно в мерную колбу вместимостью 1 дм<sup>3</sup>. Объем колбы доводят дистиллированной водой до метки.

Далее готовят эталоны краски.

Для I эталона – 3 см<sup>3</sup> основного раствора краски доводят дистиллированной водой до объема 200 см<sup>3</sup> и перемешивают.

Для II эталона – 6 см<sup>3</sup> основного раствора краски доводят дистиллированной водой до объема 200 см<sup>3</sup> и перемешивают.

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

Патоку, оказавшуюся менее или одинаково окрашенной с I эталоном, относят к высшему сорту. Патоку, оказавшуюся более окрашенной, чем I эталон, или одинаковой степени окраски с II эталоном, относят к I сорту.

**Определение массовой доли золы.** Состав золы в патоке зависит как от природы и качества перерабатываемого крахмала, так и от кислоты, которой проводился 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 SО<sub>2</sub> (до 15%).

**Техника определения.** 10 г патоки взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г 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 вспаривании), а затем на постепенно усиливающемся открытом 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 озления. Затем его охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Взвешивают через каждые 30 мин прокаливания, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,005 г.

## **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Масса пустого тигля ( $m_1$ ) .....   | г. |
| Масса тигля с патокой ( $m_2$ ).....  | г. |
| Масса патоки ( $m_2-m_1$ ).....   | г. |
| Масса тигля с золой (последнее прокаливание) ( $m_3$ ).....   | г. |
| Масса золы ( $m_3-m_1$ ).....   | г. |
| Массовая доля золы в патоке при ее фактической<br>массовой доле влаги $(m_3-m_1)/(m_2-m_1)*100$ ..... | %. |
| Массовая доля сухих веществ (С).....  | %. |
| Массовая доля золы в пересете на сухие<br>вещества патоки (3).....                                    | %. |
| Заключение.   |    |

## **Определение кислотности**

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 патоки, под которым подразумевают количество  $\text{cm}^3$  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 гидролизуется 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, ибо увеличивается содержание редуцирующих сахаров в готовом продукте. Кроме того, образующаяся фруктоза как самый гигроскопичный сахар повышает гигроскопичность карамели, которая при хранении начинает поглощать влагу из окружающего воздуха и намокает.

**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 гидроксида натрия до ясно заметной розовой окраски. Результат пересчитывают на 100 г сухих веществ патоки.

Кислотность патоки X в градусах рассчитывают по формуле

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot 100}{mC} ,$$

где V – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия, 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, процент.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее 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.

Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование 100 г патоки при ее фактической массовой

доле влаги  $\left( \frac{V}{m} \cdot 100 \right)$  ..... см<sup>3</sup>.

Массовая доля сухих веществ патоки (C) ..... %.

Количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование 100 г сухих веществ патоки

(кислотность) (X) ..... град.

Заключение.

### Определение активной кислотности (рН)

Определение проводят на потенциометре любой марки, используя основной раствор патоки. Основной раствор наливают в стаканчик вместимостью 100–150 см<sup>3</sup>, устанавливают на столик прибора, погружают электроды в раствор. Если необходимо, корректируют температуру и снимают показание прибора.

## **Определение свободных минеральных кислот**

В патоке не должны присутствовать свободные минеральные кислоты. Они могут появиться в ней только при неправильном технологическом процессе получения патоки, а именно при неполной нейтрализации серной или соляной кислот после их применения в качестве катализаторов при гидролизе крахмала.

**Техника определения.** 2–4 см<sup>3</sup> основного раствора патоки помещают в фарфоровую чашку, в нее добавляют 2–3 капли индикатора метилового оранжевого и легким вращательным движением индикатор перемешивают с раствором патоки. Переход оранжевой окраски смеси в розовую указывает на присутствие свободных минеральных кислот.

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой крахмальная патока, для каких целей она применяется?
2. Какие виды и сорта патоки вырабатываются в настоящее время?
3. Каков состав патоки?
4. Какое влияние оказывают декстрины и редуцирующие вещества патоки на качество готовой продукции?
5. По каким показателям проверяется качество патоки?
6. Какие методы рекомендует ГОСТ для определения массовой доли сухих веществ в патоке?
7. Какими методами определяется массовая доля редуцирующих веществ в патоке? На какой сахар принято условно рассчитывать этот показатель?
8. Какое значение имеет показатель кислотности патоки, в каких единицах он выражается?
9. Как определяется цветность патоки?
10. Как определяют температуру карамельной пробы и содержание свободных минеральных кислот?

## **Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА И СВОЙСТВА ДРОЖЖЕЙ**

Дрожжи биологи относят к группе одноклеточных грибов, однако устроены эти грибы несколько иначе, чем другие, так как их среда обитания и образ питания в процессе эволюции сильно изменились. Живут дрожжи в жидких или полужидких субстратах, в которых много органических веществ, например, в сахарном растворе, оставленном на несколько дней в помещении при комнатной температуре, появляется пена, а запах становится алкогольным – это дрожжи, попав из воздуха в раствор, начинают активно расти и размножаться.

Уже тысячи лет их используют в приготовлении алкоголя – от эля и сидра до спирта и виски. Раствор для получения дрожжей можно готовить любой: виноградный, яблочный, хмельной и солодовый, пшеничный, ржаной и другие; можно также использовать картофель, патоку и другие продукты питания.

Хлеб люди тоже научились выпекать с помощью дрожжей, но обнаружить их смогли только в середине XIX в. – это сделал Луи Пастер, открывший, что дрожжи представляют собой организмы, размножающиеся почкованием, а вещества, вызывающие брожение, вырабатываются в них в процессе их роста.

Химический состав дрожжей весьма неустойчив: он зависит от их вида – на сегодня известно около 1500 видов, – и от среды, в которой они размножаются. Обычно дрожжи содержат  $\frac{3}{4}$  воды и  $\frac{1}{4}$  сухого вещества, в состав которого, в свою очередь, входят неорганические вещества, углеводы, азот, белки и жиры.

Неорганические вещества содержат в основном фосфорную кислоту и калий. Углеводная часть дрожжей содержит полисахариды, а в белках дрожжей много аминокислот, и в том числе все необходимые; в жирах есть насыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты.

Хлебопекарные дрожжи получают на специализированных дрожжевых заводах (прессованные, сушеные, дрожжевое молоко). На амилазно-спиртовых заводах получают только прессованные дрожжи. Влажность их 75%, содержание сухих веществ 25%, которые, в свою очередь, состоят из 44–67% белков, 6–8% минеральных веществ и 30% углеводов. Дрожжи содержат также витамины группы В. Они относятся к факультативным анаэробам, т.е. могут развиваться без кислорода.

Дрожжи живут и размножаются в широких температурных пределах, но для нормальной их жизнедеятельности необходима темпе-

ратура 29–30°C. При очень высокой или очень низкой температуре жизнедеятельность дрожжей ослабляется или прекращается. Максимальная температура для развития дрожжей 38°C, минимальная – 5°C; при температуре 50°C дрожжи погибают.

Оптимальные температуры для развития и проявления максимальной бродильной активности не всегда совпадают. Дрожжи, выращенные при температуре 17–22°C, имеют большую бродильную энергию. Сбраживание мелассного сусла при температурах выше 30°C отрицательно отражается на выходе и качестве дрожжей, выделяемых из зрелой бражки и используемых в качестве хлебопекарных. Ферментативная активность, подъемная сила и стойкость таких дрожжей при хранении понижаются, поэтому рекомендуется следующий температурный режим выращивания дрожжей и сбраживания мелассного сусла: в дрожжегенераторах 28–29°C, в двух головных бродильных аппаратах 30–31°C и в концевых аппаратах 28–29°C. Сусло из крахмалсодержащего сырья сбраживают при температуре 28–32°C.

При повышении температуры дикие дрожжи и бактерии размножаются значительно быстрее сахаромицетов. Если при температуре 32°C коэффициент размножения диких дрожжей в 2–3 раза больше коэффициента размножения сахаромицетов, то при 38°C – уже в 6–8 раз больше.

Ускоренное развитие бактерий приводит к повышению кислотности бражки. В обоих случаях уменьшается выход спирта.

На жизнедеятельность дрожжей значительно влияет активная кислотность среды. Водородные ионы изменяют электрический заряд коллоидов плазменной оболочки клеток и в зависимости от концентрации могут увеличивать или уменьшать проницаемость плазменной оболочки дрожжевой клетки для отдельных веществ и ионов. От величины pH зависят скорость поступления питательных веществ в дрожжевую клетку, активность ферментов, образование витаминов. При изменении pH среды изменяется и направление самого брожения. Если pH бражки сдвигается в щелочную сторону, то увеличивается образование глицерина.

Дрожжи сохраняют жизнеспособность в пределах pH среды от 2 до 8. Для их выращивания оптимальным является pH 4,8–5.

При pH ниже 4,2 дрожжи продолжают развиваться, тогда как развитие молочнокислых бактерий прекращается. Это свойство дрожжей используют для подавления развития бактерий в инфици-

рованной среде, которую подкисляют до рН 3,8–4 и выдерживают определенное время.

Дрожжи в отпрессованном виде содержат 68–76% воды и 32–24% сухого вещества. Внутриклеточной влаги в зависимости от состояния коллоидов дрожжевой клетки содержится 46–53% и межклеточной 22–27%. При изменении общей влажности дрожжей меняется соотношение между количеством внутриклеточной и межклеточной влаги. Удаление 85% воды из дрожжей при температуре не выше 50°C почти не влияет на их жизнеспособность.

Сухие вещества дрожжей включают 23–28% органических веществ и 5–7% золы. Органические вещества состоят из 13–14% белка, 6–8% гликогена, 1,8–2% целлюлозы и 0,5–2% жира.

Скорость роста дрожжей зависит от разности осмотического давления в клетке и сусле. Чем она больше, тем быстрее размножаются дрожжи. Поэтому более активное физиологическое состояние дрожжей наблюдается при сбраживании мелассы по двухпоточному способу.

## **Лабораторная работа №6. Оценка качества прессованных дрожжей**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества прессованных дрожжей. Освоить методы определения массовой доли влаги, кислотности, быстроты подъема, осмочувствительности и стойкости при хранении.

**Объект исследования.** Прессованные дрожжи.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, шкаф сушильный электрический с терморегулятором, бюксы алюминиевые диаметром 50 мм и высотой 25–35 мм, эксикатор, прибор ВЧ, бюретка, бумажные пакеты, фарфоровые ступка с пестиком, колба мерная, стаканчик, фильтры, термометр, месильная машина, термостат, стеклянная палочка, поваренная соль, 0,1н. раствор щелочи, фенолфталеин, дистиллированная вода.

### *Общие положения*

На хлебозаводах в основном используют прессованные дрожжи. Кроме того, стали применять дрожжевой концентрат (дрожжевое молоко).

Процесс производства прессованных дрожжей сводится к размножению дрожжевых клеток в строго определенных условиях в разведенном паточном сусле, отделению дрожжевых клеток с помощью сепараторов от бражки, промыванию водой, прессованию и формовке в бруски различной массы.

Таким образом, прессованные дрожжи представляют собой скопление клеток дрожжей (вида *Saccharomyces cerevisiae*), обладающих способностью вызывать спиртовое брожение. В 1 г прессованных дрожжей содержится около 15 млрд дрожжевых клеток.

Химический состав дрожжей колеблется в довольно широких пределах и зависит от расы дрожжей, состава питательной среды, условий их выращивания. В состав прессованных дрожжей входит в среднем 75% воды и 25% сухих веществ. Около 45% сухого вещества представлено азотистыми веществами, примерно 8,5% составляют минеральные вещества, 2% – сырой жир. Остальное количество сухого вещества – главным образом, углеводы: гликоген, клетчатка, гемицеллюлоза.

Большая часть азотистых веществ дрожжей представлена полноценными белками, на долю которых приходится около 80% всего азота.

Среди небелковых азотистых веществ дрожжей содержится трипептид глютатион. Глютатион в своем составе имеет сульфогидрильную группу-SH и способен к окислительно-восстановительным превращениям. В восстановленной форме глютатион активирует протеиназы. При хранении дрожжей, особенно при повышенной температуре, увеличивается количество восстановленного глютатиона, легко переходящего в водный раствор; поэтому усиливается действие протеиназ дрожжей и дрожжи разжижаются. Именно эту форму глютатиона дрожжи легко отдают в тесто, многократно усиливая его протеолиз. Физические свойства теста ухудшаются.

В состав минеральных веществ дрожжей входят фосфор, калий, кальций, магний, железо, натрий, сера и др. Примерно половина всей золы приходится на  $P_3O_3$  и около 1/3 – на  $K_3O$ .

В состав дрожжевой клетки входят многие витамины и прежде всего водорастворимые:  $B_1$ ,  $B_3$ ,  $B_6$ , РР, пантотеновая кислота, биотин, инозит, фолиевая кислота. Кроме того, дрожжи содержат провитамин D, который при облучении ультрафиолетовыми лучами образует витамин  $D_3$ .

Многие из ферментов дрожжевой клетки (инвертаза, мальтаза, карбоксилаза, гликогеназа, фосфатаза и др.) входят в состав так называемого зимазного комплекса, вызывающего спиртовое брожение.

Дрожжевой концентрат представляет собой полуфабрикат дрожжевого производства, получаемый после сепарирования культурной жидкости. Консистенция концентрата жидкая с оседающим на дно при отстаивании слоем дрожжевых клеток. Концентрат в охлажденном состоянии может храниться несколько суток.

В настоящее время жидкий дрожжевой концентрат широко применяется на хлебозаводах. При этом уменьшается расход дрожжей (в расчете на прессованные), улучшается качество хлеба, отпадает ряд операций на дрожжевом заводе (прессование, расфасовка, упаковка) и на хлебозаводе (распаковка, разведение).

Качество прессованных дрожжей оценивают по средней пробе и распространяют на всю партию. Среднюю пробу отбирают следующим образом. При количестве ящиков в партии до четырех пробы берут из каждого ящика, при количестве же более четырех отбирают пробы от 5% ящиков (но не менее чем из 4 и не более чем из 20 ящи-

ков). Масса отдельных проб должна быть не менее 40 г, а общая масса средней пробы не менее 200 г.

Среднюю пробу оценивают по органолептическим и основным физико-химическим показателям в соответствии с действующим ГОСТ 171-69.

## **Органолептическая оценка качества дрожжей**

Цвет нормальных по качеству дрожжей должен быть сероватым, с желтоватым оттенком. На поверхности бруска не должно быть темных пятен. На цвет влияет содержание красящих веществ в сусле, на котором выращивались дрожжи. Темный оттенок дрожжам придают также металлические примеси в сусле – соли железа, меди.

Вкус и запах свойственны прессованным дрожжам. Не допускается запах плесени и другие посторонние запахи.

Консистенция плотная. Дрожжи должны легко ломаться и не мазаться. Известное представление о качестве дрожжей, их свежести дает проба на удар, которая в стандарт не включена. Проба на удар проводится следующим образом. Из прессованных дрожжей формируется шарик величиной с грецкий орех, который закладывается в полотенце и с силой ударяется о поверхность стола. У хороших дрожжей консистенция не изменяется. Плохие дрожжи после удара размягчаются или даже разжижаются ввиду того, что клеточные стенки разрушаются и внутриклеточная влага выступает наружу.

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

Методами физико-химического анализа определяют влажность, кислотность, быстроту подъема теста, стойкость дрожжей при температуре хранения 35°C.

### **Влажность дрожжей**

Она является одним из важных показателей качества дрожжей по своему влиянию на их сохраняемость. Чем выше влажность, тем дрожжи менее стойки при хранении. ГОСТом рекомендуется два метода определения влажности: высушиванием до постоянной массы и экспресс-метод с помощью прибора ВНИИХП-ВЧ.

## **Определение влажности дрожжей высушиванием до постоянной массы**

1,5 г измельченных дрожжей (протертых через сетку с отверстиями диаметром 2–3 мм или раскрошенных ножом) взвешивают на аналитических весах в высушенной и тарированной блюске, снабженной крышкой, и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянной массы.

Первое взвешивание проводят через 4 ч после начала высушивания, последующие – через каждый час. Перед взвешиванием блюксу закрывают крышкой и охлаждают в эксикаторе около 30 мин.

Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г.

При вычислении результатов доли до 0,05 единицы отбрасывают; доли, равные 0,05 и более, округляют до 0,1. Влажность выражают в процентах.

Вышеизложенный метод определения влажности дрожжей сравнительно длителен и для внутрипроизводственного контроля применяют экспресс-метод определения влажности с помощью прибора ВНИИХП-ВЧ.

## **Высушивание в приборе ВНИИХП-ВЧ**

В этом приборе используются инфракрасные лучи. Ускорение высушивания происходит благодаря способности инфракрасных лучей проникать на некоторую глубину в вещество.

Техника проведения заключается в следующем. 5 г дрожжей высушивают в приборе ВНИИХП-ВЧ при температуре 160–162°C в течение 7 мин.

## **Запись в лабораторном журнале**

|   |    |
|---|----|
| Масса сухого пакета.....                        | г. |
| Масса пакета с дрожжами до высушивания.....     | г. |
| Масса пакета с дрожжами после высушивания ..... | г. |
| Масса испарившейся влаги .....                  | г. |
| Влажность.....                                  | %. |
| Заключение.                                     |    |

## **Кислотность дрожжей**

Повышение кислотности, прежде всего, свидетельствует о зараженности дрожжей кислотообразующими бактериями. Кислотность выражают в миллиграммах уксусной кислоты на 100 г дрожжей. Согласно ГОСТ 171-69 кислотность дрожжей в день выработки заводом не должна превышать 120, а после 12 сут. хранения или транспортировки при температуре от 0 до 4°C – 360 мг уксусной кислоты на 100 г дрожжей.

**Техника определения.** 10 г дрожжей, отвешенных на технических весах в фарфоровой чашке, растирают 50 мл дистиллированной воды и титруют 0,1 н. раствором NaOH в присутствии 3–5 капель 1%-го раствора фенолфталеина. Титрование ведется до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение нескольких секунд.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованного на нейтрализацию кислот в 10 г дрожжей.....мл.  
Количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл  
0,1 н. раствора щелочи .....6 мг.  
Количество уксусной кислоты, содержащееся в 10 г  
дрожжей .....6 а мг.  
Количество уксусной кислоты, содержащееся в 100 г  
дрожжей .....6 а\*100/10 мг.  
Кислотность дрожжей .....мг на 100 г.  
Заключение.

Кислотность дрожжей рассчитывают по формуле

$$X = v * 6 * \frac{100K}{10},$$

где  $X$  – кислотность, мг уксусной кислоты на 100 г дрожжей;

$v$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование, см<sup>3</sup><sup>3</sup>

6 – количество кислоты уксусной, 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.

Из показателей качества дрожжей, предусматриваемых ГОСТом, наибольшее хлебопекарное значение имеют быстрота подъема теста и стойкость дрожжей при хранении.

### **Быстрота подъема теста (подъемная сила дрожжей)**

Чем быстрее дрожжи поднимают тесто, тем качество их считается выше.

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

**Стандартный метод определения быстроты подъема теста** (ГОСТ 171-69) заключается в определении быстроты подъема теста, замешенного по определенной рецептуре в условиях термостатирования.

**Техника определения.** 280 г хлебопекарной пшеничной муки II сорта подогревают в термостате при 35°C 2 ч. Затем отвешивают на технических весах (с точностью до 0,01 г) 5 г дрожжей, нагревают до 35°C 160 мл 2,5%-го раствора чистой поваренной соли. В фарфоровую чашку с навеской дрожжей приливают 15–20 мл приготовленного раствора соли и с помощью стеклянной палочки содержимое размешивают до исчезновения комков. Разведенные дрожжи быстро выливают в дежу лабораторной тестомесильной машины с частотой вращения 135 об./мин. Оставшимся солевым раствором ополаскивают чашку из-под дрожжей и выливают в ту же дежу. Затем в дежу насыпают 280 г согретой муки и включают месильную машину. Через 5 мин. машину останавливают, вынимают из дежи тесто, придают ему форму батона, который переносят в железную формочку, предварительно нагретую в термостате при температуре 35°C и смазанную растительным маслом. Формочка представляет собой в продольном и поперечном разрезах трапеции следующих внут-

ренних размеров: верхние основания 14,3 и 9,2 см, нижние 12,6 и 8,5 см, высота 8,5 см.

После помещения теста в формочку на длинные борта навешивают поперечную металлическую перекладину, входящую в форму на 1,5 см. Форму переносят в термостат с постоянной температурой 35°C и замечают время.

При отсутствии лабораторной тестомесильной машины тесто замешивают вручную, соблюдая указанный выше режим приготовления.

Быстрой подъема теста считают количество минут, прошедших со времени внесения теста в форму до момента прикосновения к нижнему краю перекладины, т.е. подъем теста примерно до 70 мм.

Хорошие дрожжи поднимают тесто за 60–65 мин. В соответствии с требованиями ГОСТа быстрота подъема теста дрожжей, используемых в хлебопечении, не должна превышать 75 мин.

### **Запись в лабораторном журнале**

Время внесения теста в форму .....мин.

Время прикосновения теста к нижнему краю  
перекладины .....мин.

Быстрота подъема теста .....мин.

Заключение.

Стандартный метод определения быстроты подъема теста длителен, достаточно сложен, требует сравнительно большого расхода количества муки. В заводских лабораториях для внутрипроизводственного контроля применяют ускоренный метод определения быстроты подъема теста по скорости всплывания шарика теста, предложенный А.И. Островским.

### **Ускоренный метод определения быстроты подъема теста**

Метод основан на определении скорости всплывания в воде шарика теста, замешенного в строго определенных условиях. Быстрой подъема теста считают количество минут, прошедших со времени опускания шарика теста в воду до момента его всплывания. Всплытие происходит тем скорее, чем быстрее увеличивается объем в результате накопления углекислого газа дрожжами. Плотность свеже-

замешенного теста около 1,4 г/см<sup>3</sup>. В процессе брожения она уменьшается, и, когда плотность шарика станет меньше единицы, он всплывает. Хорошие дрожжи поднимают шарик за 14–20 мин. Если подъем шарика происходит после 24 мин, считается, что дрожжи неудовлетворительного качества.

**Техника определения.** 6,25 г дрожжей размешивают с водой в ступке стеклянной палочкой. Полученную суспензию количественно переносят в мерную (на 100 мл) колбу и водой доводят до метки. После энергичного взбалтывания из колбы пипеткой берут 5 мл дрожжевой суспензии в фарфоровую ступку, добавляют 7 г пшеничной муки II сорта нормального качества, замешивают тесто в течение 1 мин, тесто переносят на ладонь и придают ему форму шарика. Шарик опускают в стакан (200–250 мл), наполненный водой (32°C), который затем помещают в термостат (32°C).

### **Запись в лабораторном журнале**

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

### **Стойкость дрожжей при хранении**

На стойкость дрожжей при хранении оказывает влияние их влажность, присутствие несахаромицетов, которые резко понижают этот показатель, химический состав дрожжей (с увеличением содержания белка и влажности стойкость их понижается).

В стандарте приводятся два метода определения стойкости дрожжей.

Первый метод – проверка на дрожжевом заводе-изготовителе при хранении дрожжей в холодильнике при температуре от 0 до 4°C. В течение 12 суток ежедневно отмечаются органолептические показатели, а через 12 дней определяется кислотность дрожжей.

Второй метод используется в лаборатории хлебозавода и является ускоренным.

**Техника определения стойкости дрожжей ускоренным методом.** Пачку дрожжей массой 0,5–1,0 кг, завернутую в бумагу и предварительно охлажденную до 6°C, помещают в термостат с температурой среды 35°C и хранят ее до тех пор, пока дрожжи не станут мягкими. Время в часах, прошедшее с момента помещения дрожжей в термостат до их размягчения, характеризует стойкость дрожжей.

Согласно требованиям действующего ГОСТа, стойкость дрожжей должна быть не менее 48 ч.

### **Оsmочувствительность прессованных дрожжей**

Определение осмочувствительности прессованных дрожжей ГОСТом не предусмотрено. Однако на хлебопекарных предприятиях оно производится с целью выявления пригодности данной партии дрожжей для приготовления сдобного теста, содержащего повышенное количество сахара.

Оsmочувствительность – это свойство прессованных дрожжей снижать бродильную активность в средах с повышенным осмотическим давлением. Оsmочувствительные 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.

**Техника определения.** На технических весах отвешивают две навески дрожжей по 0,31 г каждая. К первой навеске добавляют 4,8 мл водопроводной воды с температурой 35°C 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 которого определяют по методу его всплыивания. Ко второй навеске дрожжей добавляют 4,8 мл 3,35%-го раствора поваренной соли, нагретого до 35°C 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 со-

держанием соли характеризует степень осмочувствительности дрожжей.

Примерные нормы величины осмочувствительности прессованных дрожжей (в мин) приведены ниже:

- хорошая (1–10);
- удовлетворительная (10–20);
- плохая (свыше 20).

### **Запись в лабораторном журнале**

Быстрота подъема шарика теста без соли .....мин.

Быстрота подъема шарика теста без соли, умноженная на коэффициент 3,5.....мин.

Быстрота подъема шарика теста с солью.....мин.

Быстрота подъема шарика теста с солью, умноженная на коэффициент 3,5.....мин.

Оsmочувствительность.....мин.

Заключение.

При оценке качества в дрожжевом концентрате определяют содержание дрожжей, быстроту подъема теста и кислотность.

Содержание дрожжей определяют двумя методами: весовым и ускоренным по плотности дрожжевого концентрата.

Весовой метод достаточно сложен, трудоемок, требует значительной затраты времени.

Ускоренный метод лишен этих недостатков. Сущность этого метода заключается в том, что в средней пробе дрожжевого концентрата сахариметром определяется содержание сухих веществ. По таблице в соответствии с найденным содержанием сухих веществ устанавливается количество дрожжей в 1 л.

В 1 л дрожжевого концентрата должно содержаться не менее 450 г дрожжей в пересчете на влажность 75%.

Подъемная сила и кислотность дрожжевого концентрата определяются методами, предусмотренными для прессованных дрожжей, с очень незначительными отклонениями.

Подъемная сила дрожжевого концентрата должна быть не более 75 мин.

Кислотность 100 мл дрожжевого концентрата в день выработки не должна превышать 120 мг уксусной кислоты на 100 г дрожжей, а после хранения в течение 72 ч – 360 мг.

### **Контрольные вопросы**

1. Общее представление о прессованных дрожжах и дрожжевом концентрате.
2. Примерный химический состав прессованных дрожжей.
3. Какими показателями характеризуется качество прессованных дрожжей и дрожжевого концентрата?
4. Какими методами определяется влажность дрожжей?
5. Значение этого показателя.
6. Каким методом определяется кислотность дрожжей, в чем она выражается?
7. Какими методами определяется быстрота подъема теста? Факторы, влияющие на этот показатель и его значение.
8. От чего зависит стойкость дрожжей при хранении, какими методами она определяется?
9. Что такое осмочувствительность дрожжей? Для каких целей, как она определяется?

### **Тема 3. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Коровье молоко – продукт секреции молочной железы коровы. Оно представляет собой жидкость белого цвета с желтоватым оттенком и приятным специфическим слегка сладковатым вкусом. Молоко образуется в молочной железе в результате глубоких изменений составных частей кормов в организме животного. Молочная железа (вымя) коровы состоит из клеток, пронизанных нервами, сетью кровеносных и лимфатических сосудов, доставляющих вещества, необходимые для синтеза молока. Клетки образуют небольшие пузырьки-альвеолы, в которых находится образованное молоко.

Для предотвращения быстрого развития попавших в молоко микроорганизмов удлинения сроков сохранности первоначального качества выдоенное молоко фильтруют и охлаждают, а затем направляют на молочные заводы, где его принимают по количеству и качеству, после чего подвергают очистке, нормализуют, пастеризуют (или стерилизуют), гомогенизируют, охлаждают и упаковывают. Очищают молоко на центробежных молокоочистителях или фильтрацией под давлением на фильтрах через фильтрующие ткани для удаления примесей.

Центробежной очисткой на сепараторе нельзя добиться полного выделения из молока бактериальных клеток из-за их малого размера. Для этой цели применяют специальные центрифуги, а процесс очистки называют бактефунированием.

Нормализация молока заключается в снижении или повышении содержания в нем жира либо сухих обезжиренных веществ. Молоко жирностью выше 3,2% нормализуют пропусканием через сепараторы-нормализаторы или смешиванием с цельным молоком, содержащим не менее 3,2% жира.

Для продления срока хранения молока при изменении качества, его пастеризуют. В зависимости от имеющегося на молочных заводах оборудования пастеризация может быть моментальной, кратковременной или длительной.

Пастеризацию моментальную проводят в несколько секунд без выдержки при температуре 85–90°C, кратковременную – при 74–76 °C с выдержкой 15–20 с, длительную – при температуре 65°C с выдержкой 30 мин.

Наиболее широкое применение получил метод кратковременной пастеризации.

Для непосредственного употребления в пищу используют пастеризованное или стерилизованное молоко

Его вырабатывают в следующем ассортименте.

Цельным называют нормализованное или восстановленное молоко с определенным содержанием жира – 3,2% и 2,5%

Восстановленным называют молоко, приготовленное полностью или частично из молочных консервов. Для получения восстановленного молока сухое цельное молоко растворяют в теплой воде и выдерживают не менее 3–4 ч для наибольшего набухания белков, устранения водяного вкуса, а также для достижения нормальной плотности и вязкости. Затем смесь очищают, гомогенизируют, пастеризуют, охлаждают и разливают.

Молоко повышенной жирности готовят из нормализованного молока с содержанием 6% жира, подвергнутого гомогенизации.

Топленым называется молоко с содержанием 6% жира, подвергнутое гомогенизации, пастеризации при температуре не ниже 95°C и выдержке в течение 3–4 ч.

Белковое молоко содержит повышенное количество сухих обезжиренных веществ. Вырабатывают его из молока, нормализованного по содержанию жира, с добавлением сухого или сгущенного молока.

Витаминизированное молоко готовят из цельного или нежирного молока, обогащенного витаминами А, С, D<sub>2</sub>.

Нежирное молоко – это пастеризованная часть молока, получаемая сепарированием и содержащая не более 0,05% жира.

Стерилизованное молоко. По вкусу, запаху и цвету (специфического вкуса бурого цвета) оно сходно с топленым. Выпускается в бутылках с содержанием жира 3,2% и пакетах с содержанием жира 2,5 и 3,5%.

Наряду с коровьим, в народном хозяйстве используют молоко других животных.

Овечье молоко, по сравнению с коровьим, богаче жиром и белком и характеризуется более высокими кислотностью и плотностью.

Козье молоко по составу сходно с коровьим, но содержит больше альбумина. Из-за недостатка красящих веществ оно бледнее, но содержит больше витамина С. Используют его в смеси с овечьим для производства сыров.

Молоко кобылиц представляет собой белую с голубоватым оттенком жидкость сладкого вкуса. Оно обладает бактерицидными свойствами. Используют для приготовления кумыса.

Оленье молоко характеризуется густой консистенцией. По густоте оно напоминает сливки, при употреблении его обычно разбавляют.

Сливки – это жировая часть молока, получаемая сепарированием. Они отличаются от молока большим содержанием жира и высокой питательностью.

Для непосредственного употребления используют пастеризованные сливки, которые готовят из свежего молока. Получают сливки на сепараторах-сливкоотделителях. Молоко очищают от механических примесей, нагревают до 35–40°C и направляют в сепаратор-сливкоотделитель. Полученные сливки нормализуют в зависимости от их вида и направляют на пастеризацию. Пастеризуют сливки при высокой температуре для придания им более выраженного аромата и большей гарантии их чистоты в бактериальном отношении, так как высокое содержание жира снижает эффективность тепловой обработки. Затем сливки направляют на разлив и охлаждение.

Сливки должны иметь чистые вкус и запах, вкус слегка сладковатый, консистенцию однородную, без сбившихся комочеков жира и хлопьев белка, цвет с кремовым оттенком. Содержание жира в зависимости от вида сливок должно быть не менее 10, 20 и 35%. Температура сливок при выпуске с предприятия должна быть не выше 8°C. Расфасовывают сливки в бутылки и пакеты емкостью 0,25 и 0,5 л.

Хранят сливки в различных торговых предприятиях при температуре не выше 8°C не дольше указанного срока реализации.

Молочная промышленность вырабатывает также взбитые сливки 28% и 27%-й жирности, а также сливовые напитки.

Консервирование молока дает возможность его долго хранить и завозить в любой район нашей огромной страны.

В зависимости от способа производства молочные консервы подразделяются на сгущенные и сухие.

Сгущенные молочные консервы. Сгущенное молоко получают из свежего цельного или обезжиренного молока путем выпаривания определенного количества воды и последующего консервирования добавлением сахара или стерилизацией.

Промышленность выпускает сгущенное молоко двух видов: с сахаром и без сахара. Помимо этих продуктов вырабатывают также кофе и какао со сгущенным молоком, сгущенные сливки с сахаром.

Основной технологический процесс выработки сгущенного стерилизованного молока в банках заключается в пастеризации молока с последующим управлением его в вакуум-аппарате при температуре не выше 55–58°C в середине процесса и 60–63°C в конце. Затем сгущенное молоко охлаждают, разливают в банки, которые герметически закрывают. Стерилизация и герметичность упаковки сохраняют сгущенные молочные продукты от порчи длительное время.

Сухие молочные продукты являются молочными консервами, из которых почти полностью удалена влага. Они содержат не более 7% влаги, благодаря чему хорошо сохраняются. Для производства сухих молочных продуктов применяется два способа тепловой сушки, плечончая и распылительная.

Молоко коровье цельное сухое. Получают его путем высушивания свежего цельного пастеризованного молока. Выпускается высшего и 1-го сортов. Реализации в розничной торговле подлежит лишь молоко высшего сорта.

Молоко коровье сухое обезжиренное. Такое молоко на сорта не делится. Готовят его из обезжиренного молока.

Сливки сухие с сахаром. Их вырабатывают путем высушивания свежих пастеризованных сливок и коровьего молока. Выпускают высшего и первого сортов. Сухие сливки в герметичной упаковке должны содержать влаги не более 4%, а в не герметичной – не более 7%.

## **Лабораторная работа №7. Анализ молока**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества молока. Освоить методы определения кислотности, плотности, массовой доли жира и белка.

**Объект исследования.** Молоко.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, бюретка, бумажные пакеты, колба мерная, стаканчик, фильтры, термометр, цилиндр, ареометр, жиромер, центрифуга, рефрактометр, 0,1 н. раствор щелочи, фенолфталеин, дистиллированная вода, серная кислота, раствор йода, 1%-й раствор крахмала.

### *Общие положения*

Молоко и продукты, вырабатываемые из него, благодаря высокой питательности, вкусовым достоинствам и хорошей усвояемости являются одним из важнейших источников питания. Они входят в рецептуры различных хлебобулочных и кондитерских изделий и широко используются в производствах пищевых концентратов, продуктов детского и диетического питания. Молоко содержит 87,5% воды. Из 12,5% сухих веществ 3,5% приходится на жир, 3,2% – на белки, 0,04% – небелковые азотистые соединения, 4,7% – лактозу, 0,7% – минеральные вещества.

Кроме перечисленных основных компонентов в молоке содержатся витамины, ферменты, пигменты.

Вода в молоке, как и в других биологических жидкостях животных организмов, находится в свободном и связанном состояниях. Большая часть воды (84–84,5%) содержится в свободном состоянии, являясь растворителем для водорастворимых компонентов – молочного сахара, минеральных веществ, витаминов, кислот.

Связанная вода (3–3,5%) входит в состав различных гидрофильных коллоидов молока: белков, фосфатидов.

Молочный жир неоднороден и состоит преимущественно из смеси различных триглицеридов; в небольшом количестве обнаружены ди- и моноглицериды. Наряду с ними молочный жир содержит фосфолипиды и стерины.

Свойства молочного жира определяются составом и структурой жирных кислот триглицеридов. В молочном жире обнаружено свыше

100 жирных кислот, из которых количественно преобладает 10–12. Среди насыщенных жирных кислот в большом количестве содержатся пальмитиновая, миристиновая и стеариновая, из ненасыщенных кислот преобладает олеиновая.

Молочный жир характеризуется высоким содержанием низкомолекулярных летучих жирных кислот – масляной, капроновой, капроловой, каприновой, придающих молоку специфический вкус и аромат. Наличие в составе молочного жира низкомолекулярных жирных кислот обуславливает его низкую температуру плавления – ниже температуры плавления бараньего, говяжьего, свиного жира, которая составляет 28–33°C.

Жир в молоке находится в виде шариков, окруженных защитными пленками (лецитиново-белковыми оболочками), препятствующими их слипанию, и представляет собой эмульсию в воде. Жировая эмульсия в молоке устойчива. Как правило, при технологической переработке молока (нагревании, охлаждении, механическом воздействии) оболочки жировых шариков не разрушаются.

Молочный жир обладает высокой усвояемостью, так как имеет низкую температуру плавления и тонко диспергирован в молоке. Биологическая ценность его высока благодаря наличию полиненасыщенной арахидоновой кислоты, лецитина, холестерина. Молочный жир является существенным источником β-каротина, витаминов А и D.

Белки молока можно разделить на 2 группы: казеин и сывороточные белки; казеин составляет 80%, сывороточные белки – 20% от массовой доли белков молока. Казеин является фосфопротеином и представляет собой смесь нескольких фракций, различающихся по химическому составу, находящихся в молоке в виде коллоидного раствора. Важным свойством казеина является способность к коагуляции, при которой происходит разрушение его коллоидного состояния. При выработке молочных продуктов коагуляцию казеина осуществляют с помощью кислот, сычужного фермента и хлорида кальция.

Основную часть сывороточных белков составляют β-лактоглобулин и α-лактальбумин, содержащиеся в молоке в тонко-диспергированном состоянии. 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 мо-

молока обладают высокой усвояемостью (95–96%). Небелковые азотистые соединения содержатся в молоке в малых количествах.

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

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

При нагревании молока до температуры 95°C и выше происходит его побурение, обусловленное реакцией меланоидинообразования, возникающей между лактозой и аминокислотами. Наиболее активно протекает эта реакция при стерилизации, сгущении и сушении молока.

Минеральные вещества представлены макро- и микроэлементами.

К основным макроэлементам относят кальций, фосфор, натрий, калий и хлор.

Содержание кальция в 100 г молока составляет в среднем 120 мг.

Кальций имеет большое значение в технологии переработки молока. Например, низкое количество 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.

Микроэлементы в молоке представлены чрезвычайно широко. Молоко содержит ионы меди, железа, цинка, марганца, йода, кобальта и др. Их количество зависит от рационов кормления, стадии лактации, состояния здоровья животных и т.д. В молоке микроэлементы связаны с белками или оболочками жировых шариков.

Ферменты молока бывают истинными, или нативными, образуемыми в клетках молочной железы, или переходящими в молоко из крови животного и ферменты микроорганизмов. Наиболее важными в технологии переработки молока являются представители оксидоре-

дуктаз – редуктаза, пероксидаза, каталаза и гидролаз – липаза, фосфатаза,  $\beta$ -галактозидаза.

Редуктаза накапливается в молоке по мере обсеменения его микроорганизмами, и потому редуктазная проба служит показателем общей бактериальной обсемененности молока.

Пероксидаза является нативным ферментом. Этот фермент характеризуется термостабильностью и инактивируется при температуре около 80°C. Каталаза окисляет пероксид водорода с образованием молекулярного кислорода. По количеству выделившегося кислорода судят о содержании каталазы в молоке. Каталаза переходит в молоко из тканей молочной железы. В молоке, полученном от здоровых животных, каталазы мало, а в молоке больных животных активность каталазы возрастает.

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

Фосфатаза является нативным ферментом молока. Высокая чувствительность ее к температуре положена в основу метода контроля эффективности пастеризации молока и молочных продуктов.

Лактаза ( $\beta$ -галактозидаза) выделяется молочнокислыми бактериями и некоторыми дрожжами. Она катализирует расщепление лактозы на глюкозу и галактозу.

В молоке содержатся нативные и бактериальные протеазы. Микрофлора сырого молока выделяет активные протеазы, которые могут вызвать различные пороки молока и молочных продуктов.

Витамины в молоке представлены широко. Молоко содержит практически все витамины, необходимые для нормального развития организма. Содержание витаминов колеблется в зависимости от времени года, стадии лактации, кормового рациона, породы и индивидуальных особенностей животных. К водорастворимым витаминам молока относят тиамин (B<sub>1</sub>), рибофлавин (B<sub>2</sub>), ниацин (PP), пиридоксин (B<sub>B</sub>), цианкобаламин (B<sub>12</sub>), аскорбиновую кислоту (C), биотин (H).

Содержание витаминов B<sub>1</sub> B<sub>2</sub>, PP, C в молоке относительно постоянно и практически не зависит от вида корма, так как эти витамины синтезируются микрофлорой рубца и кишечника животных.

Из представителей жирорастворимых витаминов – ретинола (A), кальциферола (D), токоферола (K) и филлохинона (К) – наибольший дефицит в молоке составляет кальциферол. Летом его содержание 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.

Среднюю пробу молока для анализа отбирают в соответствии с ГОСТом. Выделенный средний образец тщательно перемешивают. Если на стенках бутылки, пробки, пакета остаются сливки, их нагревают на водяной бане до 30–40°C, после чего снова перемешивают молоко и охлаждают до 20°C.

Оценку качества молока определяют органолептически и методами физико-химического анализа.

В таблице 10 приведены требования к молоку по основным органолептическим и физико-химическим показателям.

При органолептической оценке внешний вид, цвет, наличие или отсутствие видимых примесей определяют на основании осмотра образцов молока.

Таблица 10 – Показатели качества молока

| Показатель                             | Норма для молока с содержанием жира, процент                                |      |                              |          |
|--|---|------|------------------------------|----------|
|  | 2,5   | 3,2  | 6,0                          | нежирное |
| Внешний вид и консистенция             | Однородная жидкость без осадка  |      |                              |          |
| Вкус и запах                           | Чистые, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов |      |                              |          |
| Цвет                                   | Белый, со слегка желтоватым оттенком  |      | Со слегка синеватым оттенком |          |
| Массовая доля жира, процент, не менее  | 2,5   | 3,2  | 6,0                          | -        |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не ниже | 1027  | 1027 | 1024                         | 1030     |
| Кислотность, °Т, не более              | 21  | 21   | 20                           | 21       |

## **Определение внешнего вида, цвета, вкуса и запаха**

**Внешний вид молока.** Обращают внимание 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 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 от больных животных.

Оценку качества молока физико-химическими методами проводят в соответствии с ГОСТами по следующим показателям: кислотности, плотности, содержанию массовой доли влаги и сухих веществ, а также жира. Массовая доля белка, лактозы и минеральных веществ не нормируется стандартами. Однако по содержанию этих компонентов можно судить более полно о пищевой ценности молока.

## **Определение кислотности**

Кислотность молока является одним из важных показателей его качества, характеризующим присутствие в нем кислых солей, в первую очередь, дегидрофосфатов натрия и калия, свободных органических кислот (молочной, лимонной), частично белков (казеина в форме аниона), продуктов расщепления некоторых соединений, например, липидов и растворенной в молоке углекислоты.

Молоко вследствие разнообразия своего химического состава является хорошей питательной средой для развития различной микрофлоры, в том числе бактерий, вызывающих молочнокислое и маслянокислое брожение, плесневых грибов, дрожжей. В результате их жизнедеятельности в молоке накапливаются кислореагирующие вещества, повышается титруемая кислотность. Таким образом, величина показателя титруемой кислотности характеризует свежесть молока и в значительной степени его чистоту.

Кислотность молока выражается в градусах Тернера, означающих количество  $\text{cm}^3$  0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия, расходуемых на нейтрализацию кислореагирующих веществ, содержащихся в  $100 \text{ cm}^3$  продукта.

**Техника определения.** Предварительно готовят эталон окраски, до которой необходимо титровать испытуемый образец. Для этого в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отмеривают пипеткой 10 см<sup>3</sup> молока, прибавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и отбирают пипеткой 1 см<sup>3</sup> 2,5%-го раствора сульфата кобальта. Свежий эталон при производственном контроле готовят 1 раз в смену. Для увеличения срока его хранения можно добавить 1 каплю формалина.

Для проведения основного опыта в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отмеривают пипеткой 10 см<sup>3</sup> хорошо перемешанного молока, приливают 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 3 капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина, 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.

Допустимо проводить титрование без добавления воды, тогда от полученных данных (при любом градусе кислотности) вычитают 2°Т.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 1 н. раствора гидроксида натрия,  
израсходованного 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 умножением значения кислотности (в Т) на коэффициент 0,009.

0,009 – количество молочной кислоты (г), соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия.

Титруемая кислотность свежевыдоенного молока составляет 16–18 °Т.

### **Определение плотности**

Под плотностью понимают массу, заключенную в единице объема. В соответствии с требованиями ГОСТа плотность молока опре-

деляют с помощью ареометра и выражают в килограммах на м<sup>3</sup>. Для проведения анализа используют специальные ареометры типа АМТ с термометром и ценой деления 1 кг/м<sup>3</sup>. Может быть использован ареометр марки АМ с ценой деления 0,5 кг/м<sup>3</sup>. Стандартом допускается определение плотности пикнометрическим методом при проведении научных и экспериментальных исследований.

Молоко является многокомпонентной жидкостью, поэтому его плотность будет зависеть от соотношения основных составных веществ: жира, белков, лактозы, минеральных солей. Плотность является средневзвешенной величиной 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. По этой же причине плотность обезжиренного молока выше плотности цельного. Превышение плотности сверх допустимой нормами стандарта при низкой жирности говорит о фальсификации: снятии сливок или добавлении обезжиренного молока. Если к молоку добавить воду, его плотность снижается. Установлено, что каждые 10% добавленной к молоку воды снижают его плотность на 3 кг/м<sup>3</sup>.

**Техника определения.** Пробу объемом 0,25 или 0,5 дм<sup>3</sup> тщательно перемешивают и осторожно во избежание образования пены переливают по стенке в сухой цилиндр, держа его в слегка наклонном положении.

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 медленно в исследуемую пробу, погружая его до тех пор, пока до предполагаемой отметки шкалы ареометра не останется 3–4 мм, затем оставляют его свободно плавающим. 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 до уровня балласта в нем и снова опускают, оставляя его свободно плавающим. После установления ареометра в неподвижном состоянии проводят второй отсчет показаний плотности. При отсчете показаний плотно-

сти глаз должен находиться на уровне мениска. Отсчитывают по верхнему краю мениска.

Отсчет показаний по ареометрам 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 градуирован при температуре 20°C, поэтому если замеры производят при температуре выше или ниже 20°C, необходимо внести поправку к найденному значению плотности в соответствии с таблицей 12, т.е. привести величину плотности к 20 °C.

### Запись в лабораторном журнале

Температура молока.....°С.

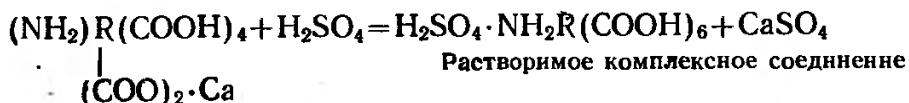
Плотность молока при данной температуре.....кг/м<sup>3</sup>.

Плотность молока при 20 °C.....кг/м<sup>3</sup>.

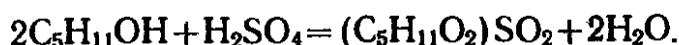
Заключение.

### Определение массовой доли жира

Наиболее распространенным методом является стандартизованный кислотный метод, основанный на выделении жира из молока и молочных продуктов концентрированной серной кислотой и изоамиловым спиртом в виде сплошного слоя, объем которого измеряют в градуированной части жиромера. Для выделения жира из молока необходимо разрушить адсорбционные оболочки вокруг жировых шариков. С этой целью приливают серную кислоту, переводящую казеинат кальция в растворимое комплексное соединение казеина с серной кислотой. Схематически реакция идет по уравнению



Изоамиловый спирт уменьшает поверхностное натяжение жировых шариков, ускоряя удаление с них липопротeinовых оболочек, вступает в реакцию с серной кислотой, образуя сложный эфир, растворимый в серной кислоте по реакции



**Техника определения.** В сухой жиромер, стараясь не смачивать горлышко, вносят цилиндром 10 см<sup>3</sup> серной кислоты плотностью 1,81–1,82 г/см<sup>3</sup>. Затем отмеривают пипеткой 10,77 см<sup>3</sup> исследуемого молока. Наклонив пипетку под углом и приложив ее к внутренней стенке горлышка жиромера, дают медленно стекать молоку так, чтобы оно не смешивалось с серной кислотой, а насыщалось на нее. Когда из пипетки стечет последняя капля молока, делают выдержку 3 с, не отнимая пипетку от жиромера. Оставшуюся в кончике пипетки каплю не выдувают. Далее приливают 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта. Необходимо соблюдать указанную последовательность внесения жидкостей, так как, если нарушить ее и внести вначале молоко, то образующиеся в узкой части прибора сгустки свернувшегося белка затруднят определение. Смешивание кислоты и молока приводит к сильному нагреванию смеси, поэтому необходимо держать жиромер в момент его заполнения реактивами в штативе.

Жиромер закрывают пробкой, переворачивают несколько раз до полного растворения белков, обернув его при этом полотенцем и поддерживая пробку указательным пальцем. Затем помещают жиромеры в водяную баню с температурой 65±2°C на 5 мин пробками вниз, после чего вставляют симметрично в гнезда центрифуги. В случае нечетного числа жиромеров добавляют еще один, заполненный водой. Жиромеры должны размещаться градуированной частью к центру (в горизонтальной центрифуге) либо кверху (в вертикально размещенных патронах). Длительность центрифугирования 5 мин при частоте вращения 1000–1200 об./мин.

Во время центрифугирования температура смеси в жиромерах снижается, а так как шкала жиромера отградуирована при температуре 65°C, после центрифугирования их снова помещают в водяную баню с температурой 65°C на 5 мин. Затем, сохраняя вертикальное положение прибора, вынимают их из воды, вытирают полотенцем, поддерживая пробку, и производят отсчет содержания жира.

При отсчете жиромер держат вертикально, граница жира должна находиться на уровне глаза. 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.

При наличии кольца (пробки) буроватого или темно-желтого цвета, а также различных примесей в жировом столбике анализ повторяют.

Показание жиромера соответствует содержанию жира в молоке в процентах. Объем десяти малых делений шкалы молочного жиромера соответствует 1% жира в продукте. Отсчет жира проводят с точностью до 0,1%. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1% жира.

### **Запись в лабораторном журнале**

Жирность молока.....%.

Заключение.

### **Определение массовой доли белка**

Содержание белка в молоке и молочных продуктах является фактором, обуславливающим пищевое достоинство. От количества белка в молоке зависит в значительной мере выход молочных продуктов, например, творога, сыров. Поэтому содержание белка в молоке, полуфабрикатах его переработки и готовых молочных продуктах является важным показателем их качества. В настоящее время наиболее распространенными являются методы рефрактометрический и формольного титрования. Для проведения государственных испытаний приборов, а также при разработке ускоренных методов определения белка используют метод Кельдаля.

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

Основан на установлении разности показателей преломления исследуемого молока и раствора, полученного после осаждения белков раствором хлористого кальция при кипячении.

**Техника определения.** Отмеривают пипеткой 5 см<sup>3</sup> молока 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. В прозрачном фильтрате, а также исходном молоке определяют на рефрактометре ИРФ-22 показатель преломления при 20°C. Массовую долю белка в процентах в молоке рассчитывают по формуле

$$a = \frac{n_{D_m}^{20} - n_{D_c}^{20}}{0,002045},$$

где  $n_{D_m}^{20}$  – показатель преломления молока при 20°C;

$n_{D_c}^{20}$  – показатель преломления фильтрата при 20°C;

0,002045 – коэффициент, позволяющий выразить полученную разность показателей преломления в процентах от общего белка.

### Запись в лабораторном журнале

Показатель преломления молока при.....20°C.

Показатель преломления фильтрата при.....20°C.

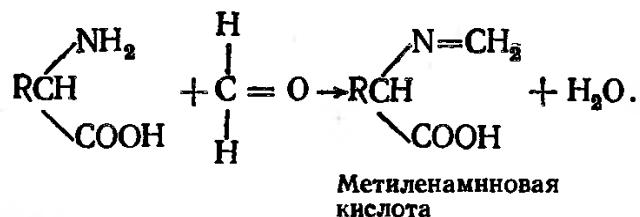
Заключение.

Этот метод может быть использован также для определения лактозы в исследуемом молоке. В этом случае по таблице находят процентное содержание лактозы в зависимости от величины показателя преломления фильтрата, полученного после осаждения белков раствором хлорида кальция.

### Определение массовой доли белка методом формольного титрования

Сущность метода заключается в том, что альдегидная группа формалина (взаимодействует с аминогруппой белка, которая теряет свои основные свойства, в результате чего кислые свойства белка усиливаются. Количество титруемых карбоксильных групп будет эквивалентно количеству связанных формальдегидом аминных групп.

Схематично реакции могут быть представлены в следующем виде:



Процесс титрования метиленаминовой кислоты протекает таким образом:

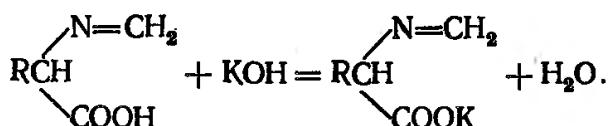


Таблица 11 – Поправка на температуру

| Плотность молока, кг/м <sup>3</sup> | Плотность, приведенная к 20°C, кг/м <sup>3</sup> при температуре молока, °C |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                     | 15,0  | 15,5   | 16,    | 16,5   | 17,0   | 17,5   | 18,0   | 18,5   | 19,0   | 19,5   | 20,0   |
| 1025,0                              | 1023,4  | 1023,6 | 1023,7 | 1023,9 | 1024,0 | 1024,2 | 1024,4 | 1024,5 | 1024,7 | 1024,8 | 1025,0 |
| 1025,5                              | 1023,9  | 1024,1 | 1024,2 | 1024,4 | 1024,5 | 1024,7 | 1024,9 | 1025,0 | 1025,2 | 1025,3 | 1025,5 |
| 1026,0                              | 1024,4  | 1024,6 | 1024,7 | 1024,9 | 1025,0 | 1025,2 | 1025,4 | 1025,5 | 1025,7 | 1025,8 | 1026,0 |
| 1026,5                              | 1024,9  | 1025,1 | 1025,2 | 1025,4 | 1025,5 | 1025,7 | 1025,9 | 1026,0 | 1026,2 | 1026,3 | 1026,5 |
| 1027,0                              | 1025,4  | 1025,6 | 1025,7 | 1025,9 | 1026,0 | 1026,2 | 1026,4 | 1026,5 | 1026,7 | 1026,8 | 1027,0 |
| 1027,5                              | 1025,9  | 1026,1 | 1026,2 | 1026,4 | 1026,5 | 1026,7 | 1026,9 | 1027,0 | 1027,2 | 1027,3 | 1027,5 |
| 1028,0                              | 1026,4  | 1026,6 | 1026,7 | 1026,9 | 1027,0 | 1027,2 | 1027,4 | 1027,5 | 1027,7 | 1207,8 | 1028,0 |
| 1028,5                              | 1026,9  | 1027,1 | 1027,2 | 1027,4 | 1027,5 | 1027,7 | 1027,9 | 1028,0 | 1028,2 | 1028,3 | 1028,5 |
| 1029,0                              | 1027,4  | 1027,6 | 1027,7 | 1027,9 | 1028,0 | 1028,2 | 1028,4 | 1028,5 | 1028,7 | 1028,8 | 1029,0 |
| 1029,5                              | 1027,9  | 1028,1 | 1028,2 | 1028,4 | 1028,5 | 1028,7 | 1028,9 | 1029,0 | 1029,2 | 1029,3 | 1029,5 |
| 1030,0                              | 1028,4  | 1028,6 | 1028,7 | 1028,9 | 1029,0 | 1029,2 | 1029,4 | 1029,5 | 1029,7 | 1029,8 | 1030,0 |
| 1030,5                              | 1028,9  | 1029,1 | 1029,2 | 1029,4 | 1029,5 | 1029,7 | 1029,9 | 1030,0 | 1030,2 | 1030,3 | 1030,5 |
| 1031,5                              | 1029,4  | 1029,6 | 1029,7 | 1029,9 | 1030,0 | 1030,2 | 1030,4 | 1030,5 | 1030,7 | 1030,8 | 1031,0 |
| 1031,5                              | 1029,9  | 1030,1 | 1030,2 | 1030,4 | 1030,5 | 1030,7 | 1030,9 | 1031,0 | 1031,2 | 1031,3 | 1031,5 |
| 1032,0                              | 1030,4  | 1030,6 | 1030,7 | 1030,9 | 1031,0 | 1031,2 | 1031,4 | 1031,5 | 1031,7 | 1031,8 | 1032,0 |
| 1032,5                              | 1030,9  | 1031,1 | 1031,2 | 1031,4 | 1031,5 | 1031,7 | 1031,9 | 1032,0 | 1032,2 | 1032,3 | 1032,5 |
| 1033,0                              | 1031,4  | 1031,6 | 1031,7 | 1031,9 | 1032,0 | 1032,2 | 1032,4 | 1032,5 | 1032,7 | 1032,8 | 1033,0 |
| 1033,5                              | 1031,9  | 1032,1 | 1032,2 | 1032,4 | 1032,5 | 1032,7 | 1032,9 | 1033,0 | 1033,2 | 1033,3 | 1033,5 |
| 1034,0                              | 1032,4  | 1302,6 | 1032,7 | 1032,9 | 1033,0 | 1033,2 | 1033,4 | 1033,5 | 1033,7 | 1033,8 | 1034,0 |
| 1034,5                              | 1032,9  | 1033,1 | 1033,2 | 1033,4 | 1033,5 | 1033,7 | 1033,9 | 1034,0 | 1034,2 | 1034,3 | 1034,5 |
| 1035,0                              | 1033,4  | 1033,6 | 1033,7 | 1033,9 | 1034,0 | 1034,2 | 1034,4 | 1034,5 | 1034,7 | 1034,8 | 1035,0 |
| 1035,5                              | 1033,9  | 1034,1 | 1034,2 | 1034,4 | 1304,5 | 1034,7 | 1034,9 | 1035,0 | 1035,2 | 1035,3 | 1035,5 |
| 1036,0                              | 1034,4  | 1034,6 | 1034,7 | 1034,9 | 1305,0 | 1035,2 | 1035,4 | 1305,5 | 1305,7 | 1035,8 | 1036,0 |

Окончание табл. 11

| Плотность молока, кг/м <sup>3</sup> | Плотность, приведенная к 20°C, кг/м <sup>3</sup> при температуре молока, °C |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                     | 1025,0  | 1025,2 | 1025,3 | 1025,5 | 1025,6 | 1025,8 | 1026,0 | 1026,1 | 1026,3 | 1026,4 | 1026,6 |
| 1025,5                              | 1025,7  | 1025,8 | 1026,0 | 1026,1 | 1026,3 | 1026,5 | 1026,6 | 1026,8 | 1026,9 | 1027,1 |        |
| 1026,0                              | 1026,2  | 1026,3 | 1026,5 | 1026,6 | 1026,8 | 1027,0 | 1027,1 | 1027,3 | 1027,4 | 1027,6 |        |
| 1026,5                              | 1026,7  | 1026,8 | 1027,0 | 1027,1 | 1027,3 | 1027,5 | 1027,6 | 1027,8 | 1027,9 | 1028,1 |        |
| 1027,0                              | 1027,2  | 1027,3 | 1027,5 | 1027,6 | 1027,8 | 1028,0 | 1028,1 | 1028,3 | 1028,4 | 1028,6 |        |
| 1027,5                              | 1027,7  | 1027,8 | 1028,0 | 1028,1 | 1028,3 | 1028,5 | 1028,6 | 1028,8 | 1028,9 | 1029,1 |        |
| 1028,0                              | 1028,2  | 1028,3 | 1028,5 | 1028,6 | 1028,8 | 1029,0 | 1029,1 | 1029,3 | 1029,4 | 1029,6 |        |
| 1028,5                              | 1028,7  | 1028,8 | 1029,0 | 1029,1 | 1029,3 | 1029,5 | 1029,6 | 1029,8 | 1029,8 | 1030,1 |        |
| 1029,0                              | 1029,2  | 1029,3 | 1029,5 | 1029,6 | 1029,8 | 1030,0 | 1030,1 | 1030,3 | 1030,4 | 1030,6 |        |
| 1029,5                              | 1029,7  | 1029,8 | 1030,0 | 1030,1 | 1030,3 | 1030,5 | 1030,6 | 1030,8 | 1030,9 | 1031,1 |        |
| 1030,0                              | 1030,2  | 1030,3 | 1030,5 | 1030,6 | 1030,8 | 1031,0 | 1031,1 | 1031,3 | 1031,4 | 1031,6 |        |
| 1030,5                              | 1030,7  | 1030,8 | 1031,0 | 1031,1 | 1031,3 | 1031,5 | 1031,6 | 1031,8 | 1031,9 | 1032,1 |        |
| 1031,5                              | 1031,2  | 1031,3 | 1031,5 | 1031,6 | 1031,8 | 1032,0 | 1032,1 | 1032,3 | 1032,4 | 1032,6 |        |
| 1031,5                              | 1031,7  | 1031,8 | 1032,0 | 1032,1 | 1032,3 | 1032,5 | 1032,6 | 1032,8 | 1032,9 | 1033,1 |        |
| 1032,0                              | 1032,2  | 1032,3 | 1032,5 | 1032,6 | 1032,8 | 1033,0 | 1033,1 | 1033,3 | 1033,4 | 1033,6 |        |
| 1032,5                              | 1032,7  | 1032,8 | 1033,0 | 1033,1 | 1033,3 | 1033,5 | 1033,6 | 1033,8 | 1033,9 | 1034,1 |        |
| 1033,0                              | 1033,2  | 1033,3 | 1033,5 | 1033,6 | 1033,8 | 1034,0 | 1034,1 | 1034,3 | 1034,4 | 1034,6 |        |
| 1033,5                              | 1033,7  | 1033,8 | 1034,0 | 1034,1 | 1034,3 | 1034,5 | 1034,6 | 1034,8 | 1034,9 | 1035,1 |        |
| 1034,0                              | 1034,2  | 1034,3 | 1034,5 | 1034,6 | 1034,8 | 1035,0 | 1035,1 | 1035,3 | 1035,4 | 1035,6 |        |
| 1034,5                              | 1034,7  | 1034,8 | 1035,0 | 1035,1 | 1035,3 | 1035,5 | 1035,6 | 1035,8 | 1035,9 | 1036,1 |        |
| 1035,0                              | 1035,2  | 1035,3 | 1035,5 | 1035,6 | 1035,8 | 1036,0 | 1036,1 | 1036,3 | 1036,4 | 1036,6 |        |
| 1035,5                              | 1035,7  | 1035,8 | 1036,0 | 1036,1 | 1036,3 | 1036,5 | 1036,6 | 1036,8 | 1036,9 | 1037,1 |        |
| 1036,0                              | 1036,2  | 1036,3 | 1036,5 | 1036,6 | 1036,8 | 1037,0 | 1037,1 | 1037,3 | 1037,4 | 1037,6 |        |

Метод формольного титрования для определения белка в молоке применяют в различных модификациях.

**Техника определения** (в модификации Каруниной и Шилович). Отмеривают пипеткой 10 см<sup>3</sup> исследуемого молока в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют 10–12 капель 1%-го спиртового раствора фенолфталеина и нейтрализуют кислореагирующие вещества молока из бюретки 0,1 н. раствором гидроксида натрия до не исчезающего при взбалтывании слабо-розового окрашивания. Затем в колбу приливают из бюретки 2 см<sup>3</sup> 30–40%-го раствора формалина, свеженейтрализованного щелочью до слабо-розового окрашивания по фенолфталеину. Содержимое колбы взбалтывают, молоко должно обесцветиться, и продолжают титровать 0,1 н. раствором NaOH до окраски жидкости, соответствующей окраске молока до прибавления формалина.

Показание бюретки вновь записывают и рассчитывают количество гидроксида натрия (см<sup>3</sup>), израсходованное на второе титрование. Умножив полученную величину на коэффициент 1,94, получают массовую долю белка в молоке.

1,94 – экспериментально установленный коэффициент для пересчета оттитрованных карбоксильных групп на массовую долю белка в молоке.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованное  
до прибавления формалина..... см<sup>3</sup>.  
Общее количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованное  
после прибавления формалина ( $V_2$ )..... см<sup>3</sup>.  
Количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшее  
на нейтрализацию карбоксильных групп ( $V_2 - V_1$ )..... см<sup>3</sup>.  
Общее количество белка в молоке ( $V_2 - V_1$ ) \* 1,94 ..... %.  
Заключение.

### **Определение массовой доли лактозы**

Лактозу в молоке и молочных продуктах определяют химическими и физическими методами. К химическим относятся стандартные методы: йодометрический и перманганатометрический. Поляри-

метрический и рефрактометрический методы являются физическими методами.

### **Определение содержания лактозы йодометрическим методом**

Реактив Фелинга I: навеску перекристаллизованного, не содержащего железа сульфата меди массой 69,26 г растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1 дм<sup>3</sup>, доводят объем до метки и перемешивают.

**Техника определения.** Отвешивают навеску молока массой 25 г с погрешностью  $\pm 0,01$  г или отмеряют пипеткой 25 мл и рассчитывают навеску умножением объема взятого молока на его плотность. Молоко переносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, приливают дистиллированную воду до половины объема, из бюреток отмеривают 10 см<sup>3</sup> раствора Фелинга I и 4 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия. Жидкость перемешивают после добавления воды и реактивов. Доводят содержимое до метки дистиллированной водой, снова перемешивают и оставляют в покое на 30 мин. Отстоявшуюся жидкость фильтруют в сухую колбу через складчатый бумажный фильтр. Первые порции фильтрата 10–20 см<sup>3</sup> удаляют, 50 см<sup>3</sup> фильтрата переносят пипеткой в коническую колбу вместимостью 250–300 см<sup>3</sup> с притертоей или резиновой пробкой. Приливают из бюретки 25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода и медленно при непрерывном перемешивании добавляют из бюретки 37,5 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия. Закрыв колбу пробкой, оставляют ее в темном месте на 20 мин при температуре 20°C. Далее вносят цилиндром 8 мл 0,5 н. раствора соляной кислоты и титруют выделяющийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата натрия. Индикатор – 1%-й раствор крахмала – вносят к концу титрования, когда окраска в реакционной колбе приобретает соломенно-желтый цвет. Титрование продолжают до момента исчезновения синего окрашивания. Параллельно проводят контрольный опыт, отмеривая в колбу 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды (вместо фильтрата), и осуществляют эксперимент в той же последовательности и с теми же реактивами, как в основном опыте. Массовую долю лактозы *L* рассчитывают по формуле в процентах

$$L = \frac{0,01801(V_1 - V)100 \cdot 0,97}{m},$$

где 0,01801 – количество лактозы, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, г;

$V_1$  – количество 0,1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, пошедшее на титрование йода в контрольном опыте, см<sup>3</sup>;

$V$  – количество 0,1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, пошедшее на титрование избытка йода в фильтрате, см<sup>3</sup>;

0,97 – поправка, установленная эмпирически;

$m$  – масса молока, содержащегося в 50 см<sup>3</sup> фильтрата, г.

При взятии навески молока, равной 25 г, формула для расчета лактозы приобретает следующий вид:

$$L = 0,699(V_1 - V)$$

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, израсходованное на титрование йода в контрольном опыте ( $V_1$ )..... см<sup>3</sup>.

Количество 0,1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, израсходованное на титрование йода (избытка) в фильтрате ( $V$ )..... см<sup>3</sup>.

Масса молока, содержащаяся в 50 см<sup>3</sup> фильтрата (т)..... г.

Заключение.

### **Определение массовой доли лактозы рефрактометрическим методом**

В соответствии с этим методом о содержании лактозы судят по величине показателя преломления безбелковой фракции молока, полученной осаждением белков раствором хлорида кальция при кипячении и отделением осадка фильтрацией.

Метод отличается простотой и быстротой определения, однако уступает химическим методам по точности. Ниже приведена таблица 12, пользуясь которой, определяют в процентах массовую долю лактозы в молоке.

Таблица 12 – Массовая доля лактозы в молоке

| Показатель преломления | Массовая доля лактозы, процент | Показатель преломления | Массовая доля лактозы, процент |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 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                           |
| 1,3412                 | 4,08                           | -                      | -                              |

### Определение массовой доли сухих веществ

Массовую долю сухих веществ в молоке определяют высушиванием навески до постоянной массы и ускоренными методами. Сухие вещества находят также расчетным путем как функцию плотности и массовой доли жира в молоке. В настоящее время для вычисления массовой доли сухих веществ  $C$  молока (в процентах) пользуются модифицированной формулой Фаррингтона

$$C = \frac{4,9Ж + D}{4} + 0,5,$$

где 4,9 – постоянный коэффициент;

$\mathcal{J}$  – массовая доля жира, процент;

$D$  – плотность молока, градусы ареометра;

0,5 – поправка на плотность.

## **Определение массовой доли влаги**

Массовую долю влаги находят по разности (100–С) в процентах.

Ориентировочно рассчитывают массовую долю сухих обезжиренных веществ молока СОМО по формуле

$$COMO = (D+2)/4 + 0,225 \mathcal{J}.$$

## **Контрольные вопросы**

1. Что входит в состав коровьего молока?
2. Какова пищевая ценность отдельных составных веществ молока: белков, жира, лактозы, минеральных веществ, витаминов, ферментов?
3. Как определить плотность молока?
4. Как определить кислотность молока?
5. Как определить массовую долю белковых веществ в молоке?
6. Какие методы определения массовой доли лактозы в молоке вы знаете?
7. Какова характеристика кислотного метода определения массовой доли жира в молоке?

## **Тема 4. ЖИРЫ КАК СЫРЬЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Жиры – основной источник тепловой энергии, необходимой для жизнедеятельности человеческого организма. Так же, как белки и углеводы, они участвуют в построении тканей организма и являются одним из важнейших элементов питания.

Жиры – органические соединения сложного химического состава, добываемые из молока или животных тканей животных (жиры животные) или из масличных растений (жиры или масла растительные). Все жиры состоят из глицерина и разнообразных жирных кислот. В зависимости от состава и свойств жирных кислот жиры могут быть твердыми или жидкими при комнатной температуре.

К жирам с низкой температурой плавления относят сливочное масло, свиное и гусиное сало, все виды маргаринов, а также жидкие жиры.

Жиры с высокой температурой плавления усваиваются значительно хуже. В то время как сливочное масло усваивается организмом до 98,5%, бараний жир усваивается только на 80–90%, говяжий жир, в зависимости от его температуры плавления, на 80–94%.

Масло коровье представляет собой концентрат молочного жира. Оно обладает легкой усвояемостью (95–97%) по сравнению с другими животными жирами, а также высокой энергетической ценностью (750 ккал на 100 г). Биологическая ценность коровьего масла определяется наличием в нем жирорастворимых витаминов – А, Е, β-каротина, водорастворимых витаминов РР, В<sub>1</sub>, фосфатидов и других биологически активных веществ.

Получают масло коровье двумя методами: сбиванием сливок средней жирности (28–42%) в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия или термомеханическим преобразованием высокожирных сливок (82,5%).

Масло коровье подразделяют на сливочное и топленое. Сливочное масло вырабатывают из сливок свежих или сквашенных чистыми культурами молочнокислых бактерий. В зависимости от исходного сырья, массовой доли жира и влаги сливочное масло подразделяют на следующие виды:

- сладко-сливочное (соленое и несоленое) вырабатывают из свежих пастеризованных сливок: жира – не менее 82,5%, влаги – не более 16%;

- вологодское – сладко-сливочное несоленое масло, обладающее выраженным ароматом пастеризованных сливок и характерным «ореховым» привкусом, которые обусловлены длительной высокотемпературной пастеризацией сливок: жира – не менее 82,5%, влаги – не более 16%;

- кисло-сливочное масло (соленое и несоленое) вырабатывают из сквашенных пастеризованных сливок: жира – не менее 82,5%, влаги – не более 16%;

- любительское (сладко- и кисло-сливочное, соленое и несоленое): жира – не менее 78%, влаги – не более 20%;

- крестьянское (сладко-сливочное соленое и несоленое, кисло-сливочное несоленое): жира – не менее 72,5% (в несоленом) и 71,5% (в соленом), влаги – не более 25%;

- бутербродное (сладко-сливочное и кисло-сливочное несоленое): жира – не менее 61,5%, влаги – не более 35%;

- шоколадное: жира – не менее 62%, влаги – не более 16%; сахара – не менее 18%, какао – не менее 2,5%;

- с различными вкусовыми наполнителями (фруктово-ягодное, медовое и др.);

- частичной заменой молочного жира растительным маслом (диетическое, домашнее и др.).

Современный ассортимент сливочного масла отличается широким распространением новых видов масла с низким содержанием жира, более сбалансированным жирно-кислотным составом за счет введения растительных масел, повышенным содержанием белковых веществ (за счет введения белковых обогатителей).

Маргарин. В зависимости от вида данного продукта в число его ингредиентов может входить гидрогенизованный жир растительного или животного происхождения, молоко (чаще всего сухое), соль, сахар, сыворотка и различные добавки (нередко искусственного происхождения, дабы максимально удешевить производство): ароматизаторы, красители, консерванты, эмульгаторы и т.д.

Основным сырьем для производства маргарина служат различные растительные и животные жиры. Из животных жиров наиболее широко применяется жир китов. Из растительных масел наша отечественная промышленность для производства маргарина использует в основном подсолнечное, хлопковое и соевое.

Растительные масла и жиры морских животных для производства маргарина подвергают процессу гидрогенизации (т.е. их перево-

дят из жидкого состояния в твердое) и дезодорации. Гидрогенизация жиров обеспечивает готовому продукту необходимую консистенцию, а дезодорация устраняет специфические привкус и запах, присущие жирам морских животных и некоторым растительным маслам.

В зависимости от исходного сырья, способов его обработки, кулинарного назначения и вкуса, маргарин подразделяется на столовый и кухонный.

При использовании как столовых, так и кухонных маргаринов повар должен учитывать вкусовые особенности различных видов маргарина и вкусовое соответствие их приготовляемым кушаньям. Для тех блюд, закусок, изделий из теста, вкусу которых соответствует сливочное масло, можно применять только столовые сорта маргарина.

Энергетическая ценность маргарина выше, чем у сливочного масла, поэтому можно считать маргарин хорошим источником жиров. Кроме того, он содержит ряд витаминов (ниацин, А, Е) и микроэлементов (магний, железо, фосфор, натрий, кальций), необходимых для нормальной жизнедеятельности человека.

Столовый маргарин по внешнему виду трудно отличить от сливочного масла. Сходство это не только внешнее. Маргарин похож на сливочное масло и по составу, и по усвоемости его организмом, и по пищевой ценности. Он близок к сливочному маслу также по своим ароматическим, вкусовым свойствам.

Для максимального приближения столовых сортов маргарина к сливочному маслу в процессе приготовления в него добавляют заквашенное молоко. А для лучшего усвоения и для того чтобы маргарин и в кулинарном отношении наиболее полно воспроизводил сливочное масло, сырье, подготовляемое для производства маргарина, эмульгируют.

Растительные жиры добывают из семян масличных растений путем прессования или экстрагирования.

Сущность процессов прессования заключается в отжимании масла из измельченных семян, у которых предварительно удалена большая часть твердой оболочки (кожуры). В зависимости от способа ведения технологического процесса различают масло холодного и горячего прессования. При горячем прессовании измельченные семена предварительно подогревают в аппаратах-жаровнях.

Экстрагирование состоит из ряда последовательно проводимых операций: очистки, сушки, удаления оболочки и измельчения семян,

извлечения из них при помощи специальных растворителей масла и последующего удаления растворителя из масла.

Растительное масло подвергают очистке либо фильтрованием, либо воздействием щелочей. В первом случае продукт называют нерафинированным, во втором рафинированным. Масло, полученное экстрагированием, пригодно в пищу только в рафинированном виде.

Для обжаривания наиболее пригодно рафинированное растительное масло, так как частицы слизистых и белковых веществ и оставшиеся в нерафинированном масле при подогревании жира до высокой температуры, быстро разлагаются и могут придать обжариваемому продукту привкус горечи и специфический неприятный «чадный» запах.

Некоторые растительные масла кроме рафинирования щелочью, подвергают отбелке и дезодорированию. Дезодорированием добиваются уменьшения или полной ликвидации специфического запаха масла. Из растительных масел, ассортимент которых очень широк и включает в себя различные по своим химическим и физическим свойствам жиры, в кулинарии чаще всего используются подсолнечное, хлопковое, оливковое, соевое, арахисовое, реже применяются льняное, конопляное и кукурузное масла. В кондитерском производстве используют кунжутное, ореховое, а в хлебопечении – горчичное масло.

## **Лабораторная работа № 8. Анализ пищевых жиров**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества пищевых жиров. Освоить методы определения кислотности, цветного числа, массовой доли влаги, поваренной соли.

**Объекты исследования.** Сливочное масло, маргарин.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, бюретка, бумажные пакеты, колба мерная, стаканчик, фильтры, термометр, цилиндр, фотоколориметр, рефрактометр, водяная баня, 0,1 н. раствор щелочи, фенолфталеин, дистиллированная вода, раствор йода, этиловый эфир.

### *Общие положения*

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

Природные жиры выделяют из животных и растительных тканей. Различный жирнокислотный состав глицеридов этих жиров обуславливает различие их физико-химических свойств.

Животные жиры содержат в основном насыщенные жирные кислоты – пальмитиновую и стеариновую, вследствие чего они имеют твердую консистенцию и высокую температуру плавления. Наиболее распространенные животные жиры – это говяжий, бараний и свиной.

Основную долю растительных масел составляют жидкые масла, в которых преобладают моно- и полиненасыщенные жирные кислоты. В зависимости от степени ненасыщенности жирных кислот, содержащихся в масле, различают высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие масла.

Твердые растительные масла с высоким содержанием насыщенных жирных кислот получают из плодов и семян тропических культур (какао-масло, кокосовое, пальмовое, пальмоядровое).

Наряду с природными жирами и маслами маслодобывающая и жироперерабатывающая отрасли пищевой промышленности производят широкий ассортимент жировых смесей, выработанных на основе саломасов, жиров, фракционированных кристаллизацией, переэтерифицированных жиров. Применение различных способов обработки жиров позволяет изменять их состав и свойства: консистенцию, температуру плавления и застывания, твердость, хрупкость и другие свойства, что создает возможность их дифференциированного использования в отраслях пищевой промышленности для обеспечения выпуска высококачественной продукции. Так, в кондитерском производстве, помимо какао-масла, используются специальные жиры для печенья, вафельных и прохладительных начинок для шоколадных изделий и конфет. В общественном питании находят применение жиры кулинарные: «фритюрный», «маргагуселин», сало растительное, жировые рецептурные смеси, – «Украинский», «Белорусский», «Восточный» жиры; в производстве пищеконцентратов используют гидроожир легкоплавкий с повышенной твердостью, порошкообразный жир; в хлебопечении – безмолочные жидкие маргарины.

Широкое использование в пищевой промышленности и питании населения находят различные виды маргаринов. Маргарин представляет собой высокодисперсную, жироводную систему, в состав которой входят природные рафинированные жиры и масла, саломасы, молоко, соль, сахар, эмульгатор и другие компоненты. Таким образом, рецептура маргаринов, физико-химические свойства, усвояемость близки к составу и свойствам сливочного масла.

Многообразие ассортимента жиров и различные требования к их качеству в зависимости от назначения вызывают необходимость наряду с оценкой качества жиров по общей схеме определять дополнительные показатели для жиров специального назначения.

Показатели качества жиров и масел регламентируются государственными и отраслевыми стандартами и техническими условиями.

Основными органолептическими характеристиками масел и жиров являются вкус, запах, цвет, прозрачность. Для твердых жиров (кокосового, коровьего, топленого, какао-масла) прозрачность определяют в расплавленном состоянии при 40°С. Для твердых жиров и жировых смесей, используемых в технологии, важная роль принадлежит консистенции, которая должна быть однородной и удовлетворять требованиям данного производства. Какао-масло, например, при 16–18°С должно иметь твердую, ломкую консистенцию, кондитер-

ский жир для печенья – мазеобразную, жир для начинок – пластичную.

Определение вкуса, запаха, цвета и прозрачности. Эти показатели жиров и масел обуславливаются их природой (подсолнечное, кукурузное, коровье и т.д.) и способом их обработки. Нерафинированные растительные масла имеют хорошо выраженные вкус, запах и цвет, присущие плодам или семенам данной культуры. У нерафинированных масел допускается легкое помутнение над осадком. Масло, рафинированное по полной схеме очистки (гидратация, нейтрализация, отбеливание, дезодорация), должно обладать вкусом обезличенного масла и не иметь запаха. Цветность нерафинированных и рафинированных растительных масел дает представление о количественном и качественном составе пигментного комплекса, выражается в условных единицах и может быть охарактеризована цветным числом в миллиграммах йода (для масел, имеющих в натуральном виде желтый цвет различной интенсивности) или количеством единиц красного цвета при определенном количестве единиц желтого цвета (для хлопкового нерафинированного и рафинированного масла).

### **Метод определения цветного числа по шкале стандартных растворов йода**

Метод основан на сравнении интенсивности окраски испытуемого масла с окраской разбавленных стандартных растворов йода.

Цветное число масла выражается количеством миллиграммов свободного йода, содержащегося в 100 см<sup>3</sup> стандартного раствора йода, который имеет при одинаковой с маслом толщине слоя 1 см такую же интенсивность окраски, как испытуемое масло.

**Техника определения.** Готовят цветную шкалу разбавленных растворов, применяя пробирки из бесцветного стекла с внутренним диаметром 10 мм. В бюксу с притертой крышкой отвешивают 0,26–0,27 г дважды возогнанного йода, а также удвоенное количество йодида калия и растворяют примерно в 1 см<sup>3</sup> дистиллированной воды; раствор переносят в мерную колбу (вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доводят водой до метки и взбалтывают. Концентрацию приготовленного раствора йода устанавливают титрованием 0,01 н. раствором тиосульфата натрия в присутствии индикатора крахмала. После установления титра к приготовленному раствору прибавляют дистил-

лированную воду в таком количестве, чтобы в 100 см<sup>3</sup> этого раствора содержалось точно 100 мг йода.

Для приготовления серии разбавленных стандартных растворов цветной шкалы (эталонов) в предварительно прокипяченные в 10%-м растворе соляной кислоты и высушенные пробирки наливают пипеткой концентрированный стандартный раствор йода и добавляют из бюретки дистиллированную воду в количестве, указанном в таблице 13.

Таблица 13 – Определение цветного числа по шкале стандартных растворов

| Компонент шкалы                           | Цветное число/ Номер пробирки |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |
|---|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
|   | 100/1                         | 90/2 | 80/3 | 70/4 | 60/5 | 50/6 | 40/7 | 30/8 | 25/9 | 20/10 | 15/11 | 10/12 | 5/13 | 1/14 |
| Стандартный раствор йода, см <sup>3</sup> | 10,0                          | 9,0  | 8,0  | 7,0  | 6,0  | 5,0  | 4,0  | 3,0  | 2,5  | 2,0   | 1,5   | 1,0   | 0,5  | 0,1  |
| Вода дистиллированная, см <sup>3</sup>    | -                             | 1,0  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,0  | 6,0  | 7,0  | 7,5  | 8,0   | 8,5   | 9,0   | 9,5  | 9,9  |

Пробирки с эталонами запаиваются и хранятся в темном месте. Для проведения анализа в чистую сухую пробирку наливают профильтрованное испытуемое масло и сравнивают интенсивность окраски масла с окраской стандартных растворов йода. Испытание ведут в проходящем и отраженном дневном свете или при свете матовой электрической лампочки. Цветное число масла принимают равным цветному числу эталона, имеющего одинаковую окраску с маслом.

Цветомер с набором цветных стандартных стекол используют для определения цветности хлопкового масла. Метод основан на сравнении цветности масла с цветностью набора стандартных стеклянных фильтров при определенной толщине слоя масла. Величина цветного числа регламентируется ГОСТами на отдельные виды масел. Для подсолнечного масла, например, верхние пределы цветных чисел варьируют от 10 для дезодорированного масла, до 35 – для нерафинированного II сорта.

### Фотоколориметрический метод

Метод основан на способности каротиноидов, обуславливающих окраску жира, поглощать свет в видимой области спектра, разработан

для установления цветности молочного жира. По цветному числу, идентичному оптической плотности жира, судят о содержании пигментов, которое зависит от вида, породы животного, кормов, сезона года, технологии изготовления масла и других факторов.

Оценка масла по цветности дается в соответствии с данными, приведенными ниже.

| Цветное число | Цвет жира         |
|---------------|-------------------|
| 0,17–0,25     | Белый             |
| 0,26–0,35     | Светло-желтый     |
| 0,36–0,45     | Желтый            |
| 0,46 и более  | Интенсивно-желтый |

**Техника определения.** Расплав чистого молочного жира помещают в кювету с толщиной слоя раствора 10 мм, термостатируют при 55–60°C в течение 5–10 мин и определяют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при длине волны 450 нм, делая 3–4 замера при сравнении с дистиллированной водой. Температура масла в процессе анализа не должна быть ниже 50°C.

Выделяют чистый жир из сливочного масла для анализа следующим образом: термостатируют масло в химическом стаканчике при 50–60°C до полного его расплавления. Когда плазма осадит на дно, жир осторожно декантируют и фильтруют через сухой бумажный фильтр в том же термостате.

По шкале 100-балльной системы оценок осуществляют органолептическую оценку коровьего сливочного масла. В показатели качества по шкале входят вкус, запах, цвет, консистенция, качество посолки (для соленого масла), состояние упаковки и маркировки.

На каждый показатель установлено определенное количество баллов: вкус и запах – 50, консистенция – 25, цвет – 5, посолка – 10, упаковка – 10. В зависимости от суммарно набранного количества баллов определяют сорт масла. Масло относится к высшему сорту, если оно оценено не ниже 88 баллов, из которых не менее 41 балла должно приходиться на долю вкуса и запаха. К I сорту относится масло, оцененное на 80–87 баллов, из которых баллы за вкус и запах составляют не менее 37. Вологодское масло оценивают по органолептическим показателям при 10–12°C.

Оценку качества пищевых жиров и масел физико-химическими методами осуществляют по следующим показателям: содержанию массовой доли влаги, кислотности, числу омыления, величине преломления и др.

## **Определение массовой доли влаги**

Сущность методов определения массовой доли влаги в различных жирах и маслах сводится либо к высушиванию определенной для каждого вида масел навески до постоянной массы при температуре 100–105°C, либо нагреву масла при определенных температурных режимах до момента прекращения испарения влаги, о котором судят по отсутствию запотевания часового стекла, закрывающего в момент нагрева стаканчик с пробой. Первый из вышеназванных методов применяют для определения массовой доли влаги в маслах, в которых содержание ее низкое, например, во всех растительных маслах, саломасах. Второй метод в основном используют для анализа коровьего масла и маргарина. Запись в лабораторном журнале осуществляют по форме, приведенной в лабораторной работе №2, и делают заключение о соответствии массовой доли влаги с ГОСТом.

Предельно допустимая норма массовой доли влаги (процент) некоторых жиров и масел

Масло подсолнечное, соевое, кукурузное:

|                  |     |
|------------------|-----|
| рафинированное   | 0,1 |
| нерафинированное | 0,2 |

Кондитерский жир 0,3

Масло коровье:

|                      |      |
|----------------------|------|
| сливочное несоленое  | 16,0 |
| соленое, вологодское |      |
| любительское         | 20,0 |
| крестьянское         | 25,0 |
| бутербродное         | 35,0 |
| топленое             | 1,0  |

Маргарин:

|             |      |
|-------------|------|
| молочный    | 17,0 |
| безмолочный | 16,5 |

## **Определение кислотного числа**

Кислотное число – это количество миллиграммов гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла или жира.

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

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

Определение кислотного числа осуществляют нейтрализацией свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого жира, спиртовым раствором гидроксида натрия.

**Техника определения.** В коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отвешивают 3–5 г испытуемого масла с погрешностью 0,01 г, приливают 50 см<sup>3</sup> нейтрализованной смеси этанола и этилового эфира (1:2) и взбалтывают содержимое. Если при этом масло не растворится, колбу подогревают на водяной бане и охлаждают до температуры 15–20°C. Добавляют 3–5 капель 1%-го спиртового раствора фенолфталеина и при непрерывном перемешивании титруют пробу 0,1 н. спиртовым раствором гидроксида калия или натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

Кислотное число (мг/г масла) рассчитывают по формуле

$$K_{\text{д.}} = aK \cdot 5,61/M,$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора NaOH или KOH, израсходованное на нейтрализацию свободных жирных кислот в массе навески жира, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору гидроксида натрия или калия;

$M$  – масса взятой для анализа навески, г.

Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 5%.

Предельно допустимые нормы кислотного числа (мг/г)

Масло подсолнечное:

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| рафинированное                 | 0,4  |
| нерафинированное высшего сорта | 1,5  |
| нерафинированное I сорта       | 2,25 |

Масло соевое:

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| рафинированное          | 0,3 |
| гидратированное I сорта | 1,0 |

|   |     |
|---|-----|
| Масло кукурузное:   |     |
| рафинированное  | 0,4 |
| нерафинированное  | 5,0 |
| Пищевой жир топленый (говяжий, бараний, свиной, костный): |     |
| высшего сорта   | 1,2 |
| I сорта   | 2,2 |
| Сборные жиры (без указателя сорта)                        | 3,5 |

### Запись в лабораторном журнале

Масса пустой колбы ( $M_1$ ) ..... г.  
 Масса масла с колбой ( $M_2$ ) ..... г.  
 Масса навески масла ( $M$ ) ..... г.  
 Количество 0,1 н. раствора щелочи, израсходованное на нейтрализацию масла (a)..... см<sup>3</sup>.  
 Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи (К).....  
 Титр 0,1 н. раствора гидроксида калия 5,61 ..... мг/см<sup>3</sup>.  
 Заключение.

### Определение кислотности жира

Этот показатель определяют для коровьего масла и маргарина и выражают его в градусах Кеттсторфера.

Под градусом Кеттсторфера понимают количество см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия, необходимое для нейтрализации 5 г масла или маргарина и умноженное на 2. Определяют кислотности титрованием навески масла или маргарина, растворенного в спиртоэфирной смеси, 0,1 н. раствором NaOH или KOH с индикатором фенолфталеином.

Предельно допустимые нормы кислотности для маргарина (°К): маргарин молочный, сливочный – 2,5; безмолочный – 2,0.

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

Этот показатель характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав исследуемого жира. Величина числа омыления зависит от молекуллярной массы жирных

кислот в жире: более высокое значение числа омыления у жиров, в составе которых содержится больше низкомолекулярных жирных кислот, и наоборот, жиры с высоким содержанием высокомолекулярных кислот имеют более низкое значение числа омыления. Величина числа омыления повышается в высококислотных жирах, поэтому нельзя сравнивать число омыления жиров с высоким кислотным числом с числом омыления нейтрального жира. Число омыления моно- и диглицеридов обычно ниже числа омыления соответствующего триглицерида.

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

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

**Техника определения.** В колбу с пришлифованным воздушным холодильником вместимостью 250–300 см<sup>3</sup> отвешивают 2–3 г испытуемого масла, предварительно хорошо перемешанного и профильтрованного (точность взвешивания 0,0002 г). Приливают из бюретки 25 см<sup>3</sup> 0,5 н. спиртового раствора гидроксида калия и, присоединив холодильник, выдерживают колбу на кипящей водяной бане в течение 1 ч, периодически взбалтывая содержимое и не допуская улетучивания спирта. Необходимо следить, чтобы раствор был погружен в бане ниже уровня кипящей воды. Одновременно в тех же условиях проводят контрольный опыт, выдерживая на кипящей водяной бане колбу с 25 см<sup>3</sup> 0,5 н. спиртового раствора КОН. Содержимое колбы после окончания омыления должно представлять собой прозрачный раствор без капелек жира.

Далее оттитровывают содержимое обеих колб 0,5 н. раствором соляной кислоты, предварительно добавив индикатор (1%-й спиртовой раствор фенолфталеина для светлых масел или фенолфталеина – для темных), до исчезновения окраски. Мыльный раствор основного опыта титруют горячим, слегка остывшим.

Число омыления рассчитывают по формуле

$$\text{Ч.о.} = 28,05(a - b)K/M,$$

где 28,05 – титр 0,5 г раствора КОН, мг/см<sup>3</sup>;

*a* – количество 0,5 н. раствора НС1, израсходованное на титрование КОН в контролльном опыте, см<sup>3</sup>;

$b$  – количество 0,5 н. раствора НС1, израсходованное на связывание непрореагировавшего (избыточного) КОН в основном опыте, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору НС1;

$M$  – масса навески, г.

### **Запись в лабораторном журнале**

Масса пустой колбы ( $M_1$ ).....г.

Масса масла с колбой ( $M_2$ ).....г.

Масса масла ( $M$ ).....г.

Количество 0,5 н. раствора НС1, израсходованное на титрование в контрольном опыте (а) .....см<sup>3</sup>.

Количество 0,5 н. раствора НС1, израсходованное на связывание КОН в основном опыте (б).....см<sup>3</sup>.

Поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору НС1 ( $K$ )

Заключение.

Допустимые расхождения при параллельных определениях не должны превышать 0,1 мг КОН/г.

Числа омыления некоторых пищевых жиров и масел приведены ниже.

Масла:

подсолнечное 188–194

соевое 192–194

хлопковое 191–200

кокосовое 242–269

коровье 220–245

какао-масло 192–196

оливковое

Жиры:

топленый 185–200

говяжий 193–200

### **Определение показателя преломления**

Показатель преломления является физической характеристикой жира, отражающей в значительной мере его природу, чистоту, жир-

нокислотный состав. Численные его значения для одних и тех же видов жиров и масел колеблются незначительно.

Измерение показателя преломления проводят на рефрактометре ИРФ-22. Может быть использован также другой рефрактометр с пределом измерений в интервале показателя преломления исследуемого масла и обеспечивающий точность в соответствии с требованиями стандартов. Призмы рефрактометра темперируют водой с температурой: для жидких масел 20 °С, для твердых – 40 °С. Отсчет осуществляется 2–3 раза и берется среднее значение показателя преломления. Поверхность призм после проведения замера очищают ватой, сначала омоченной эфиром, затем сухой. Величины показателя преломления некоторых пищевых жиров и масел ( $n^{20}_D$ ):

Масла:

|              |                           |
|--------------|---------------------------|
| подсолнечное | 1,4736–1,4762             |
| горчичное    | 1,4730–1,4769             |
| хлопковое    | 1,4722–1,4768 (при 20 °С) |
| соевое       | 1,4722–1,4754             |
| оливковое    | 1,4605–1,4787             |
| кокосовое    | 1,4480–1,4500             |

Жиры:

|         |               |
|---------|---------------|
| бараний | 1,4566–1,4583 |
| говяжий | 1,4510–1,4583 |

## Определение йодного числа

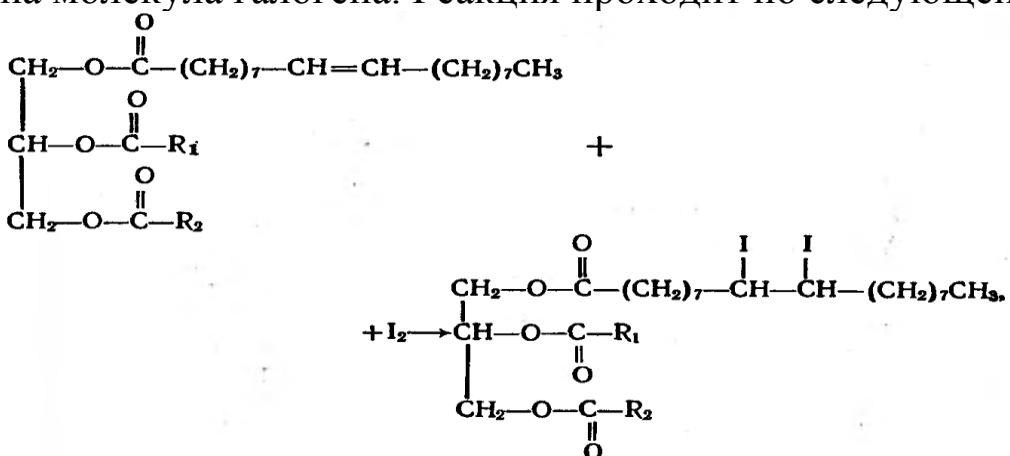
Йодное число – это показатель, характеризующий непредельность жирных кислот, входящих в состав жира.

Под йодным числом понимают количество граммов йода, присоединяющееся к 100 г жира.

По величине йодного числа жиров и масел судят об их способности к различным химическим превращениям, так как непредельные жирные кислоты могут присоединять кислород по месту разрыва двойных связей, обуславливая процессы прогоркания и высыхания жиров. Йодное число применяют для определения жира, способности его к высыханию, расчета необходимого количества водорода на его гидрогенизацию.

Определение йодного числа основано на способности непредельных жирных кислот присоединять молекулы галогена (хлор, бром, йод) в условиях, при которых эта реакция не сопровождается

замещением водорода на галоген. На каждую двойную связь расходуется одна молекула галогена. Реакция проходит по следующей схеме:



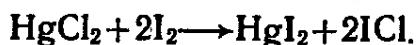
где  $R_1$  и  $R_2$  – радикалы насыщенных жирных кислот.

Йодное число зависит от количества этиленовых связей в жирных кислотах: с их увеличением йодное число возрастает.

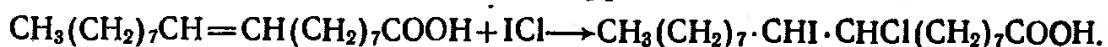
Для определения йодного числа масел и жиров используют несколько методов, различающихся в основном галогенсодержащим реагентом и условиями проведения опыта. Наибольшее распространение получили методы Гюбля, Кауфмана, Вийса, Гануса, Вобурна. Три первых из перечисленных метода стандартизованы.

### Определение йодного числа методом Гюбля

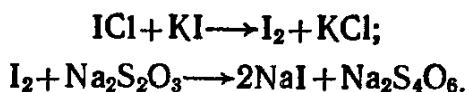
Применяют йодно-ртутный раствор, активной составной частью которого является хлорид йода ( $I$ ), образующийся по уравнению



Хлорид йода ( $I$ ) присоединяется по месту двойных связей жирных кислот. Реакция идет по уравнению



Остаток неприсоединившегося хлорида йода определяют йодометрическим методом, при этом предварительно в реакционную смесь вводят йодид калия. В результате окислительно-восстановительной реакции между хлоридом йода ( $I$ ) и йодидом калия образуется свободный йод, который оттитровывают тиосульфатом натрия



Необходимые реагенты: реагент Гюбля – 30 г хлорида ртути (II) растворяют в 500 см<sup>3</sup> 96%-го этанола. К раствору приливают спирто-

вой раствор йода (25 г в 500 см<sup>3</sup> 96%-го этанола). Смешивают оба раствора и выдерживают двое суток до момента использования.

**Техника определения.** В коническую колбу с пришлифованной пробкой вносят навеску испытуемого масла, взвешенную с погрешностью 0,0002 г. Массу навески устанавливают в зависимости от предполагаемой величины йодного числа по таблице 14. Приливают из бюреток 10 см<sup>3</sup> хлороформа и 25 см<sup>3</sup> раствора Гюбля. Колбу закрывают пробкой, смоченной раствором йодида калия во избежание улетучивания йода. Содержимое колбы осторожно перемешивают вращением руки и оставляют в темном месте при температуре 20°C. Время настаивания испытуемого масла с йодно-ртутным раствором устанавливают в зависимости от ожидаемой величины йодного числа по таблице 14.

Таблица 14 – Техника определения величины йодного числа

| Величина йодного числа, процент | Навеска масла, г | Продолжительность настаивания, ч |
|---------------------------------|------------------|----------------------------------|
| До 30                           | 1,0              | 6                                |
| До 50                           | 0,6              | 8                                |
| 50–100                          | 0,3              | 12                               |
| 100–150                         | 0,2              | 18                               |
| Более 150                       | 0,1              | 24                               |

Одновременно в тех же условиях ставят контрольный опыт (без масла). По окончании настаивания в обе колбы приливают из бюретки 15–20 см<sup>3</sup> 10%-го йодида калия и по 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Смесь тщательно взбалтывают и титруют до появления светло-желтой окраски. Затем добавляют пипеткой по 1 см<sup>3</sup> 1%-го раствора крахмала и титруют до исчезновения сине-фиолетового окрашивания.

Йодное число (г на 100 г жира или процент) рассчитывается по формуле

$$\text{Й.ч.} = (a - b)K \cdot 100 \cdot 0,01269/M,$$

где  $a$  – количество 0,1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, израсходованное на титрование контрольного опыта, см<sup>3</sup>;

$b$  – количество 0,1 н. раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, израсходованное на титрование основного опыта, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

0,01269 – количество йода, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, г;

$M$  – масса навески жира, г.

## **Запись в лабораторном журнале**

Масса пустой колбы ( $M_1$ ) ..... г.  
Масса масла с колбой ( $M_2$ ) ..... г.  
Масса навески жира ( $M$ ) ..... г.  
Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , израсходованное  
при проведении контрольного опыта (без жира) (с) ..... см<sup>3</sup>.  
Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , израсходованное  
на титрование избытка йода после присоединения его  
к жиру (b) ..... см<sup>3</sup>.  
Количество 0,1 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , прореагировавшего  
с жиром, ..... см<sup>3</sup>.  
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (K).  
Заключение.

## **Быстрый рефрактометрический метод определения йодного числа**

Метод позволяет определить йодное число по показателю преломления масла. Необходимым условием для получения хорошей воспроизводимости результатов и их корреляции с данными, полученными химическими методами, является строгое соблюдение температуры при замере показателя преломления. Определение показателя преломления осуществляют на рефрактометре ИРФ-22. Величину йодного числа (г на 100 г жира) вычисляют по формуле, в которую подставляют среднюю величину показателя преломления, полученную для двух параллельных проб

$$\text{И. ч.} = \frac{(n_{D}^{20} - 1,4595) \cdot 100}{0,0118}.$$

Формула дает удовлетворительные результаты при сравнении их с величинами йодного числа, определенными по методу Гюбля.

## **Определение йодного числа молочного жира**

Метод, предложенный Е.Г. Черновой, основан на взаимосвязи степени непредельности жирных кислот с оптическими свойствами молочного жира, йодное число дает высокую корреляцию с оптическим числом.

Оптическое число является условной величиной, характеризующей свойства молочного жира преломлять и поглощать свет в видимой области спектра. Оно суммируется из двух величин – оптической плотности ( $D$ ) и показателя преломления ( $n^{50}$ ).

**Техника определения.** Расплав чистого профильтрованного молочного жира помещают в кювету фотоэлектроколориметра с толщиной слоя раствора 10 мм, термостатируют при температуре 55–60°C в течение 5–10 мин, затем измеряют оптическую плотность ( $D$ ) при длине волны 450 нм по отношению к дистиллированной воде на фотоэлектроколориметре с набором узкополосных светофильтров или на спектрофотометре. Далее отбирают из кюветы 3–4 капли жира, помещают его на призму заранее прогретого при 50°C рефрактометра ИРФ-22 и определяют показатель преломления ( $n^{50}$ ). Для каждого образца делают 3–4 замера и находят среднее значение. Допустимое отклонение от температуры  $50 \pm 0,1^\circ\text{C}$ .

Оптическое число рассчитывают следующим образом:

$$\text{О.ч.} = D + n^{50}.$$

Йодное число находят по формуле

$$\text{Й.ч.} = \text{О.ч.} [K \pm 10(\text{О.ч.} - 1,7676)],$$

где  $K$  – коэффициент пересчета.

Значение коэффициента пересчета  $K$  в зависимости от величины оптического числа (О. ч.) приведено ниже.

Интервал оптического числа  $K$

(О.ч.)

|               |       |
|---------------|-------|
| Ниже 1,7500   | 19,80 |
| 1,7500–1,8400 | 20,20 |
| 1,8400–1,9300 | 20,65 |
| 1,9300–2,0200 | 21,20 |
| 2,0200–2,1100 | 21,60 |

Пример. Показатель преломления молочного жира при 50°C – 1,4545; оптическая плотность равна 0,240. Находим оптическое число: О. ч. = 1,4545 + 0,240 = 1,6945. Устанавливаем по таблице величину  $K=19,8$ . Рассчитываем йодное число.

$$\text{Й.ч.} = 1,6945 (19,8 - 10/1,6945 - 1,7675) = 32,31 \text{ г/100 г жира.}$$

**Йодное число некоторых жиров и масел**

**Масло:**

|              |         |
|--------------|---------|
| подсолнечное | 125–145 |
| соевое       | 120–140 |
| горчичное    | 102–108 |
| хлопковое    | 102–117 |
| оливковое    | 75–85   |
| кукурузное   | 111–133 |
| коровье      | 22–40   |
| <b>Жир:</b>  |         |
| говяжий      | 32–47   |
| бараний      | 35–40   |

### **Определение массовой доли поваренной соли в маргарине и коровьем масле**

Поваренная соль является важной вкусовой добавкой и играет большую роль в физиологических процессах в организме. В пищевой промышленности поваренная соль используется как консервант, оказывающий губительное действие на микрофлору продукта. В основу консервирования продуктов поваренной солью положена высокая чувствительность микроорганизмов к изменению осмотического давления в окружающей их среде. Повышенная осмотическое давление, хлористый натрий создает неблагоприятные условия для развития аэробных бактерий путем снижения концентрации кислорода в тканях консервируемого посолом продукта. Кроме того, ион хлора ингибирует активность протеолитических ферментов.

В процессе посолки маслу и маргарину придают умеренно соленый вкус и повышают стойкость в хранении этих продуктов. Для прекращения развития всех видов бактерий, плесеней и дрожжей массовая доля соли в масле должна быть не менее 4 %, но масло в этом случае имело бы резко соленый вкус, поэтому стандартом предусмотрена массовая доля соли в масле не более 1,5%. В маргарине нормы массовой доли поваренной соли варьируют от 0,35 (маргарин «Экстра», «Особый») до 1% (маргарин «Любительский»).

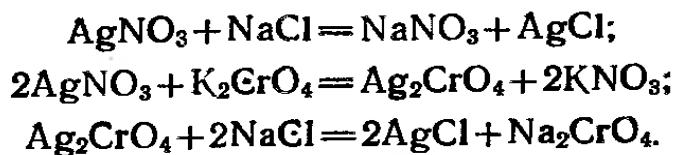
Для определения массовой доли поваренной соли в масле сливочном соленом и маргарине используют три стандартных метода:

- титрования хлористого натрия в водной вытяжке из масла или маргарина раствором азотнокислого серебра (аргентометрический метод);

- титрования соляной кислоты, выделившейся в колонке на катионите в результате обработки вытяжки раствором гидроксида натрия в количестве, эквивалентном содержанию поваренной соли;

- сжигания навески масла или маргарина в муфельной печи.

Аргентометрический метод определения массовой доли поваренной соли широко применяется в различных отраслях пищевой промышленности. Модификации метода в основном отличаются концентрацией раствора нитрата серебра и техникой подготовки вытяжки из исследуемого объекта. В качестве индикатора используют хромат калия. В процессе титрования одновременно происходит три реакции



Образующийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  более растворим, чем белый осадок  $\text{AgCl}$ , поэтому в начале титрования он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с  $\text{NaCl}$ . Как только все ионы хлора окажутся связанными с ионами серебра, последняя реакция прекращается и неисчезающее кирпично-красное окрашивание раствора показывает конец титрования. Вытяжка для титрования должна быть охлаждена, так как при повышении температуры растворимость осадка  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  возрастает. Реакция среды должна быть нейтральной: в кислой среде осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  растворяется, а в щелочной образуется труднорастворимый осадок  $\text{AgOH}$ , который выпадает раньше  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Приводим стандартный метод определения массовой доли поваренной соли в маргарине.

**Техника определения.** Навеску маргарина массой 5 г, взятую с погрешностью  $\pm 0,01$  г, помещают в коническую колбу вместимостью  $100 \text{ cm}^3$  и смешивают с  $50 \text{ cm}^3$  дистиллированной воды, отмеренной пипеткой. Колбу накрывают часовым стеклом и выдерживают на кипящей водяной бане в течение 7 мин или нагревают на электроплитке до  $90^\circ\text{C}$ . Затем энергично взбалтывают, охлаждают при комнатной температуре в течение 20 мин и фильтруют через влажный фильтр. Отбирают  $10 \text{ cm}^3$  фильтрата, добавляют 3 капли хромата калия и титруют раствором 0,05 н.  $\text{AgNO}_3$  до слабо-кирпичного окрашивания, не исчезающего при взбалтывании.

Массовую долю поваренной соли в маргарине  $X$  (в %) рассчитывают по формуле

$$X_l = \frac{100V \cdot 0,0029V_1K}{m},$$

где  $V$  – количество раствора  $\text{AgNO}_3$ , израсходованное на титрование вытяжки,  $\text{cm}^3$ ;

$0,0029$  – титр 0,005 н. раствора  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$V_1$  – общий объем вытяжки,  $\text{cm}^3$ ;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору  $\text{AgNO}_3$ ;

$m$  – масса навески маргарина, г.

### **Запись в лабораторном журнале**

Количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, израсходованное на титрование вытяжки ( $V$ ) .....  $\text{cm}^3$ .

Поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору ( $K$ )

Общий объем водной вытяжки ( $V_1$ ) .....  $\text{cm}^3$ .

Объем вытяжки, взятый на титрование .....  $\text{cm}^3$ .

Масса навески маргарина ( $m$ ) ..... г.

Заключение.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким показателям осуществляют органолептическую оценку жиров и масел?
2. Каковы основные физико-химические характеристики жиров и масел?
3. Какова роль каждой из этих характеристик в оценке качества, состава и свойств жиров и масел?
4. Каковы принципы методов определения основных физико-химических характеристик жиров и масел?
5. Какова сущность аргентометрического метода определения массовой доли поваренной соли в маргарине и сливочном соленом масле? Какие реакции происходят в процессе титрования водно-солевой вытяжки?
6. Какие факторы снижают чувствительность аргентометрического метода определения массовой доли поваренной соли?

## **Тема 5. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ**

В пищевой промышленности чаще используют лимонную, аскорбиновую, винную и уксусную, а также сорбиновую и бензойную кислоты.

Лимонная кислота содержится во многих плодах (цитрусовых, клюкве, гранатах, ананасах), придавая им кислый вкус. Пищевую лимонную кислоту выпускают следующих сортов: экстра, высший и I. Это продукт в виде мелких или крупных кристаллов, бесцветных или слабо-желтого цвета (I сорт), без запаха, с выраженным кислым вкусом, на ощупь не липкая, сухая, сыпучей консистенции, хорошо растворима в воде. Содержание лимонной кислоты должно быть не менее 99,5%, золы от 0,07 (сорт экстра) до 0,35% (I сорт).

Уксусная кислота реализуется в виде уксусной эссенции и столового уксуса. Уксусная эссенция содержит 70% уксусной кислоты, получают ее путем гидролиза древесины. Столовый уксус бывает 3, 6 и 9% концентрации. Уксусная эссенция и уксус представляют собой прозрачные бесцветные жидкости с резким запахом и кислым вкусом, без слизи, плесени, осадка и помутнения.

Винная кислота. Представляет собой бесцветные кристаллы или белый порошок, у I сорта допускается желтоватый оттенок. Вкус кислый, без запаха. Выпускается высшего и I сорта. Содержит винной кислоты 99,0%.

Бензойная кислота и ее соли. Используется в качестве консерванта. Представляет собой порошок белого цвета, без запаха, хорошо растворимый в воде. Массовая доля бензоата натрия 99,0%. Бензойная кислота подавляет жизнедеятельность микроорганизмов в концентрации 0,05%, а бензоат натрия – 0,07–0,1%. Наличие в продукте большого количества белковых веществ снижает консервирующее действие бензойной кислоты. Кислота действует раздражающе на слизистую оболочку и кожу. Хранят до 1 года.

Сорбиновая кислота. Используется в качестве консерванта. Представляет собой порошок белый кристаллический, допускается кремовый оттенок. Имеет легкий запах, характерный для сорбиновой

кислоты. Содержание сорбиновой кислоты 99,0%. Кислота действует раздражающе на слизистую оболочку и кожу. Хранят до 12 месяцев.

Сорбиновая кислота и ее соли не вызывают никаких осложнений при выполнении технологии изготовления продуктов питания. Единственным условием является равномерное распределение консерванта в продукте, что достигается путем интенсивного перемешивания сырья или путем распыления на внешнюю поверхность. Технологический нагрев не снижает действия консервантов, но необходимо избегать длительного кипячения в открытых емкостях из-за возможности выкипания.

## **Лабораторная работа № 9. Анализ пищевых кислот**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения органолептических и физико-химических показателей качества пищевых кислот. Освоить методы определения массовой доли свободной серной кислоты, мышьяка, сульфатной золы, проведение пробы на наличие свинца, меди, цинка, олова, оксалатов, бария, феррицианидов.

**Объекты исследования.** Лимонная кислота, молочная кислота, винная кислота.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, бюретка, бумажные пакеты, колба мерная, пипетка, стаканчик, фильтры, термометр, цилиндр, фотоколориметр, кюветы, муфельная печь, водяная баня, 0,1н. раствор щелочи, 0,1 н. раствор серной кислоты, фенолфталеин, дистиллированная вода, раствор йода, этиловый эфир, нитрат аммония.

### *Общие положения*

Пищевые кислоты применяют при производстве кондитерских изделий, пищеконцентратов, безалкогольных напитков, желе, конфитюра, повидла, плодовых и ягодных соков, маринадов. В пищевой промышленности используют в основном лимонную, молочную, винную (винно-каменную), яблочную кислоты.

Качество пищевых кислот характеризуется по органолептическим (внешний вид и цвет, вкус, запах, структура) и физико-химическим показателями.

### **Анализ качества лимонной кислоты**

Пищевая лимонная кислота является трехосновной кислотой, получают ее в результате ферментации сахарсодержащего сырья плесневым грибом *Aspergillus niger*. Основным сырьем для производства лимонной кислоты служит меласса. Биосинтез лимонной кислоты осуществляют поверхностным или глубинным способом. При более совершенном глубинном способе ферментации используют специальные аппараты-ферментаторы, в которых готовят питательные среды из мелассного раствора и растворов солей, затем вносят культуру посевного материала. Сброженная среда содержит смесь лимон-

ной, глюконовой и щавелевой кислот. Для выделения лимонной кислоты к сброоженному раствору добавляют мел, при этом образуются осадки цитрата и оксалата кальция, отделяемые фильтрованием. Осадок промывают и обрабатывают серной кислотой, цитрат кальция разлагается с образованием свободной лимонной кислоты и гипса. Полученный раствор лимонной кислоты подвергают очистке, затем упаривают, проводят кристаллизацию, отделяют и сушат кристаллическую лимонную кислоту.

Пищевая лимонная кислота  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$  согласно ГОСТ 908-79 вырабатывается в форме моногидрата следующих сортов: «Экстра», высший и I. Это бесцветный кристаллический или белый порошок без комков, для кислоты I сорта допускается желтоватый оттенок, имеет кислый вкус без постороннего привкуса, структура сыпучая и сухая, на ощупь не липкая. Раствор кислоты в дистиллированной воде концентрацией 2% не должен иметь запаха.

По физико-химическим показателям качество пищевой лимонной кислоты должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 15.

Таблица 15 – Физико-химические показатели качества сортов пищевой лимонной кислоты

| Показатель   | Норма для сортов лимонной кислоты |                |                |
|--|-----------------------------------|----------------|----------------|
|  | Экстра                            | Высший         | I              |
| Массовая доля кислоты в пересчете на моногидрат, процент:          |                                   |                |                |
| не менее   | 99,85                             | 99,85          | 99,85          |
| не более   | 101,0                             | Не нормируется | Не нормируется |
| Цвет, единицы показателя цветности раствора йодной шкалы, не более | 4                                 | 6              | 10             |
| Массовая доля золы, процент, не более                              | 0,07                              | 0,10           | 0,35           |

В лимонной кислоте определяют массовые доли свободной серной кислоты, мышьяка, сульфатной золы, проводят пробы на наличие свинца, меди, цинка, олова, оксалатов, бария, феррицианидов.

## **Определение массовой доли лимонной кислоты**

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

**Техника определения.** В сухом стаканчике или бюксе взвешивают около 2 г лимонной кислоты с точностью до 0,0002 г. Навеску количественно переносят в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и растворяют в 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Прибавляют к раствору 3–5 капель фенолфталеина и титруют 1 н. раствором гидроксида натрия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Массовую долю лимонной кислоты  $M_{\text{л}}$  вычисляют по формуле

$$M_{\text{л}} = \frac{0,07V \cdot 100}{m} ,$$

где 0,07 – количество лимонной кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида, г;

$V$  – объем 1 н. раствора гидроксида, пошедший на титрование, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса кислоты, г.

### **Запись в лабораторном журнале**

Масса бюксы.....г.

Масса бюксы с кислотой.....г.

Масса кислоты ( $m$ ).....г.

Объем 1 н. раствора гидроксида, пошедший на титрование ( $V$ ) см<sup>3</sup>.

Количество лимонной кислоты (моногидрата),

соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия.....0,07 г.

Массовая доля лимонной кислоты ( $M_{\text{л}}$ ) .....%.

Заключение.

## **Определение цвета**

Проводят сравнение раствора лимонной кислоты концентрацией 60 г в 100 см<sup>3</sup> с растворами йодной шкалы. Определять можно визуальным или инструментальным методами.

Фотоэлектроколориметрический метод основан на измерении оптической плотности раствора лимонной кислоты (60 г в 100 см<sup>3</sup>) и определении величины показателя цветности по калибровочной кривой, построенной по растворам йодной шкалы.

Цвет лимонной кислоты выражают в единицах показателя цветности раствора йодной шкалы и округляют до целого значения.

**Техника определения.** Взвешивают 60 г лимонной кислоты с погрешностью не более 0,01 г, растворяют в стакане горячей дистиллированной воды при нагревании на водяной бане. Затем раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, охлаждают до комнатной температуры, доводят дистиллированной водой до метки. Содержимое колбы тщательно перемешивают и фильтруют под вакуумом через два слоя фильтра, первые порции фильтрата отбрасывают.

Фильтрат помещают в кювету с толщиной слоя раствора 50 мм фотоэлектроколориметра ФЭК-56М или аналогичного прибора. Определение оптической плотности проводят при длине волны 400 нм (светофильтр № 3), раствором сравнения является дистиллированная вода.

По величине оптической плотности раствора лимонной кислоты определяют показатель цветности по калибровочной кривой.

Для построения калибровочной кривой готовят растворы йодной шкалы (растворы сравнения) путем смешивания основного раствора йода с водой. При приготовлении основного раствора йода, содержащего 0,1 мг йода в 1 см<sup>3</sup> раствора, навеску 0,4 г йодида калия, взвешенную с погрешностью не более 0,01 г, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют в небольшом количестве воды, приливают 0,79 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода, объем раствора доводят до метки и перемешивают. Основной раствор можно хранить в течение 2 месяцев в склянке из темного стекла с притертой пробкой.

Растворы сравнения готовят непосредственно перед определением из основного раствора и дистиллированной воды в различных соотношениях, представленных в таблице 16.

Таблица 16 – Приготовление растворов сравнения

| Йодная шкала                      | Показатель плотности |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                   | 1                    | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| Основной раствор, см <sup>3</sup> | 1                    | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| Дистиллированная вода, см         | 99                   | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 |

В мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят градуированной пипеткой или бюреткой с погрешностью не более 0,02 см<sup>3</sup> основной раствор, доводят дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают.

Определяют оптическую плотность растворов йодной шкалы на ФЭК-56М при длине волны 400 нм в кювете с толщиной слоя раствора 50 мм, раствор сравнения – вода. При построении калибровочной кривой откладывают по оси абсцисс показатель цветности раствора, а по оси ординат – величину оптической плотности.

### **Запись в лабораторном журнале**

Величина оптической плотности раствора лимонной кислоты.....  
Цвет лимонной кислоты, единицы показателя цветности  
раствора йодной шкалы.....град. цветности.  
Заключение.

### **Определение массовой доли золы**

Метод основан на определении несгораемого остатка лимонной кислоты при сжигании ее в муфельной печи при температуре 600–800°C.

**Техника определения.** В предварительно доведенном до постоянной массы тигле взвешивают около 2–3 г лимонной кислоты с погрешностью не более 0,0002 г. Осторожно озоляют лимонную кислоту и прокаливают в муфельной печи при температуре 600–800°C. После первого прокаливания охлаждают тигель и смачивают его содержимое тремя каплями 10%-го раствора нитрата аммония. Затем подсушивают и прокаливают тигель до постоянной массы.

Массовую долю золы выражают с точностью до 0,01%.

### **Запись в лабораторном журнале**

Масса тигля.....г.  
Масса тигля с кислотой до озоления.....г.  
Масса кислоты.....г.  
Масса тигля с золой.....г.  
Массовая доля золы .....%.  
Заключение.

## **Анализ качества молочной кислоты**

Пищевую молочную кислоту получают ферментацией углеводсодержащего сырья термофильными молочнокислыми бактериями *Bad. Delbruckii*. В качестве сырья для получения сусла применяют рафинадную патоку, мелассу, предварительно осахаренный картофельный и кукурузный крахмал. Молочную кислоту производят методом анаэробной глубинной ферментации. В процессе брожения выделяющуюся молочную кислоту нейтрализуют мелом, образуется лактат кальция, растворимый в горячей воде. Сброженное сусло температурой 80–90°C очищают и фильтруют. При последующем охлаждении происходит кристаллизация лактата кальция, его отделяют, промывают и обрабатывают серной кислотой. Полученный раствор молочной кислоты очищают и упаривают под вакуумом.

Пищевая молочная кислота  $C_3H_6O_3$  представляет собой 40%-й водный раствор молочной кислоты, выпускается высшего, I, II сортов.

Молочная кислота является нестойким химическим соединением. Водный раствор молочной кислоты содержит различные продукты ее дегидратации, называемые ангидридами молочной кислоты (лактилы, ангидриды, лактиды). Ангидриды имеют менее кислый вкус, что снижает качество молочной кислоты.

По органолептическим показателям молочная кислота представляет собой прозрачную жидкость без мути и осадка, со слабым специфическим запахом молочной кислоты, кислым вкусом без постороннего привкуса и неприятного запаха, обусловленного присутствием летучих кислот.

По физико-химическим показателям качество пищевой молочной кислоты должно соответствовать следующим требованиям (табл. 17.).

В молочной кислоте определяют содержание железа, мышьяка, сульфатов, проводят пробы на наличие бария, солей тяжелых металлов, ферроцианидов, цианистоводородной кислоты, свободной серной кислоты.

### **Определение массовой доли общей молочной кислоты и прямотитруемой молочной кислоты**

Определение включает нейтрализацию молочной кислоты раствором гидроксида натрия, последующее омыление ангидридов осно-

ванием и нейтрализацию избытка гидроксида раствором серной кислоты.

**Техника определения.** 20 г молочной кислоты взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> пипеткой вносят 25 см<sup>3</sup> раствора, 70–80 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 3–5 капель фенолфталеина и титруют 1 н. раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания. Записывают объем гидроксида натрия, израсходованный на нейтрализацию прямотитруемой молочной кислоты.

Таблица 17 – Физико-химические показатели качества молочной кислоты

| Показатель   | Норма для сортов молочной кислоты |                |                |
|--|-----------------------------------|----------------|----------------|
|  | высший                            | I              | II             |
| Массовая доля общей молочной кислоты, процент                    | 40,0±1,0                          | 40,0±1,0       | 40,0±1,0       |
| Массовая доля прямотитруемой молочной кислоты, процент, не менее | 37,5                              | 37,5           | 35,0           |
| Массовая доля ангидридов, процент, не более                      | 2,5                               | 2,5            | 5,0            |
| Цветность, усл. град., не более                                  | 6,5                               | 10             | 30             |
| Массовая доля золы, процент, не более                            | 0,6                               | 1,0            | 4,0            |
| Массовая доля редуцирующих веществ, процент, не более            | 1,0                               | Не нормируется | Не нормируется |

К нейтрализованному раствору молочной кислоты приливают из бюретки 1 н. раствор гидроксида натрия до общего объема 20 см<sup>3</sup>. Колбу соединяют с обратным холодильником, кипятят в течение 5 мин и охлаждают, закрыв колбу пробкой со вставленной трубкой с натронной известью. Затем содержимое колбы титруют 1 н. раствором серной кислоты до обесцвечивания раствора.

Проводят контрольный опыт, для чего в колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия и 90 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, колбу соединяют с обратным холодильником, кипятят 5 мин, охлаждают и титруют 1 н. раствором серной кислоты. Коэффициент контрольного опыта рассчитывают путем де-

ления объема 1 н. раствора гидроксида натрия на объем 1 н. раствора серной кислоты, пошедший на титрование.

Массовую долю прямотитруемой молочной кислоты  $M_m$  определяют по формуле

$$M_m = \frac{V_1 \cdot 0,09 \cdot 250 \cdot 100}{25 \cdot 20} = 4,5V_1,$$

где  $V_1$  – количество 1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование молочной кислоты, см<sup>3</sup>;

0,09 – количество молочной кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия, г;

250 – вместимость мерной колбы, см<sup>3</sup>;

25 – количество раствора молочной кислоты, взятое на определение, см<sup>3</sup>;

20 – масса молочной кислоты, г.

Массовую долю общей молочной кислоты  $M_o$  определяют по формуле

$$M_o = \frac{(20 - KV_2) \cdot 0,09 \cdot 250 \cdot 100}{25 \cdot 20} = 4,5(20 - KV_2),$$

где 20 – объем 1 н. раствора гидроксида натрия, см<sup>3</sup>;

$K$  – коэффициент контрольного опыта;

$V_2$  – количество 1 н. раствора серной кислоты, пошедшее на титрование избытка щелочи, см<sup>3</sup>.

По разности между массовыми долями общей молочной кислоты и прямотитруемой молочной кислоты вычисляют массовую долю прямонетитруемой молочной кислоты:

$$M_n = M_o - M_m.$$

Прямонетитруемая молочная кислота включает ангидриды и редуцирующие вещества. Определив содержание редуцирующих веществ путем титрования раствором молочной кислоты щелочного раствора меди, можно вычислить массовую долю ангидридов по разности между массовыми долями прямонетитруемой кислоты и редуцирующих веществ.

## **Запись в лабораторном журнале**

Объем 1 н. раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование молочной кислоты ( $V_1$ ) ..... см<sup>3</sup>.

Количество молочной кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> .....

1 н. раствора гидроксида натрия..... 0,09 г.

Объем 1 н. раствора серной кислоты, пошедший на титрование избытка гидроксида натрия ( $V_2$ ) ..... см<sup>3</sup>.

Коэффициент контрольного опыта (К).....

Массовая доля общей молочной кислоты..... %.

Массовая доля прямотитруемой молочной кислоты..... %.

Заключение.

## **Определение цветности**

Цветность молочной кислоты выражают в условных градусах. Один градус цветности соответствует цвету раствора йода, содержащего 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора йода в 1 дм<sup>3</sup>.

Фотоэлектропропориметрический метод определения цветности молочной кислоты заключается в измерении величины оптической плотности молочной кислоты и сравнении ее с оптической плотностью стандартного раствора.

**Техника определения.** Молочную кислоту помещают в кювету с толщиной слоя раствора 10 мм и определяют оптическую плотность на ФЭК-56М или аналогичном приборе при длине волны 400 нм, используя в качестве раствора сравнения дистиллированную воду. При оптической плотности более 1,3–1,4 молочную кислоту разбавляют в 2–3 раза дистиллированной водой, определяют цветность и пересчитывают на исходную кислоту.

По величине оптической плотности молочной кислоты определяют цветность в условных градусах с помощью калибровочной кривой.

Для построения калибровочной кривой готовят серию стандартных растворов различной концентрации. Исходный стандартный раствор содержит 16,2000 г нитрата уранила, 2,6300 г сульфата кобальта, 11,2 см<sup>3</sup> 0,001 %-го раствора метилового фиолетового в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Этот раствор соответствует 20 усл. град. цветности.

Для приготовления серии стандартных растворов в 19 пробирок отмеривают с помощью градуированной пипетки или бюретки исходный стандартный раствор и дистиллированную воду в количествах, указанных в таблице 18.

Определяют оптическую плотность полученных стандартных растворов на ФЭК-56М при длине волны 400 нм. Ставят калибровочный график, откладывая по оси абсцисс условные градусы цветности, а по оси ординат – величину оптической плотности.

Таблица 18 – Приготовление растворов

| Условные градусы цветности | Компонент шкалы                      |  | Условные градусы цветности | Компонент шкалы                      |  |
|----------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------|--------------------------------------|--|
|                            | Стандартный раствор, см <sup>3</sup> | Дистиллированная вода, см <sup>3</sup> |                            | Стандартный раствор, см <sup>3</sup> | Дистиллированная вода, см <sup>3</sup> |
| 1                          | 0,5                                  | 9,5                                    | 11                         | 5,5                                  | 4,5                                    |
| 2                          | 1,0                                  | 9,0                                    | 12                         | 6,0                                  | 4,0                                    |
| 3                          | 1,5                                  | 8,5                                    | 13                         | 6,5                                  | 3,5                                    |
| 4                          | 2,0                                  | 8,0                                    | 14                         | 7,0                                  | 3,0                                    |
| 5                          | 2,5                                  | 7,5                                    | 15                         | 7,5                                  | 2,5                                    |
| 6                          | 3,0                                  | 7,0                                    | 16                         | 8,0                                  | 2,0                                    |
| 7                          | 3,5                                  | 6,5                                    | 17                         | 8,5                                  | 1,5                                    |
| 8                          | 4,0                                  | 6,0                                    | 18                         | 9,0                                  | 1,0                                    |
| 9                          | 4,5                                  | 5,5                                    | 19                         | 9,5                                  | 0,5                                    |
| 10                         | 5,0                                  | 5,0                                    | 20                         | 10                                   | -                                      |

### Запись в лабораторном журнале

Величина оптической плотности молочной кислоты.....

Цветность молочной кислоты..... усл. град.

Заключение.

### Определение массовой доли золы

Определяют количество несгораемого остатка молочной кислоты при сжигании ее в муфельной печи при 600–800 °С.

**Техника определения.** В предварительно доведенном до постоянной массы тигле взвешивают около 2–5 г молочной кислоты с погрешностью не более 0,0002 г, упаривают досуха на песочной бане,

озоляют, доводят до постоянной массы в муфельной печи при температуре 600–800°C, охлаждают и взвешивают.

Массовую долю золы выражают в процентах с точностью до 0,01%.

### Запись в лабораторном журнале

Масса тигля.....Г.  
Масса тигля с молочной кислотой до озоления.....Г.  
Масса молочной кислоты.....Г.  
Масса тигля с золой.....Г.  
Массовая доля золы.....%.  
Заключение.

### Анализ качества винной кислоты

Пищевую кристаллическую винную кислоту получают из отходов виноделия. Согласно ГОСТ 21205-83 винная кислота C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> вырабатывается высшего и I сортов. Она представляет собой бесцветные кристаллы или белый порошок. Для кислоты I сорта допускается желтоватый оттенок, она имеет кислый вкус. 2%-й раствор кислоты в дистиллированной воде не должен иметь запаха.

По физико-химическим показателям винная кислота должна соответствовать следующим требованиям (табл. 19).

Таблица 19 – Физико-химические показатели  
качества винной кислоты

| Показатель                                      | Норма для сортов винной кислоты |      |
|---|---------------------------------|------|
|   | Высший                          | I    |
| Массовая доля винной кислоты, процент, не менее | 99,0                            | 99,0 |
| Массовая доля золы, процент, не более           | 0,3                             | 0,5  |

В винной кислоте определяют содержание свободной серной кислоты, меди, мышьяка, хлоридов, сульфатов, проводят пробы на свинец, оксалаты, ферроцианиды, барий.

Массовую долю винной кислоты определяют так же, как и лимонной кислоты. Количество винной кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия, составляет 0,075 г.

Массовую долю золы определяют так же, как при анализе лимонной кислоты. Техника определения и форма записи данных приведены в соответствующем разделе.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие кислоты используются при производстве пищевых продуктов?
2. Как проводится органолептическая оценка качества пищевых кислот?
3. Какова методика определения массовой доли кислоты?
4. Какие существуют методы для определения цвета кислоты?
5. Какова сущность фотоэлектроколориметрического метода определения цвета кислоты?
6. Как определяется содержание минеральных веществ в пищевых кислотах?

## **Тема 6. ВОДА В ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Потребление воды в пищевой технологии связано с мойкой и очисткой сырья, применением гидротранспорта, использованием воды как охладителя (теплоносителя) в машинах и аппаратах экстрагента в технологическом процессе, а также хозяйственными потребностями. В результате этого получаются загрязненные сточные воды с разной концентрацией и видами загрязнений. Создание замкнутых систем водоснабжения предусматривает все сточные загрязненные воды предприятия очищать отдельно в зависимости от степени и видов загрязнений. Это упростит технологию очистки стоков, уменьшит экономические затраты и обеспечит многоразовое использование воды, что будет способствовать ее экономии.

Вода для производства пищевых продуктов должна отвечать требованиям стандартов на питьевую воду. Если вода не отвечает технологическим требованиям для производства пищевых продуктов, то в зависимости от ее состава применяют такие способы подготовки: термический; ионообменный; обратноосмотический; декарбонизацию воды известью; нейтрализацию бикарбонатов; отстаивание; коагулацию; фильтрование. Для обеззараживания воды (удаления болезнестворных бактерий) проводят фильтрование через мембранные фильтры, хлорирование, озонирование, обработку ультрафиолетовыми лучами и ионами серебра.

### **Технические и гигиенические требования к воде**

Предприятия пищевой отрасли используют воду трех категорий: хозяйственно-питьевую, производственную и противопожарную. Состав и свойства воды из любого источника должны отвечать требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Качество воды, которая поступает в водопроводную сеть и используется в пищевом производстве, определяется по трем группам показателей: бактериологическим, наличием токсических химических веществ и органолептическим.

**Бактериологические показатели.** Безопасность воды в эпидемиологическом отношении определяется уровнем общего бактериального загрязнения и содержанием бактерий группы кишечной палочки.

Общее количество бактерий, определяемое по количеству колоний после 24-часового выращивания при 37°C, должно быть не более 100 в 1 мл воды.

Количество кишечных палочек в 1 л воды (коли-индекс) – не более 3. Количество одной кишечной палочки допускается в минимальном объеме воды 300 мл (коли-титр).

**Показатели присутствия токсических химических веществ.**

Токсических веществ (мышьяк, свинец, селен, фтор) в питьевой воде быть не должно. Строго регламентируется содержание радиоактивных элементов.

В 1 л питьевой воды не должно содержаться более 10 мг нитратов и 1 мг нитритов. В некоторых источниках их содержание превышает допустимые нормы в десятки раз.

**Органолептические показатели.** Эти показатели обусловлены содержанием химических веществ, вредность которых в их способности даже в небольших концентрациях ухудшать органолептические свойства воды. Вода должна отвечать таким требованиям:

запах воды при температуре 20°C и при нагревании до 60°C – не более 2 баллов, без посторонних запахов;

цвет по платиново-cobальтовой (имитирующей) шкале – не более 20 (по разрешению органов санитарно-эпидемиологической службы – до 35);

мутность (помутнение) по стандартной шкале – не более 1,5 мг/л.

Вода должна быть чистой, прозрачной, без заметных водных организмов и пленки на поверхности.

Специфические запахи и привкус, которые появляются в результате хлорирования, не должны превышать 1 балла. Других посторонних привкусов не допускается, pH воды должен быть в пределах 6,5–8,5 (нейтральная или слабощелочная).

Важными критериями качества воды являются ее жесткость и сухой остаток. Массу сухих веществ, которые представляют собой суммарное содержание неорганических и органических веществ в 1 л воды после выпаривания и высушивания остатка при температуре 105–110°C, называют сухим остатком.

Растворенные в воде соли кальция и магния характеризуют ее жесткость (содержание растворенных солей), которую выражают в миллиграмм-эквивалентах Ca и Mg в 1 л воды. 1 мг\*экв жесткости

соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг Ca или 12,16 мг Mg. По жесткости воду классифицируют следующим образом:

- очень мягкая – до 1,5 мг\*экв/л;
- мягкая – от 1,5 до 3;
- умеренно жесткая – от 3 до 6;
- жесткая – от 6 до 9; очень жесткая – свыше 9.

Например, вода для хлебопечения должна иметь общую жесткость не более 7 мг\*экв/л. Для смягчения воды используют химические известковые, содовые, нитратные и фосфорные), а также физико-химические (ионообменные) способы.

Требования, предъявляемые к технической воде, не такие строгие. В ней допускается более высокая мутность (концентрация взвешенных частиц от 100 до 1000 мг/л), большее содержание сухого остатка и др. Техническая вода подразделяется на три категории: вода I категории используется как теплоноситель для охлаждения машин и аппаратов, II категории – как среда, поглощающая и транспортирующая примеси и грязь при непосредственном контакте с продуктом (мойка корнеплодов, картофеля, зерна), III категории – только как способ гидротранспортирования отходов на мясных и молочных заводах.

## **Лабораторная работа №10. Анализ питьевой воды**

**Цель работы.** Приобрести практические навыки определения показателей качества питьевой воды. Освоить методы определения органолептических, токсикологических и микробиологических показателей.

**Объект исследования.** Вода питьевая.

**Оборудование, реактивы и материалы.** Весы электронные, колба мерная, пипетка, стаканчик, термометр, цилиндр, плитка, 0,05 н. раствор соляной кислоты, фенолфталеин, дистиллированная вода, раствор трилона Б, сульфат магния или хлорид цинка, 25%-й раствор аммиака, хлорид аммония.

### *Общие положения*

Вода на пищевых предприятиях используется для технологических, хозяйственных и теплотехнических целей. В технологии вода может являться сырьем, входящим в состав готового продукта, растворителем некоторых видов сырья, средой для выполнения производственных операций.

Предприятия обычно используют питьевую воду из городского водопровода. Вода, применяемая при изготовлении пищевых продуктов, должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде в соответствии с ГОСТ 2874-82. Постоянный контроль качества воды осуществляется учреждениями и организациями, в ведении которых находятся централизованные системы водоснабжения. Государственный контроль за качеством воды проводится органами санитарно-эпидемиологической службы.

Качество воды оценивают по микробиологическим, токсикологическим, химическим и органолептическим показателям. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении, безвредна по химическому составу, с благоприятными органолептическими свойствами.

Определение микробиологических показателей. Безопасность воды в эпидемиологическом отношении определяют по содержанию в ней общего числа микроорганизмов и числу бактерий группы кишечных палочек.

**Техника определения.** Общее количество микроорганизмов определяют путем посева 1 см<sup>3</sup> воды и подсчета образующихся

колоний после выращивания на питательном агаре при температуре 37°C в течение 24 ч. В соответствии со стандартом число микроорганизмов в 1 см<sup>3</sup> воды должно быть не более 100. Количество бактерий группы кишечных палочек определяют методом концентрирования бактерий из определенного объема воды на мембранном фильтре путем выращивания их на питательной среде при температуре 37°C в течение 18–24 ч, дифференцирования выросших колоний и подсчета количества бактерий группы кишечных палочек на 1 дм<sup>3</sup> воды. Согласно стандарту число бактерий группы кишечных палочек в 1 дм<sup>3</sup> воды (коли-индекс) должно быть не более 3. Наличие в воде бактерий группы кишечных палочек свидетельствует о фекальном загрязнении воды, а их количество позволяет судить о степени этого загрязнения.

**Определение токсикологических показателей.** Показатели качества воды, характеризующие безвредность ее химического состава, предусматривают определение концентраций алюминия, бериллия, молибдена, мышьяка, нитратов, полиакриламида, свинца, селена, стронция, фтора и проверку соответствия их нормируемым величинам.

**Определение органолептических показателей.** Органолептические свойства воды оцениваются показателями, нормирующими вкус, цвет, запах, мутность, концентрацию ряда химических веществ.

Характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически, отмечая ощущение воспринимаемого запаха: хлорный, нефтепродуктов и др. Интенсивность запаха оценивают по пятибалльной шкале.

Интенсивность вкуса и привкуса воды оценивают по пятибалльной системе, отмечают характер вкуса и привкуса: соленый, кислый, щелочной, металлический и др.

Цветность воды определяют путем сравнения проб исследуемой воды, профильтрованной через мембранный фильтр с растворами, имитирующими цвет природной воды, и выражают в градусах цветности.

Мутность воды определяют фотометрическим методом, сравнивая испытуемую воду со стандартными суспензиями из каолина или трепела. Мутность выражают в мг/дм<sup>3</sup>.

Органолептические свойства воды должны соответствовать следующим требованиям:

- запах (не более .2 баллов);
- вкус и привкус баллы (не более 2 баллов);
- цветность (не более .20 град.);
- мутность ( $1,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ).

В паводковый период по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается увеличение цветности воды до  $35^\circ$  и мутности до  $2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ .

Содержание химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, встречающихся в природных водах или добавляемых в процессе обработки воды, должно соответствовать стандарту.

Вода должна иметь pH в пределах 6,0–9,0, содержать (в  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ): железа – не более 0,3, марганца – 0,1, меди – 1,0, остаточных полифосфатов – 3,5, сульфатов – 500, хлоридов – 350, цинка – 5,0, сухого остатка – 1000. Общая жесткость воды не должна превышать 7 моль/ $\text{м}^3$ .

**Определение жесткости воды.** Жесткость воды определяется содержанием солей кальция и магния. В воде чаще всего содержатся карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды кальция и магния. Существуют следующие виды жесткости воды: общая, карбонатная, некарбонатная, устранимая, неустранимая.

В соответствии с ГОСТ 6055-86 жесткость выражают в молях на кубический метр ( $\text{моль}/\text{м}^3$ ). Жесткость 1 моль/ $\text{м}^3$  соответствует массовой концентрации эквивалентов ионов кальция  $(1/2 \text{ Ca}^{2+})$   $20,04 \text{ г}/\text{м}^3$  или магния  $(1/2 \text{ Mg}^{2+})$   $12,153 \text{ г}/\text{м}^3$ . Числовое значение жесткости, выраженное в моль/ $\text{м}^3$ , равно числовому значению жесткости, выраженному в  $\text{мг-ЭКВ}/\text{л}$ .

Общая жесткость представляет собой сумму молярных концентраций эквивалентов ионов кальция  $(1/2 \text{ Ca}^{2+})$  и магния  $(1/2 \text{ Mg}^{2+})$  в воде.

Карбонатную жесткость определяют как сумму молярных концентраций эквивалентов карбонатных ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) и гидрокарбонатных ( $\text{HCO}_3^-$ ) ионов в воде.

Некарбонатную жесткость находят по разности между общей и карбонатной жесткостью воды.

Устранимая жесткость обусловлена наличием в воде карбонатных и гидрокарбонатных ионов солей кальция и магния, удаляемых при кипячении.

Неустранимую жесткость определяют по разности между общей и устранимой жесткостью воды.

В разных странах приняты различные единицы жесткости воды. Так, немецкий градус жесткости соответствует  $10 \text{ мг/дм}^3 \text{ CaO}$  в воде, французский –  $10 \text{ мг/дм}^3 \text{ CaCO}_3$ , американский –  $1 \text{ мг/дм}^3 \text{ CaCO}_3$ . Соотношение перечисленных единиц жесткости воды с отечественной единицей жесткости моль/м<sup>3</sup> следующее: 1 моль/м<sup>3</sup> соответствует  $2,804^\circ$  (нем.),  $5,005^\circ$  (фр.),  $50,050^\circ$  (амер.).

По величине общей жесткости (в моль/м<sup>3</sup>) вода характеризуется:

- очень мягкая – до 1,5;
- мягкая – 1,5–3;
- умеренно жесткая – 3–6;
- жесткая 6–9;
- очень жесткая – более 9.

**Определение общей жесткости воды.** Комплексонометрический метод определения общей жесткости воды основан на образовании прочного комплексного соединения трилона Б (этилендиаминтетрауксусной кислоты) с ионами кальция и магния. Определение проводят путем титрования воды трилоном Б в присутствии индикатора хромогена черного или хрома темно-синего. Устойчивость образующейся комплексной соли зависит от pH раствора, поэтому титрование проводят в сильнощелочной среде.

Определению общей жесткости мешают медь, цинк, марганец. При наличии меди и цинка их переводят в сульфиты, для предотвращения окисления марганца добавляют гидроксилимин.

## Приготовление реагентов

Раствор трилона Б с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup> готовят в мерной колбе на 1 дм<sup>3</sup>, растворяют 9,31 г трилона Б и доводят объем до метки дистиллированной водой. Устанавливают поправочный коэффициент путем титрования трилоном Б 10 см<sup>3</sup> стандартного раствора 0,05 н. сульфата магния или хлорида цинка в присутствии 5–7 капель индикатора.

Буферный раствор готовят путем растворения 10 г хлорида аммония в дистиллированной воде, затем добавляют 50 см<sup>3</sup> 25%-го раствора амиака и доводят до 500 см<sup>3</sup> дистиллированной водой. Раствор следует хранить в плотно закрытой склянке.

**Техника определения.** Объем воды, необходимый для анализа, зависит от ее жесткости. Суммарное количество ионов кальция и магния в анализируемом объеме воды не должно превышать 0,5 моль. Определяют объем в зависимости от предполагаемой жесткости воды:

|   |             |              |              |           |
|---|-------------|--------------|--------------|-----------|
| <b>Жесткость воды, моль/м<sup>3</sup></b> | <b>1–15</b> | <b>15–30</b> | <b>30–60</b> | <b>60</b> |
| <b>Объем воды, см<sup>3</sup></b>         | <b>100</b>  | <b>50</b>    | <b>25</b>    | <b>10</b> |

В коническую колбу вносят пипеткой требуемый объем воды, доводят его дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup>, добавляют 5 см<sup>3</sup> буферного раствора, 5–7 капель раствора индикатора и титруют 0,05 н. раствором трилона Б до изменения окраски в эквивалентной точке на синюю. Если на титрование было израсходовано более 10 см<sup>3</sup> 0,05 н. раствора трилона Б, то во взятом на определение объеме воды общее содержание ионов кальция и магния превышает 0,5 моль. Определение следует повторить, взяв меньший объем воды и разбавив его до 100 см<sup>3</sup> дистиллированной водой.

Общую жесткость воды  $\mathcal{K}$  (моль/м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле

$$\mathcal{K} = \frac{0,05KV_1 \cdot 1000}{V},$$

где  $K$  – поправочный коэффициент раствора трилона Б;

$V_1$  – количество 0,05 н. раствора трилона Б, израсходованное на титрование, см<sup>3</sup>;

$V$  – количество анализируемой воды, см<sup>3</sup>,

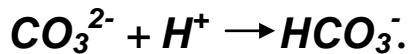
### Запись в лабораторном журнале

Количество анализируемой воды ( $V$ )..... см<sup>3</sup>.  
 Количество 0,05 н. раствора трилона Б,  
 израсходованное на титрование ( $V_1$ )..... см<sup>3</sup>.  
 Поправочный коэффициент раствора трилона Б ( $K$ )  
 Общая жесткость воды..... моль/м<sup>3</sup>.  
 Заключение.

## Определение карбонатной жесткости воды

Метод основан на определении массовых долей карбонат-иона ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) и гидрокарбонат-иона ( $\text{HCO}_3^-$ ) при их совместном присутствии путем титрования воды раствором соляной кислоты с индикаторами фенолфталеином и метиловым оранжевым.

При нейтрализации карбонат-иона кислотой с фенолфталеином идет реакция



Затем дотитровывают гидрокарбонат-ион соляной кислотой в присутствии метилового оранжевого



В этом случае происходит нейтрализация гидрокарбонат-иона, содержащегося в воде, а также гидрокарбонат-иона, образовавшегося при нейтрализации карбонат-иона с фенолфталеином. Для определения количества титранта, вступившего в реакцию с гидрокарбонат-ионом, содержащимся в воде, следует из объема соляной кислоты, израсходованной на титрование в присутствии метилового оранжевого, вычесть объем, пошедший на титрование с фенолфталеином.

**Техника определения.** В коническую колбу на  $300 \text{ см}^3$  вносят пипеткой  $100 \text{ см}^3$  анализируемой воды, прибавляют 3–5 капель раствора фенолфталеина и титруют 0,05 н. раствором соляной кислоты до осветления окраски (слабо-розовый раствор). Записывают объем раствора кислоты, пошедший на титрование с фенолфталеином. Затем добавляют 1–2 капли раствора метилового оранжевого и продолжают титрование 0,05 н. раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски раствора в розовую.

Содержание карбонат-иона  $X$  (моль/м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле

$$X = \frac{0,05KV_1 \cdot 1000 \cdot 2}{V},$$

где  $A$  – поправочный коэффициент раствора соляной кислоты;

$V_1$  – количество 0,05 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование с фенолфталеином, см<sup>3</sup>;

$V$  – количество анализируемой воды, см<sup>3</sup>.

Содержание гидрокарбонат-иона  $F$  (моль/м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле

$$F = \frac{0,05K(V_2 - V_1)1000}{V},$$

где  $V_2$  – количество 0,05 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование с метиловым оранжевым, см<sup>3</sup>;  
 $V_1$  – количество анализируемой воды, см<sup>3</sup>.

Карбонатную жесткость (в моль/м<sup>3</sup>) получают путем суммирования содержания карбонат- и гидрокарбонат-ионов.

Если карбонатная жесткость окажется больше общей жесткости воды, ее считают равной последней.

### Запись в лабораторном журнале

Количество 0,05 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование с фенолфталеином ( $V_1$ )..... см<sup>3</sup>.

Количество 0,05 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование с метиловым оранжевым ( $V_2$ )..... см<sup>3</sup>.

Количество анализируемой воды ( $V$ )..... см<sup>3</sup>.

Содержание карбонат-иона..... моль/м<sup>3</sup>.

Содержание гидрокарбонат-иона..... моль/м<sup>3</sup>.

Карбонатная жесткость воды..... моль/м<sup>3</sup>.

Заключение.

### Определение неустранимой жесткости воды

Метод основан на удалении кипячением карбонатов и гидрокарбонатов кальция и магния, обуславливающих устранимую жесткость воды, и последующем определении жесткости воды путем комплексонометрического титрования.

**Техника определения.** 200 см<sup>3</sup> анализируемой воды кипятят в течение 10 мин от начала закипания, охлаждают, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup>, доводят объем дистиллированной водой до метки, перемешивают, фильтруют.

Комплексонометрическое титрование фильтрата трилоном Б проводят, как и при определении общей жесткости.

Рассчитывают величину неустойчивой жесткости воды в моль/м<sup>3</sup>.

Устранимую жесткость воды определяют по разности между общей и неустойчивой жесткостью.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким показателям оценивают качество воды?
2. Что такое жесткость воды? Какие виды жесткости существуют?
3. В каких единицах выражают общую жесткость воды?
4. Каковы условия определения общей жесткости воды комплексометрическим методом?
5. В чем сущность метода определения карбонатной жесткости воды?

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Пособие написано в соответствии с учебной программой по подготовке квалифицированных бакалавров по направлению 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья».

Приведены современные методы исследования оценки растительного сырья в соответствии с нормативной документацией и лабораторным оборудованием.

В конце каждой лабораторной работы есть вопросы для самоконтроля приобретенных студентами знаний, умений и навыков, что является немаловажным фактором в повышении качества подготовки специалистов.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гельфанд, С.Ю. Справочник работника лаборатории консервного завода / С.Ю. Гельфанд. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
2. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
3. Неменущая, Л.А. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции / Л.А. Неменущая. – М.: Росинформагротех, 2009. – 170 с.
4. Нечаев, А.П. Технологии пищевых производств / А.П. Нечаев. – М.: Колос, 2008. – 766 с.
5. Трегубов, Н.Н. Технохимконтроль крахмало-паточного производства / Н.Н. Трегубов, В.Г. Костенко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Поправки к рефрактометрическому определению количества сухих веществ на температуру исследуемого раствора и содержащихся в нем углеводов патоки и инвертного сиропа.

Температурные поправки к показаниям рефрактометра

| Температура,<br>°C | Количество сухих веществ, процент |       |       |       |       |       |
|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 30                                | 40    | 50    | 60    | 70    | 75    |
| 15                 | -0,35                             | -0,37 | -0,38 | -0,39 | -0,40 | -0,41 |
| 16                 | -0,28                             | -0,30 | -0,30 | -0,31 | -0,31 | -0,32 |
| 17                 | -0,21                             | -0,22 | -0,23 | -0,23 | -0,24 | -0,24 |
| 18                 | -0,14                             | -0,15 | -0,15 | -0,16 | -0,16 | -0,16 |
| 19                 | -0,07                             | -0,08 | -0,08 | -0,08 | -0,08 | -0,08 |
| 21                 | +0,08                             | +0,08 | +0,08 | +0,08 | +0,08 | +0,08 |
| 22                 | +0,15                             | +0,15 | +0,16 | +0,16 | +0,16 | +0,16 |
| 23                 | +0,23                             | +0,23 | +0,24 | +0,24 | +0,24 | +0,24 |
| 24                 | +0,31                             | +0,31 | +0,31 | +0,32 | +0,32 | +0,32 |
| 25                 | +0,39                             | +0,40 | +0,40 | +0,40 | +0,40 | +0,40 |
| 26                 | +0,47                             | +0,48 | +0,48 | +0,48 | +0,48 | +0,48 |
| 27                 | +0,55                             | +0,56 | +0,56 | +0,56 | +0,56 | +0,56 |
| 28                 | +0,63                             | +0,64 | +0,64 | +0,64 | +0,64 | +0,64 |
| 29                 | +0,72                             | +0,73 | +0,73 | +0,73 | +0,73 | +0,73 |
| 30                 | +0,80                             | +0,81 | +0,81 | +0,81 | +0,81 | +0,81 |

# **Введение в технологии продуктов питания**

***Учебное пособие***

Типсина Нэлля Николаевна  
Присухина Наталья Викторовна  
Кох Денис Александрович

Редактор Л.Э. Трибис

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 13.10.2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 12.0. Тираж 110 экз. Заказ № 431

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117