ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПО ОБЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ

А. А. Виноградова, И. А. Евницкая, А. И. Островский,
В. С. Потавина, З. Ф. Фалунина

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ

Под редакцией проф. А. И. ОСТРОВСКОГО

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебного пособия для технологических специальностей высших учебных заведений пищевой промышленности

Издательство «Пищевая промышленность»
Москва·1968

УДК 664 : 66.01 (076.5)

6П8
Л125

Лабораторный практикум по общей технологии пищевых веществ.

В книге приведено описание методики анализа пищевых продуктов. Описанию методики предшествует краткая характеристика анализируемого вещества, в которой приводится его средний химический состав, физиологическая ценность и технологическая оценка.

Кроме того, указывается значение отдельных показателей качества продукта с точки зрения его технологических и физиологических свойств. Даются пределы колебаний определяемых показателей для продукции стандартного качества и влияние возможных отклонений на свойства продукта.

Книга является учебным пособием для вузов.

Таблиц 23. Иллюстраций 18. Библиография — 31 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Работа 1. Приготовление рабочих титрованных растворов щелочи 5
Работа 2. Определение влажности пищевых продуктов 13
Работа 3. Определение минеральных веществ (золы) 17
Работа 4. Определение общего азота 18
Работа 5. Определение сырого жира 22
Работа 6. Определение углеводов 24
Работа 7. Поляриметрическое определение концентрации сахарозы в растворах 25

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Работа 8. Анализ зерна 31
Работа 9. Анализ муки 42
Работа 10. Анализ прессованных дрожжей 64
Работа 11. Анализ красного ржаного солода 72
Работа 12. Анализ молока 78
Работа 13. Анализ и оценка пищевых жиров и масел 86
Работа 14. Определение содержания соли в маргарине и сливочном масле 96
Работа 15. Анализ товарного крахмала 98
Работа 16. Анализ крахмальной патоки 102
Работа 17. Определение жесткости воды 111
Работа 18. Приготовление паточного сиропа из крахмала с выполнением контроля осахаривания и нейтрализации . . . 117
Работа 19. Приготовление карамельной массы на инверте . . . 119
Работа 20. Определение сернистой кислоты в сульфитированных плодово-ягодных полуфабрикатах и готовой продукции . . 123
Работа 21. Анализ печеного хлеба 127
Работа 22. Анализ макарон 137
Работа 23. Контроль выполнения рецептур по сахару и жиру в хлебобулочных и сдобных изделиях 143
Работа 24. Анализ печенья 153
Работа 25. Анализ карамели 163
Работа 26. Анализ мармелада 173
Работа 27. Анализ вина 181
Литература 189
Приложение 191

3—17
5—68

БИБЛИОТЕКА
им. Н[illegible]

189873

ПРЕДИСЛОВИЕ

Первое издание «Лабораторного практикума по курсу общей технологии пищевых веществ» для студентов технологического и экономического факультетов пищевых вузов вышло в 1960 г. За это время учебные программы лабораторных занятий по курсу названной дисциплины пополнились новыми работами, часть прежних работ была пересмотрена и переработана. Это обстоятельство явилось основанием для переиздания практикума.

За шесть истекших лет работы со студентами авторы руководства имели возможность наблюдать, в какой мере книга удовлетворяет учащихся при их практических занятиях, и выявить как достоинства, так и недостатки книги, и в соответствии с этим внести те или другие изменения во второе издание руководства.

Построение учебного пособия осталось прежним. Книга делится на две части: общую и специальную. В общей части дано описание установившихся, получивших всеобщее признание методов анализа основных компонентов, входящих в состав пищевых продуктов: влаги, золы, белков (по содержанию общего азота), сырого жира и углеводов.

В специальной части дано описание тех же методов, что и в общей части, но уже применительно к определенным конкретным объектам: мука, печеный хлеб, вода, дрожжи, сахаристые вещества и т. д. Состав и свойства анализируемых продуктов вносят известную специфику в методы их анализа как в отношении подготовки пищевого объекта к анализу, так и в отношении самого метода анализа. Кроме того, в специальную часть вошли и методы по анализу других пищевых компонентов, кроме тех, какие названы в первой части, требующие специальных аналитических приемов, реактивов и приборов.

Характер и порядок изложения материала во втором издании книги сохранены те же, что и в первом; авторы не ограничились описанием только методов анализа и дали краткую характеристику самих объектов анализа в отношении их химического состава, пищевой ценности товарных свойств и пр. Для отдельных пищевых продуктов изложена с предельной краткостью схема их получения. Такой характер изложения аналитического материала, как показывает наш опыт, помогает

SAMARQAND IQTISODIYOT
VA SERVIS INSTITUTI
AXBOROT RESURS MARKAZI
№

учащемуся лучше понять значение самого метода и попутно вспомнить и лучше сохранить в памяти соответствующие разделы из теоретического курса.

Методы описываются с учетом ныне действующих стандартов Советского Союза на пищевые продукты.

В составлении практикума принял участие весь преподавательский персонал кафедры «Общей технологии пищевых веществ» под общим руководством и редактированием проф. А. И. Островского.

Работы №№ 4, 5, 6, 27 написаны А. И. Островским; №№ 1, 11, 16, 17, 21, 23 — доц. З. Ф. Фалуниной; №№ 10, 19, 22, 24, 25, 26, доц. И. А. Евницкой; №№ 7, 12, 13, 14, 15, 18, 20 — доц. А. А. Виноградовой; №№ 2, 3, 8, 9 — ст. преп. ВЗИППа В. С. Потавиной.

Все замечания и указания по книге просим направлять по адресу: Москва, А-80, Волоколамское шоссе, 11, Московский технологический институт пищевой промышленности, кафедра «Общей технологии пищевых производств». Авторы их примут с чувством глубокой признательности.

Профессор А. Островский

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Работа 1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ТИТРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧИ

При проведении химических анализов пищевых продуктов приходится в них определять титруемую кислотность. Обычно в лабораторной практике для этой цели применяют 0,1 н. растворы щелочи, содержащие в каждом литре по 0,1 грамм-эквивалента вещества. Грамм-эквивалентом какого-либо вещества называется количество граммов его, химически равноценное (эквивалентное) одному грамм-атому или грамм-иону водорода в данной реакции.

Для нахождения грамм-эквивалента щелочи или кислоты нужно их молекулярную массу поделить на число грамм-ионов OH^- или H^+, участвующих в реакции. (Эквивалентная масса не является постоянным числом, а зависит от уравнения реакции, в которой данное вещество принимает участие).

Удобство пользования нормальными растворами заключается в том, что при одинаковой нормальности реакции идут между их равными объемами. Если нормальность растворов различна, то затрачиваемые при титровании объемы растворов обратно пропорциональны их нормальностям.

Однонормальные растворы малопригодны для целей лабораторного анализа. Они слишком концентрированы и дают большую ошибку при титровании. В связи с этим в лабораторной практике обычно в качестве рабочих применяют титрованные растворы 0,1 н., 0,01 н., 0,02 н., 0,05 н. и т. п.

Задание

1. Приготовить 0,5 *л* рабочего раствора NaOH, концентрация которого должна быть несколько больше 0,1 н. Раствор не должен содержать примеси Na_2CO_3.

1. Приготовить в мерной колбе на 200 *мл* исходный раствор янтарной кислоты приблизительно 0,1 н. концентрации с точно известным титром (для студентов технологического факультета).

3. Приготовить 1 *л* 0,1 н. раствора серной кислоты из фиксанала (для студентов экономического факультета).

4. Установить поправку на 0,1 н. рабочий раствор NaOH.

5. Подогнать поправку на 0,1 н. раствор NaOH к единице путем разбавления приготовленного рабочего раствора щелочи расчетным количеством

дистиллированной воды, свободной от CO_2. Вторично установить поправку на нормальность щелочи.

6. Выполнить контрольную задачу.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА NaOH ПРИМЕРНО 0,1 Н. КОНЦЕНТРАЦИИ [1]

В распоряжении лабораторий химически чистой щелочи практически не бывает, так как она при соприкосновении с воздухом поглощает CO_2 с образованием на поверхности кристаллов карбонатной соли (Na_2CO_3). Эта примесь является весьма вредной, так как в ее присутствии при титровании щелочью одних и тех же растворов кислот могут получиться различные результаты в зависимости от порядка титрования и применяемого индикатора. Значительная ошибка получается при титровании такой щелочью в присутствии *фенолфталеина*.

В лабораториях же, занимающихся контролем кислотности пищевых продуктов, в качестве индикатора приходится применять почти исключительно фенолфталеин (титруются слабые кислоты сильной щелочью). Поэтому, чтобы не иметь ошибок при титровании, рабочий титрованный раствор щелочи готовят свободным от примеси карбонатной соли. Для этой цели необходимо применять воду, свободную от CO_2, и щелочь, очищенную от примеси карбонатной соли. От CO_2 обычно освобождаются кипячением дистиллированной воды в течение 40 *мин*. Охлаждают и хранят воду, свободную от CO_2, в колбах, закрытых пробками с вставленными в них хлоркальциевыми трубками. В трубках между двумя слоями ваты закладывается натронная известь (*сплав* CaO *и* NaOH в виде гранул), предохраняющая воду от попадания в нее из воздуха углекислого газа.

Для очистки щелочи от примеси карбонатных солей применяют различные способы:

1) продажный едкий натр очищают спиртом;

2) чистый едкий натр растворяют в равном по массе количестве воды (получается 16 н. раствор). В таком концентрированном растворе щелочи Na_2CO_3 не растворяется. После охлаждения раствор оставляют на 2—3 недели в склянке или цилиндре, закрытых резиновой пробкой, до просветления. Прозрачный раствор осторожно сливают при помощи *сифона*; для приготовления децинормальных растворов его берут примерно по 7 *мл* на каждый литр титрованного раствора;

3) 1,1 н. раствор продажного едкого натра взбалтывается с известковым молоком (на 1 *л* 50—80 *мл*); через несколько дней сифонируют прозрачный раствор и разбавляют водой до требуемой концентрации;

---

[1] NaOH имеет эквивалентную массу 40,00.

4) предварительно взвешенные (с запасом против расчетного) кусочки NaOH 2—3 раза ополаскивают небольшими порциями дистиллированной воды, свободной от CO_2, а затем растворяют в такой же воде. К полученному раствору прибавляют несколько миллилитров 2 н. раствора $BaCl_2$. Осадку дают хорошо отстояться, после чего, проверив полноту осаждения H_2SO_4, прозрачную жидкость сифонируют в другой сосуд.

Так как приготовить сразу точно децинормальный раствор щелочи невозможно, то лучше приготовить его заведомо крепче, а затем разбавить водой до нужной концентрации.

Выполнение задания. В связи с тем что щелочь необходимо промыть от примеси Na_2CO_3 и раствор должен быть крепче децинормального, NaOH взвешивают в стакане на технических весах (точность не более 0,1 *г*) в количестве примерно в 2 раза больше расчетного (на 0,5 *л* берут $\frac{0,1Э}{2}2$ *г*). Навеску дважды быстро споласкивают дистиллированной водой, свободной от CO_2. Обмытые куски щелочи растворяют в стакане и сливают в склянку или колбу, где разбавляют раствор примерно до 0,5 *л* дистиллированной водой, свободной от CO_2. Колбу с раствором быстро закрывают пробкой и перемешивают.

Запись в лабораторном журнале

Масса стакана с NaOH . . . . . *г*
Масса стакана . . . . . *г*
Масса NaOH . . . . . *г*

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИСХОДНОГО РАСТВОРА ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ С ТОЧНО ИЗВЕСТНЫМ ТИТРОМ

В аналитической химии исходными называются такие вещества, пользуясь которыми можно устанавливать нормальность или титры растворов других веществ. Эти вещества должны удовлетворять следующим требованиям:

1) состав вещества должен строго соответствовать формуле;

2) вещество должно быть устойчивым при хранении, не должно быть гигроскопичным;

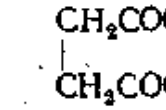
3) желательна возможно большая величина грамм-эквивалента;

4) реакция между исходным и рабочим веществом должна происходить точно по уравнению (стехиометрически).

Для определения титра или нормальности рабочих растворов щелочей в качестве исходных веществ употребляют щавелевую или янтарную кислоту.



Щавелевая кислота



Янтарная кислота

Щавелевая кислота кристаллизуется с двумя молекулами воды, которую легко теряет. Кристаллы янтарной кислоты безводны, поэтому удобнее применять как исходное вещество янтарную кислоту. Обе кислоты двухосновные, но имеют различную степень диссоциации; щавелевая кислота относительно сильная, а янтарная — слабая (близкая по силе к уксусной). Поэтому янтарную кислоту следует применять только при титровании с фенолфталеином (слабая кислота и сильное основание). Поскольку этот индикатор чувствителен к угольной кислоте, при растворении навески необходимо пользоваться водой, свободной от CO_2.

Выполнение задания. Навеску янтарной кислоты, взятую на аналитических весах, количественно переносят в мерную колбу на 200 *мл*, растворяют в дистиллированной воде. Объем раствора доводят до метки. Содержимое колбы тщательно перемешивают.

Запись в лабораторном журнале

Предварительные расчеты:

$$г\text{-}экв\ (CH_2COOH)_2 = \frac{118{,}09}{2} = 59{,}045\ г.$$

Вычисление величины навески:

$$M = \frac{59 \cdot 0{,}1 \cdot 200}{1000} = 1{,}1801 \approx 1{,}2\ г.$$

Взвешивание на аналитических весах

Масса часового стекла с навеской . . . . . *г*
Масса стекла с остатками навески . . . . . *г*
Масса (*M*) янтарной кислоты (точность 0,0001 *г*) . . . . . *г*

Расчет нормальности раствора янтарной кислоты. Нормальность (*N*) показывает, сколько грамм-эквивалентов (Э) вещества содержится в 1 *л* раствора.

$$N_{янт} = \frac{T \cdot 1000}{Э},$$

где *M* — масса янтарной кислоты в 200 *мл*, *г*;
V — объем колбы, *см*³;
T — титр;

$$T_{янт} = \frac{M}{V} = \frac{M}{200}.$$

Следовательно,

$$N_{янт} = \frac{M \cdot 1000}{200 \cdot 59{,}045} = \frac{M \cdot 5}{59{,}045}.$$

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА ТОЧНОЙ НОРМАЛЬНОСТИ ИЗ ФИКСАНАЛА

Для установки титров, а также для любых объемно-аналитических определений очень удобны так называемые фиксаналы, которые представляют собой запаянные стеклянные ампулы, содержащие точно 0,1; 0,5 или 0,01 *г-экв* какого-либо вещества.

Для приготовления из фиксанала раствора точной нормальности поступают следующим образом:

1) в чистую мерную колбу-емкостью 1 *л* вставляют вымытую воронку со стеклянным бойком;

2) ампулу чисто моют, удаляют с нее бумажную этикетку (если надпись сделана краской, то смывают ее спиртом), споласкивают дистиллированной водой и вставляют в воронку так, чтобы тонкостенное, втянутое внутрь дно ампулы касалось острия бойка;

3) резким, но не сильным ударом разбивают дно ампулы о боек и дают всему содержимому вылиться в колбу;

4) другим стеклянным бойком продавливают боковое (или противоположное первому) отверстие ампулы;

5) конец бойка споласкивают (в колбу), а в продавленное отверстие вставляют наконечник промывалки и тщательно промывают все внутренние стенки ампулы;

6) ампулу вынимают, споласкивают (в колбу) ее наружные стенки и вынимают, споласкивая, воронку;

7) в колбу добавляют воду до метки и тщательно перемешивают полученный раствор. Из фиксаналов можно приготовить ряд точных растворов различных концентраций, комбинируя размеры мерных колб и количество ампул.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ НА НОРМАЛЬНОСТЬ РАБОЧЕГО РАСТВОРА NaOH

Так как во многих случаях трудно приготовить раствор точно требуемой нормальности, то в лабораториях обычно пользуются понятием коэффициента нормальности K_N, или поправки на нормальность.

K_N является отвлеченным числом и определяется отношением фактической нормальности раствора N_1 к требуемой нормальности N:

$$K_{N_1} = \frac{N_1}{N}; \quad N_1 = K_{N_1} N.$$

Например, если требуется приготовить раствор 0,1 н., а полученный раствор имеет нормальность 0,1020 н., то

$$K_{0,1\text{ н.}} = \frac{0,1020}{0,1} = 1,020.$$

Следовательно, поправка показывает, во сколько раз нормальность данного раствора (N_1) больше той нормальности, с которой ее сравнивают (N), или какую часть от нее она составляет. Обычно N_1 рабочего раствора сравнивают с нормальностью, выраженной округленной величиной: 0,1; 0,2; 0,5; 0,01; 0,02; 0,05 и т. д. Затрачиваемые при титровании объемы растворов (V и V_1) обратно пропорциональны их нормальностям, а следовательно, и поправкам (K и K_1) на нормальность этих растворов:

$$\frac{V_1}{V} = \frac{K}{K_1}, \text{ если } K = 1, \text{ то } V = V_1 K_1.$$

Следовательно, коэффициент нормальности показывает, на сколько нужно умножить число миллилитров данного раствора, чтобы получить число миллилитров требуемой нормальности.

В практике работы лабораторий, занимающихся исследованием качества пищевых продуктов, показатели кислотности чаще всего выражают условно в миллилитрах нормального или децинормального раствора щелочи, отнесенных к определенной навеске исследуемого продукта. Поправка на нормальность (K_N^p) рабочего раствора и дает возможность переводить объемы пошедших на титрование рабочих растворов щелочи (V_p) на объемы точно децинормальных растворов ($V_{0,1\,н.}$):

$$V_{0,1\,н.} = V_p K_N^p.$$

Установку поправок на нормальность рабочего раствора (так же, как и установку титра) проводят либо по титрованию навесок исходного вещества (метод навесок), либо по титрованию раствора исходного вещества с точно известным титром (метод пипетирования).

Выполнение задания. Бюретку тщательно вымыть и два раза ополоснуть небольшим количеством рабочего раствора NaOH, чтобы удалить из нее остатки воды. Наполнить бюретку почти доверху раствором NaOH и, подставив стакан, заполнить оттянутую трубку бюретки так, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха. Довести уровень щелочи в бюретке точно до нуля и снять воронку. Далее в чистую коническую колбу внести тщательно вымытой пипеткой 20 *мл* приготовленного исходного раствора янтарной кислоты (или серной кислоты), предварительно дважды ополоснув пипетку этим же раствором. В колбу с кислотой добавить 8—10 капель фенолфталеина. Кислоту оттитровать раствором NaOH до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 *сек*. Чтобы удобнее было наблюдать изменение окраски, под колбу следует подкладывать лист белой бумаги. В момент отсчета показаний бюретки глаз рабо-

тающего должен обязательно находиться на уровне раствора в бюретке.

Первое титрование провести ориентировочно с точностью до 1 *мл*, после чего три раза оттитровать раствор точно. Из полученных результатов титрования, которые должны различаться не более чем на 0,1 *мл*, взять среднюю величину для расчета.

Запись в лабораторном журнале

На 20 *мл* янтарной или серной кислоты ($V_{янт}$ или $V_{H_2SO_4}$) израсходовано щелочи (в *мл*):

2-е титрование . . . . . .
3-е титрование . . . . . .
4-е титрование . . . . . .

Среднее . . . *мл* (V_{NaOH})

Расчет коэффициента нормальности щелочи K_{NaOH} по серной кислоте

$$\frac{K_{H_2SO_4}}{K_{NaOH}} = \frac{V_{NaOH}}{V_{H_2SO_4}};\ K_{H_2SO_4} = 1{,}00;$$

следовательно,

$$K_{NaOH} = \frac{V_{H_2SO_4}}{V_{NaOH}} = \frac{20}{V_{NaOH}}.$$

Расчет коэффициента нормальности щелочи по янтарной кислоте

$$K_{янт} = \frac{N_{янт}}{0{,}1} = \frac{M \cdot 5}{59{,}045 \cdot 0{,}1};$$

$$K_{NaOH} = \frac{V_{0{,}1\ н.\ янт}}{V_{NaOH}},\ \text{а}\ V_{0{,}1\ н.\ янт} = K_{янт} V_{янт},$$

следовательно,

$$K_{NaOH} = \frac{K_{янт} V_{янт}}{V_{NaOH}}.$$

ПОДГОНКА ПОПРАВКИ НА 0,1 Н. РАСТВОР ЩЕЛОЧИ К ЕДИНИЦЕ

Обычно для удобства в лабораторной работе поправку на нормальность рабочих растворов стремятся максимально приблизить (подогнать) к единице. Для этой цели приготовленные заведомо более концентрированные рабочие растворы после предварительной установки K_{NaOH} разбавляют дистиллированной водой (свободной от CO_2) до нужной концентрации.

Разбавление предварительно приготовленного раствора щелочи можно осуществить двумя способами.

1. Если концентрация (или N) этого раствора не очень сильно отличается от требуемой концентрации, то расчет необходимого для разбавления количества воды можно произвести следующим образом:

$$V_{0,1\text{ н.}} = K_{NaOH} V,$$

где V — фактический объем приготовленного раствора щелочи;

$V_{0,1\text{ н.}}$ — объем, который будет занимать щелочь после доведения ее концентрации до 0,1 н.

Тогда объем необходимой для разбавления щелочи воды ($V_в$) будет:

$$V_в = V_{0,1\text{ н.}} - V.$$

2. Если коэффициент нормальности полученного раствора щелочи (K_{NaOH}) значительно отличается от требуемого ($K=1$), то разбавление его лучше провести следующим образом. В мерную колбу объемом V_1 *мл* с помощью пипетки или бюретки наливают V_2 *мл* раствора щелочи (с K_{NaOH} больше единицы), разбавляют дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Количество щелочи V_2 находят по формуле:

$$V_2 = \frac{V_1}{K_{NaOH}}.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ НА НОРМАЛЬНОСТЬ ЩЕЛОЧИ ПОСЛЕ ЕЕ РАЗБАВЛЕНИЯ

После разбавления щелочи водой, согласно расчетам, ее поправка на нормальность теоретически должна быть точно равна единице. Практически же за счет неточности, допускаемой при измерении объемов в процессе разбавления, коэффициент нормальности может быть очень близок к единице, но не равен ей точно. Поэтому после разбавления вновь определяют точную поправку на нормальность щелочи (K^2_{NaOH}).

Техника определения. Бюретку промыть дистиллированной водой, дважды ополоснуть и заполнить разбавленным раствором щелочи ($K \approx 1$). В коническую колбу отмерить 20 *мл* исходного раствора янтарной кислоты, добавить фенолфталеин и титровать (3—4 раза).

Запись в лабораторном журнале

1-е титрование . . . . . *мл*
2-е титрование . . . . . *мл*
3-е титрование . . . . . *мл*

Среднее . . . V *мл*

Рассчитать вторую поправку на нормальность щелочи после подгонки ее к единице:

$$K^2_{NaOH} = \frac{20\,K_{янт}}{V} \approx 1.$$

Контрольная задача

Каждый студент получает примерно децинормальный раствор кислоты и устанавливает поправку на ее нормальность с помощью раствора NaOH с точно установленным $K_{0,1н.} \approx 1$.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение нормального раствора.
2. Дайте определение понятия грамм-эквивалента и нормальности раствора. Является ли *г-экв* постоянной величиной для данного вещества?
3. В чем заключается удобство пользования нормальными растворами?
4. Что представляет собой фиксанал и как приготовить из него титрованный раствор?
5. Что показывает поправка на нормальность; как ее определить?
6. Какие вещества называются исходными и какие требования к ним предъявляются?
7. Как изготовить титрованный раствор щелочи, свободный от карбонатной соли?
8. Как осуществить подгонку K_N рабочего раствора щелочи к единице? Какие расчеты проводятся при подгонке коэффициента нормальности щелочи к единице?
9. Как предохранить воду и титрованный раствор щелочи от CO_2 воздуха?

Работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Показатель влажности является одним из главнейших для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Количество влаги в объекте необходимо знать в первую очередь для определения его калорийности. Чем больше воды в продукте, тем меньше в нем сухих веществ на единицу массы. Продукты с высоким содержанием воды не стойки при хранении, так как в них быстро развиваются микроорганизмы, в том числе такие, которые вызывают гниение и разложение продуктов. Вода способствует также быстрому течению ферментативных, химических и других процессов в пищевых продуктах. Продукты с небольшим содержанием воды дольше сохраняются. Следовательно, содержание влаги в объекте предопределяет условия и сроки его хранения. Кроме того, влажность сырья влияет и на выход готовой продукции. Так, например, увеличение влажности муки на 1% понижает выход хлеба на 1,5—2%, а повышение влажности мякиша хлеба на 1% приводит к повышению его выхода на 2—3%.

Учитывая большую важность этого показателя, соответствующие ГОСТы и ВТУ (временные технические условия) устанав-

ливают нормы содержания влаги, а также методы ее определения, что делает обязательным определение этого показателя при контроле качества продуктов.

Для определения влажности существует много различных методов, которые можно разбить на прямые и косвенные. В отличие от прямых методов, которые громоздки и сложны, в косвенных определяется не сама влага в анализируемом объекте, а содержание в нем сухих веществ (сухого остатка).

Сухое вещество определяется высушиванием, по рефрактометру или по плотности раствора.

К косвенным методам относят также химические методы, основанные на химическом взаимодействии воды с каким-нибудь реагентом, и электрические, в которых о влажности судят, например, по электропроводности.

Наиболее распространенный метод определения влажности — метод высушивания в сушильных шкафах. При использовании воздушного шкафа методы высушивания имеют известные недостатки, так как при их помощи в большинстве случаев истинная влажность продукта практически не определима.

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

Так как многие пищевые продукты гидрофильны и кроме свободной влаги содержат влагу, удерживаемую поверхностными слоями коллоидного вещества, то удаление влаги из них весьма затрудняется и некоторое ее количество при сушке остается в объекте. Для таких продуктов применяют лиофильную сушку, при которой высушивание ведется в вакууме, но при условии предварительного замораживания взятой для анализа пробы.

Явления, протекающие в высушиваемом объекте в процессе сушки в обычном лабораторном шкафу, делают в некоторой мере условным и самый метод высушивания. Для того чтобы условность метода свести к минимуму и получать при этом сравнимые результаты, требуется строгое соблюдение одних и тех же условий режима сушки в отношении температуры, размеров сушильного шкафа, скорости движения в нем воздуха, величины навески, степени измельчения продукта, размера и формы бюксы и др.

Наиболее надежным по сходимости повторных определений является метод высушивания до постоянной массы.

МЕТОД ВЫСУШИВАНИЯ ДО ПОСТОЯННОЙ МАССЫ

Навеска исследуемого вещества (предварительно размельченного) в количестве 3—5 *г* помещается в заранее высушенную бюксу и высушивается в сушильном шкафу при 100—105° С до тех пор, пока не установится постоянная масса остатка, т. е. пока два последующих взвешивания навески покажут практически одинаковую массу. Первое взвешивание навески обычно 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). Сушку ведут с одной, а в ответственных случаях с двумя повторностями. Среднюю величину из двух повторных определений принимают за влажность испытуемого объекта.

Метод высушивания до постоянной массы трудоемок и длителен, поэтому при контроле производства, когда не требуется большой точности, но необходима быстрота анализа, используется целый ряд эмпирически разработанных ускоренных методов высушивания при повышенных температурах (130—160° С). Высушивание до постоянной масы здесь заменено высушиванием на протяжении строго обусловленного времени.

Ускорение сушки объекта не делает эти методы менее условными. Скорее наоборот, распад вещества при высокой температуре будет протекать более энергично, и в этом отношении ускоренные методы сушки являются более условными. Помимо этого, применение ускоренного метода высушивания к объектам с повышенной влажностью, например к хлебу, дает явно заниженные результаты из-за недосушки продукта.

Колебание температуры, продолжительность сушки, конструктивные особенности сушильного шкафа, размеры и форма бюкс оказывают при этом методе еще большее влияние на результаты анализа.

Несмотря на ряд условностей и недостатков, ускоренные методы вследствие простоты и быстроты выполнения нашли широкое применение в контроле различных производств. Для каждого продукта, в зависимости от физико-химических свойств, подобраны свои температура и продолжительность высушивания. Чаще всего проводят высушивание при температуре 130° С.

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД

В две заранее высушенные и взвешенные на технических весах бюксы отвешивают по 5 *г* исследуемого объекта. Бюксы с навесками помещают в нагретый до 140° С сушильный шкаф, температура в котором при этой операции падает ниже 130° С. В течение 10 *мин* ее доводят до 130° С и сушат при этой температуре точно 40 *мин*. После этого бюксы щипцами вынимают из

шкафа, закрывают крышками и помещают в эксикатор на 15—20 *мин* для охлаждения, после чего взвешивают.

Одновременно на полку шкафа может быть помещено 8—10 бюкс. Шарик термометра должен отстоять от верхнего края бюксы на расстоянии 10 *мм* при высушивании в шкафу СЭШ-1 и на 25 *мм* от сетки при высушивании в шкафу Тринклера.

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы . . . . . *г*
Масса бюксы с навеской до высушивания . . . . *г*
Масса бюксы с навеской после высушивания . . . *г*
Масса испарившейся влаги . . . . . *г*
Влажность . . . . . %

Ускоренным методом определяют влажность зерна (ГОСТ 3040—55), муки (ГОСТ 9404—60), хлеба (ОСТ ВКС 5540), макаронных изделий (ГОСТ 875—51) и т. д.

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

ЭКСПРЕССНЫЙ МЕТОД

Для экспрессного высушивания веществ в последнее время используются инфракрасные лучи. Благодаря способности инфракрасных лучей проникать на некоторую глубину в вещество высушивание его идет быстро. Высушивание инфракрасными лучами применяется и в приборе ВНИИХП-ВЧ. В этом приборе источником инфракрасных лучей служит темное нагретое тело (плиты прибора). Внешний вид прибора показан на рис. 1.

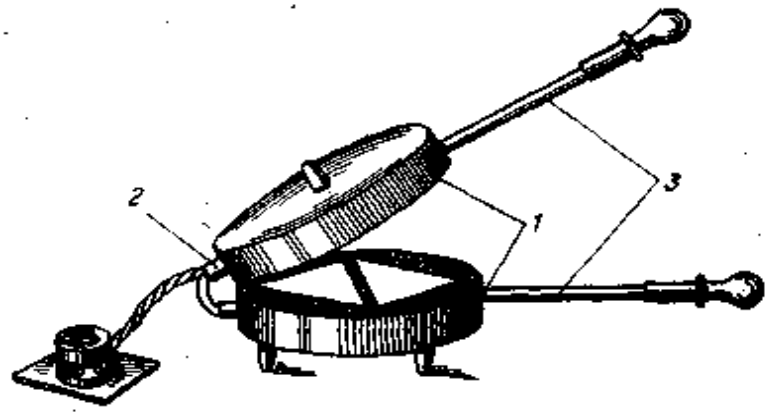


Рис. 1. Прибор ВНИИХП-ВЧ для определения влажности.

Прибор состоит из двух металлических плит *1*, соединенных шарниром *2*. Расстояние между плитами во время работы равно 2 *мм*. Каждая плита снабжена термометром *3*. Прибор питается током от сети на-

пряжением 127 и 220 *в*. При помощи переключателя осуществляется два диапазона нагрева: сильный и слабый. Сильным нагревом пользуются при первоначальном разогреве прибора; слабым — для поддержания требуемой температуры. Для регулирования температуры используется реостат.

Пакеты размером 22×16 или 16×16 *мм*, сделанные из ротаторной бумаги, высушивают в течение 3 *мин* и охлаждают в эксикаторе. Навеску вещества около 5 *г* распределяют по возможности равномерно по всей поверхности и ведут высушивание при температуре 155—160° С.

Длительность высушивания зависит от влажности объекта. Так, муку сушат 3 *мин*, тесто 5 *мин*, прессованные дрожжи 7 *мин*, клейковину 8—10 *мин*. По истечении времени высушивания пакеты с высушиваемым объектом охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Вопросы для самопроверки

1. Значение показателя влажности.
2. Принцип косвенных методов определения влаги.
3. В чем условность метода высушивания?
4. Недостатки ускоренных методов высушивания.
5. Как осуществляется процесс сушки по ускоренному методу?

Работа 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ (ЗОЛЫ)

189873

Золой или зольными веществами называют остаток, который получается при полном сжигании исследуемого объекта. Обычно эту золу называют сырой. Сырая зола — это зола с примесями, в которые входят продукты извне, некоторые консервирующие вещества, а также частички несгоревшего углерода и кремнезем.

Чистой золой называют минеральные вещества, входящие непосредственно в структуру самого продукта, т. е. это сырая зола без примесей.

В состав зольных элементов входят из катионов: калий, натрий, магний, кальций, железо и другие элементы, а из анионов: фосфор, сера, хлор и др.

При озолении в минеральные зольные вещества перейдут частью и те элементы, которые в самом продукте входили в состав его органических соединений.

Определение золы для отдельных пищевых объектов имеет очень большое значение.

По количеству и составу чистой золы судят о физиологической ценности продукта; для ряда продуктов зольность является показателем сорта (например, для муки).

Определение золы проводят сжиганием объекта, причем озоление объекта может быть осуществлено двумя способами: сухим и мокрым. При сухом способе озоление проводят при

БИБЛИОТЕКА им. ...
...MARKAZI

высокой температуре (порядка 600—800° С) в тигле в муфельной печи.

При мокром способе озоление осуществляется в концентрированных кислотах, при температуре их кипения. Для ускорения процесса сжигания в этом методе в качестве ускорителей используют перекись водорода или другие окислители. К мокрому озолению прибегают в тех случаях, когда хотят избежать потерь при высокой температуре летучих элементов золы (фосфор, щелочные элементы).

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение сырой золы.
2. Какие известны способы озоления?
3. В чем заключается сухое озоление?

Работа 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА

Общий азот в пищевых продуктах обычно определяется по методу Кьельдаля. Этот метод заключается в сжигании навески исследуемого продукта концентрированной серной кислотой при кипячении (около 330° С) в специальной тугоплавкой колбе Кьельдаля. При этом углерод органического вещества окисляется до CO_2, водород до H_2O, азот же, образуя аммиак, соединяется в колбе с серной кислотой и удерживается в ней в виде сернокислого аммония. Схематически это можно представить уравнением:

$$2NH_2(CH_2)_2COOH + 13H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4 + 6CO_2 + 12SO_2 + 16H_2O.$$

Раствор сернокислого аммония обрабатывается щелочью, при этом аммиак освобождается:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$$

и улавливается титрованным раствором серной кислоты:

$$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$$

$$2NH_3 + 2H^+ + SO_4^{--} \rightarrow 2NH_4^+ + SO_4^{--}$$

Процесс сжигания органического вещества одной серной кислотой идет очень медленно, поэтому следует прибегать к ускорителям.

Ускорение достигается, во-первых, прибавлением катализаторов, которые способствуют переходу кислорода от серной кислоты к углероду органического вещества. Катализаторами могут служить металлическая ртуть, окись ртути, медь, окись меди и др.

Механизм каталитического действия ртути можно представить следующей схемой:

$$2Hg + 2H_2SO_4 = 2HgO + 2SO_2 + 2H_2O$$

$$2HgO = Hg_2O + O \text{ (→ на окисление углерода)}$$

$$Hg_2O + H_2SO_4 = 2HgO + SO_2 + H_2O$$

$$2HgO = Hg_2O + O,$$

и т. д.

Во-вторых, ускорение достигается повышением температуры кипения серной кислоты путем добавления солей (сернокислый калий или натрий, хлористый калий).

В-третьих, ускоряется комбинацией двух первых методов. Применение ртути в качестве катализатора влечет за собой образование амидортутных соединений типа $[(NH_2Hg)_2\ SO_4]$, которые неполностью разлагаются при нагревании со щелочью, что вызывает получение заниженных результатов при определении азота. Разрушение названных соединений осуществляется прибавлением цинковой пыли, дающей со щелочью водород, который восстанавливает амидортутные соединения (согласно уравнению):

$$Zn + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2,$$

$$Zn + 2OH^- \rightarrow ZnO^{--} + H_2,$$

$$(NH_2Hg)_2SO_4 + 2H_2 = (NH_4)_2SO_4 + 2Hg.$$

Техника определения. Испытуемое вещество в количестве около 1 *г* взвешивается на аналитических весах в длинной пробирке, что позволяет ввести вещество на дно колбы, не загрязняя стенок последней. Масса вещества, помещенного в колбу, определяется по разности между массой пробирки с веществом и массой пробирки после его высыпания. В колбу со взятой навеской вносят мензуркой 20 *мл* крепкой серной кислоты (плотностью 1,84) и каплю металлической ртути. Содержимое колбы перемешивают легкими круговыми движениями, стараясь не запачкать верхнюю половину колбы. Смесь осторожно подогревают, держа колбу в наклонном положении в вытяжном шкафу.

Усиленный подогрев содержимого колбы в начале сжигания может привести к бурному вспениванию (особенно когда материал богат углеводами) и выбрасыванию пены из горла колбы. Кроме того, сильное нагревание может привести к образованию окислов азота (вместо аммиака), так как интенсивное выделение кислорода при разложении серной кислоты будет препятствовать образованию NH_3.

После того как смесь перестанет пениться и выделение паров и SO_2 станет более спокойным, нагрев усиливают до слабого кипения и в таком состоянии поддерживают до конца реакции. Конец реакции определяется по полному осветлению жидкости

и чистоте стенок колбы. Для большей уверенности нагревание продолжают после этого еще около получаса. На всем протяжении процесса сжигания колбу время от времени поворачивают, чтобы на стенках не осталось обугливших несгоревших частиц.

До начала отгонки, пока в колбе еще идет сжигание, налаживают аппаратуру для отгонки.

Плоскодонную колбу (емкостью 500—700 *мл*) соединяют при помощи каучуковой трубки с шаровым дефлегматором (каплеуловителем) для предохранения от переброса в приемник щелочной жидкости.

Каплеуловитель при помощи каучуковой трубки соединяют с холодильником, снабженным насадкой, имеющей расширение. Последнее предназначено для предотвращения засасывания кислоты из приемной колбы в холодильник при прекращении нагрева. Конец насадки опускается в приемную колбу Эрленмейера, куда наливают точно отмеренное количество (50—40 *мл*) децинормальной кислоты с добавлением нескольких капель смешанного индикатора (метилрот+метиленблау), меняющего окраску в пределах pH 4,4—6. По окончании сжигания колбу охлаждают, содержимое ее осторожно разбавляют водой и количественно переносят (ополаскивая несколько раз) в перегонную колбу. Общее количество жидкости в перегонной колбе не должно быть меньше 300—400 *мл*.

Во избежание потерь аммиака при внесении щелочного раствора щелочь в количестве 80 *мл* (33%-ной концентрации) осторожно цилиндром сливают по стенке колбы. Более тяжелый раствор щелочи опустится вниз, а сильно разбавленная водой кислота подымется наверх. Выделяющийся на границе щелочи аммиак будет поглощаться верхним слоем кислоты и потери будут исключены. В колбу добавляют небольшое количество цинковой пыли (на кончике ножа), а затем плотно закрывают ее резиновой пробкой, связанной с аппаратурой для отгонки аммиака. После того как насадка перегонного аппарата будет погружена в титрованный раствор кислоты (серной) и колба будет присоединена к аппарату, содержимое перегонной колбы осторожно перемешивают и нагревают постепенно до кипения. Перегонку ведут около 1,5—2 *ч*, пока погон не покажет нейтральную реакцию по лакмусу.

После отгонки трубка холодильника и насадка смываются в приемную колбу. Избыток 0,1 н. кислоты, не связавшейся в приемной колбе с аммиаком, оттитровывают 0,1 н. щелочью до перехода сиреневой окраски индикатора в зеленый цвет. Количество миллилитров связанной с аммиаком кислоты находят по разности между количеством взятой в приемник и обратно оттитрованной кислоты. Умножив найденное количество миллилитров на титр азота (для 0,1 н. раствора — 0,0014 *г/мл*), узнают количество азота в навеске.

Запись в лабораторном журнале

Масса муки с пробиркой . . . . . *г*
Масса пробирки с остатками муки . . . . . *г*
Масса муки *М* . . . . . *г*
В приемную колбу налито 0,1 *н.* раствора кислоты . . . . *а мл*
На оттитровывание ее избытка пошло 0,1 *н.* раствора щелочи . . . . . *б мл*
Связалось $(а - б)$ *мл* 0,1 *н.* раствора аммиака; следовательно, в массе, взятой для исследования муки, находится:

$$(а - б)\ 0{,}0014\ г \text{ азота}$$

В 100 *г* воздушно-сухой муки находится:

$$\frac{(а - б)\ 0{,}0014}{М}\ 100\ г \text{ азота}$$

Влажность муки . . . . . *В* %
Азота в $(100 - В)$ *г* сухих веществ муки . . . . . *г*
Азота в % на сухое вещество муки . . . . . .

Для того чтобы сделать пересчет азота на содержание белков в продукте, нужно полученную величину умножить на переводной коэффициент, который равен:

для целого зерна 5,83
для зародыша 5,8
для эндосперма 5,7

Для остальных зерновых продуктов коэффициент соответствует 6,25. Эти коэффициенты вычислены исходя из того, что в белках содержится от 15 до 19% азота, в среднем 16% (коэффициент 6,25), следовательно, 1 *г* азота соответствует $\frac{100}{16} = 6{,}25$ *г* белка. Условность такого пересчета заключается в том, что к белкам приравниваются все азотсодержащие вещества небелкового характера, например лецитины, ряд алкалоидов, аммонийные соли, амиды и др. Но так как количество последних соединений в таких объектах, как зерно злаков или мука, незначительно, то на практике белок обычно определяется так, как здесь указано.

Вопросы для самопроверки

1. Принцип метода определения азота по Кьельдалю.
2. Химизм метода.
3. Катализаторы, применяемые при определении азота методом Кьельдаля.
4. Чем объясняется необходимость добавления цинковой пыли при отгонке аммиака, когда сжигание велось со ртутью?
5. Почему приливание щелочи в отгонную колбу должно вестись осторожно?
6. Как ведется пересчет с азота на белковое вещество?
7. Откуда появились коэффициенты 6,25 и 5,7?
8. Как рассчитать титр 0,1 *н.* раствора кислоты по азоту?
9. Когда при отгонке NH_3 целесообразнее добавить индикатор в приемную колбу и почему?

Работа 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРОГО ЖИРА

Жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой, линоленовой и др.).

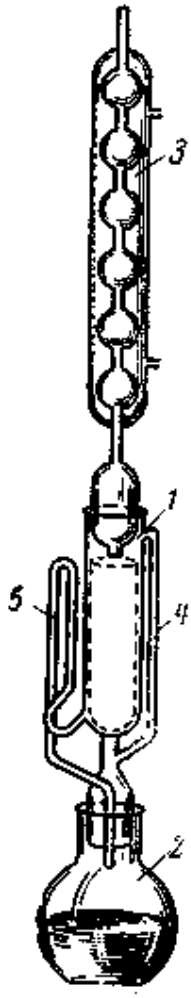


Рис. 2. Прибор для количественного определения жира по Сокслету.

Методы количественного определения жира основаны большей частью на свойстве органических растворителей переводить жир в растворимое состояние. Растворители жира: этиловый (серный) эфир, сероуглерод, петролейный эфир и четыреххлористый углерод и др. Растворитель должен обладать малой плотностью и низкой температурой кипения, что ускоряет извлечение жира и последующее удаление растворителя. В лабораторной практике чаще всего применяют серный эфир. В эфире растворяются кроме собственных жиров ряд других органических веществ: жирные кислоты, фосфатиды, воски, различные спирты, альдегиды, кетоны, углеводороды, красящие вещества и др.

Смесь веществ, переходящих в эфирную вытяжку при экстрагировании испытуемого продукта этиловым эфиром, носит название сырого жира. Состав сырого жира будет меняться в зависимости от взятого растворителя, так как растворимость сопутствующих жиру веществ в разных растворителях будет неодинаковой. Значительно увеличивает количество примесей в сыром жире наличие влаги в эфире (эфир может растворить до 2% воды) и в анализируемом продукте. Это объясняется тем, что некоторые нерастворимые в эфире части продукта (сахара, соли и т. д.), легко растворяясь в воде, переходят в эфирную вытяжку и тем увеличивают массу сырого жира. Поэтому испытуемый материал перед анализом подсушивают, а серный эфир применяют свободным от влаги.

Количество сырого жира определяют прямым методом — отгонкой растворителя из эфирной вытяжки — или косвенным — по разности в массе анализируемого вещества до экстрагирования жира и после удаления растворителем.

Определение сырого жира по Сокслету. Экстрагирование жира проводят чаще всего в аппарате Сокслета, обеспечивающем непрерывность экстрагирования. Аппарат Сокслета (рис. 2) состоит из трех частей: приемной колбы *2*, экстрактора *1* и холодильника *3*, плотно при помощи шлифа присоединяющихся друг к другу. Самая главная часть прибора — экстрактор — представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный двумя боковыми трубками: более широкая *4* служит каналом для отво-

да паров растворителя в холодильник, более тонкая *5* — прогнутая является сифоном, отводящим эфирную вытяжку в колбу.

10 *г* предварительно подсушенной муки помещают в бумажный патрон, закрывают сверху обезжиренной ватой и закладывают в экстрактор. Патрон в экстракторе должен разместиться ниже верхнего изгиба сифонной трубки. Во взвешенную на аналитических весах колбу наливают эфир в объеме, в 1,5—2 раза превосходящем рабочий объем экстрактора, присоединяют все части аппарата, пускают воду в холодильник и подогревают колбу с эфиром на водяной бане до кипения. Пары кипящего растворителя проходят по широкой трубке экстрактора в холодильник, сгущаются, и жидкий эфир стекает в экстрактор. Накапливаясь, растворитель извлекает жир из вещества и, как только уровень жидкости достигнет верхнего колена сифонной трубки, раствор перельется по ней в приемную колбу. В колбе, вновь нагреваясь, эфир превращается в пары, которые снова поднимаются в холодильник, а жир остается в колбе и т. д.

Таким образом, одним и тем же небольшим количеством растворителя можно перевести в приемную колбу весь жир, содержащийся во взятой навеске. Для установления конца экстрагирования наносят каплю вытекающего из экстрактора эфира на фильтровальную бумагу. Если после испарения растворителя не будет жирного пятна, экстрагирование считается законченным. Обычно для полного экстрагирования необходимо, чтобы прошло 35—40 переливаний — по 8—10 в час. Таким образом, экстрагирование идет около 5 *ч* и больше. По окончании экстрагирования колба с раствором присоединяется к прямому холодильнику и эфир отгоняется. Оставшийся в колбе сырой жир сушат при 100—105° С до исчезновения запаха эфира. Колбу охлаждают и взвешивают на аналитических весах. При более точных анализах сушку жира необходимо вести в атмосфере инертного газа, а не воздуха, легко окисляющего жир.

Запись в лабораторном журнале

Масса колбы с жиром после высушивания	*г*
Масса пустой колбы	*г*
Масса жира в 10 *г* муки	*г*
Процент жира на воздушно-сухое вещество муки	%
Влажность муки	*г*
Сухих веществ в 100 *г* муки	
Процент жира на абсолютно сухое вещество муки	

Вопросы для самопроверки

1. Что подразумевают под понятием сырой жир?
2. На чем основан метод количественного определения жира в продукте?
3. Что можно применять в качестве растворителя жира?

4. Почему перед определением жира материал рекомендуется подсушивать?

5. В чем заключается метод определения жира по Сокслету?

6. Из чего состоит аппарат Сокслета и в чем заключается принцип его работы?

Работа 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ

Углеводы составляют одну из главных частей продуктов растительного происхождения. В муке, например, общее количество углеводов близко к 80% (на абсолютно сухое вещество муки).

Углеводы представлены весьма большим числом соединений, объединенных общностью состава первичных структур, из которых построены их молекулы. Например, такие углеводы, как крахмал или клетчатка, отличающиеся друг от друга по своим свойствам, при гидролизе дают одно и то же вещество — глюкозу.

По степени сложности строения группа углеводов может быть разделена на три подгруппы: 1) простейшие сахара, или монозы (биозы, триозы и т. д., до гексоз включительно); 2) сахара, молекулы которых построены из двух и более моноз (с отдачей воды): дисахариды (например, сахароза, мальтоза и др.), трисахариды и т. д.; 3) сложные углеводы — полисахариды, построенные из большого числа ангидридов моноз (крахмал, клетчатка и т. д.).

Углеводы в пищевых продуктах определяются разными методами, до хроматографических включительно, в зависимости от состава углевода и сложности построения его молекулы.

Те углеводы, которые обладают способностью восстанавливать феллингов реактив, например глюкоза, фруктоза, мальтоза, обычно определяются по методу, предложенному Бертраном, методом титрования щелочного раствора меди в присутствии метиленового голубого, йодометрическим и феррицианидным методом.

Углеводы, не обладающие восстановительной способностью, например сахароза, крахмал, предварительно подвергаются кислотному (или ферментативному) гидролизу для превращения их в соответствующие монозы; монозы же затем определяются по методу Бертрана; по найденному количеству моноз устанавливается количество исходного углевода. Определение пентозанов обычно ведут с помощью метода Толленса.

В настоящем руководстве дано описание немногих методов определения углеводов. Оно дается в специальной части руководства, применительно к конкретному продукту. Определение же сахарозы в растворах (поляриметрическим методом) дано в общей части.

Работа 7. ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОЗЫ В РАСТВОРАХ

В сахарной промышленности для определения содержания чистой сахарозы в готовой продукции, сырье, полупродуктах и отходах производства применяют поляриметрический метод. Пользуясь этим методом, можно определить концентрацию оптически активных веществ в растворах. Оптическая активность веществ проявляется в отклонении плоскости поляризации про-

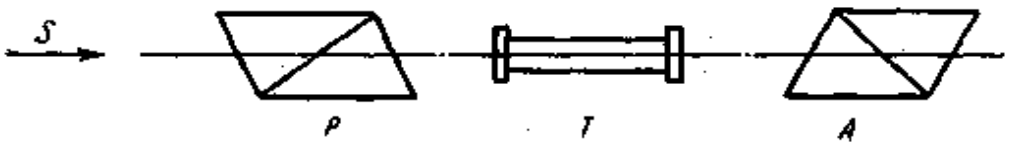


Рис. 3. Простейшая схема поляриметра.

ходящего через их растворы поляризованного луча и связана с наличием в молекулах этих веществ асимметрических атомов углерода. К оптически активным органическим веществам относятся, кроме сахарозы, другие сахаристые вещества (глюкоза, фруктоза, раффиноза), крахмал, аминокислоты, оксикислоты и многие другие вещества.

По способности вращать вправо или влево плоскость поляризации различают право- и левовращающие оптически активные вещества. Сахароза относится к правовращающим веществам.

Количество сахарозы в растворе можно определить с помощью оптического прибора — поляриметра. Поляриметр позволяет измерить угол поворота плоскости поляризации поляризованного света, производимого оптически активным веществом. В самом простейшем виде поляриметр представляет собой две последовательно расположенные призмы Николя, между которыми размещается трубка с раствором оптически активного вещества (рис. 3). Призмы в поляриметре установлены таким образом, что плоскости главных сечений их взаимно перпендикулярны.

Первая призма *P*, называемая поляризатором, поляризует естественный свет, попадаемый в нее от источника, вторая *A* — анализатор, фиксирует отклонение плоскости поляризации, производимое раствором оптически активного вещества.

При отсутствии в трубке *T* раствора оптически активного вещества между призмами Николя, поставленными накрест, поляризованный свет через анализатор не пройдет, произойдет его полное затухание. Поэтому мы будем наблюдать в анализаторе полную темноту. При наличии между призмами Николя раствора с исследуемым веществом в анализаторе можно видеть ослабленный по сравнению с исходным свет, и яркость его будет тем

больше, чем выше концентрация вещества в растворе. Чтобы вновь погасить этот свет, нужно повернуть анализатор на угол, равный углу поворота плоскости поляризации луча при прохождении его через трубку с раствором. Этот угол может быть измерен, так как в простейших поляриметрах анализатор связан со шкалой. Величина угла вращения плоскости поляризации α раствором в слое определенной толщины и при постоянной температуре (20° С) зависит от концентрации раствора. Для каждого оптически активного вещества характерной константой является его удельное вращение. Удельным вращением называется угол поворота плоскости поляризации, производимый раствором, содержащим в 100 *мл* 100 *г* вещества при длине трубки 100 *мл*. Его выражают через $[\alpha]_D^t$; t означает температуру раствора, а D — линию спектра (натриевое пламя).

Определение угла вращения производят при определенной температуре (обычно 20° С) и в монохроматическом свете.

Удельное вращение сахарозы численно равно 66,53°.

$$\alpha = \frac{[\alpha]_D^{20} lc}{100}.$$

Зная величину угла поворота α и длину трубки l в *дм*, находят концентрацию сахара в растворе по формуле

$$c = \frac{\alpha\, 100}{l\,[\alpha]_D^{20}}\ г/100\ мл.$$

Простейший поляриметр, описанный выше, не может быть пригоден для точных определений концентрации вещества в растворе. В нем в основу положена установка призм Николя накрест на полную темноту. Однако глаз человека не может четко отличить полную темноту от очень слабого света. Значительно легче и точнее различить разницу в интенсивности освещения двух рядом лежащих слабо освещенных плоскостей. Такое полутеневое устройство применяется в современной поляриметрии.

Установка призм на полутень достигается либо использованием вместо обычного поляризатора специальным образом приготовленной призмы (призма Корню), либо применением поляризатора, состоящего из двух (большой и малой) и даже трех (большой и двух малых) призм Николя (конструкция Липпиха). Во втором случае (рис. 4, *а* и *б*) малые призмы H располагаются по отношению к большой P под углом 5—10°. Благодаря наличию вспомогательных малых призм поле зрения прибора представляется либо в виде двух равных полукругов, либо будет состоять из трех частей, как показано на рис. 5.

Если между поляризатором и анализатором, установленными на полутень, поместить трубку с оптически активным веществом, то одна половина поля будет освещена интенсивнее другой. Для

измерения концентрации вещества в растворе освещенность обеих половин зрения выравнивают.

Полутеневой поляриметр имеет круговую шкалу, вращающуюся вместе с анализатором. Шкала разделена на 360° и позволяет измерить угол вращения плоскости поляризации в дуговых градусах.

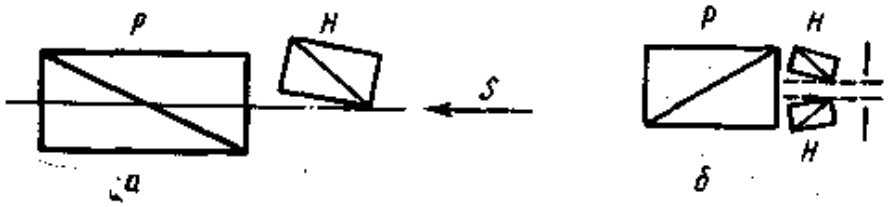


Рис. 4. Полутеневой поляризатор:
а — с двойным полем зрения; *б* — с тройным полем зрения.

Наибольшее распространение в сахарной промышленности получили специальные поляриметры, так называемые сахариметры. Анализатор в сахариметре неподвижен и установлен на полутень по отношению к поляризатору. Компенсация угла вращения достигается с помощью кварцевых клиньев. Кварц является оптически активным веществом, его вращательная способность близка к сахарозе. При помещении трубки с раствором сахарозы между поляризатором и анализатором угол вращения, производимый раствором, компенсируется вводом пластинки левовращающего кварца. Клинообразная форма кварцевой пластинки позволяет компенсировать вращение раствора сахарозы различной концентрации, так как толщина кварцевой пластинки пропорциональна вращательной способности сахарозы.

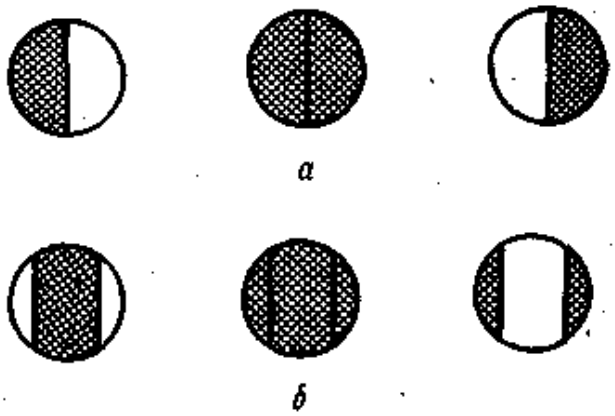


Рис. 5. Картина, наблюдаемая в полутеневом поляриметре при различных положениях анализатора:
а — с двойным полем зрения; *б* — с тройным полем зрения.

Таким образом, вместо измерения угла поворота анализатора можно измерять толщину компенсирующей вращение кварцевой пластинки.

Применяемая в настоящее время система клиновой компенсации состоит из двух клиньев: один K_2 — подвижный, выполнен из левовращающего кварца, а второй K_1 — неподвижный — из правовращающего (рис. 6). Клинья своими более тонкими концами направлены в одну сторону. Если пути, проходимые лучом через право- и левовращающие клинья (K_1 и K_2) будут

равны, то это будет соответствовать нулевому положению шкалы.

Если луч света проходит больший путь через левовращающий кварц K_2, то клиновая система будет компенсировать правое вращение. Если же подвижный клин K_2 передвинуть так, чтобы на пути луча оказалась тонкая часть его, то клиновая система будет компенсировать левое вращение, например раствора инвертного сахара. Дополнительная призма C выполняется из стекла и служит для восстановления направления луча света, который претерпел преломление и, следовательно, изменение направления, проходя через клинья K_1 и K_2.

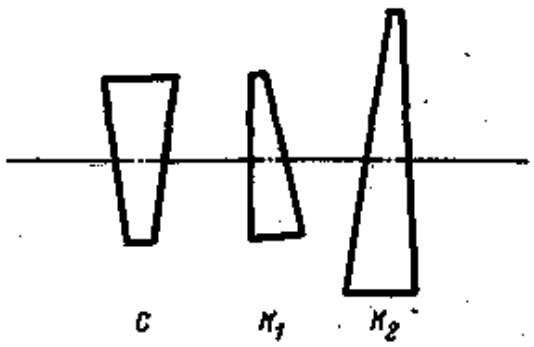


Рис. 6. Клиновая кварцевая компенсация.

Наряду с сахариметрами с простой клиновой компенсацией применяют также сахариметры с двойной клиновой компенсацией. Сахариметры благодаря наличию клиновой компенсации имеют не угловую шкалу, а линейную, так называемую международную сахарную шкалу.

Сахариметр имеет 100 делений, когда в трубке длиной 200 *мм* содержится раствор химически чистой сахарозы концентрацией 26 *г* в 100 *мл* раствора при температуре 20° С. Следовательно, одно деление линейной шкалы (условно 1°) соответствует раствору, содержащему 0,26 г сахарозы в 100 *мл*.

Навеска 26,00 *г* называется нормальной навеской, а поляриметрическая трубка для раствора длиной 200 *мм* — нормальной трубкой.

Пользуясь сахариметром, можно определить процентное содержание сахарозы в сахарсодержащих продуктах. Для этого отвешивают нормальную навеску продукта и готовят раствор в мерной колбе на 100 *мл* (доводят дистиллированной водой до метки).

При использовании трубки на 200 *мм* шкала сахариметра покажет содержание сахарозы в продукте в процентах. Если же раствор поляризуется в трубке иной длины (100 или 400 *мм*), то необходимо при расчете концентрации это учитывать (в одном случае умножить показания прибора на 2, в другом — разделить на 2).

Сахариметр имеет 2 шкалы: большую (основную) и малую (нониусную). Одно деление основной шкалы соответствует 1°. Шкала нониуса позволяет определить концентрацию раствора с десятыми долями.

Задание. Определить содержание сахарозы в растворе неизвестной концентрации с помощью поляриметра и сахариметра.

Техника определения. Перед началом работы необходимо проверить нулевое положение прибора. В правильно отрегулированном приборе одинаковая освещенность всего поля зрения соответствует нулевым делениям основной и нониусной шкал.

В чисто вымытую и высушенную или ополоснутую исследуемым раствором нормальную трубку через воронку наливают исследуемый раствор в таком количестве, чтобы верхний мениск его выступал над краями трубки. Температура раствора должна быть 20° С. Ожидают некоторое время, чтобы содержащиеся в растворе пузырьки воздуха поднялись вверх. Подъем пузырьков можно ускорить, если слегка ударять пальцами по стенкам трубки. Затем закрывают трубку сверху покровным стеклом, надвигая его на торец трубки, как бы срезая раствор. Аккуратно навинчивают гайку, следя, чтобы под стеклом не оставался воздушный пузырек. Протерев снаружи покровные стекла, помещают трубку в камеру прибора между поляризатором и анализатором.

При повторном пользовании трубкой необходимо сначала ополоснуть ее дистиллированной водой, а затем двумя-тремя небольшими порциями раствора. Покровные стекла промыть дистиллированной водой и досуха вытереть чистой тряпочкой.

При определении концентрации сахарозы в растворе с помощью поляриметра добиваются одинаковой освещенности поля зрения вращением анализатора и по круговой шкале определяют угол поворота. Отсчет производится с обеих сторон круга по отношению к неподвижным нониусам.

Концентрация сахарозы в растворе находится по вышеприведенной формуле (см. стр. 26).

Пример. Угол вращения плоскости поляризации раствором сахарозы составил 28,6 дуговых градуса. Длина трубки 200 *мм* (2 *дм*). Тогда концентрация сахарозы в растворе будет равна:

$$c = \frac{28{,}6 \cdot 100}{2 \cdot 66{,}5} = 21{,}5 \text{ } г/100 \text{ } мл \text{ раствора.}$$

Этот же раствор исследуем на сахариметре. Устанавливаем по глазу окуляр зрительной трубы и отсчетную лупу таким образом, чтобы линия раздела была в поле зрения, а цифры и деления шкалы были четко видны. Необходимо также проверить правильность регулировки прибора. Затем трубка с раствором помещается в камеру, при этом нарушается однородность освещения поля зрения. Вращением рукоятки компенсатора добиваются одинаковой освещенности.

Прежде чем зафиксировать результат, необходимо проверить, соответствует ли найденное положение компенсатора искомому; с этой целью нужно едва заметным движением повернуть рукоятку сначала в одну сторону, а затем в другую. При этом интенсивность освещенности обеих половинок должна резко меняться.

Отсчет производят не менее 3 раз, каждый раз начиная с возвращения рукоятки в нулевое положение, и рассчитывают среднее показание.

Показание шкалы сахариметра в нашем случае составило 82,7 линейных градуса (рис. 7). Зная, что 1° линейной шкалы соответствует содержанию 0,26 *г* сахарозы в 100 *мл* раствора

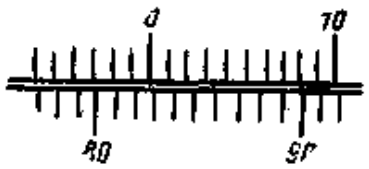


Рис. 7. Шкала сахариметра с простой клиновой компенсацией.

при длине трубки 2 *дм*, нетрудно рассчитать концентрацию сахарозы в испытуемом растворе.

Она составит

$$82{,}7 \times 0{,}26 = 21{,}5 \text{ г/100 мл}.$$

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение оптической активности веществ.
2. Принципы устройства поляриметра.
3. Удельное вращение оптически активных веществ.
4. Чем отличается сахариметр от поляриметра?
5. Как градуируется шкала сахариметра? Что такое нормальная навеска, нормальная трубка?
6. Рассчитать процентное содержание сахара в сиропе, если нормальная навеска его растворена в объеме 100 *мл*, длина трубки равна 1 *дм* и показание шкалы сахариметра оказалось равным 17,8. Рассчитать то же при длине трубки 2 *дм*, 4 *дм*.
7. Чему равно процентное содержание сахара в продукте, если для анализа была взята навеска 13 *г*, растворена в объеме 100 *мл*. При поляризации в трубке длиной 2 *дм* показание шкалы сахариметра оказалось равным 23,4.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Работа 8. АНАЛИЗ ЗЕРНА

Зерно является основным продуктом сельского хозяйства, а получаемая из него мука используется как сырье для производства хлебобулочных, кондитерских, макаронных и других изделий.

Продукты, вырабатываемые из зерна, являются ценными источниками веществ, необходимых для питания человека, они богаты углеводами, белками, минеральными веществами, витаминами, обладают хорошей сохраняемостью и транспортабельностью.

Под качеством зерна понимают совокупность признаков, определяющих пригодность зерна для использования.

Качество зерна определяют по небольшому образцу его, выделяемому из партии установленным порядком. Партией зерна называется любое количество однородного зерна, предназначенного к одновременной приемке, сдаче, отгрузке или хранящегося в одном силосе, закроме, складе.

Отбор образцов является ответственным этапом качественной оценки зерна. По образцу дают заключение о всей партии зерна, поэтому он должен в точности отображать все особенности качества зерна и характеризовать средний качественный состав всей партии зерна.

Отбор образцов производят после предварительного внимательного осмотра зерна. Если партия не однородна (однородной партией считают такую партию, которая однообразна по органолептической оценке), ее разбивают на несколько партий и от каждой отбирают образцы установленным порядком. Образец отбирают в несколько приемов, соблюдая при этом меры, обеспечивающие сохранность первоначальных свойств продукта. Сначала берут из разных мест партии небольшие выемки специально предназначенными для этого приборами (щупами или пробоотборниками). Количество выемок, их масса и места взятий из партии устанавливаются стандартом на методы определения качества (ГОСТ 10839—64). Если выемки однородны по качеству, то их смешивают. Совокупность всех выемок, отобранных от партии зерна, называется исходным образцом. Если исходный образец имеет большую массу, то из него выделяют

часть зерна для лабораторного исследования, называемую средним образцом.

При небольших партиях зерна, когда масса исходного образца не превышает 4 *кг*, он является одновременно и средним образцом. Если же масса исходного образца превышает 4 *кг*, то для составления среднего образца исходный образец высыпают на стол с гладкой поверхностью, разравнивают его при помощи двух коротких деревянных планок со скошенным ребром. После трехкратного перемешивания исходный образец снова распределяют ровным слоем в виде квадрата и при помощи планки делят по диагонали на четыре треугольника (рис. 8). Из двух проти-

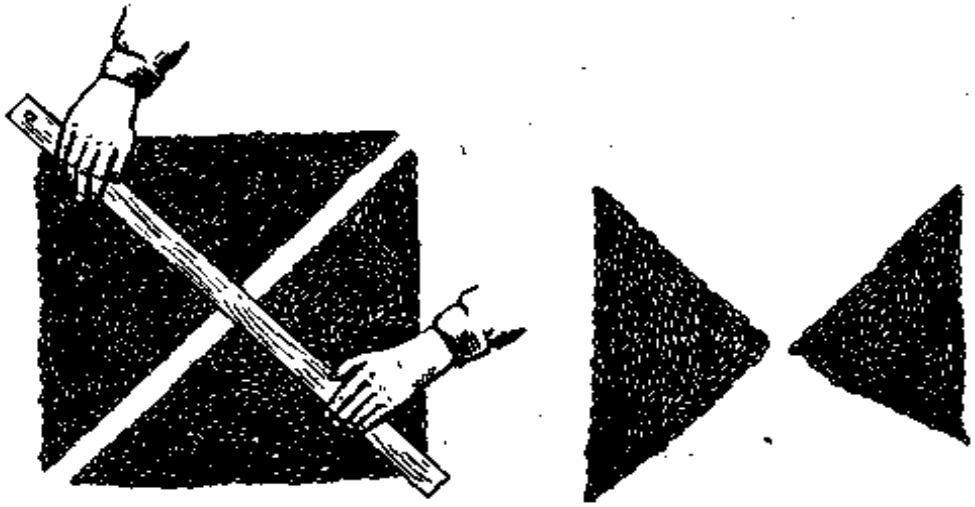


Рис. 8. Деление образца зерна по диагонали (метод крестообразного деления).

воположных треугольников зерно удаляют, а из оставшихся зерно собирают вместе, перемешивают указанным способом и вновь делят по диагонали на четыре треугольника. Так продолжают деление до получения в двух треугольниках примерно около 2 *кг*. Это и будет средний образец.

Для определения отдельных качественных показателей из среднего образца выделяют небольшие его части — навески. Смешивание зерна и выделение навесок для анализа производят на делительном аппарате Гусева (рис. 9). Допускается также производить эти операции и ручным способом путем крестообразного деления.

Таким образом, отбор образца для анализа включает следующие операции:

взятие выемок;

составление исходного образца;

выделение среднего образца;

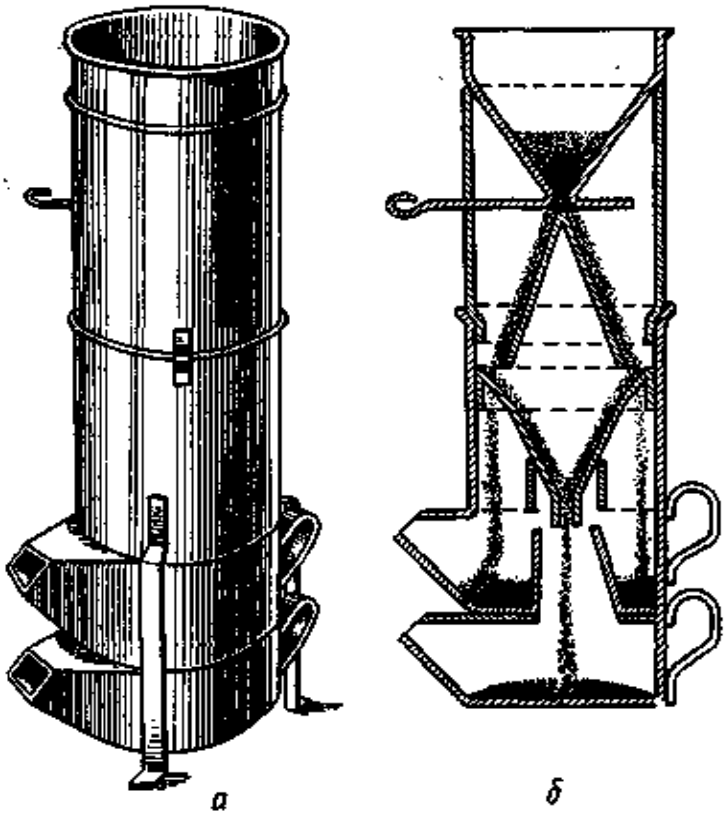
взятие навески.

Полученный после проведения этих операций образец будет действительно средним и его качественные показатели будут достоверно характеризовать всю поступившую партию зерна.

Для того чтобы регулировать качество зерна в нужном для государства направлении, на все зерно основных культур введены государственные общесоюзные стандарты. В частности, на пшеницу в настоящее время действуют два стандарта: ОСТ 7064 на пшеницу продовольственную заготовляемую (принимаемую на хлебоприемные пункты) и ОСТ 7066 на пшеницу распределяемую (отпускаемую на продовольственные цели). Основными подразделениями для распределительных стандартов являются типы, подтипы и классы.

Для пшеницы предусмотрено пять классов, показатели которых даны в табл. 1.

Пшеница получает номер класса только при соответствии ее качества всей совокупности показателей для данного класса. При несоответст-



а *б*

Рис. 9. Зерновой делитель Гусева:
а — общий вид; *б* — разрез.

Таблица 1

Качественная классификация пшеницы

№ класса	Натурная масса		Предельное содержание, %						
			сорной примеси			зерновой примеси			
				в том числе					
	граммов в литре, не менее	килограммов в гектолитре, не менее	всего	куколя	прочих вредных примесей	для яровой	для озимой	влаги	Проход через сито 1,70×20 мм
1	785	78	1	0,5	0,2	2	3	15,5	5
2	765	77	2	0,5	0,2	2	4	15,5	5
3	745	75	3	0,5	0,2	4	5	15,5	7
4	725	73	3	0,5	0,2	4	6	16,0	8
5	Нижний предел натурной массы не устанавливается		4	0,5	0,2	6	7	16,0	10

вии пшеницы одному из требований высшего класса зерно переводится в соответствующий низший класс.

Для характеристики свойств зерна применяют показатели, определяемые органолептическими и лабораторными методами. Органолептическими методами устанавливают цвет и внешний вид зерна, его запах и вкус. Методами лабораторного анализа определяют: влажность, засоренность, натуру, абсолютную массу, стекловидность и другие показатели.

Ниже рассматриваются основные показатели, характеризующие качество пшеницы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ В ЗЕРНЕ

Влажность является одним из наиболее важных показателей качества зерна, влияющим на его сохранность, калорийность, ход переработки и выход муки.

Зерно — живой организм, в котором постоянно идут процессы обмена веществ. Для проявления жизни зерна большое значение имеет содержащаяся в нем вода, но на хранение зерна излишек ее влияет отрицательно. Содержание воды в зерне, предназначенном для хранения, не должно быть высоким. При наличии тепла в зерне развиваются физиологические процессы, главным из которых является дыхание. Оно сопровождается выделением CO_2, H_2O и тепла. Эти продукты и тепловая энергия выделяются в зерновую массу и ведут к самосогреванию и порче зерна. 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, ухудшающих 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 износ их и расход энергии на переработку.

По влажности можно судить о содержании в зерне сухого вещества, а следовательно, и запасных питательных веществ, обусловливающих ценность его. Для единообразия качественной оценки пшеницы по влажности различают четыре состояния:

Состояние по влажности	Содержание влаги, %
Сухая	До 14
Средней сухости	14 — 15,5
Влажная	15,5 — 17
Сырая	Свыше 17

Для определения влажности зерна применяют ускоренные, но удовлетворяющие требуемой точности методы. Основным методом, принятым у нас, является высушивание навесок размолотого зерна в обогреваемом электрическим током шкафу

СЭШ-1 при температуре 130° С в течение 40 *мин* (при общей продолжительности нахождения бюкс в шкафу 50—55 *мин*).

Для сырого зерна, влажность которого выше 18%, предусмотрено определение влажности с предварительным подсушиванием в течение 30 *мин* при $t = 105°$ С с последующим досушиванием при 130° С.

Для определения влажности зерна наряду с методами высушивания также широко пользуются влагомерами ВП-4, основанными на принципе определения электропроводности зерна. Показания гальванометра переводятся затем по специальным переводным таблицам в процент влажности.

Техника определения. Зерно, предназначенное для определения влажности, в количестве около 30 *г* размалывают вместе с примесями на лабораторной мельничке. Размол за один раз должен соответствовать по крупности следующим условиям: проход через сито с размером ячеек в свету 0,8 *мм* для пшеницы должен быть не менее 60%. Для этого пшеницу размалывают в продолжение 60 *сек*. После размола зерна необходимо во избежание потерь влаги на испарение на воздухе навеску брать возможно быстро. 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° С; снизившуюся при загрузке температуру доводят за 10—15 *мин* до 130° С 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*. Влажность, т. е. разность между массами навесок до и после высушивания, отнесенную к взятой навеске зерна, выражают в процентах. Из двух определений влажности выводят среднюю, которую принимают за влажность образца. Расхождения между двумя параллельными определениями не должны быть более 0,5% абсолютных.

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	%

По табл. 1 относим по влажности пшеницу к соответствующему классу.

ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕРНА

Зерновая масса всегда содержит некоторое количество посторонних примесей, попавших туда при уборке, перевозках и хранении. Примеси или засоренность зерна служат важным по-

казателем его качества. Примеси представляют меньшую потребительскую ценность или совсем ее не представляют, по сравнению с основным зерном, поэтому засоренность снижает качество зерна, а также уменьшает стойкость его при хранении. Некоторые примеси оказывают вредное влияние на организм человека. Примеси могут влиять и на технологические свойства (примесь зерна морозобойного и пораженного клопом-черепашкой).

Примеси делят на две основные группы: сорную и зерновую. К сорной примеси относят примеси, или не представляющие ценности, или резко отличающиеся по составу от основного зерна, или вредные в пищевом и кормовом отношении. К зерновой относят примеси, в меньшей степени отражающиеся на качестве зерна и имеющие некоторую пищевую и кормовую ценность. Состав сорной и зерновой примесей для каждой культуры дается в соответствующих целевых стандартах. Ниже приведена классификация примесей пшеницы.

К сорной примеси относятся:

1) весь проход, полученный при просеивании через сито с круглыми отверстиями в 1 *мм*;

2) минеральная примесь (земля, песок, пыль);

3) органическая примесь (части листьев, стеблей и стержней колоса, ости);

4) сорные семена (семена дикорастущих, а также культурных растений, за исключением зерен ржи и ячменя);

5) вредная примесь: головня, спорынья, угрица, вязель горчак-софора, горчак розовый, мышатник, опьяняющий плевел.

К зерновой примеси относятся зерна пшеницы:

1) битые и изъеденные, если осталось менее половины зерна;

2) сильно недоразвитые — щуплые;

3) проросшие с вышедшим наружу корешком или ростком либо с утраченным корешком и ростком, но деформированные, с явно измененным цветом оболочки вследствие прорастания;

4) поврежденные самосогреванием или сушкой (поджаренные), с явно измененным цветом оболочки и затронутым ядром;

5) раздутые при сушке;

6) заплесневевшие;

7) давленые;

8) зеленые;

9) захваченные морозом зерна пшеницы — зеленые, сморщенные, белесоватые и сильно потемневшие;

10) зерна ржи и ячменя как целые, так и поврежденные, не отнесенные к сорной примеси.

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

Техника определения. Величина навесок установлена в зависимости от рода культуры. Для пшеницы берется 50 или 25 *г*.

Для ускорения и облегчения разборки на фракции зерно вручную или на рассевке просеивают через набор сит, указанных в стандарте номеров. Одновременно с определением сорной и зерновой примесей проводят определение процента прохода мелких зерен.

Для пшеницы рекомендуются следующие наборы металлических сит:

для облегчения разбора	2,5×20 *мм*
для определения прохода мелких зерен	1,7×20 *мм*
для прохода, относимого к сорной примеси	∅1,0 *мм*

Вниз ставят сито, проход через которое относят к сорной примеси. Из прохода сита 1,7×20 *мм* и схода с сита для определения сорной примеси выделяют сорную и зерновую примеси. Весь оставшийся проход считают мелким зерном, взвешивают его и содержание выражают в процентах к навеске. Из сходов всех сит выделяют сорную и зерновую примеси, к которым присоединяют соответствующие примеси из прохода сита, установленного для ее выделения. Выделенные фракции сорной и зерновой примесей взвешивают и выражают в процентах от взятой навески.

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

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

НАТУРА ЗЕРНА

Натура зерна, или натурная масса,— насыпная масса определенного объема зерна в тех или иных весовых единицах. В большинстве стран мира, в том числе и в Советском Союзе, натуру выражают массой 1 *л* зерна в граммах. В международной хлебной торговле натуру выражают массой 1 *гл* зерна в килограммах.

Натурная масса является наиболее старым и известным показателем качества зерна. Считается, что чем выше натура, тем большее количество питательных веществ содержит зерно. Однако натура — показатель условный, зависящий от многих факторов. Большое влияние на величину натуры оказывает состояние поверхности зерна (в смысле плотности укладки), форма зерна, а также характер примесей. Легкие примеси понижают натуру, тяжелые примеси (галька, комочки земли и пр.) повышают ее. При увлажнении натура зерна уменьшается, так как

при набухании объем зерна увеличивается, а плотность уменьшается, приближаясь к единице. Кроме того, влажность снижает сыпучесть, что влечет за собой более рыхлое заполнение объема, а следовательно, и понижение натуры.

Таким образом, натура зависит от многих факторов, влияние каждого из которых выделить невозможно и с этой сторо-

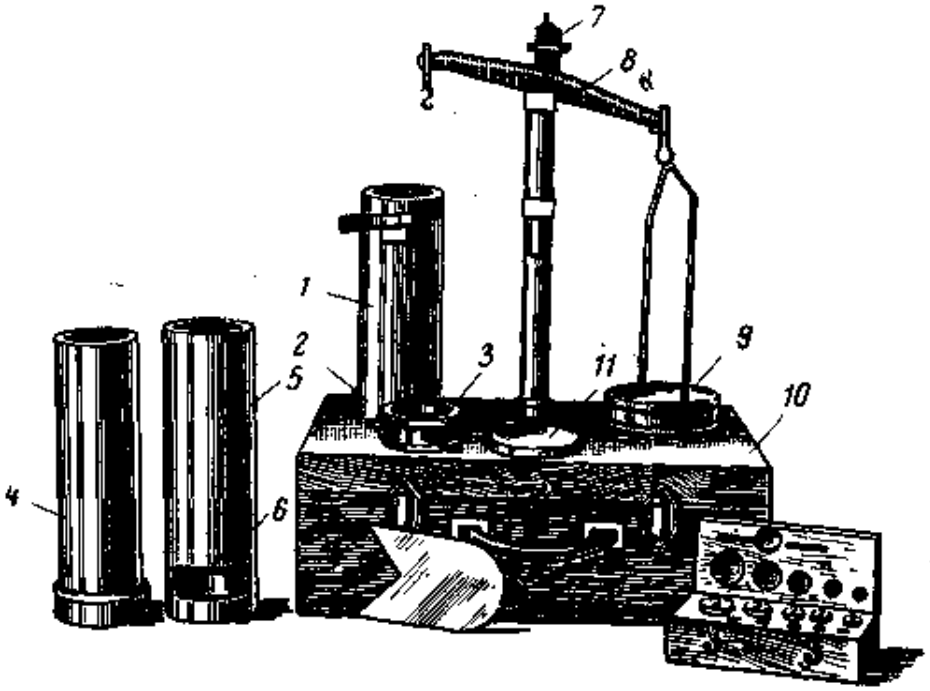


Рис. 10. Пурка.

ны является оправданным предложение о предварительной очистке зерна перед определением его натуры. Натура является показателем, входящим в стандарты на зерно, она дает возможность просто и быстро получить данные для ориентировочного заключения о качестве зерна. Высоконатурное зерно — это зерно с большим содержанием мучнистого эндосперма ядра и малым содержанием оболочек. Такое зерно дает больший выход муки.

Определение натуры производится в зерне с примесями на специальном приборе, называемом литровой пуркой, общий вид которого представлен на рис. 10.

Пурка состоит из следующих частей: а) цилиндра — мерки *1*, вмещающей 1 *л* зерна; вверху мерки имеется прорезь для ножа, которым устанавливается уровень зерна в мерке, а в дне мерки — отверстие *2* для выхода воздуха при засыпке в мерку зерна; б) ножа для установки правильного уровня зерна; в) падающего груза *3* в виде пустотелого цилиндра массой около 450 *г* (его назначение — падать перед зерном в мерке и вытеснять из нее воздух); г) наполнителя в виде пустотелого, открытого с обеих сторон цилиндра *4*, применяемого для равномерного запол-

нения зерном мерки; д) подсобного цилиндра *5* со съемной или несъемной воронкой *6*, служащего для первоначального насыпания зерна; е) специальных весов с разновесами.

На ящике *10* прибора укрепляют штатив для весов *7*, на него укладывают коромысло весов *8*, на один конец которого подвешивают мерку-цилиндр вместе с пустотелым цилиндром, а на другой конец — чашку для гирь *9*. Весы при этом должны находиться в равновесии.

Затем мерку снимают и устанавливают на крышке ящика в специальном кольце *11*, в прорезь мерки вставляют нож, кладут на последний груз и надевают на мерку цилиндр-наполнитель.

Анализируемое зерно сначала насыпают непрерывной ровной струей в подсобный цилиндр почти дополна (до 1 *см* от верхнего края), стараясь эту операцию проводить без толчков и сотрясений; затем надевают на цилиндр воронку, ставят цилиндр на наполнитель и дают зерну пересыпаться в него. После этого подсобный цилиндр снимают с наполнителя, вынимают нож из прорези мерки, в результате чего груз, а за ним зерно перемещаются в мерку. Затем нож снова вставляют в щель и отделяют им избыток зерна, для чего всю систему снимают с кольца и излишек зерна ссыпают; после этого с мерки снимают цилиндр-наполнитель, вынимают нож, мерку с зерном подвешивают на коромысло и взвешивают (с точностью до 0,5 *г*). Делают два определения и берут среднюю величину.

Примечания. 1. Для определения натурной массы требуется не менее 2 *кг* зерна, предварительно хорошо перемешанного.

2. Вместо литровой пурки применяют также пурку объемом 0,25 *л*. При работе с ней точность взвешивания зерна 0,1 *г*, а результаты определения переводятся на литровую пурку по специальной таблице.

Для каждого образца зерна проводят не менее двух параллельных определений натуры из разных порций зерна. Расхождения между двумя параллельными определениями допускаются не более 5 *г*.

Зерно считается средненатурным при следующих значениях этого показателя (в *г/л*):

пшеница	746—764
рожь	686—714
ячмень	547—605
овес	422—480

Значение натуры зерна как показателя качества зерна возрастает при совместном определении массы 1000 зерен.

Запись в лабораторном журнале

1-е взвешивание 1 *л* зерна	*г*
2-е взвешивание 1 *л* зерна	*г*
Среднее	*г*
По натуре зерно относится к	классу

МАССА 1000 ЗЕРЕН

Для характеристики качества зерна наряду с его крупнотой большое значение имеет его абсолютная масса. Наиболее крупное хорошо выполненное зерно имеет, как правило, и наибольшую массу. Но бывают случаи, когда крупные по линейным размерам зерна имеют пониженную массу, т. к. зерно плохо выполнено, эндосперм сморщен, между ним и оболочками находятся воздушные полости. Так как масса отдельных зерен в партии колеблется в довольно широких пределах, то 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 бо́льшей у хорошо выполненного зерна. Крупное зерно содержит меньший процент оболочек, чем мелкое, дает больший выход муки. Большое значение имеет крупность зерна как признак качества для посевного материала.

Абсолютная масса бывает различной у разных сортов пшеницы. На ее величину большое влияние оказывают сорт, условия выращивания, уборки и т. д. По массе 1000 зерен можно наметить следующие группы:

высокая масса — более 30 *г*;
средняя масса — более 22 *г*;
ниже средней — менее 22 г.

Техника определения. Навеску зерна после определения засоренности смешивают и распределяют ровным слоем в 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 0,01 *г*. Если разница между массой двух проб зерна не будет превышать 5% их средней массы, определение считается правильным. Массы первой и второй пробы по 500 зерен суммируют, полученная сумма является массой 1000 зерен на воздушно-сухое вещество. Далее проводят пересчет на абсолютно сухое вещество. Массу 1000 зерен выражают с точностью до 0,1 *г*.

Запись в лабораторном журнале

Масса первой партии 500 зерен	*г*
Масса второй партии 500 зерен	*г*
Средняя масса	*г*
Разница во взвешивании двух партий	*г*
Разница	%
Масса 1000 зерен на воздушно-сухое вещество . .	*г*
Процент сухих веществ	(100% — влажность в %)
Масса сухих веществ в 1000 зерен	*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. Обычно в стекловидном зерне содержится больше белков, чем в мучнистом. Мука из стекловидного зерна обладает лучшими хлебопекарными свойствами. Стекловидные пшеницы особенно ценятся для производства макаронной муки. Муку из мучнистых пшениц предпочитают работники кондитерских предприятий.

Стекловидность пшеницы характеризуется так называемой общей стекловидностью. Для вычисления общей стекловидности к проценту стекловидных зерен прибавляют половину процента частично стекловидных зерен. Стекловидными считаются зерна, стекловидные полностью и стекловидные с легким помутнением. Стекловидные зерна не должны иметь мучнистой части свыше $^1/_4$ плоскости поперечного разреза зерна.

Мучнистыми считаются зерна, мучнистые полностью и мучнистые, у которых стекловидная часть занимает не более $^1/_4$ плоскости поперечного разреза зерна. Частично стекловидными считают зерна пшеницы, не отнесенные к указанным двум группам.

Техника определения. Из чистого зерна, оставшегося после определения засоренности, выделяют без выбора 100 целых зерен. Каждое из выделенных зерен разрезают бритвенным лезвием поперек зерна, после чего его относят к одной из трех групп по стекловидности. Из выделенных групп подсчитывают зерна в тех двух группах, которые имеют наименьшее количество зерен, а количество зерен в третьей группе определяют по разнице. Общую стекловидность выражают в процентах по отношению к 100 зернам.

Допускается определение стекловидности зерна при помощи диафаноскопа 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 . . . . . шт.
Общая стекловидность . . . . . %

Вопросы для самопроверки

1. Как производится отбор средней пробы зерна?
2. Принципы стандартизации зерна.
3. Значение показателя влажности. Подготовка навески зерна к анализу на влажность. Методы определения влажности.
4. Классификация примесей зерна.
5. Понятие о натуре зерна. Значение натуры. Факторы, влияющие на величину этого показателя.
6. Масса 1000 зерен и ее значение при оценке зерна. Как производится определение и в чем выражается этот показатель?
7. Стекловидность зерна, значение этого показателя. Способы определения. Что понимается под общей стекловидностью зерна?

Работа 9. АНАЛИЗ МУКИ

Мукой называется порошкообразный продукт, полученный в результате размола зерна. Муку различают по роду злака, по характеру помола, по выходу. Характеризуют муку также и по сорту.

Для качественной характеристики муки имеется ряд методов, изложенных в ГОСТ 9404—60. Некоторые из них основаны на субъективных восприятиях — это так называемые органолептические методы. Другие носят объективный характер и основаны на точных измерениях.

Отдельные показатели качества муки регламентируются стандартами. Так, согласно приказу НКЗ СССР от 8/IV 1938 г. № 1084 для пшеничной сортовой муки, ВТУ 1—53 для пшеничной обойной, ГОСТ 7045—54 для ржаной муки и ВТУ 265—53/П для ржано-пшеничной стандартными показателями из органолептических являются: цвет, запах, вкус, хруст, зараженность вредителями, а из физико-химических — зольность, содержание сырой клейковины, крупность помола.

При оценке качества муки большое значение имеют такие показатели, как кислотность, водопоглотительная способность, которые стандартом не фиксируются, а для пшеничной муки — также ряд показателей, характеризующих ее хлебопекарное достоинство.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ МУКИ

Основными элементами золы муки являются фосфор в виде P_2O_5 и калий в виде K_2O. Фосфорного ангидрида в золе муки содержится около 50%, а окиси калия — 32%. Из остальных элементов в золе муки обнаружены: натрий, кальций, магний, хлор, сера и др.

Зольность муки считается основным показателем ее сорта. Объясняется это тем, что минеральные вещества в зерне распределены неравномерно. Главная масса их находится в оболочках, зародыше (до 6—8% к массе оболочек) и меньше всего

в эндосперме (0,3—0,5%). Поэтому мука высшего сорта, представляющая собой практически чистый эндосперм, характеризуется невысокой зольностью.

Мука I, а тем более II сорта, которая наряду с частицами эндосперма содержит и более высокозольные периферийные частицы зерна, имеет и большую зольность.

Для каждого сорта муки стандарт предусматривает определенные нормы зольности: для муки высшего сорта не более 0,55%, I сорта — не более 0,75%, II сорта — 1,25%.

Зольность ржаной муки должна быть не выше 0,75% — для сеяной, а для обойной не менее чем на 0,07% ниже зольности зерна до очистки.

ГОСТ 9404—60 на методы испытания муки предусматривает определение зольности без ускорителя (основной метод) и с ускорителями — азотной кислотой и спиртовым раствором уксуснокислого магния.

Техника определения зольности без ускорителя. В прокаленные и в доведенные до постоянной массы тигли на аналитических весах отвешивают 1,5—2,0 *г* муки. Тигли помещают у края дверцы муфельной печи, нагретой до темно-красного каления. Когда перестанут выделяться продукты сухой перегонки, тигли вдвигают вглубь печи и сжигают муку до полного исчезновения черных частиц пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым. Затем тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают, вновь прокаливают в течение 20 *мин*. Сжигание продолжают до тех пор, пока два последовательных взвешивания не дадут одинакового результата.

Озоление сухим путем может продолжаться 6 и более часов. Чтобы ускорить озоление, применяют ускорители в виде крепкой азотной кислоты, пергидроля и другие, с которыми процесс сожжения заканчивается за 2—3 *ч*.

Существует также ряд ускорителей, которые одновременно с ускорением хода реакции связывают фосфор и тем предотвращают его потери. К таким ускорителям относятся уксуснокислый магний, уксуснокислый кальций и др.

Техника определения зольности с азотной кислотой. При использовании азотной кислоты озоление ведут в течение 1 *ч*, в течение этого времени содержимое в тигле превратится в рыхлую массу серого цвета. После этого тигли вынимают из печи и после охлаждения на воздухе добавляют по 2—3 капли химически чистой азотной кислоты и помещают тигли на открытую дверцу муфельной печи для выпаривания азотной кислоты. После испарения кислоты тигли в течение 20 *мин* прокаливают в муфельной печи, нагретой до ярко-красного каления. После озоления тигли охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Техника определения зольности со спиртовым раствором уксуснокислого магния. Во взвешенные с точностью до 0,0002 *г*

На аналитических весах тигли помещают муку, взвешенную предварительно на технических весах в количестве около 1,5 *г* и уточняют ее массу на аналитических весах с точностью до третьего знака.

В каждый тигель пипеткой прибавляют точно по 3 *мл* спиртового раствора уксуснокислого магния и оставляют на 1—2 *мин* для пропитывания навески муки. Затем тигли переносят в вытяжной шкаф и при помощи горячей ваты, смоченной в спирте, зажигают их содержимое. После выгорания спирта тигли помещают на откидную дверку муфельной печи.

После прекращения горения тигли постепенно вдвигают вглубь печи. Озоление ведут до получения золы белого или слегка сероватого цвета, что составляет около 40—60 *мин*.

Охлажденные в эксикаторе бюксы взвешивают с точностью до 0,0002 *г* и ставят на повторное прокаливание на 20—30 *мин*.

Если расхождение между двумя повторными взвешиваниями небольшое (не более 0,0004 *г*), то озоление считают законченным.

При расчете следует учесть, что масса полученной золы увеличивается за счет внесения раствора уксуснокислого магния. Массу окиси магния определяют путем сжигания в двух прокаленных до постоянной массы тиглях по 3 *мл* раствора и последующего 20-минутного прокаливания. Полученную величину золы, вносимую с ускорителем, вычитают из общей массы полученной золы.

Зольность выражается с точностью до 0,01% на абсолютно сухое вещество муки.

Запись в лабораторном журнале

Масса тигля	*г*
Масса тигля с мукой до озоления	*г*
Масса муки	*г*
Масса тигля с золой + MgO	*г*
Масса золы + MgO	*г*
Масса золы муки	*г*
Количество золы на воздушно-сухое вещество муки	%
Процент сухих веществ муки	(100% — влажность в %)
Количество золы на абсолютно сухое вещество	%

Вопросы для самопроверки

1. Значение показателя зольности.
2. Какие вещества входят в состав золы муки?
3. Назначение уксуснокислого магния.
4. Как определить вес золы, содержащейся в ускорителе?
5. Как выражают зольность?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ МУКИ

Кислотность — это показатель, позволяющий судить о свежести муки или ее возрасте.

Мука с повышенной кислотностью — это мука либо длительное время хранившаяся, либо хранившаяся при неблагоприятных условиях: повышенной температуре и влажности. Мука с высокой кислотностью требует более тщательного органолептического контроля, так как может оказаться прогорклой. Кроме того, повышенная кислотность муки может привести к увеличению кислотности готовых изделий, например макаронных изделий.

Различают титруемую и активную кислотность. Титруемая кислотность муки обусловливается содержанием в ней свободных кислот и кислых солей, она называется также общей. Выражают титруемую кислотность в градусах, под которыми понимают количество миллилитров нормального раствора щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот и кислореагирующих соединений, содержащихся в 100 *г* муки.

Кислая реакция муки зависит от присутствия в ней: свободных жирных кислот, кислых фосфатов, белковых веществ, имеющих кислую реакцию, свободных органических кислот, которые в очень небольшом количестве содержатся в муке (щавелевая, яблочная и др.). Кроме того, часть щелочи связывается крахмалом и белками муки путем адсорбции.

При хранении муки происходит увеличение титруемой кислотности за счет расщепления сложных соединений и превращения их в продукты, имеющие кислый характер. Особая роль в этих превращениях принадлежит ферменту липазе, расщепляющему содержащийся в муке жир на глицерин и свободные жирные кислоты. Кроме того, идет расщепление белка на аминокислоты, фосфатидов — на кислые фосфаты. Высокая температура склада и повышенная влажность могут ускорить нарастание кислотности как за счет повышения активности ферментов муки, так и за счет жизнедеятельности бактерий.

Кислотность муки, характеризуя ее свежесть, зависит и от выхода муки. При одинаковой длительности и условиях хранения титруемая кислотность выше у муки большего выхода.

Существует несколько методов определения титруемой кислотности муки: титрование мучной болтушки; титрование водной вытяжки; титрование спиртовой или водно-спиртовой вытяжки. Титрование вытяжек проводят с индикатором или электрометрически.

Электрометрический метод применяется в том случае, когда полученная вытяжка имеет темную окраску, затрудняющую распознавание конца реакции.

Производственные лаборатории, руководствуясь ГОСТ

9404—60, определяют титруемую кислотность только по болтушке. В этом случае оттитровываются все кислореагирующие вещества — как растворимые в воде, так и не растворимые. Можно проводить определение кислотности по водной вытяжке, но в нее перейдут только растворимые в воде соединения. Жирные кислоты в воде не растворимы, они останутся на фильтре и оттитровываться не будут. Если муку экстрагировать водным спиртом, то в вытяжку не переходят фосфаты, поэтому результаты титрования спиртовой вытяжки, так же как и водной, будут ниже результатов титрования болтушки. В водно-спиртовой вытяжке титруются растворимые в воде и спирте кислоты и кислореагирующие вещества.

Техника определения общей кислотности по болтушке. 5 *г* муки, взвешенных с точностью до 0,01 *г*, помещают в коническую колбу емкостью 150—200 *мл*, приливают цилиндром 50 *мл* дистиллированной воды, взбалтывают до исчезновения комочков, добавляют 5 капель фенолфталеина и титруют до розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 *мин* (при работе с водопроводной водой ее предварительно оттитровывают). Из двух параллельных результатов берут средний. Результаты выражают в градусах кислотности.

Запись в лабораторном журнале

На 5 *г* муки израсходовано 1 н. раствора щелочи . . . . *мл*
На 5 *г* муки израсходовано 1 н. раствора щелочи . . . *мл*
На 100 *г* муки израсходовано 1 н. раствора щелочи . . . . *мл*
Кислотность . . . . . °

Примечание. Для выражения кислотности в градусах количество израсходованной 0,1 н. щелочи умножают на 2.

Техника определения титруемой кислотности по водной вытяжке. 25 *г* муки помещают в коническую колбу или банку емкостью 300 — 500 *мл*, приливают мерной колбой 250 *мл* дистиллированной воды, тщательно размешивают и оставляют на 2 *ч* для возможно более полной диффузии экстрактивных веществ. Затем фильтруют в сухую колбу, с возвратом первых мутных порций фильтрата на фильтр. Пипеткой отбирают в коническую колбу 25 *мл* фильтрата, добавляют 3—4 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до розовой окраски. Из двух параллельных определений берут средний результат и выражают кислотность в градусах.

Запись в лабораторном журнале

На 25 *мл* фильтрата, или *х г* муки, израсходовано 0,1 н. раствора щелочи . . . . . *мл*
На 100 *г* муки израсходовано 1 н. раствора щелочи . . . *мл*
Кислотность . . . . . °

Примечание. Для выражения кислотности в градусах количество израсходованной 0,1 н. щелочи умножают на 4.

Так как показатель кислотности не регламентирован соответствующими стандартами, то для оценки муки по этому показателю пользуются следующими ориентировочными данными:

кислотность нормальной ржаной муки

сеяной	4°
обдирной	5°
обойной	5,5°

кислотность пшеничной муки:

высшего сорта	3°
первого сорта	3,5°
второго сорта	4,5°
обойной	5°

Техника определения активной кислотности. Кроме титруемой кислотности иногда возникает необходимость знать активную или истинную кислотность, которую принято выражать через водородный показатель pH.

От концентрации водородных ионов зависит изменение свойств белковых веществ — их набухание, эластичность, растяжимость, коагуляция и пр. Первостепенное значение имеет реакция среды и для ферментативных процессов. Мука и свежезамешенное тесто имеют активную кислотность в пределах 5,9—6,2.

Активная кислотность определяется с помощью потенциометров. При работе с мукой и другими объектами, содержащими белок, во избежание отравления белком платинового электрода используют каломельный и стеклянный электроды. Для измерения pH со стеклянным электродом требуются потенциометры с ламповыми усилителями.

5 *г* муки смешивают с 50 *мл* дистиллированной воды, взбалтывают в течение 5 *мин*, а затем настаивают 10 *мин*. Болтушку переносят в стакан прибора, опускают туда электроды и определяют pH согласно инструкции, приложенной к потенциометру.

Вопросы для самопроверки

1. Чем обусловлена кислая реакция муки?
2. Что характеризует показатель кислотности?
3. В каких единицах выражается кислотность?
4. В какой зависимости находится показатель кислотности от выхода муки?
5. Способы определения кислотности.
6. Значение pH и способ определения активной кислотности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МУКИ

Способность муки выделять при брожении теста большее или меньшее количество углекислого газа называется газообразующей способностью. Газообразующая способность является одним из показателей, характеризующих хлебопекарные достоинства

пшеничной муки, т. е. является показателем, от которого непосредственно зависит качество готового изделия, состояние пористости мякиша, окраска корки, его объем.

В процессе брожения сахара, содержащиеся в тесте, под действием зимазного комплекса ферментов дрожжевой клетки разлагаются на спирт и углекислый газ. При равенстве всех других условий (количества и качества дрожжей, температуры) бродящее тесто выделяет углекислого газа тем больше, чем больше в тесте имеется сбраживаемых сахаров. Установлено, что для получения высококачественного пшеничного хлеба необходимо наличие в тесте около 5—5,5% сахара от сухой массы муки. Расход сахаров за период брожения лежит в пределах 1,5—3% массы муки. Для получения хлеба, обладающего приятным вкусом, запахом и румяной коркой, тесто к моменту выпечки должно содержать некоторый избыток сахаров, это необходимо для осуществления меланоидинообразования.

Реакция меланоидинообразования — это взаимодействие между восстанавливающими сахарами, а также образующимися из них фурфуролом и оксиметилфурфуролом, с одной стороны, и аминокислотами или белками, с другой стороны. В результате образуются различные альдегиды, обусловливающие аромат хлеба и вещества — меланоидины, придающие темную окраску и специфический аромат корке хлеба.

По имеющимся данным минимальное количество остаточных сахаров в тесте перед выпечкой должно составлять около 2—3% сухого вещества муки.

Потребность в необходимом количестве сахара покрывается за счет собственных сахаров муки и сахаров, полученных из крахмала путем ферментативного расщепления его. Собственными называются сахара, перешедшие в муку из зерна; это сахароза, глюкоза, фруктоза, мальтоза; содержание их в пшеничной муке нормального качества очень невелико, в сумме 0,2—0,7%.

Все эти сахара, за исключением сахарозы, обладают редуцирующей, т. е. восстанавливающей способностью.

Метод бумажной хроматографии позволил уточнить содержание сахарозы в муке. Если раньше ее содержание принималось равным 2%, то теперь считают, что сахарозы содержится только 0,1—0,55%. Помимо этого, в зрелом зерне злаков содержится до 1%, а иногда и более глюкофруктозанов-углеводов, дающих при гидролизе α-фруктозу и α-глюкозу. Эти углеводы не обладают восстанавливающей способностью, но при кислотном гидролизе расщепляются с образованием ди- и моносахаридов. В процессе брожения теста глюкофруктозаны образуют сбраживаемые сахара.

Так как содержание собственных сахаров в муке относительно невелико и они будут использованы уже в первые минуты

брожения, то для всего хода брожения большое значение имеют ферментативные процессы осахаривания крахмала в тесте, т. е. сахарообразующая способность муки, под которой подразумевается способность муки образовывать при определенных условиях мальтозу. Эта способность зависит от двух факторов: от активности амилолитических ферментов и их вида; от состояния крахмала муки.

В нормальном зерне пшеницы, ячменя и других злаков находится только β-амилаза, отщепляющая с концов глюкозидных цепей мальтозу без разрушения остатков молекулы крахмала.

Крахмальные зерна муки в нативном состоянии поддаются осахариванию β-амилазой с очень большим трудом.

Количества β-амилазы, находящейся в муке из нормального зерна, вполне достаточно, чтобы обеспечить осахаривание всего крахмала. Поэтому осахаривание крахмала лимитируется его состоянием, а не количеством фермента. Скорость расщепления крахмала амилазой, его податливость действию амилазы или его атакуемость увеличивается с уменьшением размеров крахмальных зерен, т. е. с увеличением их относительной поверхности. Атакуемость крахмала резко возрастает также при механическом нарушении структуры крахмальных зерен, при их длительном перетирании в ступке или при слишком длительном помоле зерна. Наиболее сильное действие оказывает амилаза на оклейстеризованный крахмал.

α-Амилаза, присутствующая в муке из проросшего зерна, по характеру действия на крахмал отличается от β-амилазы. Расщепляя внутренние связи углеводной цепочки, α-амилаза гидролизует молекулу крахмала на значительное количество частиц декстринов низкой молекулярной массы; количество же образующейся при этом мальтозы и глюкозы незначительно.

Продукты гидролиза крахмала α-амилазой — декстрины — являются хорошим субстратом для воздействия β-амилазы; осахаривание их протекает во много раз интенсивнее, чем нативного крахмала. Поэтому мука из проросшего зерна (солоделая) обладает повышенной сахарообразующей, а следовательно, и газообразующей способностью; такая мука называется «слабой на жар», так как хлеб из нее имеет темноокрашенную корку. Мякиш хлеба из такой муки получается чаще всего липким, заминающимся. Мука же с пониженной сахарообразующей способностью известна под названием «крепкая на жар»; хлеб из нее не румянится даже при повышенной температуре пекарной камеры.

Недостаточное количество сахаров в тесте приводит в этом случае к замедлению выделения CO_2, тесто плохо подходит и хлеб получается малого объема. В качестве улучшителя для такой муки можно использовать заварки, солод, солодовые экстракты, препараты амилазы плесневых грибов и бактерий.

Увеличению газообразующей способности будет также способствовать интенсивное измельчение муки.

Для улучшения качества хлеба из муки с повышенной активностью α-амилазы применяется повышение кислотности закваcок, опар и теста путем добавления заквашенного молочнокислыми бактериями затора или же добавления пищевой молочной кислоты, а также спелого теста.

Для оценки муки по газообразующей способности пользуются прямым и косвенным методами.

По прямому методу на приборе Яго — Островского определяется объем углекислого газа, выделенного при сбраживании теста в продолжение 5 *ч*.

В зависимости от количества выделенного углекислого газа мука I и высшего сортов оценивается следующим образом: менее 1300 *мл* — мука с низкой газообразующей способностью; от 1300 до 1600 *мл* — с нормальной; свыше 1600 *мл* — с высокой.

По косвенному методу (измененному методу Рамзей) определяется сахарообразующая способность, т. е. способность муки образовывать при определенных условиях мальтозу; выражают ее числом миллиграммов мальтозы, образовавшейся из 10 *г* муки за час настаивания с водой при $t=27°$ С.

Определение сахарообразующей способности косвенным методом сводится в основном к трем этапам: 1) ферментативное образование сахара из крахмала муки при определенных условиях в течение часа; 2) инактивация ферментов; 3) количественное определение сахара в вытяжке.

Определение сахара обычно производится двумя методами: перманганатометрическим (метод Бертрана) и иодометрическим. В зависимости от используемого метода определения сахара несколько изменяются условия инактивации ферментов в мучной суспензии.

Ферментативное образование сахара из крахмала муки. 10 *г* муки, взятые с точностью до 0,05 *г*, количественно переносят в мерную колбу на 100 *мл*. Колбу с мукой помещают на водяную баню или в термостат при $t=27°$ С на 10—15 *мин* для прогревания муки. Затем приливают пипеткой 50 *мл* воды температурой 27° С, хорошо размешивают и выдерживают в водяной бане ровно 1 *ч* при температуре 27° С, взбалтывая содержимое колбы через каждые 15 *мин*.

Инактивация ферментов. 1. В случае определения сахара по методу Бертрана.

После часового выдерживания в бане колбу вынимают, добавляют цилиндром 15 *мл* 6%-ного раствора сернокислой меди и 15 *мл* 1,25%-ного раствора едкого натра (реактив Барштейна), перемешивают и помещают на водяную баню при $t=45—50°$ С примерно на 30 *мин* для более полного осаждения белков

и инактивации ферментов. Затем колбу охлаждают до комнатной температуры, доводят объем смеси водой до метки, взбалтывают и фильтруют.

2. В случае определения сахара по иодометрическому полумикрометоду.

После часового выдерживания в бане колбу вынимают, добавляют цилиндром 15 *мл* 15%-ного $ZnSO_4$ и 15 *мл* 1 н. раствора NaOH, доводят водой до метки, хорошо взбалтывают в течение 3 *мин;* 3—5 *мин* отстаивают и фильтруют.

Количественное определение сахара. Перманганатометрический метод Бертрана. В методе Бертрана, основанном на редуцирующей (восстанавливающей) способности сахаров, в качестве восстанавливаемого реактива используется фелингова жидкость. Эта жидкость получается в результате смешения щелочного раствора сегнетовой соли с раствором сернокислой меди.

Сначала при сливании растворов образуется голубой осадок свежеосажденного гидрата окиси меди:

$$2NaOH + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2.$$

Затем выделившийся гидрат окиси меди реагирует с сегнетовой солью, при этом голубой осадок исчезает, а жидкость приобретает густой темно-синий цвет, характерный для готовой фелинговой жидкости. Медь присутствует здесь в виде комплексного иона окиси меди, нестойко связанного с углеродистым радикалом винной кислоты, замещая водород гидроксильных групп:

$$Cu(OH)_2 + \begin{matrix} HO-CH-COONa \\ HO-CH-COOK \end{matrix} = Cu\begin{matrix} O-CH-COONa \\ O-CH-COOK \end{matrix} + 2H_2O$$

При взаимодействии редуцирующего сахара с фелинговой жидкостью окись меди восстанавливается в закись, которая выпадает в осадок, сахар же подвергается окислению.

Взаимодействие между количеством редуцирующего сахара и количеством образующейся закиси меди не поддается строгому стехиометрическому выражению, так как в процессе окисления сахара часть его разрушается щелочью, а сама фелингова жидкость при нагревании частично разлагается с выделением закиси меди. Имеет значение также и окисляющее действие воздуха. Поэтому для количественного определения сахара пользуются специальными таблицами, составленными опытным путем, и проводят анализ в строго определенных условиях.

Если исследуемый сахар не восстанавливает фелингову жидкость (это обычно дисахариды, не содержащие свободного глюкозидного гидроксила), то его предварительно подвергают гид-

ролизу и в полученном продукте гидролиза после нейтрализации определяют содержание сахара обычным способом.

Образовавшуюся закись меди обрабатывают раствором сернокислой окиси железа или железо-аммониевых квасцов; она при этом растворится, окислившись до $CuSO_4$, а железо восстановится до закисного:

$$Cu_2O + Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 2FeSO_4 + H_2O.$$

Как видно из этого уравнения, количество образовавшегося закисного железа $FeSO_4$ эквивалентно окислившейся меди. Закисное сернокислое железо оттитровывают перманганатом, который в кислой среде окисляет железо в окисное:

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O.$$

Зная титр перманганата по меди, т. е. количество миллиграммов меди, соответствующее 1 *мл* $KMnO_4$, и умножив на него количество израсходованного перманганата, узнают количество восстановленной закиси меди, которую затем по табл. 2 переводят в миллиграммы сахара.

Пипеткой в коническую колбу на 150—200 *мл* отбирают 20 *мл* фильтрата, добавляют 20 *мл* 4%-ной сернокислой меди и 20 *мл* щелочного раствора сегнетовой соли, нагревают до кипения и кипятят ровно 3 *мин*, замечая время по песочным часам с момента начала кипения.

Жидкость в колбе должна после кипения оставаться синей, что указывает на избыток реактива Фелинга, в противном случае берут более разбавленный исследуемый раствор, но в количестве 20 *мл*.

Горячую жидкость после того, как закись меди осядет на дно, фильтруют через асбестовый фильтр в колбу для отсасывания, соединенную с насосом. Фильтрацию проводят осторожно, стараясь по возможности не переносить осадка на фильтр и предохранять его от окисления воздухом, для чего осадок всегда должен быть покрыт жидкостью. Осадок в колбе и на фильтре 3—4 раза промывают небольшими порциями горячей воды, декантируя через тот же асбестовый фильтр.

Окончив промывание, переносят воронку с фильтром на другую чистую отсасывающую колбу (или выливают содержимое и промывают тщательно, если нет второй колбы). В колбу с осадком быстро приливают для растворения 20 *мл* квасцов. Раствор сливают на фильтр, дают несколько минут постоять для растворения осадка на фильтре, а затем фильтруют. Колбочку и фильтр несколько раз промывают холодной водой до исчезновения кислой реакции. Полученный зеленоватый раствор в колбе для отсасывания титруют перманганатом до появления слаборозового окрашивания, не исчезающего в течение 1 *мин*.

Запись в лабораторном журнале

Количество израсходованного перманганата с известным титром по меди . . . . . *мл*
Количество восстановленной закиси меди . . . . . *мг*
Количество мальтозы в 20 *мл* фильтрата или в 2 *г* муки . *мг*
Количество мальтозы, образовавшейся из 10 *г* муки . . . . *мг*

Иодометрический полумикрометод

Этот метод основан на реакции восстановления окиси меди в жидкости Фелинга при взаимодействии ее с сахарами исследуемой жидкости. Количество сахара определяют по разности между количеством взятой окисной меди и оставшимся после взаимодействия с сахарами.

Окисную же медь определяют иодометрически: после прибавления иодистого калия и серной кислоты при индикаторе растворимом крахмале проводят титрование тиосульфатом натрия.

В колбочку емкостью 50 *мл* отмеривают микробюреткой или микропипеткой 3 *мл* вытяжки, 1 *мл* 6,9%-ного $CuSO_4$; 1 *мл* щелочного раствора сегнетовой соли (346 *г* сегнетовой соли +100 *г* NaOH в 1 *л* раствора).

Колбу ставят на плитку, кипятят 2 *мин* и охлаждают. Избыток окисной меди оттитровывают. В колбу вносят 1 *мл* 30%-ного иодистого калия и 1 *мл* 25%-ного H_2SO_4 и титруют выделившийся иод 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания. Затем прибавляют 3—4 капли 1%-ного растворимого крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски. Одновременно проводят контрольный опыт, беря вместо вытяжки 3 *мл* дистиллированной воды. Разность в результатах титрования, полученных при контрольном опыте и при определении сахара, умноженная на поправку к титру, показывает количество восстановленной меди, выраженное в *мл* 0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Желательно, чтобы разность в количестве миллилитров 0,1 н. раствора тиосульфата натрия *С* была в пределах 0,7—1,2.

Если анализируется более концентрированная вытяжка, то для анализа берут не 3 *мл*, а 1 или 2 *мл*, доводя их дистиллированной водой до 3 *мл*. Количество сахара во взятой вытяжке вычисляют путем умножения *С* на фактор пересчета на данный вид сахара, который равен: для глюкозы 3,3, для фруктозы 3,7, для сахарозы 3,4, для мальтозы 5,4.

Затем делают пересчет сахара на 10 *г* муки.

Описанными выше методами определяют не только сахара, образующиеся при ферментативном расщеплении крахмала, но и собственные редуцирующие сахара муки. Поэтому на них вводят поправку. Для этого 10 *г* муки для инактивации ферментов нагревают в колбе на 100 *мл* с 20 *мл* 96%-ного спирта на

Таблица 2

Определение сахаров по Бертрану

Количество сахара, *мг*	Восстанавливается меди, *мг*, если в растворе находится			Количество сахара, *мг*	Восстанавливается меди, *мг*, если в растворе находится		
	глюкоза	инвертный сахар	мальтоза		глюкоза	инвертный сахар	мальтоза
10	20,4	20,6	11,2	57	107,6	107,4	62,5
11	22,4	22,6	12,3	58	109,3	109,2	63,5
12	24,3	24,6	13,4	59	111,1	110,9	64,6
13	26,3	26,5	14,5	60	112,8	112,6	65,7
14	28,3	28,5	15,6	61	114,5	114,3	66,8
15	30,2	30,5	16,7	62	116,2	115,9	67,9
16	32,2	32,5	17,8	63	117,9	117,6	68,9
17	34,2	34,5	18,9	64	119,6	119,2	70,0
18	36,2	36,4	20,0	65	121,3	120,9	71,1
19	38,1	38,4	21,1	66	123,0	122,6	72,2
20	40,1	40,4	22,2	67	125,7	125,2	78,3
21	42,0	42,3	23,3	68	126,4	125,9	74,3
22	43,9	44,2	24,4	69	128,1	127,5	75,4
23	45,8	46,1	25,5	70	129,8	129,2	76,5
24	47,7	48,0	26,6	71	131,4	130,8	77,6
25	49,6	49,8	27,7	72	133,1	132,4	78,6
26	51,5	51,7	28,9	73	134,7	134,0	79,7
27	53,4	53,6	30,0	74	136,3	135,6	80,8
28	55,3	55,5	31,1	75	137,9	137,2	81,8
29	57,2	57,4	32,2	76	139,6	138,9	82,9
30	59,1	59,3	33,3	77	141,2	140,5	84,0
31	60,9	61,1	34,4	78	142,8	142,1	85,1
32	62,8	63,0	35,5	79	144,5	143,7	86,1
33	64,6	64,8	36,5	80	146,1	145,3	87,2
34	66,5	66,7	37,6	81	147,7	146,9	88,3
35	68,3	68,5	38,7	82	149,3	148,5	89,4
36	70,1	70,3	39,8	83	150,9	150,0	90,4
37	72,0	72,2	40,9	84	152,5	151,6	91,5
38	73,8	74,0	41,9	85	154,0	153,2	92,6
39	75,7	75,9	43,0	86	155,6	154,8	93,7
40	77,5	77,7	44,1	87	157,2	156,4	94,8
41	79,3	79,5	45,2	88	158,8	157,9	95,8
42	81,1	81,2	46,3	89	160,4	159,5	96,9
43	82,9	83,0	47,4	90	162,0	161,1	98,0
44	84,7	84,8	48,5	91	163,6	162,6	99,0
45	86,4	86,5	49,5	92	165,2	164,2	100,1
46	88,2	88,3	50,6	93	166,7	165,7	101,1
47	90,0	90,1	51,7	94	168,3	167,3	102,2
48	91,8	91,9	52,8	95	169,9	168,8	103,2
49	93,6	93,6	53,9	96	171,5	170,3	104,2
50	95,4	94,4	55,0	97	173,1	171,9	105,3
51	97,1	97,1	56,1	98	174,6	173,4	106,3
52	98,9	98,8	57,1	99	176,2	175,0	107,4
53	100,6	100,66	58,2	100	177,6	176,5	108,4
54	102,3	102,3	59,3				
55	104,1	104,0	60,3				
56	105,8	105,7	61,4				

водяной бане при $t=78°$С в течение 10 *мин*, затем повышают температуру до 100° С, выпаривают спирт и определяют сахар. Введение такой поправки целесообразно делать только для муки из проросшего зерна.

Сахарообразующая способность нормальной муки I и II сортов около 210—280 единиц. При более высоких ее значениях мука в большинстве случаев при обычном тестоведении дает хлеб с липким мякишем.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое газообразующая способность муки и какое влияние оказывает этот показатель на качество хлеба?
2. Понятие сахарообразующей способности муки и факторы, ее определяющие.
3. Способы определения газообразующей способности.
4. Примерные нормы для характеристики муки по газообразующей и сахарообразующей способности.
5. Какие могут быть использованы улучшители для муки с низкой газообразующей способностью?
6. Какие режимы работы можно рекомендовать при наличии муки с высокой газообразующей способностью?
7. В чем сущность методов определения сахаров?
8. Для чего применяется реактив Барнштейна?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АВТОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МУКИ

В целях отбраковки дефектной муки для внутризаводского контроля используется определение ее *автолитической активности*. Автолитической активностью муки называется ее способность образовывать водорастворимые вещества при прогреве водомучной болтушки.

Эта способность зависит от активности ферментов и податливости субстрата, на который они действуют. Имеющиеся в муке ферменты — амилолитические, протеолитические, липаза и другие — расщепляют высокомолекулярные вещества муки на простые соединения, растворимые в воде. Образующиеся при этом сахара, декстрины, водорастворимые белки, аминокислоты, глицерин, кислые фосфаты, минеральные соли и составляют основную массу водорастворимых веществ. Помимо этого, в состав водорастворимых веществ входят и нативные водорастворимые вещества муки, перешедшие в нее из зерна.

Повышенным содержанием водорастворимых веществ будет обладать мука с высокой активностью ферментов. Повышенная же активность ферментов, как правило, наблюдается в муке из проросшего или морозобойного зерна. Следовательно, этот показатель, косвенно характеризуя активность ферментов, дает возможность судить о состоянии зерна, из которого получена мука, а значит, и о ее технологических свойствах.

Содержание водорастворимых веществ для пшеничной муки нормального качества в процентах на сухое вещество должно быть равным: для высшего и I сорта 16, для II сорта 20, для обойной 25.

Более высокая автолитическая активность пшеничной муки может привести при обычном ведении технологического процесса к получению хлеба с липким заминающимся мякишем. Пониженное же содержание водорастворимых веществ свидетельствует о низкой атакуемости компонентов муки ферментами (крахмала, белков и др.).

Количество водорастворимых веществ зависит от выхода муки. Для образцов муки, полученных из одного и того же зерна, содержание водорастворимых веществ будет больше в муке большего выхода.

Значительно больше водорастворимых веществ содержит ржаная мука. Это обусловлено большим содержанием в ней собственных сахаров и водорастворимых белков, а также наличием более активных ферментов. Известно, что ржаная мука, даже нормальная, не солоделая, содержит α-амилазу. В связи с этим показатель автолитической активности для ржаной муки приобретает большое значение и служит показателем ее хлебопекарных свойств.

Автолитическая активность ржаной обойной муки по количеству водорастворимых веществ в процентах на сухое вещество оценивается следующим образом:

пониженная	до 40
нормальная	от 41 до 55
повышенная	от 56 до 65
резко повышенная	свыше 65

Согласно ГОСТ 9404—60 на методы испытания муки определение автолитической активности проводится в болтушке после клейстеризации и автолиза при постепенном прогреве в кипящей водяной бане.

Этот метод условный. На результаты определения большое влияние оказывают условия прогрева. В процессе нагревания активность ферментов возрастает, доходит до оптимума, затем наступает снижение активности ферментов до почти полной их инактивации. Поэтому для получения сравнимых результатов важно, чтобы ступенчатый прогрев во всех контрольных опытах был по возможности одинаковым. В связи с этим ГОСТом регламентируются размеры и материал стаканчиков, в которых проводится определение, размеры водяной бани, глубина погружения стаканчиков в гнезда бани, длительность проведения клейстеризации и другие условия.

Для анализа должны быть использованы фарфоровые стаканчики емкостью 50 *мл*, высотой 7 *см*, диаметром около 3,5 *см*

и массой 30—40 *г*. Баня берется обычно с электрическим обогревом, диаметр ее должен быть около 18 *см*, высота 10 *см*, емкость 1,5—1,8 *л*. Она снабжена крышкой с 6 гнездами, размеры которых соответствуют диаметру стаканчиков.

После погружения стаканчиков в гнезда уровень жидкости в них должен быть на 0,75—1 *см* ниже уровня воды в бане. Расстояние между дном бани и стаканчиками должно быть 2—3 *см*.

Техника определения. Во взвешенный на технических весах стаканчик со стеклянной палочкой, остающейся в нем в течение всего определения, отвешивают 1 *г* анализируемой муки с точностью до 0,01 *г*, добавляют 10 *мл* дистиллированной воды и тщательно перемешивают палочкой.

Стаканчики с пробами одновременно погружают в кипящую водяную баню. (Если анализируется меньше 6 проб, то в свободные гнезда вставляются стаканчики с 10 *мл* воды).

Первые 2—3 *мин* содержимое стаканчиков перемешивают палочкой три-четыре раза для равномерной клейстеризации крахмала муки, причем перемешивают одновременно в 2 стаканчиках. По окончании клейстеризации для предохранения от испарения воды стаканчики накрывают стеклянными воронками.

После 15-минутного прогрева от момента погружения все стаканчики одновременно вместе с крышкой вынимают из бани и в каждый из них немедленно вливают до 20 *мл* дистиллированной воды, энергично перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Затем содержимое стаканчика доводят на весах дистиллированной водой до 30 *г* с точностью до 0,01 *г*, для чего приходится долить около 0,2—0,5 *г* воды.

После тщательного перемешивания до появления пены содержимое стаканчика фильтруют через складчатый фильтр диаметром около 8 *см* из среднефильтрующей бумаги (по ГОСТ 7246—54).

Так как масса получается трудно фильтрующейся из-за своей вязкости, то на фильтр не рекомендуется переносить осадок. Первые 2 капли фильтрата отбрасываются, а последующие 2—3 капли стеклянной палочкой наносятся на призму рефрактометра.

Фильтрование проводят непосредственно перед рефрактометрированием.

По стандарту предусмотрено определение водорастворимых веществ с помощью прецизионного рефрактометра. Отсчет показаний должен быть проведен при 20° С; в случае отклонения от этой температуры вносится соответствующая поправка.

При отсутствии рефрактометра определяют содержание водорастворимых веществ массовым способом. Для этого содержимое стаканчика после охлаждения смывают дистиллированной водой в мерную колбу на 100 *мл*, тщательно взбалтывают и

доводят дистиллированной водой до метки. После фильтрации через беззольный фильтр отбирают 10 *мл* фильтрата в высушенную и взвешенную фарфоровую чашечку, выпаривают на водяной бане и затем высушивают при 105° С в течение 1 *ч* 15 *мин*. По разности в массе узнают о содержании водорастворимых веществ.

Результат выражают в процентах на 100 *г* абсолютно сухой муки. Расхождение между двумя параллельными определениями допускается до 3%.

Запись в лабораторном журнале

Показания рефрактометра или содержание водорастворимых веществ в фильтрате	
Содержание водорастворимых веществ в муке на воздушно-сухое вещество	
Содержание сухих веществ в муке	(100%—влажность в %)
Содержание водорастворимых веществ на 100 *г* абсолютно сухого вещества	

Вопросы для самопроверки

1. Что такое автолитическая активность муки?
2. Состав водорастворимых веществ муки и зависимость их содержания от выхода.
3. Какая связь между содержанием водорастворимых веществ и сахарообразующей способностью?
4. В чем условность метода?
5. Какие есть способы для определения количества водорастворимых веществ?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ «СИЛЫ» МУКИ

При оценке хлебопекарных свойств пшеничной муки значительное внимание уделяется комплексу ряда ее свойств, объединяемых общим понятием «сила» муки. Под «силой» муки понимают способность ее образовывать тесто, обладающее после замеса при последующем брожении, разделке и расстойке определенными физическими свойствами. По этому показателю пшеничная мука делится на три группы: «сильная», «слабая» и «средняя».

«Сильной» считается такая мука, которая способна при замесе теста нормальной консистенции поглощать относительно большое количество воды. Тесто из такой муки очень устойчиво сохраняет свои физические свойства (нормальную консистенцию, эластичность и сухость на ощупь) в процессе замеса и последующего брожения. «Сильная» мука, как правило, обладает высокой газоудерживающей способностью. Хлеб из такой муки хорошо сохраняет форму.

«Слабая» мука обладает противоположными свойствами.

При замесе она поглощает меньшее количество воды, чем сильная мука, тесто из нее к концу брожения становится мажущимся, в расстойке и при выпечке расплывается. Обладая пониженной газо- и формоудерживающей способностью, мука дает хлеб небольшого объема, а при выпечке на поду — расплывающийся.

«Средняя» по силе мука по свойствам теста занимает промежуточное положение между «сильной» и «слабой» мукой.

Таким образом, «сила» муки включает в себя понятие водопоглотительной, газоудерживающей и формоудерживающей способности.

«Сила» муки в основном обусловлена белково-протеиназным комплексом муки. В понятие этого комплекса входят:

1) белковые вещества, рассматриваемые как субстрат, на который действуют протеолитические ферменты;
2) протеолитические ферменты;
3) активаторы протеолиза.

Эти компоненты муки в их взаимодействии обусловливают интенсивность протеолиза, изменяющего состояние белковых веществ и в связи с этим физические свойства клейковины. Интенсивность протеолиза зависит от степени податливости белковых веществ действию протеолитических ферментов, от активности этих ферментов, действие которых заключается в основном в ухудшении физических свойств клейковины и усиливается в присутствии активаторов.

Свойствами типично «слабой» муки обладает мука из зерна, пораженного клопом-черепашкой. Слабое тесто может получиться и из муки удовлетворительного качества в том случае, если оно замешено на прессованных дрожжах, хранившихся длительное время. Такие дрожжи содержат большое количество восстановленного глютатиона, являющегося активатором протеолитических ферментов.

При работе на «слабой» муке следует создавать такие условия, которые способствовали бы сохранению нормальных свойств теста, т. е. применять более низкую температуру, давать укороченное время брожения или использовать улучшители окислительного действия.

«Сила» муки может быть определена по количеству и качеству клейковины. Под клейковиной понимают гидратированный белковый студень, получаемый при отмывании его водой из пшеничного теста.

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 пр.

В среднем клейковина состоит из следующих компонентов (в процентах на сухое вещество клейковины):

белковые вещества	80—85
жир	2—4
минеральные соли	1—2
клетчатка	1—2
углеводы (помимо клетчатки)	7—9

Кроме того, в состав клейковины входят ферменты муки, витамины и пр. Основную часть клейковины составляют белки (в основном глиадин и глютенин).

Содержание сырой клейковины в муке различных сортов регламентируется стандартом и должно составлять не менее: 28% для муки высшего сорта; 30% — I сорта; 25% — II сорта, 20% — обойной.

Физические свойства клейковины — ее эластичность, растяжимость — изменяются в широких пределах и в зависимости от влияния многих факторов. Прежде всего эти свойства являются наследственными сортовыми особенностями пшеницы. На свойства клейковины оказывают влияние условия произрастания, а также имеющее иногда место повышение температуры при хранении или искусственной сушке зерна.

Техника определения содержания сырой клейковины. 25 *г* муки, взвешенных с точностью до 0,1 *г*, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 13 *мл* водопроводной воды температурой 18±2 °С и замешивают шпателем тесто до его однородности. Приставшие к шпателю частички теста снимают ножом и присоединяют к куску теста, который затем хорошо промина-ют руками, скатывают в виде шара, кладут в ступку, накрывают стеклом во избежание заветривания и оставляют при 18± ±2 °С на 20 *мин*. Затем опускают тесто в тазик с 1—2 *л* воды температурой 18±2 °С и, разминая его пальцами, отмывают (без перерыва) крахмал и оболочки.

Промывную воду меняют 3—4 раза по мере накопления в ней крахмала и оболочек, процеживая ее через густое шелковое сито для улавливания частичек клейковины, которые присоединяются к общей массе клейковины. Когда большая часть крахмала будет отмыта и клейковина, сначала мягкая и рвущаяся, станет более связанной и упругой, разминание и промывание можно вести энергичнее до тех пор, пока промывная вода не перестанет быть мутной.

Допускается отмывать клейковину под слабой струей воды с температурой 18±2° С над густым ситом.

Для проверки конца отмывания из клейковины отжимают несколько капель на часовое стекло. Если капли не будут мутными и не дадут синей окраски с иодом, то промывание заканчивают. 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 двумя взвешиваниями будет менее 0,1 *г*. Полученное количество клейковины выражают в процентах к муке.

Допускаемое отклонение при контрольных и арбитражных определениях ± 2%.

Качественная оценка клейковины. Отмытую клейковину оценивают органолептически по ее цвету и по физическим свойствам. Цвет клейковины хорошей в хлебопекарном отношении муки — светлый или светло-желтый. Темная клейковина обычно отмывается из малоудовлетворительной в хлебопекарном отношении муки.

О физических свойствах судят по растяжимости и эластичности клейковины. Под растяжимостью клейковины понимают свойство клейковины растягиваться в длину. Растяжимость клейковины считается средней, если жгутик 4 *г* клейковины в течение 10 *мин* можно растянуть до разрыва на 10—20 *см*; большой — свыше 20 *см* и малой — не более чем на 10 *см*. Дифференциация эта условна.

Под эластичностью клейковины понимают ее способность постепенно почти полностью восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия.

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 качественную оценку клейковине дают не по ее эластичности, а по противоположному эластичности свойству — растяжимости.

Крепкая, способная к сопротивлению клейковина и в то же время в меру эластичная и связанная говорит о хорошей газоудерживающей способности данной муки. Наоборот, неэластичная клейковина, чрезмерно растяжимая, является верным показателем того, что мука, из которой она отмыта, является мукой «слабой», с пониженной газоудерживающей способностью и малоудовлетворительной в хлебопекарном отношении.

Свойства «слабой» и «сильной» клейковины после того, как ее отмыли из муки и положили в воду, не одинаковы. «Слабая» клейковина тотчас же после отмывания или даже при отмывании образует сплошной липкий комочек с большой растяжимостью. После нескольких часов отлежки такой клейковины под водой (30° С) она сильно расплывается, почти полностью теряет эластичность и способность сопротивляться растяжению. Очень слабая клейковина при этом превращается в липкую тянущуюся клееобразную массу.

«Крепкая» (сильная) клейковина тотчас после отмывания

обычно образует плохо слипающиеся отдельные дольки или сплошной упругий комочек губчатого строения. По мере отлежки под водой комочек клейковины приобретает однородное строение, растяжимость клейковины несколько увеличивается, а эластичность мало меняется. При хранении же муки клейковина становится крепче, что объясняется действием на клейковину ненасыщенных жирных кислот, освобождающихся в результате расщепления жира липазами, а также окислением некоторых компонентов белково-протеиназного комплекса.

После отмывания определяют: массу сырой и сухой клейковины, гидратационную способность или влагоемкость, под которой понимают способность клейковины поглощать то или иное количество воды по отношению к массе сухой клейковины.

Для определения массы сухой клейковины и ее гидратационной способности клейковину сушат при 155—160° С или в сушильном шкафу в течение 2 *ч* или на приборе ВНИИХП-ВЧ. С помощью этого прибора определение проводят следующим образом: в высушенные и взвешенные пакеты отвешивают по 5 *г* отмытой и отжатой клейковины, помещают их между плитами прибора, нагретыми до 160° С, и выдерживают при этой температуре 8—10 *мин*. Затем, охладив в эксикаторе, пакеты взвешивают.

Запись в лабораторном журнале

Масса пакета	*г*
Масса пакета с клейковиной до высушивания	*г*
Масса сырой клейковины	*г*
Масса пакета с клейковиной после высушивания	*г*
Масса сухой клейковины	*г*
Гидратационная способность	%
Выход сухой клейковины из 100 *г* муки	%

Качество клейковины оценивается еще различными объективными методами путем определения удельной растяжимости, расплываемости, величины K_{20} на пенетрометре, скорости ее истечения через пластометр.

Определение качества клейковины с помощью пластометра АВ-1. С помощью пластометра определяют скорость истечения (выпрессовывания) определенной навески клейковины через макрокапилляр прибора под давлением груза при строго определенной температуре воздуха и самой клейковины (схема пластометра дана на рис. 11). Чем сильнее клейковина, тем больше времени требуется для ее выпрессовывания.

Из отмытой и отжатой клейковины берут навеску клейковины 2 *г*, помещают ее в чашку с водой при температуре 20 °С и выдерживают ровно 30 *мин*. Затем переносят в капилляр и при помощи секундомера замеряют скорость истечения клейковины из прибора.

Ориентировочно по продолжительности истечения в секундах клейковину оценивают следующим образом:

очень слабая	до 30
слабая	30—60
средняя	60—90
сильная	90—120
очень сильная	более 120

Определение качества клейковины по ее удельной растяжимости на приборе УРК. Пластмассовый сосуд с четырьмя стеклянными цилиндрами, имеющими градуировку по высоте в сантиметрах, устанавливают в углубление деревянной подставки прибора и заполняют водой с температурой 30°С. Из отмытой и хорошо отжатой клейковины берут навеску 2,5 *г* и 10-кратным обмином формуют ее в шарик. Шарик клейковины прокалывают в центре двумя крючками. К нижнему крючку укрепляют гирьку, масса которой с крючком составляет 5 *г*. За верхний крючок клейковину подвешивают к крышке цилиндра и сразу же отмечают время начала наблюдений и положение нижнего края гирьки на шкале цилиндра. Окончанием опыта считают момент разрыва растянувшегося шарика клейковины или момент достижения гирькой дна цилиндра. В конце наблюдения отмечают время и положение гирьки на шкале. Зная длину в сантиметрах, на которую растянулась клейковина, и время проведения опыта, вычисляют удельную растяжимость, выражая ее в *см/мин*.

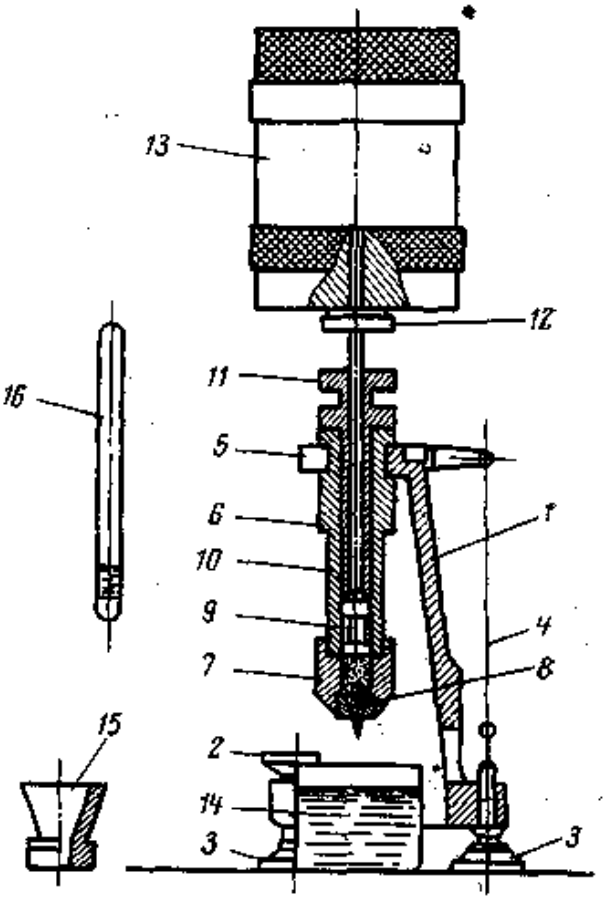


Рис. 11. Пластометр:

1 — станина; *2* — установочный винт; *3* — подпятник; *4* — отвес; *5* — прорезь в станине для установки шприца; *6* — корпус шприца; *7* — мундштучный наконечник шприца; *8* — выходное отверстие шприца; *9* — поршенек; *10* — шток; *11* — направляющая деталь; *12* — опорный диск для груза; *13* — груз; *14* — стаканчик; *15* — воронка; *16* — пестик.

При наличии крепкой клейковины, когда растяжение происходит крайне медленно, опыт прекращают через 30 *мин* при условии, если удельная растяжимость за этот период меньше чем 0,1 *см/мин*. При всех условиях продолжительность анализа не превышает 1 *ч*.

По удельной растяжимости клейковину ориентировочно подразделяют на следующие качественные группы:

1) крепкая или короткорвущаяся — с удельной растяжимостью 0,4 *см/мин;*

2) клейковина муки удовлетворительного качества — от 0,4 до 1,2 *см/мин;*

3) клейковина слабая, с большой растяжимостью — более 1,2 *см/мин.*

Вопросы для самопроверки

1. Понятие «силы» муки.
2. Характеристика муки «сильной» и муки «слабой».
3. Состав и свойства клейковины.
4. Как определить количество клейковины?
5. Какими физическими свойствами обладает клейковина?
6. Под действием каких факторов могут изменяться физические свойства клейковины?
7. Понятие белково-протеиназного комплекса пшеничной муки.
8. Как получить хороший хлеб из «слабой» муки?

Работа 10. АНАЛИЗ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

При производстве хлеба в качестве разрыхлителя теста применяют прессованные дрожжи, приготовленные на специальных дрожжевых заводах. Основным сырьем для выращивания дрожжей служит кормовая патока (меласса), являющаяся отходом свеклосахарного производства.

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 миллиардов 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 составляют главным образом углеводы: гликоген, клетчатка, гемицеллюлоза.

Большая часть азотистых веществ дрожжей является белками, на долю белковых веществ приходится около 80% всего азота дрожжей. Белки дрожжей полноценны, так как содержат все незаменимые аминокислоты.

Среди небелковых азотистых веществ дрожжей содержится трипептид глютатион. Глютатион в своем составе имеет сульфгидрильную 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 протеолиз его. 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_2O_5 и около 1/3 — на K_2O.

В состав дрожжевой клетки входят многие витамины и прежде всего — водорастворимые: B_1 (тиамин), B_2 (рибофлавин), B_6 (пиридоксин), витамин PP (никотиновая кислота), пантотеновая кислота, биотин (витамин H), инозит, фолиевая кислота. Кроме того, дрожжи содержат провитамин D, который при облучении ультрафиолетовыми лучами образует витамин D_2.

Дрожжевую клетку можно сравнить с очень сложным и своеобразным химическим производством, в котором протекает от 500 до 1000 различных реакций, обеспечивающих все ее жизненные отправления, получение необходимых веществ и энергии из окружающей среды. Во всех этих реакциях участвуют «узко специализированные» ферменты.

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

Состав дрожжей определяет их широкое применение как пищевого и кормового продукта. Использование дрожжей в виде белкового концентрата в животноводстве и птицеводстве имеет особо важное народнохозяйственное значение.

Благодаря содержанию различных витаминов дрожжи применяются для лечения ряда заболеваний (авитаминоз, фурункулез, диспепсия и т. д.).

Из дрожжей приготовляют различные лечебные препараты: (церевизин, зимин и др.), а также выделяют препараты нуклеиновых кислот, ферментов, которые используются для физиологических и биохимических исследований.

Оценку качества прессованных дрожжей проводят по средней пробе и распространяют ее на всю партию. Среднюю пробу оценивают по органолептическим и основным физико-химическим показателям, в соответствии с действующим государственным стандартом ГОСТ 171—63.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Цвет у нормальных по качеству дрожжей должен быть сероватый, с желтоватым оттенком. На поверхности бруска не должно быть темных пятен. На цвет влияет содержание красящих веществ в сусле, на котором выращивались дрожжи (меланоидины — красящие вещества карамели и др.). Темный оттенок дрожжам придают также металлические примеси в сусле — соли железа, меди.

Вкус и запах — свойственные дрожжам. Не допускается запах плесени и другие посторонние запахи.

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа определяются: влажность, кислотность, подъемная сила, стойкость дрожжей после выработки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРОЖЖЕЙ (СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД)

Влажность является одним из важных показателей качества дрожжей по своему влиянию на их сохранность. Чем выше влажность, тем дрожжи менее стойки при хранении. Влажность дрожжей, согласно действующему ГОСТу, не должна превышать 75%.

Для определения влажности 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 бюксе, снабженной крышкой. Высушивают дрожжи в сушильном шкафу при температуре 105° С до постоянной массы.

Первое взвешивание проводят через 4 *ч* после начала высушивания, последующие — через каждый час. Перед взвешиванием бюксу 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 отбрасывают; доли, равные 0,05 и более, округляют до 0,1. Влажность выражают в процентах.

Запись в лабораторном журнале

Масса бюкса . . . . . *г*
Масса бюкса с дрожжами до высушивания . . . *г*
Масса бюкса с дрожжами после высушивания . . *г*
Масса испарившейся влаги . . . . . *г*
Влажность . . . . . %

Стандартный метод определения влажности дрожжей сравнительно длителен, и в заводских лабораториях применяют два ускоренных метода.

Высушивание при повышенной температуре. Около 5 *г* измельченных дрожжей взвешивают на технических весах в предварительно высушенной и тарированной бюксе с крышкой. Дрожжи высушивают в сушильном шкафу в течение 1 *ч* при температуре 30° С, затем в течение 50 *мин* при температуре 130° С, после чего бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Высушивание в приборе ВНИИХП-ВЧ. 5 *г* дрожжей высушивают в приборе ВНИИХП-ВЧ при температуре 160—162° С в течение 7 *мин*. Устройство прибора, ход определения и форма записи приведены выше (см. стр. 16).

КИСЛОТНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ

Согласно ГОСТу кислотность дрожжей в момент выпуска с завода не должна превышать 120, а после 10 суток хранения или транспортировки при температуре от 0 до 4° С — 360 *мг* уксусной кислоты на 100 *г* дрожжей. Повышение кислотности прежде всего свидетельствует о зараженности дрожжей кислотообразующими бактериями.

Ход определения. 10 *г* дрожжей, отвешенных на технических весах в фарфоровой чашке, растирают с 50 *мл* дистиллированной воды и титруют 0,1 н. раствором NaOH в присутствии 3—5 капель 1%-ного раствора фенолфталеина. Титрование ведется до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение нескольких секунд. Кислотность выражают в миллиграммах уксусной кислоты в 100 *г* дрожжей.

Расчет. На нейтрализацию кислот в 10 *г* дрожжей пошло *а мл* 0,1 н. раствора NaOH. Количество уксусной кислоты, соответствующее 1 *мл* 0,1 н. раствора щелочи, равно 6 *мг*. Следовательно, в 10 *г* дрожжей содержится уксусной кислоты 6 *а мг*, а в 100 *г* дрожжей: $\frac{6a \cdot 100}{10}$ *мг*.

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

Из показателей качества дрожжей, предусматриваемых ГОСТом, наибольшее хлебопекарное значение имеют подъемная сила дрожжей и стойкость дрожжей при хранении.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ ДРОЖЖЕЙ

Под подъемной силой дрожжей подразумевается их способность разрыхлять и поднимать тесто. Чем быстрее дрожжи поднимают тесто, тем качество их считается выше.

На подъемную силу дрожжей оказывают влияние 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. 280 *г* пшеничной муки II сорта нормального качества помещают в термостат при 35° С на 2 *ч*. Затем отвешивают на технических весах (с точностью до 0,01 *г*) 5 *г* дрожжей, приготовляют 160 *мл* 2,5%-ного раствора чистой поваренной соли (35° С). В фарфоровую чашку с навеской дрожжей приливают 15—20 *мл* приготовленного раствора соли и с помощью стеклянной палочки дрожжи размешиваются до исчезновения комков, затем дрожжевую суспензию выливают в дежу лабораторной тестомесильной машины, делающей 135 *об/мин*. Оставшиеся в чашке дрожжи смывают солевым раствором в ту же дежу. Затем в дежу насыпают 280 *г* согретой муки, выливают оставшийся солевой раствор и пускают в ход месильную машину. Через 5 *мин* машину останавливают, вынимают из дежи тесто, придают ему форму батона, который переносят в железную формочку, также предварительно нагретую в термостате при температуре 35° С и смазанную растительным маслом.

Формочка представляет собой в продольном и поперечном разрезах трапеции следующих размеров: верхние основания — 14,3 и 9,2 *см*, нижние — 12,6 и 8,5 *см*, высота — 8,5 *см*.

На длинные борта навешивают поперечную металлическую перекладину, входящую в форму на 1,5 *см*. Форму переносят в термостат с постоянной температурой 35° С и замечают время.

При отсутствии лабораторной тестомесильной машины замес теста производят вручную.

Показателем подъемной силы дрожжей служит продолжительность подъема теста в минутах, прошедших от момента внесения теста в форму до момента встречи его с перекладиной, т. е. подъем теста примерно на 70 *мм*.

Хорошие дрожжи поднимают тесто за 60—65 *мин*. В соответствии с требованиями ГОСТа подъемная сила дрожжей не должна превышать 75 *мин*. Допускается реализация дрожжей

с более высокой подъемной силой: до 85 *мин* — для переработки их в качестве сырья витаминной и других отраслей промышленности и до 100 *мин* — для кормовых целей.

Запись в *лабораторном журнале*

Время внесения теста в форму . . . . . .
Время прикосновения теста к нижнему краю перекладины . . .
Быстрота подъема теста (подъемная сила дрожжей) . . . . . .

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

Определение подъемной силы по скорости всплывания шарика теста. 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° С), который затем помещают в термостат (32° С).

Показателем подъемной силы дрожжей считают количество минут, прошедших с момента опускания шарика теста в воду до момента его всплывания. Всплывание происходит тем скорее, чем быстрее увеличивается объем в результате накопления углекислого газа дрожжами. Плотность свежезамешенного теста — около 1,4. 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*, дрожжи считаются неудовлетворительного качества.

Запись в *лабораторном журнале*

Время опускания шарика в воду . . . . . .
Время всплывания шарика . . . . . .
Подъемная сила дрожжей . . . . . .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТИ 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). Согласно требованиям действующего ГОСТа дрожжи должны

выдерживать хранение при температуре от 0 до +4° С в течение 10 суток.

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° С. В течение 10 суток ежедневно отмечаются органолептические показатели, а через 10 дней определяется кислотность дрожжей.

Второй метод используется в лаборатории хлебозавода и является ускоренным.

Ускоренный метод. Завернутую в бумагу пачку дрожжей весом 0,5—1,0 *кг* хранят в термостате при температуре 35° С до их размягчения. Время в часах, прошедшее от момента помещения дрожжей в термостат до их размягчения, характеризует стойкость дрожжей. Стойкость хороших дрожжей должна быть не менее 40 *ч*. Дрожжи считаются неполноценными и непригодными для дальних перевозок, если размягчаются раньше. Стойкие дрожжи сохраняются без размягчения более 100 *ч* — они высыхают.

Иногда стойкость прессованных дрожжей определяют по изменению их подъемной силы. Стойкость и подъемную силу дрожжей определяют из одной пачки. Две навески дрожжей по 5 *г* помещают в маленькие тигли, один из которых ставят в термостат при 35° С, другой в холодильную камеру (контроль). Через 24 *ч* определяют подъемную силу дрожжей стандартным методом. Для дрожжей с хорошей стойкостью ухудшение подъемной силы термостатной пробы не должно превышать 20 *мин*.

При более глубоком и полном контроле прессованные дрожжи подвергают микробиологическим и химическим анализам, а также анализам, характеризующим их биологическое состояние.

Биологическое состояние дрожжей характеризуется мальтазной активностью, осмочувствительностью, содержанием глютатиона.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЬТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ

Для получения хлеба хорошего качества — с соответствующим объемом и хорошо разрыхленным мякишем — необходимо, чтобы при расстойке и в начале выпечки брожение шло энергично.

На практике встречаются дрожжи, которые, обладая хорошей подъемной силой по стандарту, плохо поднимают тесто в последний период брожения и при расстойке. Этому факту имеется такое объяснение. Содержащиеся в тесте сахара (собственные — сахароза, глюкоза, фруктоза и образующаяся при ферментативном гидролизе крахмала мальтоза) сбраживаются дрожжами различно. Очень легко сбраживается глюкоза и

фруктоза. Сахарозу и мальтозу дрожжи могут использовать только после предварительного гидролиза на моносахара. Сахароза сразу же после замеса теста полностью расщепляется сахаразой муки и дрожжей; в первые 2—3 *ч* брожения сбраживаются практически все собственные сахара. В конце брожения и при расстойке накапливается мальтоза, которая расщепляется мальтазой дрожжей на две молекулы глюкозы. При недостаточной активности мальтазы дрожжей гидролиз мальтозы приостанавливается и недостаток сбраживаемых сахаров приводит к замедлению газообразования при расстойке, а следовательно, и к плохому подъему теста на этой стадии. При плохой мальтазной активности дрожжей увеличивается продолжительность расстойки и снижается пористость и объем хлеба. Поэтому для того, чтобы всесторонне судить о качестве прессованных дрожжей с точки зрения разрыхления теста, рекомендуется наряду с проверкой подъемной силы по стандарту определить также мальтазную активность дрожжей.

Метод Ройтера И. М. К суспензии, приготовленной из 1 *г* дрожжей и 40 *мл* водопроводной воды, добавляют 30 *мл* 10%-ного раствора мальтозы и замеряют время, в течение которого выделится 20 *мл* углекислого газа. Об объеме CO_2 судят по количеству машинного масла, вытесненного в бюретку образующимся углекислым газом.

Примерные нормы величины мальтазной активности дрожжей (в *мин*):

хорошая	85—110
удовлетворительная	110—160
плохая	*выше 160*

ОСМОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

Осмочувствительность — это свойство прессованных дрожжей снижать бродильную активность в средах с повышенным осмотическим давлением. Осмочувствительные хлебопекарные дрожжи медленнее поднимают тесто с повышенным содержанием сахара или соли. Метод определения осмочувствительности основан на сравнительной оценке подъемной силы в тесте без соли и с повышенным содержанием соли.

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° С и тщательно, но осторожно размешивают стеклянной палочкой в фарфоровой чашке. К полученной дрожжевой взвеси добавляют от 6,5 до 7,5 *г* (в зависимости от влажности) пшеничной муки II сорта и, быстро замесив тесто, придают ему форму шарика, подъемную силу которого определяют по методу всплывания (см. стр. 69).

Ко второй навеске добавляют 4,8 *мл* 3,35%-ного раствора поваренной соли, нагретого до 35° С, и далее поступают так же, как с первой навеской.

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

Примерные нормы величины осмочувствительности прессованных дрожжей (в *мин*):

хорошая	1—10
удовлетворительная	10—20
плохая	свыше 20

* * *

При микробиологическом анализе дрожжей определяют процентное соотношение сахаромицетов, посторонних дрожжевых грибков и бактерий.

При химическом анализе обычно определяют содержание золы, фосфорного ангидрида и общего азота.

Вопросы для самопроверки

1. Химический состав прессованных дрожжей.
2. Какими показателями характеризуется качество прессованных дрожжей?
3. Какими методами определяется влажность дрожжей? Значение этого показателя.
4. Каким методом определяется кислотность дрожжей, в чем она выражается?
5. Какими методами определяется подъемная сила дрожжей? Факторы, влияющие на этот показатель и его значение.
6. От чего зависит стойкость дрожжей при хранении и какими методами она определяется?
7. Как определяется мальтазная активность дрожжей? Значение этого показателя.
8. Что такое осмочувствительность дрожжей и как она определяется?

Работа 11. АНАЛИЗ КРАСНОГО РЖАНОГО СОЛОДА

Солодом называется проросшее зерно, подвергнутое специальной дополнительной обработке.

В пивоваренной промышленности, являющейся основным потребителем солода, применяется два его вида: светлый и темный солод. К последнему виду относится и красный солод, применяемый в хлебопечении и квасоварении. Светлый (или белый) солод обычно называют еще активным солодом, так как он со-

держит активные протеолитические и амилолитические ферменты. Вырабатывается он главным образом из ячменя. Используется активный солод не только в пивоварении, но и в спиртовом, крахмало-паточном и хлебопекарном производствах как источник амилолитических ферментов для осахаривания крахмала. В СССР в хлебопечении белый солод применяется как улучшитель муки с низкой сахарообразующей способностью, а также для осахаривания мучных заторов при получении жидких дрожжей и при производстве некоторых сортов хлеба.

При получении белого солода зерно замачивается, проращивается и высушивается при сравнительно невысокой температуре, чтобы сохранить в активном состоянии ферменты.

Красный ржаной солод в отличие от белого солода после проращивания имеет еще стадию томления, обусловливающую специфический аромат, вкус и цвет красного солода. Ржаной солод сушится при повышенной температуре (до 100° С в самом зерне).

В процессе томления и сушки ферменты в красном солоде почти полностью инактивируются, поэтому его называют еще неактивным солодом. Применяется этот вид солода как вкусовая и ароматическая добавка в хлебопечении и при производстве хлебного кваса. В качестве ценного улучшителя красный солод входит в рецептуру следующих русских национальных сортов изделий: хлеб ржаной заварной — 3%, хлеб московский — 5%, хлеб бородинский — 5%, хлеб чайный — 2,5%, булки с изюмом — 2%, хлеб карельский — 5%, хлеб любительский в целлофане — 9,5%. Хлеб, выпеченный с добавлением красного солода, имеет более темный мякиш, более сладкий вкус и приятный аромат.

Вещества, обусловливающие специфический цвет, приятный вкус и аромат красного солода, образуются в стадиях его томления и в первый период процесса сушки. Во время томления и сушки происходят реакции взаимодействия между аминосоединениями (аминокислоты, пептиды) и углеводами (мальтоза, глюкоза, фруктоза), в результате которых образуются темноокрашенные вещества (меланоидины) и ароматическая фракция (фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегид, изовалерьяновый альдегид, метилглиоксоль и другие ароматические вещества). Из них особенно оксиметилфурфурол обладает приятным специфическим медовым запахом.

Согласно ВТУ качественная оценка ржаного красного солода проводится двумя способами: органолептически и методами физико-химического анализа.

Органолептически определяют в солоде цвет, вкус и запах. Методами физико-химического анализа в солоде определяют: влажность, экстрактивность, кислотность, цветность и крупноту помола.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОЛОДА

ВЛАЖНОСТЬ

Влажность солода определяют стандартным методом высушивания определенной навески солода, взятой из средней пробы (см. стр. 15).

Результаты даются в процентах. Влажность красного солода не должна превышать 10%, поскольку он богат экстрактивными веществами, являющимися прекрасной питательной средой для бактерий. Поэтому при повышенной влажности в солоде легко могут начаться бактериальные процессы со всеми отрицательными последствиями для качества солода.

ЭКСТРАКТИВНОСТЬ

Под экстрактивностью солода понимают содержание в нем водорастворимых веществ. Последние представлены в основном углеводами и в меньшей степени другими соединениями (*продуктами расщепления белков, минеральными солями и др.*). Из углеводов в экстрактивных веществах солода имеются: декстрины, мальтоза, глюкоза, фруктоза, сахароза и др.

Солод при всех прочих равных условиях считается тем лучше, чем выше его экстрактивность. В красных солодах экстрактивность лежит в пределах 38—50%. Низкое содержание экстрактивных веществ свидетельствует о неправильной технологии приготовления солода и отрицательно сказывается на его качестве (вкусе, аромате). Помимо влияния на вкус экстрактивные вещества солода несколько задерживают процесс черствения хлеба.

Техника определения. 10 *г* солода (точность взвешивания 0,05 *г*) помещают в круглую плоскодонную колбу (150—200 *мл*) с хорошо пригнанной пробкой (*можно для этого применять молочную бутылку*); добавляют с помощью пипетки 100 *мл* дистиллированной воды и настаивают в течение 15 *мин*, взбалтывая три раза по 1 *мин* с интервалом в 5 *мин*, и фильтруют через сухой фильтр в сухую колбу. В фильтрате определяют содержание экстрактивных веществ по сухому остатку или рефрактометрически (при 20° С). Экстрактивность выражают в процентах с пересчетом на абсолютно сухое вещество солода.

Определение экстрактивности по сухому остатку. В две предварительно высушенные и взвешенные на аналитических весах стеклянные бюксы переносят пипеткой по 10 *мл* солодового экстракта. Бюксы помещают на кипящую водяную баню для испарения воды (*примерно на 20 мин*), после чего проводят высушивание при 100—105° С в течение часа. Высушенные бюксы охлаждают в эксикаторе (20 *мин*) и взвешивают на аналитических весах с точностью до третьего знака.

Согласно нормам ВТУ экстрактивность должна быть не менее 38%.

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы с высушенным экстрактом	*г*
Масса сухой бюксы	*г*
Масса сухого остатка	*А г*
Количество экстрактивных веществ в 100 *г* воздушно-сухого солода	100 *А*
Экстрактивность в процентах на абсолютно сухое вещество солода	

Определение экстрактивности по рефрактометру. Для ускорения определения экстрактивных веществ солода, перешедших в водную вытяжку, можно применять прецизионный рефрактометр. После проверки прибора по дистиллированной воде вводят между призмами 2—3 капли полученной вытяжки из солода. Показания прибора следует брать как среднее из двух-трех замеров. По прилагаемой к прибору таблице перевода показаний рефрактометра находят выражение экстрактивных веществ в процентах. Полученные результаты пересчитывают на 100 *г* абсолютно сухого солода.

КИСЛОТНОСТЬ

В процессе проращивания и томления солода происходит заметное нарастание в нем кислот и кислореагирующих веществ. Ряд наблюдений показывает, что высокая кислотность солода положительно влияет на образование его окраски во время сушки. На показателе кислотности хлеба кислотность солода сказывается незначительно. Выражается кислотность солода в градусах Неймана, т. е. в миллилитрах нормального раствора щелочи, пошедшего на нейтрализацию водорастворимых кислот и кислореагирующих веществ в 100 *г* абсолютно сухого вещества солода.

Примечание. Определение кислотности можно производить в вытяжке, приготовленной для определения экстрактивности солода.

Определение кислот и кислореагирующих веществ в солодовой вытяжке можно проводить двумя способами: обычным титрованием 2,5 *мл* вытяжки, разбавленной 50 *мл* дистиллированной воды (если она сравнительно мало окрашена), при индикаторе фенолфталеине или электрометрически (при темноокрашенной вытяжке).

Электрометрическое титрование. Если два раствора с неодинаковой концентрацией водородных ионов соединить в гальваническую цепь (рис. 12), то при помощи чувствительного гальванометра в такой цепи можно обнаружить ток. Стрелка гальванометра тем сильнее будет отклоняться от нулевого положе-

ния, чем больше будет разность потенциалов этих растворов, которая, в свою очередь, зависит от разности концентрации Н-ионов в этих растворах. По мере выравнивания ионной концентрации сила тока в цепи будет уменьшаться и, наконец, наступит момент, когда э. д. с. в цепи станет равной нулю (стрелка гальванометра при замыкании остается неподвижной).

Для определения титруемой кислотности процесс нейтрализации ведут до момента выравнивания потенциалов (концентрации Н-ионов) испытуемого раствора и электрода сравнения. В данном случае титрование заканчивается, когда в испытуемой вытяжке pH становится равным примерно 8,2. При этой концентрации водородных ионов индикатор фенолфталеин, употребляемый при стандартном методе, меняет свою окраску.

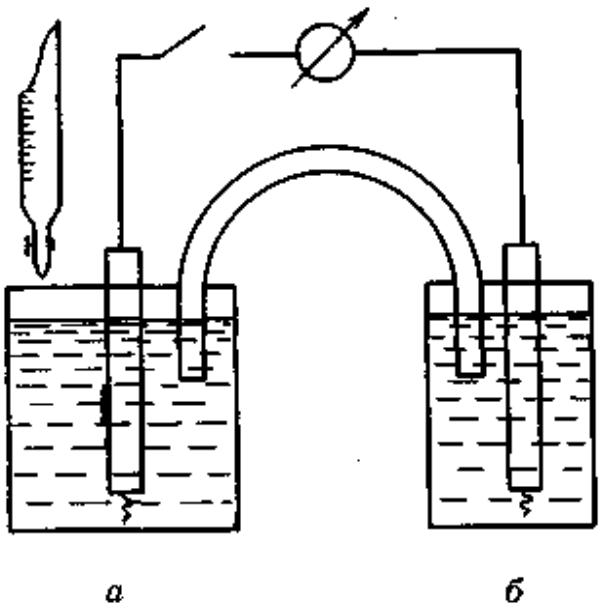


Рис. 12. Схема прибора для электротитрования.

При титровании таким методом встречаются следующие затруднения.

1. Возникающая в цепи э. д. с. незначительна, гальванометр недостаточно чувствителен; поэтому при титровании стрелка гальванометра отклоняется недостаточно четко, особенно в конце титрования, когда разница в pH приближается к 0. Может наступить такой момент, когда стрелка гальванометра уже не отклоняется, а некоторая разница в концентрации водородных ионов еще существует. Благодаря этому возможно получение неточных результатов при титровании.

2. В момент титрования при приливании каждой порции щелочи pH испытуемого раствора непрерывно меняется. Соответственно изменению pH должен меняться и потенциал электрода в растворе. Однако потенциал, соответствующий данному pH, устанавливается только через несколько минут. Поэтому процесс титрования значительно удлиняется и может продолжаться 25—30 *мин.*

Для того чтобы устранить перечисленные недостатки, растворы (испытуемый и электрод сравнения) насыщают хингидроном. В присутствии хингидрона, с одной стороны, при той же разнице pH увеличивается разность потенциалов, увеличивается э. д. с. в цепи и, следовательно, сильнее отклоняется стрелка гальванометра. С другой стороны, в присутствии хингидрона потенциал изменяется почти мгновенно после изменения pH среды. Поэтому титрование ускоряется и занимает всего лишь

2—3 *мин*. Прибор для электрометрического титрования состоит из двух химических стаканчиков, агарового сифона, двух платиновых электродов, чувствительного гальванометра, ключа-выключателя и звонковой проволоки.

Техника электротитрования. В стаканчик *а* пипеткой вносят 50 *мл* солодового фильтрата и погружают в него платиновый электрод. В другой стаканчик *б* наливают насыщенный раствор KCl и подщелачивают 2—3 каплями 0,02 н. раствора щелочи до pH 8,2. В этот раствор также опускают платиновый электрод. Оба стаканчика соединяют агаровым сифоном, представляющим собой стеклянную трубочку, заполненную 3%-ным агаровым раствором, приготовленным на насыщенном растворе хлористого калия.

Клеммы электродов в обоих стаканах присоединяют (через ключ-выключатель) к гальванометру. В каждый стаканчик вносят на кончике ножа немного (0,01—0,02 *г*) хингидрона и тотчас же титруют испытуемый раствор 0,1 н. раствором щелочи при постоянном размешивании. Периодически замыкают цепь и наблюдают за положением стрелки гальванометра. По мере нейтрализации раствора стрелка все менее отклоняется и при полной нейтрализации остается неподвижной. Лишняя капля щелочи вызовет отклонение стрелки, но уже в обратную сторону.

Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшее на титрование солода в 100 *мл* вытяжки . . . . . *мл*
Количество нормальной щелочи на 100 *г* воздушно-сухого солода . . . . . *мл*
Кислотность солода в ° (в расчете на сухое вещество солода) . . . . . .

По нормам ВТУ кислотность красного солода не должна превышать 40°.

ЦВЕТНОСТЬ

Для качества хлеба важное значение имеет не только экстрактивность, но и показатель цветности солода. От цветности солода зависит окраска мякиша ржаного заварного хлеба. Кроме того, высокая цветность (при правильной технологии приготовления солода) обычно соответствует высокому содержанию ароматических веществ.

Техника определения. 5 *г* солода (взятые с точностью до 0,01 *г*) кипятят в конической колбе с 200—300 *мл* дистиллированной воды в течение 10 *мин* с момента начала кипения. После охлаждения до комнатной температуры солодовую вытяжку количественно переносят в мерную колбу емкостью 500 *мл*, доливают колбу дистиллированной водой до метки, содержимое

хорошо перемешивают и фильтруют. В стаканчик берут пипеткой 25 *мл* фильтрата и 75 *мл* дистиллированной воды, после чего жидкость перемешивают стеклянной палочкой.

В другой точно такой же стаканчик отмеривают 100 *мл* воды и добавляют по каплям из микробюретки 0,1 н. раствор иода до одинаковой окраски.

Расхождение между повторными определениями не должно превышать 0,1 *мл* 0,1 н. раствора иода. Цветность выражают в миллилитрах нормального раствора иода на 100 *г* абсолютно сухого солода. Согласно ВТУ цветность должна быть не менее 17 *мл* нормального раствора иода на 100 *г* сухого вещества.

Запись в лабораторном журнале

Количество солода, соответствующее 25 *мл* фильтрата . . *г* (*а*)
Количество 0,1 н. раствора иода, соответствующее *а г* солода . . . . . *мл*
Количество 1 н. раствора иода, соответствующее 100 *г* солода . . . . . *мл*
Цветность в *мл* 1 н. раствора иода на 100 *г* сухих веществ солода . . . . . .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУПНОСТИ ПОМОЛА

Из среднего образца берут 100 *г* размолотого солода и помещают его на сито № 0,85. Проход солода после 10-минутного просеивания должен быть полным.

Точность выражения результатов по анализу красного солода

По влажности доли до 0,5 включительно отбрасывают, а доли свыше 0,5 приравнивают к единице.

По кислотности, экстрактивности и цветности — доли до 0,25 включительно отбрасывают, доли от 0,25 до 0,75 приравнивают к 0,5, а свыше 0,75 — к единице.

Вопросы для самопроверки

1. Какие виды солода вырабатываются в СССР?
2. В чем заключаются основные отличия красного солода от белого?
3. Какие вещества образуются в процессе томления красного солода?
4. Какие изделия получают в СССР с добавлением красного солода?
5. Какими методами определяются кислотность, влажность, экстрактивность и цветность красного солода и в каких единицах выражают эти показатели?
6. Какие требования предъявляются ВТУ к отдельным показателям качества солода?

Работа 12. АНАЛИЗ МОЛОКА

Молоко по своей физической структуре представляет собой полидисперсную систему, в которой часть компонентов находится в виде истинных растворов (минеральные соли, сахара),

другая часть в коллоидном состоянии (белки), третья — в виде эмульсии или суспензии (жир). Молоко является очень ценным пищевым продуктом благодаря наличию всех необходимых для питания организма веществ в хорошо усвояемой форме.

Состав молока колеблется в значительных пределах и зависит от породы животного, его возраста, времени и способа дойки, длительности лактационного периода и многих других причин.

Средний состав молока в %.

	Пределы	В среднем
Вода	83—89	87,0
Азотистые соединения	2—5	3,3
В том числе:		
казеиноген	2—4	2,7
альбумин	0,2—0,6	0,4
глобулин и другие азотистые соединения	0,05—0,2	0,2
Молочный сахар	4—5,5	4,7
Жир	2,8—6	3,9
Зола	0,6—0,85	0,7

В молоке содержатся витамины А, С, D, Е и витамины группы В.

Содержание витаминов А, D, Е повышается в молоке летнего удоя.

Содержание же витамина С, по данным отдельных исследователей, повышается в молоке зимнего удоя и с кормами не связано. Не влияет корм и на содержание витаминов B_1, B_2, PP.

В составе молока обнаружено большое число ферментов: каталаза, амилаза, лактаза, протеаза, липаза и др., а также иммунные тела. Бактерицидное действие иммунных тел проявляется только в свежевыдоенном молоке (2—3 первых часа).

Все вещества, входящие в состав молока, очень ценны для организма человека.

Жир молока хорошо усваивается, так как находится в молоке в виде тонкодисперсной эмульсии или суспензии. Наличие в составе жира молока ненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой и др.), а также жирных кислот с короткой углеводородной цепочкой (миристиновой, лауриновой, масляной и др.) придает жиру молока свойство легкоплавкости. Температура плавления жира молока ниже температуры тела человека. Высокая биологическая ценность молочного жира связана также с относительно большим содержанием в нем жирорастворимых витаминов.

В молоке содержатся фосфатиды лецитин и кефалин, относящиеся к группе фосфолипидов, близких к жирам. Фосфатиды, входя в состав оболочек жировых шариков, придают стойкость эмульсии жира в молоке. Фосфатиды, особенно лецитин, имеют большое значение для животного организма: они участвуют

в клеточном обмене, способствуют росту организма, влияют на процесс кроветворения, на работу сердечной мышцы.

Белки молока полноценны и хорошо усвояемы. Их полноценность обусловливается содержанием в составе всех незаменимых аминокислот, необходимых для образования белков организма человека.

Сахар в молоке представлен лактозой или молочным сахаром. Молочный сахар, в отличие от других сахаров, сбраживается лишь теми дрожжами, которые содержат лактазу, и поэтому полнее усваивается. Лактоза является хорошей средой для развития молочнокислых бактерий, которые продуктами своей жизнедеятельности как бы дезинфицируют пищеварительный тракт организма. Образующаяся в результате расщепления лактозы галактоза входит в состав веществ нервной и мозговой ткани.

Минеральные вещества молока в основном состоят из фосфорнокислых и хлористых солей кальция, магния, калия и натрия. По сравнению с другими пищевыми продуктами молоко является самым богатым источником кальция. Фосфор и кальций в молоке содержатся в легкоусвояемой форме и особенно необходимы для растущего организма, так как расходуются главным образом на образование костных тканей.

Оценка качества молока проводится как органолептически, так и методами физико-химического анализа. Отбор пробы молока для анализа и подготовка ее к анализу осуществляются по ГОСТ 3622—57.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОЛОКА

Определение внешнего вида. При определении внешнего вида обращают внимание на однородность консистенции и отсутствие осадка. Однородность консистенции устанавливают при перемешивании молока, а наличие осадка — осмотром дна тары.

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ МОЛОКА (ГОСТ 3625—47)

Плотность характеризует состав молока, соотношение основных составных частей его. Определение плотности проводят при помощи лактоденсиметра (ареометра для молока). Температура

молока в момент определения должна быть в пределах 10—25° С.

Тщательно перемешанное молоко осторожно, во избежание образования пены, наливают по стенке в цилиндр, держа его в слегка наклонном положении. Сухой лактоденсиметр медленно погружают в молоко до деления 1,030, после чего его оставляют свободно плавать. Прибор не должен касаться стенок цилиндра.

Отсчет показаний температуры и плотности проводят приблизительно через одну минуту после остановки лактоденсиметра. Отсчет плотности проводят по верхнему мениску с точностью до 0,0005, а отсчет температуры с точностью до 0,5° С.

Если молоко в момент определения имело температуру выше или ниже 20° С, то к показанию лактоденсиметра надо внести поправку, пользуясь табл. 3. В таблице плотность молока выражена в градусах лактоденсиметра. Градус лактоденсиметра — это число, показывающее сотые и тысячные доли плотности. Для получения градуса от величины плотности отбрасываются первые две цифры.

По вертикальной графе находят плотность, соответствующую показанию лактоденсиметра, а по верхней горизонтальной строке — температуру, при которой произведен отсчет. Точка пересечения будет соответствовать плотности исследуемого молока при 20 °С.

Пример. Показание лактоденсиметра 1,0305, или в градусном исчислении 30,5. Температура молока 16° С. Внося поправку [1], получают плотность молока при 20° С, равную 1,0295 (29,5 градуса лактоденсиметра).

Плотность цельного молока лежит в пределах 1,027—1,032. Разбавление молока водой приводит к уменьшению плотности приблизительно на 0,003 на каждые 10% прибавленной воды.

Снятое молоко обладает большей плотностью, чем не снятое (1,033 — 1,037), за счет меньшего содержания в нем жира и относительно большего содержания солей.

Запись в лабораторном журнале

Температура молока . . . . . .
Плотность молока при данной температуре . . . . .
Величина поправки к плотности молока при 20°С . .
Плотность молока при температуре 20°С . . . . . .
Заключение о составе молока . . . . . .

[1] При отсутствии таблицы плотность молока при данной температуре приводится к плотности при 20° С внесением поправки из расчета +0,2 градуса лактоденсиметра на каждый градус отклонения температуры. Ниже 20° С поправка вычитается, выше — прибавляется.

Таблица 3

Температурные поправки к показаниям лактоденсиметра

Плотность в градусах лактоденсиметра	Температура молока, °С															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Плотность в градусах лактоденсиметра, приведенная к температуре 20°С															
25,0	23,3	23,5	23,6	23,7	23,9	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0
25,5	23,7	23,9	24,0	24,2	24,4	24,5	24,7	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7	25,9	26,1	26,3	26,5
26,0	24,2	24,4	24,5	24,7	24,9	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,8	27,0
26,5	24,6	24,8	24,9	25,1	25,3	25,4	25,6	25,8	26,0	26,3	26,5	26,7	26,9	27,1	27,3	27,5
27,0	25,1	25,3	25,4	25,6	25,7	25,9	26,1	26,3	26,5	26,8	27,0	27,2	27,5	27,7	27,9	28,1
27,5	25,5	25,7	25,8	26,1	26,1	26,3	26,6	26,8	27,0	27,3	27,5	27,7	28,0	28,2	28,4	28,6
28,0	26,0	26,1	26,3	26,5	26,6	26,8	27,0	27,3	27,5	27,8	28,0	28,2	28,5	28,7	29,0	29,2
28,5	26,4	26,6	26,8	27,0	27,1	27,3	27,5	27,8	28,0	28,3	28,5	28,7	29,0	29,2	29,5	29,7
29,0	26,9	27,1	27,3	27,5	27,6	27,8	28,0	28,3	28,5	28,8	29,0	29,2	29,5	29,7	30,0	30,2
29,5	27,4	27,6	27,8	28,0	28,1	28,3	28,5	28,8	29,0	29,3	29,5	29,7	30,0	30,2	30,5	30,7
30,0	27,9	28,1	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,3	29,5	29,8	30,0	30,2	30,5	30,7	31,0	31,2
30,5	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,8	30,0	30,3	30,5	30,7	31,0	31,2	31,5	31,7
31,0	28,8	29,0	29,2	29,4	29,6	29,8	30,1	30,3	30,5	30,8	31,0	31,2	31,5	31,7	32,0	32,2
31,5	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,2	30,5	30,7	31,0	31,3	31,5	31,7	32,0	32,2	32,5	32,7
32,0	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,7	31,0	31,2	31,5	31,8	32,0	32,3	32,5	32,8	33,0	33,3
32,5	30,2	30,4	30,6	30,8	31,1	31,2	31,5	31,7	32,0	32,3	32,5	32,8	33,0	33,3	33,5	33,7
33,0	30,7	30,8	31,1	31,3	31,5	31,7	32,0	32,2	32,5	32,8	33,0	33,3	33,5	33,8	34,1	34,3
33,5	31,2	31,3	31,6	31,8	32,0	32,2	32,5	32,7	33,0	33,3	33,5	33,8	33,9	34,3	34,6	34,7
34,0	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	33,0	33,2	33,5	33,8	34,0	34,3	34,4	34,8	35,1	35,3
34,5	32,1	32,3	32,6	32,8	33,0	33,2	33,5	33,7	34,0	34,2	34,5	34,8	34,9	35,3	35,6	35,7
35,0	32,6	32,8	33,1	33,3	33,5	33,7	34,0	34,2	34,5	34,7	35,0	35,3	35,5	35,8	36,1	36,3
35,5	33,0	33,3	33,5	33,8	34,0	34,2	34,4	34,7	35,0	35,2	35,5	35,7	36,0	36,2	36,5	36,7
36,0	33,5	33,8	34,0	34,3	34,5	34,7	34,9	35,2	35,6	35,7	36,0	36,2	36,5	36,7	37,0	37,3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРА В МОЛОКЕ

Наиболее распространенным методом определения жира в молоке является кислотный метод (ГОСТ 5867—51). Сущность его заключается в выделении жира из молока действием крепкой серной кислоты в специальных приборах бутирометрах (жирометрах).

Жир в молоке находится в виде жировых шариков, обволакиваемых белково-лецитиновой оболочкой. Серная кислота разрушает жировую оболочку, а добавляемый в процессе определения изоамиловый спирт способствует более быстрому выделению жира.

В сухой бутирометр, стараясь не смачивать горлышко, отмеривают 10 *мл* серной кислоты с плотностью 1,81—1,82 и осторожно, чтобы жидкости не смешивались, добавляют 10,77 *мл* молока (пипеткой) и 1 *мл* 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 бутирометр в момент приливания реактивов в штативе.

Если горлышко прибора после заполнения оказалось смоченным, то для нейтрализации кислоты пробку с поверхности покрывают мелом и закрывают ею бутирометр, вводя немного более чем наполовину. Затем прибор переворачивают несколько раз до полного растворения белковых сгустков, обернув при этом его полотенцем и поддерживая пробку указательным пальцем.

Так как объемы бутирометров неодинаковы, то после смешивания содержимого следует проверить степень их заполнения. При недостаточном заполнении объема бутирометра необходимо добавить несколько капель слабого раствора серной кислоты и снова проверить степень заполнения прибора. Для того чтобы в конце анализа можно было измерить столбик жира, жидкость должна оказаться в градуированной части прибора. Если жидкость заполнит весь или почти весь объем бутирометра, включая и головку, то следует повторить определение на другом приборе. Далее, бутирометр помещают пробкой вниз на 5 *мин* в водяную баню, имеющую температуру 65—70° С. Затем вставляют его в патрон центрифуги градуированной частью к центру.

Бутирометры располагаются в центрифуге симметрично, так, чтобы один прибор находился против другого. В случае нечетного их числа добавляют бутирометр, заполненный водой. Центрифугируют в течение 5 *мин* со скоростью около 1000 оборотов в минуту (примерно один оборот рукоятки в секунду).

Во время центрифугирования температура смеси в бутиро-

метрах снижается, а так как бутирометры отградуированы при температуре 65° С, то после центрифугирования их снова погружают в водяную баню с температурой 65° С на 5 *мин*. Затем, сохраняя вертикальное положение, прибор вынимают из воды и быстро вытирают полотенцем, движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы прибора и проводят отсчет содержания жира.

Шкала прибора должна находиться на уровне глаз. Показания бутирометра соответствуют содержанию жира в молоке в процентах. Большие деления означают целые проценты жира, малые — десятые доли.

Содержание жира в цельном молоке должно быть не менее 3,2%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ МЕТОДОМ ВЫСУШИВАНИЯ ДО ПОСТОЯННОЙ МАССЫ

Определение этим методом заключается в следующем. В стаканчик со стеклянной палочкой помещают 20—30 *г* хорошо промытого прокаленного песка и выдерживают в течение 30 *мин* в сушильном шкафу при температуре 102—105° С. Затем закрывают стаканчик крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают (без крышки) с точностью до 0,001 *г*. Приливают пипеткой 10 *мл* молока, закрывают и снова взвешивают. Тщательно перемешивают молоко с леском и нагревают на водяной бане при частом перемешивании содержимого до получения рассыпающейся массы. Затем стаканчик помещают в сушильный шкаф (102—105° С) и высушивают в течение 2 *ч*. Закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Высушивание продолжают и взвешивают каждый час до тех пор, пока разница между двумя последними взвешиваниями не будет менее 0,004 *г*. Рассчитывается содержание влаги в процентах (B) по формуле

$$B = \frac{(M_2 - M_3)\,100}{M_2 - M_1}\ \%,$$

где M_1 — масса стаканчика с песком и палочкой, *г*;
M_2 — масса стаканчика с леском, палочкой и молоком до сушки, *г*;
M_3 — то же после высушивания, *г*.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,2% (абс).

Влажность молока с относительной точностью может быть определена по содержанию сухих веществ, которые вычисляются по формуле Фаррингтона:

$$C = \frac{4,9F + d_4^{20}}{4} + 0,5\%,$$

где C — содержание сухих веществ молока (включая жир), %;
F — содержание жира в молоке, %;
d_4^{20} — плотность молока в градусах лактоденсиметра.

Пример. $F = 4$; $d_4^{20} = 1{,}030$, или в градусах лактоденсиметра 30.

$$C = \frac{(4{,}9 \times 4) + 30}{4} + 0{,}5 = 12{,}9\%.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ

Свежее молоко имеет слабокислую реакцию, в основном благодаря содержащимся в нем кислым фосфорнокислым солям, а также казеиногену.

При хранении кислотность молока повышается за счет накопления молочной кислоты, образующейся из лактозы в результате спонтанного молочнокислого брожения. Кислотность определяют титрованием определенного объема молока раствором щелочи (едкого натра или кали).

Кислотность молока выражается в градусах Тернера, означающих количество миллилитров децинормальной щелочи, расходуемых на нейтрализацию кислотореагирующих веществ, содержащихся в 100 *мл* молока.

Определение кислотности по методу ГОСТ 3624—47. В коническую колбу емкостью 150—200 *мл* отмеривают пипеткой 10 *мл* молока, прибавляют 20 *мл* свежепрокипяченной охлажденной дистиллированной воды и 3 капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1 н. раствором едкого натра (кали) до появления не исчезающего в течение 1 *мин* розового окрашивания. При отсутствии дистиллированной воды допускается определять кислотность молока без применения воды. Полученные при этом результаты должны быть понижены на 2°. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1° *Т*.

Кислотность молока должна быть не более 22° Т. Свежевыдоенное молоко имеет кислотность 16—18° Т.

Молоко с кислотностью выше 22° Т может при длительном кипячении свертываться мелкими хлопьями, при кислотности свыше 30° Т молоко при нагревании сразу свертывается хлопьями.

Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшее на титрование 10 *мл* молока . . . . . *a мл*
Коэффициент нормальности к 0,1 н. раствору щелочи *K*
Кислотность молока . . . . . $10\,a\,K$ градусов Тернера

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Необходимость проведения микробиологического исследования вызывается тем, что молоко является чрезвычайно благоприятной средой для развития микроорганизмов.

В молоке согласно ГОСТ 9225—59 проверяют наличие общего количества бактерий, содержание бактерий группы кишечной палочки (коли-титр); по наличию в молоке фермента редуктазы судят о наличии не типичных для молока микроорганизмов.

Пастеризованное молоко проверяют согласно методу ГОСТ 9225—59 на эффективность пастеризации по наличию ферментов пероксидазы и фосфатазы.

Вопросы для самопроверки

1. Состав молока.
2. Физиологическая ценность молока (значение белков, жира, лактозы, витаминов, минеральных веществ).
3. Определение плотности молока. Значение этого показателя.
4. Определение жирности молока.
5. Методы определения влажности молока.
6. Кислотность молока.
7. Другие методы определения качества молока.

Работа 13. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПИЩЕВЫХ ЖИРОВ И МАСЕЛ

По своему происхождению жиры делятся на растительные, называемые маслами, и животные. В состав жиров входят различные жирные кислоты, но преобладают пять кислот: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая. В состав растительных масел входят в основном три последние кислоты, а в состав животных жиров главным образом первые три. Кроме вышеназванных в состав жиров входит и ряд других кислот. Например, в коровьем масле наряду с пальмитиновой и олеиновой кислотами обнаружены масляная, миристиновая и другие (всего девять кислот).

По консистенции жиры как животные, так и растительные, могут быть твердыми и жидкими; их консистенция определяется составом и количественным соотношением жирных кислот. Растительные масла в главной своей массе являются жидкими жирами, но среди них встречаются и твердые жиры, например масло какао, кокосовое и пальмовое масла.

Из животных жидких жиров можно назвать костный жир животных, рыбий жир, жир морского зверя и т. д. Вообще, жиры тем мягче, чем больше в них олеиновой и других непредельных кислот жирного ряда.

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

Жирные кислоты обладают способностью давать эвтектические смеси, поэтому температура плавления пищевого жира, состоящего из нескольких компонентов, оказывается более низкой, чем температура плавления каждого из компонентов, входящих в эту смесь. Температура плавления жира является важным физиологическим показателем, так как усвояемость жира тем лучше, чем ниже температура его плавления.

Жиры обладают рядом общих свойств. В воде жиры нерастворимы и растворяются в органических растворителях (серном эфире, бензине, бензоле и т. д.). С другой стороны, жиры сами являются хорошими растворителями ряда веществ, в частности ароматических; поэтому хранить жиры следует вдали от пахучих, а тем более дурнопахнущих веществ.

Будучи нерастворимыми в воде, жиры способны при определенных условиях образовывать с водой стойкие эмульсии. Это свойство жиров используется в производстве ряда продуктов (сливочное масло, майонез, маргарин и др).

Плотность жиров меньше плотности воды. При кипячении с водой (под давлением) жиры подвергаются так называемому смылению — гидролитическому расщеплению на свободные жирные кислоты и глицерин. В присутствии щелочи эта реакция осуществляется при нормальном давлении и, если щелочь была взята в достаточном количестве, то все жирные кислоты образуют щелочные соли — мыла. На этом основано получение мыла из жиров и растительных масел.

Калорийность жиров высокая: от 9300 до 9600 *ккал/кг*, или в Международной системе единиц от $38{,}9 \cdot 10^6$ до $40{,}0 \cdot 10^6$ *дж/кг* и превышает калорийность углеводов и белков в два с лишним раза.

При сильном нагревании (250—300° С) жиры разрушаются с образованием свободных жирных кислот и смолообразных продуктов.

При хранении жиры в результате окисления претерпевают большие или меньшие изменения и портятся (прогоркают). В этих изменениях важная роль принадлежит ферменту липазе. Прогорканию жиров очень способствуют: повышенная температура, наличие влаги, дневной свет, а также соприкосновение жира с некоторыми металлами, выступающими в роли катализаторов (кобальт, марганец, железо и др.).

Пищевые жиры и масла оцениваются как органолептически, так и объективным путем: методами химического и физико-химического анализа.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИРОВ

Оценка сводится к установлению вкуса, запаха, цвета, прозрачности жиров.

З а п а х жира зависит от качества того сырья, из которого он

получен, а также от способа получения, степени очистки, условий последующего хранения и др.

Вкус жира зависит от тех же условий, что и его запах.

Цвет масла зависит от присутствия в нем красящих веществ (каротина, ксантофилла, хлорофилла) и технологии его приготовления. Цвет масла определяют колориметрически, путем сравнения пробы испытуемого масла с образцами растворов иода (иодистым калием) определенных концентраций. Метод этот стандартизован. К сожалению, не всегда можно установить совпадение цветности при этом методе с контролем.

Прозрачность масла характеризует степень очистки его от примесей, которые могут быть в природных маслах (фосфатиды, белковые вещества, слизи, механические примеси).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИРОВ

Общими показателями для всех жиров при оценке их объективным путем будут: влажность, кислотное число, число омыления, иодное число, показатель преломления и ряд других. Здесь нами названы важнейшие показатели.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ

Определение проводится разными методами; их довольно много. Одним из общепризнанных методов является метод высушивания навески жира в сушильном шкафу при температуре 100—105° С до постоянной массы.

В предварительно подготовленную и взвешенную стеклянную бюксу (можно небольшой химический стакан) помещают около 5 *г* (с точностью до 0,0002 *г*) исследуемого растительного масла. Если анализируется животный жир, то навеска берется около 3 *г* с той же точностью. Бюкса с навеской помещается в сушильный предварительно нагретый до 105° С шкаф и сушится при указанной температуре (100—105° С) один час. Затем бюксу помещают на 20 *мин* в эксикатор, взвешивают и помещают вновь в сушильный шкаф на 30 *мин*. Так продолжают повторно сушить, пока разница двух последних взвешиваний не будет превышать 0,0002 *г*.

Вычисляют содержание влаги в процентах. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,05%.

Примечание. При этом методе вместе с влагой из жира будут удаляться и летучие вещества, могущие быть в анализируемом жире. С другой стороны, будут происходить и окислительные процессы, тем более заметные, чем больше двойных связей будут иметь молекулы анализируемого жира. Это обстоятельство придает известную условность данному методу.

Ускоренный метод определения влажности кухонных жиров и маргарина. Высушенная алюминиевая бюкса, закрытая кружк-

ком фильтровальной бумаги, взвешивается с точностью до 0,01 *г* на технических весах. В бюксу помещают навеску исследуемого жира с той же точностью взвешивания (маргарина 5—6 *г*, кухонного жира около 10 *г*). Бюксу накрывают кружком фильтровальной бумаги, помещают на керамиковую электроплитку и нагревают до прекращения потрескивания в бюксе. О полноте удаления влаги судят по отсутствию запотевания холодного зеркальца (или часового стекла), приложенного к открытой бюксе. Если запотевания не обнаружено, то бюксу ставят вместе с бумажкой в эксикатор на 20 *мин* и вновь взвешивают (вместе с кружком бумаги).

Содержание влаги рассчитывается в процентах. Предельно допустимое содержание влаги в столовом и безмолочном маргарине не свыше 16,5%, в сливочном — не свыше 17%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА

Кислотным числом жира называется количество свободных кислот в 1 *г* жира; выражают его числом миллиграммов едкого кали, пошедшего на их нейтрализацию. Этот показатель не относится к числу констант, поскольку он непостоянен — зависит от условий, в каких хранится жир (температура, влажность, степень активности фермента липазы и пр.).

Техника определения. В коническую колбу емкостью 150—200 *мл* отвешивают 3—5 *г* (с точностью до 0,01 *г*) испытуемого масла, приливают 50 *мл* предварительно нейтрализованной смеси (этилового эфира и этилового спирта в соотношении 2:1) и индикатора[1] и перемешивают. Если при этом масло не растворится, то его слегка нагревают при взбалтывании на водяной бане и затем охлаждают до температуры 15—20° С. Полученный раствор при постоянном перемешивании быстро титруют 0,1 н. раствором едкого кали или едкого натра до получения розовой окраски (при тимолфталеине — грязно-зеленой), устойчивой в течение 30 *сек*. При титровании 0,1 н. водным раствором щелочи количество спирта, применяемого в составе спирто-эфирной смеси, должно в пять раз превышать количество израсходованного раствора щелочи во избежание гидролиза образующегося мыла.

При анализе растительных масел необходима предварительная их фильтрация.

---

[1] Для светлых масел применяют индикатор фенолфталеин, для темноокрашенных — тимолфталеин. В 250 *мл* спирто-эфирной смеси должно содержаться либо 1 *мл* спиртового 1%-ного раствора фенолфталеина, либо 5 *мл* 1%-ного спиртового раствора тимолфталеина.

Запись в лабораторном журнале

Масса жира . . . . . *m г*
Количество 0,1 н. раствора щелочи, израсходованное на титрование . . . . . *a мл*
Коэффициент нормальности к 0,1 н. раствору КОН . . . . *K*

$$\text{Титр 0,1 н. раствора едкого кали} = \frac{56,1 \cdot 1000}{1000 \cdot 10} = 5,61 \text{ мг}$$

Кислотное число вычисляется по формуле

$$x = \frac{aK \cdot 5,61}{m} \text{ мг/г жира.}$$

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1 *мг*. Кислотное число свежих жиров колеблется от 3 до 6 *мг*.

ЧИСЛО ОМЫЛЕНИЯ

Число омыления характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав данного жира.

Способность жиров подвергаться омылению при действии водных и спиртовых растворов щелочей называется омылением, а образующиеся при этом калиевые и натриевые соли жирных кислот — мылами.

Гидролитический распад триглицеридов, входящих в состав жиров в щелочной среде, можно схематически представить таким образом:

$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}CO{-}R_1 \\ | \\ CH{-}O{-}CO{-}R_2 \\ | \\ CH_2{-}O{-}CO{-}R_3 \end{array} + 3KOH = \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + R_1COOK + R_2COOK + R_3COOK$$

где R_1, R_2 и R_3 радикалы жирных кислот, входящих в состав жира. Свободные жирные кислоты также будут подвергаться омылению с образованием мыла.

Одно и то же массовое количество едкого кали будет омылять различные массовые количества жиров в зависимости от молекулярной массы входящих в их состав жирных кислот. Едкой щелочи потребуется больше для омыления того жира, у которого больше жирных кислот с малой молекулярной массой, и меньше для того жира, в состав которого входит больше высокомолекулярных кислот.

Числом омыления называется количество миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации свободных и связанных кислот, содержащихся в 1 *г* жира. Число омыления, таким образом, является одной из констант жира, и характеризует в известной степени молекулярную массу исследуемого жира.

Техника определения. В колбу емкостью 250—300 *мл* вносят навеску жира около 2 *г*, взвешенную с точностью до 0,0002 *г*

(взятую по разности масс), и отмеривают из бюретки 25 *мл* 0,5 н. спиртового раствора едкого кали. Колбу соединяют с обратным холодильником, опускают глубоко в кипящую водяную баню и не менее одного часа кипятят при периодическом взбалтывании. Одновременно в тех же условиях ставят контрольный опыт без масла. В полученный прозрачный раствор, еще не остывший, добавляют 0,5 *мл* 1%-ного раствора фенолфталеина или 0,75%-ного алкали-блау (для темных масел) и титруют 0,5 н. раствором соляной кислоты до исчезновения розовой краски.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1,0 *мг*.

Запись в лабораторном журнале

Масса жира	*m г*
Количество 0,5 н. раствора соляной кислоты, израсходованное на титрование раствора контрольного опыта	*a мл*
Количество 0,5 н. раствора соляной кислоты, израсходованное на титрование раствора испытуемого жира	*b мл*
Количество 0,5 н. раствора КОН, которое прореагировало с жиром	$(a-b)$ *мл*
Коэффициент нормальности к 0,5 н. раствору соляной кислоты	*K*

$$\text{Титр 0,5 н. раствора КОН} = \frac{56{,}1 \cdot 1000}{2 \cdot 1000} = 28{,}05 \text{ мг}$$

Число омыления рассчитывается по формуле

$$x = \frac{28{,}05\,(a-b)\,K}{m} \text{ мг/г жира.}$$

Числа омыления некоторых пищевых жиров:

подсолнечное масло	183—194
соевое масло	192—194
горчичное масло	172—180
оливковое масло	174,5—203
говяжий жир	191—200
хлопковое масло	191—200
бараний жир	192—196
коровье масло	220—245

ИОДНОЕ ЧИСЛО

Иодным числом называется количество иода в граммах, присоединяемое 100 *г* жира, т. е. количество иода в процентах от массы жира.

Иод и другие галоиды присоединяются ненасыщенными жирными кислотами триглицеридов по месту двойных и тройных связей. Таким образом, чем больше ненасыщенных кислот содержится в составе жира, тем выше иодное число.

Иодное число характеризует степень стойкости жира в процессе хранения, склонность его к химическим изменениям, так как ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав жира,

присоединяют по месту двойных связей кислород воздуха, обуславливая процессы прогоркания и высыхания жиров.

Явление высыхания связано с процессом конденсации, полимеризации и глубокого окисления ненасыщенных жирных кислот. Высыхающие масла имеют большое техническое значение (используются в производстве олифы в лакокрасочной промышленности, в производстве линолеума, клеенки и т. д.).

По иодному числу судят об ожидаемом расходе водорода для насыщения жира в процессе гидрогенизации.

Иодное число для свежего жира является характерным показателем, определяющим его происхождение, и является для природного жира довольно постоянным.

Иодное число может быть определено несколькими методами. Нами приводятся два метода: метод Гюбля (стандартный) и ускоренный (метод Маргошеса).

Определение иодного числа иодно-ртутным раствором (метод Гюбля). Метод обладает сравнительно высокой точностью и потому находит широкое применение в лабораторной практике. При определении иодного числа этим методом применяется иодно-ртутный раствор, активной составной частью которого является хлористый иод, образующийся по уравнению:

$$HgCl_2 + 2I_2 = HgI_2 + 2ICl.$$

Хлористый иод присоединяется по месту двойных связей жирных кислот. Реакция идет по уравнению:

$$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH + ICl = CH_3(CH_2)_7CHI \cdot CHCl(CH_2)_7COOH.$$

Остаток неприсоединившегося хлористого иода оттитровывают тиосульфатом натрия; при этом предварительно в реакционную смесь вводят иодистый калий. Иод из хлористого иода вытесняется по уравнению:

$$ICl + KI = KCl + I_2.$$

Тиосульфат взаимодействует с иодом:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = 2NaI + Na_2S_4O_6.$$

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}; \quad I_2 + 2e = 2I^-; \quad 2S_2O_3^{2-} - 2e = S_4O_6^{2-}.$$

Техника определения. В коническую колбу с притертой пробкой вносят навеску испытуемого масла, взвешенную с точностью до 0,0002 *г*, приливают из бюретки 10 *мл* хлороформа и 25 *мл* раствора Гюбля [1]. Колбу закрывают притертой пробкой,

[1] Раствор Гюбля (иодно-ртутный) готовится путем смешивания отдельно приготовленных спиртовых растворов хлорной ртути (сулемы) и иода. Спиртовой раствор иода: 25 *г* иода растворяется в 500 *мл* 95%-ного этилового спирта. Спиртовой раствор хлорной ртути: 30 *г* сулемы растворяется в 500 *мл* 95%-ного этилового спирта и профильтровывается. Растворы хранятся раздельно в склянках из темного стекла с притертыми пробками. За двое суток до начала определения оба раствора смешиваются в соотношении объемов 1 : 1.

смоченной раствором иодистого калия, во избежание улетучивания иода. Содержимое колбы осторожно перемешивают вращением руки и оставляют в темном месте при температуре около 20° С. Время настаивания испытуемого масла с иодно-ртутным раствором и навеску устанавливают в зависимости от ожидаемой величины иодного числа по табл. 4.

Таблица 4

Величина навески в зависимости от ожидаемой величины иодного числа

Величина иодного числа	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 проводят контрольное определение (без масла).

По окончании настаивания в колбу с испытуемым маслом приливают 15—20 *мл* 10%-ного раствора иодистого калия. В случае выпадения красного осадка иодистой ртути необходимо прибавить еще раствор иодистого калия до растворения выпавшего осадка. Такое же количество иодистого калия прибавляют и в контрольную пробу. После этого в обе колбы прибавляют по 100 *мл* дистиллированной воды. Смесь взбалтывают и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до появления светло-желтой окраски. Затем добавляют 1 *мл* 1%-ного раствора крахмала и титруют до исчезновения голубовато-фиолетового окрашивания. То же самое проделывают и с контрольной пробой.

Запись в лабораторном журнале

Масса масла . . . . . *m г*
Количество 0,1 н. раствора тиосульфата Na, израсходованное на титрование при проведении контрольного опыта (без жира) . . . . . *a мл*
Количество того же раствора при проведении основного опыта с навеской жира . . . . . *b мл*
Количество 0,1 н. раствора иода, прореагировавшее с жиром . . . . . (*a*—*b*) *мл*
Коэффициент нормальности к 0,1 н. раствору тиосульфата натрия . . . . . *K*
Количество граммов иода, соответствующее 1 *мл* 0,1н. раствора тиосульфата (титр тиосульфата по иоду) 0,01269

Иодное число рассчитывается по формуле

$$x = \frac{(a-b)\,K \cdot 100 \cdot 0{,}01269}{m}\ г/100\ г\ иода.$$

Ускоренный метод определения иодного числа (метод Маргошеса). Описанный выше метод определения иодного числа, а также другие стандартные методы, обладая сравнительно высокой точностью, малоприемлемы в производственных условиях вследствие их длительности, необходимости наличия сложных и дефицитных реактивов, определенных условий для работы (вытяжного шкафа и др.).

В этом отношении представляет большие удобства метод Маргошеса, по которому определение иодного числа осуществляется с помощью спиртового раствора иода. К сожалению, в отношении точности получаемых результатов этот метод значительно уступает описанному выше методу Гюбля.

Сущность метода основана на реакции:

$$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH + HOI = CH_3(CH_2)_7CHOH \cdot CHI(CH_2)_7COOH$$

Иодноватистая кислота образуется при взаимодействии иода с водой по уравнению:

$$I_2 + H_2O = HI + HOI.$$

Остаток неприсоединившегося иода оттитровывают тиосульфатом натрия.

Техника определения. В чистую коническую колбу емкостью 500 *мл* с пришлифованной стеклянной пробкой отвешивают на аналитических весах 0,2—0,3 *г* исследуемого жира (2—3 капли) и добавляют приблизительно стократное количество спирта. Подогревают смесь для лучшего растворения навески на водяной бане при температуре 45—50° С. Отмеривают из бюретки 20 *мл* спиртового раствора иода (25 *г* иода в 1 *л* 96%-ного спирта), смешивают, приливают 200 *мл* дистиллированной воды. Еще раз все хорошо взбалтывают и оставляют стоять на 5 *мин*, после чего остаток неприсоединившегося иода оттитровывают 0,1 н. раствором тиосульфата натрия. Параллельно проводят контрольный опыт (без жира) и рассчитывают иодное число по формуле, приведенной в методе Гюбля.

Иодное число некоторых жиров:

подсолнечное масло	119—134
соевое масло	114—137
горчичное масло	102—108
оливковое масло	75—85
хлопковое масло	102—117
говяжий жир	32—57
бараний жир	31—46
коровье масло	22—40

ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Наряду с приведенными выше методами оценки растительных масел и животных жиров важным показателем является коэффициент рефракции, или показатель преломления.

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

Показатель преломления n_D^t (где t — температура опыта; D — линия спектра натрия) выражается отношением синуса угла падения к синусу угла преломления. Наряду с другими физико-химическими константами он характеризует чистоту масел и степень их окисления.

Показатель преломления масел определяют с помощью универсального рефрактометра марки РЛУ, ИРФ-22, рефрактометра ЦНИЛКИП.

Техника определения. Определение показателя преломления проводят при температуре 20° С. Для обеспечения постоянной температуры через рубашку в оправах призм рефрактометра при помощи ультратермостата медленно пропускают ток воды с температурой 20° С. При отсутствии специальной установки для получения температуры в рефрактометре можно воспользоваться двумя большими склянками с тубусами. Одну склянку наполняют водой и устанавливают выше рефрактометра, другую ниже. Каждую склянку соединяют с рефрактометром с помощью резиновых трубок. Скорость подачи воды регулируется винтовым зажимом. После установки требуемой температуры проводят проверку рефрактометра по показателю преломления дистиллированной воды (при температуре 20° С показатель преломления дистиллированной воды равен 1,3329). Если полученный показатель преломления совпадает с показателем дистиллированной воды при 20° С, то считают, что прибор установлен правильно.

Затем наносят на нижнюю призму рефрактометра несколько капель масла стеклянной палочкой, не касаясь призмы, осторожно закрывают головку и наблюдают, чтобы масло полностью заполнило зазор между измерительной и осветительной призмами.

Осветительное зеркало устанавливают таким образом, чтобы свет от источника поступал в осветительную призму и равномерно освещал поле зрения. Сквозь призму наблюдают в окуляре границу раздела темного и светлого полей. Вращением винта добиваются совмещения границы полей с точкой пересечения нитей. Отсчет делают 2—3 раза с точностью до 0,0002 после 5 *мин* с момента установления определенной температуры и выводят среднее значение полученных величин [1].

---

[1] В рефрактометре ЦНИЛКИП, имеющем шкалу Вольни, подводят границу полей к целому делению шкалы. Целые числа отсчитывают по шкале, а десятые — по делениям на кольце винта. Величину показателя преломления находят по прилагаемой к рефрактометру шкале.

Если показатель преломления определен не при 20° С, то приведение этого показателя к температуре 20° С производят по формуле:

$$n_D^{20} = n_{20}^t + (t^\circ - 20\ ^\circ\text{C})\,0{,}00035,$$

где n_{20}^t — показатель преломления при температуре опыта;

t — температура опыта, ° С;

0,00035 — изменение показателя преломления масла при изменении температуры на 1° С.

Вопросы для самопроверки

1. Основная классификация жиров. Различия в составе и свойствах животных жиров и растительных масел.
2. Общие свойства жиров.
3. Органолептическая оценка жиров.
4. Определение содержания влаги в жирах. Условность метода.
5. Кислотное число. Значение показателя и метод определения.
6. Число омыления. Значение показателя и метод определения.
7. Иодное число. Значение показателя.
8. Химизм методов определения иодного числа.
9. *Ускоренный метод определения иодного числа, его преимущества и недостатки.*

Работа 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛИ В МАРГАРИНЕ И СЛИВОЧНОМ МАСЛЕ

Поваренная соль является важным вкусовым веществом и имеет большое значение для ряда физиологических процессов организма. С помощью соли консервируют многие пищевые продукты: мясо, рыбу, овощи. Соль способствует извлечению влаги из тканей продукта, создавая неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. Кроме того, при растворении соли в соках продуктов создается высокое осмотическое давление, отчего в клетках бактерий возникает явление плазмолиза (обезвоживание и сжатие протоплазмы), лишающее клетку жизнедеятельности.

Соль также уменьшает в среде содержание кислорода, препятствует развитию аэробных бактерий, и затормаживает действие ферментов в продукте.

Гнилостные бактерии особенно чувствительны к действию соли; 10%-ная концентрация соли прекращает их развитие, а при 20—25% задерживает рост почти всех микробов.

Для получения высококачественного продукта нормирование соли является обязательным.

Метод определения хлористого натрия основан на осаждении Cl^- в виде хлористого серебра. Он осуществляется титрованием водной вытяжки вещества азотнокислым серебром в присутствии хромовокислого калия K_2CrO_4 в качестве индикатора.

В процессе титрования одновременно проходят три реакции:

$$AgNO_3 + NaCl = NaNO_3 + \downarrow \underline{AgCl};$$

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 = Ag_2CrO_4 + 2KNO_3;$$

$$Ag_2CrO_4 + 2NaCl = \downarrow 2AgCl + Na_2CrO_4.$$

Получающийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок Ag_2CrO_4 более растворим, чем белый осадок AgCl, поэтому он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с NaCl. Как только весь NaCl из раствора выпадает в осадок в виде AgCl, последняя реакция прекращается и неисчезающее кирпично-красное окрашивание показывает конец титрования.

Титрование должно проводиться при комнатной температуре, так как повышение последней, увеличивая растворимость Ag_2CrO_4, понижает чувствительность индикатора. Реакция среды должна быть нейтральной; кислая и щелочная реакции приводят к завышенным результатам. Это объясняется тем, что окрашенный осадок Ag_2CrO_4 растворим в кислотах, а большая концентрация гидроксильных ионов (OH^-) влечет за собой образование плохо растворимого гидрата окиси серебра AgOH, выпадающего в осадок раньше Ag_2CrO_4.

Техника определения. В конической колбе емкостью 200—250 *мл* отвешивают около 5 *г* маргарина с точностью до 0,01 *г*. Приливают пипеткой 50 *мл* дистиллированной воды и закрывают колбу химической воронкой или часовым стеклом. Содержимое нагревают до температуры 80—90 °С, взбалтывают, охлаждают до температуры 20—22 °С и фильтруют через влажный фильтр.

10 *мл* фильтрата отбирают пипеткой в коническую колбу емкостью 100—150 *мл*, добавляют 2—3 капли 10%-ного водного раствора хромовокислого калия (K_2CrO_4) и титруют 0,1 н. раствором азотнокислого серебра ($AgNO_3$) до появления слабого кирпично-красного окрашивания.

Запись в лабораторном журнале

Масса масла, соответствующая 10 *мл* водной вытяжки — *m г*

Количество 0,1 н. раствора $AgNO_3$, пошедшее на титрование 10 *мл* вытяжки . . . . . — *a мл*

Коэффициент нормальности к 0,1 н. раствору $AgNO_3$ . . — *K*

Количество соли, соответствующее 1 *мл* 0,1 н. раствора $AgNO_3$ (титр 0,1 н. раствора $AgNO_3$ по NaCl) . . . . — 0,0058 *г*

Количество соли в *m г* масла . . . . . — $Ka \cdot 0{,}0058$

Процентное содержание соли в масле:

$$x = \frac{Ka \cdot 0{,}0058 \cdot 100}{m}.$$

Содержание соли в маргарине и сливочном соленом масле можно определить также сжиганием навески в муфельной печи. Остаток, полученный после сжигания, взвешивают и выражают в процентах к взятой массе маргарина или масла.

Согласно ГОСТ 240—61 содержание соли в маргарине должно быть (в %):

столовый	0,2—0,7
сливочный	0,2—0,5
безмолочный	0,2—0,7

Содержание соли в соленом сливочном масле не должно превышать 1,5%.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основано консервирующее действие поваренной соли?
2. Методы определения соли.
3. Химизм метода определения содержания соли с помощью азотнокислого серебра.
4. Факторы, снижающие чувствительность этого метода.

Работа 15. АНАЛИЗ ТОВАРНОГО КРАХМАЛА

Крахмал является одним из наиболее распространенных веществ в растительном мире и относится к запасным углеводам растений. В отдельных частях некоторых растений крахмал накапливается в очень больших количествах. В семенах злаков содержание его достигает 80%, в клубнях картофеля до 25%.

В клетках растений крахмал откладывается в виде зерен различной формы и величины. Крахмал имеет большое значение в пищевом рационе человека, являясь основным источником энергии.

Разнообразно применение крахмала и продуктов, получаемых из него в различных отраслях пищевой промышленности. Так, в кондитерском производстве крахмал применяется в качестве формовочного материала при отливке конфет; при изготовлении некоторых мучнистых кондитерских изделий крахмал вводят в рецептуру для придания тесту пластичности, а изделиям рассыпчатости. Крахмал используют также при производстве отдельных сортов колбас, при изготовлении мороженого, пищевых концентратов и ряда других продуктов.

Патока, получаемая из крахмала, является необходимой составной частью карамели. Ее используют и при варке варенья, джемов. Мальтозная патока применяется в хлебопечении, улучшая качество хлебобулочных изделий.

Кристаллическая глюкоза, изготовленная из кукурузного крахмала,— ценный сахаристый продукт, легко и быстро усваивающийся организмом человека.

Крахмал и его производные (декстрины, растворимый крахмал) находят применение в текстильной, бумажной, фармацевтической, полиграфической и других отраслях промышленности.

Крахмалопродукты в СССР в основном получают из картофельного и кукурузного крахмала. Качественная оценка крахма-

ла включает определение следующих показателей: цвет, запах, влажность, кислотность, количество крапин на одном квадратном сантиметре поверхности крахмала, содержание сернистого ангидрида. В пищевом крахмале не допускается хруста, наличия свободных минеральных кислот и свободного хлора, тяжелых металлов и примесей других видов крахмала.

Картофельный крахмал делится на три сорта: высший, первый и второй; кукурузный на два — высший и первый.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Цвет крахмала. Длительное соприкосновение крахмала с соковой водой, применение при его производстве недостаточно чистой воды, плохая очистка картофеля вызывают потемнение крахмала. Блеск картофельного крахмала зависит от величины крахмальных зерен. Крупные крахмальные зерна лучше отражают свет и потому обладают более выраженным блеском.

Цвет картофельного крахмала высшего сорта должен быть белым с кристаллическим блеском, кукурузный крахмал высшего сорта должен быть белого цвета. Для второго сорта картофельного крахмала и для первого кукурузного допускается цвет белый с сероватым оттенком.

Запах. Небольшое количество крахмала согревают на ладони дыханием или же обливают в стакане водой, имеющей температуру 50° С. В последнем случае воду сливают через полминуты и определяют запах.

Хруст. Определение хруста проводят кулинарной пробой в клейстере, приготовленном из исследуемого крахмала. Навеска около 12 *г* размешивается с 40 *мл* холодной воды в крахмальное молоко. 160 *мл* воды нагревают до кипения и вливают в нее крахмальную взвесь. Полученный клейстер доводят до кипения в течение одной минуты, охлаждают до комнатной температуры и проводят вкусовую пробу. В крахмале не должно быть хруста.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

ВЛАЖНОСТЬ

Влажность определяют общепринятыми методами: 1) высушиванием до постоянной массы при температуре 105° С (±2° С); 2) ускоренным методом — высушиванием при температуре 130° С в течение 40 *мин* с момента достижения этой температуры в сушильном шкафу. Количество влаги выражают в процентах. Разница при параллельных определениях не должна превышать 0,3% (абс.).

Предельно допустимые нормы содержания влаги: для картофельного крахмала 20%, для кукурузного 13%.

ЗОЛЬНОСТЬ

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

Навеску крахмала 5—10 *г* отвешивают на аналитических весах в предварительно прокаленный, охлажденный и взвешенный тигель и озоляют в муфельной печи. Прокаливание ведут вначале осторожно, на краю муфеля, во избежание вспучивания массы, затем прокаливание усиливают, доводя крахмал до полного озоления. Продолжительность озоления около 3 *ч*.

Тигель с золой охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Если разность в массе между первым и вторым определениями золы будет превышать 0,001 *г*, то прокаливание вновь повторяют.

Содержание золы выражают в процентах на абсолютно сухое вещество крахмала.

Определенная описанным выше методом зола называется видимым содержанием золы, она меньше истинного содержания минеральных веществ в крахмале, так как при непосредственном озолении при высокой температуре часто наблюдаются потери фосфора и хлористых соединений.

Запись в лабораторном журнале

Масса тигля	M_1 *г*
Масса тигля с крахмалом	M_2 *г*
Масса крахмала	$M=(M_2-M_1)$ *г*
Масса тигля с золой (1-е взвешивание)	m_1 *г*
Масса тигля с золой (при доведении его до постоянной массы)	m_n *г*
Масса золы	$m=(m_n-M_1)$ *г*
Влажность крахмала	B %

Количество золы в процентах (x) в пересчете на сухое вещество вычислится по формуле

$$x=\frac{m\cdot 100\cdot 100}{M(100-B)}.$$

Норма содержания зольных веществ в крахмале (в % на абсолютно сухое вещество):

Вид крахмала	Сорт		
	высший	первый	второй
Картофельный	Не более 0,35	0,50	1,0
Кукурузный	Не более 0,2	0,40	—

КИСЛОТНОСТЬ

Крахмал имеет кислую реакцию, обусловливаемую наличием фосфорных солей. При хранении в неблагоприятных условиях кислотность крахмала возрастает в результате жизнедеятельно-

сти микроорганизмов. На величину кислотности влияет также содержание сернистой кислоты, применяемой при производстве кукурузного крахмала и иногда для отбеливания картофельного крахмала.

Под кислотностью крахмала подразумевается количество миллилитров 0,1 н. раствора едкого кали, необходимое для нейтрализации 100 *г* абсолютно сухого вещества крахмала. К навеске крахмала в 20 *г*, отвешенной на технических весах с точностью до 0,1 *г*, приливают 100 *мл* дистиллированной воды (предварительно оттитрованной перед определением кислотности до такой же окраски, как указано ниже), прибавляют 5—8 капель спиртового раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором едкого натра или кали до ярко-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 *мин*. Так как крахмал способен адсорбировать фенолфталеин, то перед концом титрования прибавляют еще 5—6 капель раствора фенолфталеина.

Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора едкой щелочи, пошедшее на титрование . . . . . *a мл*
Коэффициент нормальности 0,1 н. раствора щелочи . . . . *K*
Влажность крахмала . . . . . *B* %
Кислотность вычисляют по формуле

$$x = \frac{5aK \cdot 100}{100 - B} \%.$$

Разница результатов расчета при параллельных определениях не должна превышать 1 *мл*.

Вид крахмала	Сорт		
	высший	первый	второй
Картофельный	Не более 18	20	25
Кукурузный	Не более 20	25	—

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. Чем ниже сорт крахмала, тем больше в нем крапин.

Количество крапин подсчитывают с помощью покровного стекла и выражают в штуках на 1 *см*^{2}.

Для подсчета количества крапин берут 100 *г* хорошо перемешанного крахмала, насыпают на лист белой бумаги или на стекло и при помощи стекла или картона выравнивают его поверхность. Затем на поверхность крахмала кладут небольшую стеклянную пластинку, вырезанную из обычного стекла и рас-

черченную алмазом на клетки площадью в 1 $см^2$ каждая, слегка придавливают ею поверхность крахмала и считают в одной из клеток количество крапин. Подсчет проводят невооруженным глазом. После подсчета пластинку перекладывают на другое место и вновь считают крапины. Таким образом, количество отсчетов проводят не менее чем в трех клетках, расположенных в разных местах пластинки. Затем крахмал перемешивают, вторично выравнивают и повторяют счет крапин так же в трех клетках, как и в первый раз. Перемешивание навески крахмала проводят не менее 5 раз, т. е. всего подсчетов делается не менее 15, из которых берут среднее арифметическое.

Вид крахмала	Сорт		
	высший	первый	второй
Картофельный	Не более 3	8	Не нормируется
Кукурузный	Не более 3	5	—

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ ДРУГИХ ВИДОВ КРАХМАЛА

Для определения примесей других видов крахмала рассматривают в микроскоп водную крахмальную взвесь. Строение, форма и размер зерен крахмала неодинаковы. Наибольшую величину имеют зерна картофельного крахмала (до 100 и более *мкм*). Зерна крахмала риса и овса имеют размеры 2—15 *мкм*.

Сравнивая исследуемый образец с рисунками или микрофотографиями различных видов крахмала, принятыми за эталон, можно определить природу крахмала и обнаружить примеси других видов крахмала.

Это определение проводят следующим образом. Из исследуемого образца отбирают 0,1—0,5 *г* крахмала и разводят небольшим количеством воды. Наносят стеклянной палочкой каплю взвеси на предметное стекло и накрывают покровным стеклом (на одном предметном стекле можно приготовить два препарата). Полученный препарат рассматривается под микроскопом при различных увеличениях. Исследуемый образец рассматривается как нестандартный при наличии в нем зерен других видов крахмала.

Вопросы для самопроверки

1. Органолептическая оценка крахмала.
2. Определение зольности крахмала.
3. Кислотность крахмала.
4. Определение природы крахмала.

Работа 16. АНАЛИЗ КРАХМАЛЬНОЙ ПАТОКИ

Карамельной или глюкозной патокой называют продукт, получаемый путем гидролиза картофельного или кукурузного крахмала разбавленными кислотами, с последующей очисткой

сиропа и увариванием его до определенной плотности. Патока представляет собой бесцветный или слабо-желтый очень вязкий продукт сладкого вкуса.

В состав патоки входит примерно 18—22% воды и 82—78% сухих веществ, которые состоят в основном из декстринов, мальтозы и глюкозы. Кроме того, в патоке содержится небольшое количество азотистых (0,05—0,2%) и минеральных (0,25—0,55%) веществ.

Патока широко применяется в кондитерской, хлебопекарной и консервной промышленности в качестве антикристаллизатора и сахаристого продукта.

Вырабатываемая в СССР крахмальная патока в зависимости от применения и качества по ГОСТу 5194—50 делится на карамельную низкоосахаренную (КН), карамельную высшего сорта (КВ), карамельную первого сорта (КІ) и глюкозную высокоосахаренную (ГВ).

Все эти виды и сорта патоки в зависимости от глубины гидролиза крахмала различаются по содержанию редуцирующих веществ. В обычной карамельной патоке с общим количеством редуцирующих веществ (с условным расчетом на глюкозу) 38—44% содержится 19—21% глюкозы, 18—20% мальтозы (соотношение примерно 1 : 1) и 55—60% декстринов.

При производстве карамели декстрины патоки выполняют роль сильного антикристаллизатора. Обладая большой вязкостью, они тормозят кристаллизацию сахарозы (чем выше вязкость растворов, тем ниже скорость кристаллизации). Редуцирующие сахара патоки тоже в некоторой степени тормозят кристаллизацию сахарозы за счет повышения содержания сухих веществ в растворе. Но свойство антикристаллизатора сахарозы у них выражено значительно слабее, чем у декстринов. Кроме того, редуцирующие сахара (глюкоза и мальтоза) обладают гигроскопичностью. Следовательно, повышение содержания редуцирующих сахаров в патоке приводит к уменьшению ее антикристаллизационных свойств и способствует получению карамели с повышенной гигроскопичностью.

Исследования, проведенные Всесоюзным научно-исследовательским институтом кондитерской промышленности, показали, что для приготовления карамели наиболее пригодна патока с содержанием редуцирующих веществ 30—34%. Поэтому в последние годы у нас стали вырабатывать низкоосахаренную карамельную патоку, в которой содержится 11—12,5% глюкозы, 19,5—21,5% мальтозы и 66—69,5% декстринов (на 10—11% больше, чем в обычной карамельной патоке).

Для использования в качестве сахаристого продукта получают высокоосахаренную глюкозную патоку, которая содержит обычно 65—70% 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 (ГВ) находит широкое применение как заменитель сахара в производстве варенья, джемов, повидла, желе, пирожных, при консервировании плодов и ягод. Использование высокоосахаренной патоки в хлебопечении улучшает качество хлебобулочных изделий и способствует удлинению срока их хранения за счет повышения влагоудерживающей способности и замедления процесса черствения хлеба.

Согласно требованиям ГОСТ 5194—50 качество крахмальной патоки должно проверяться по следующим показателям: плотность патоки при 20° С, содержание редуцирующих веществ, содержание золы, кислотность патоки, цветность патоки по эталону и температура карамельной пробы. Патока представляет собой очень вязкий продукт, непосредственный анализ которого по некоторым показателям качества практически не возможен. Поэтому для определения плотности, содержания редуцирующих сахаров и кислотности патоки готовят ее 20%-ный раствор и называют его основным раствором патоки.

Приготовление основного раствора патоки. В предварительно взвешенном стаканчике на технических весах отвешивают 50 *г* патоки с точностью до 0,01 *г*. Навеску смывают горячей дистиллированной водой в мерную колбу на 250 *мл*. После охлаждения до 20° С колбу доливают водой до метки и тщательно перемешивают. Приготовленный 20%-ный раствор называется основным раствором патоки, который используется при анализе патоки по различным показателям ее качества.

ПЛОТНОСТЬ ПАТОКИ

По показателю плотности косвенно судят о содержании в патоке сухих веществ и влаги. Чем меньше в патоке влаги, тем выше будет показатель ее плотности.

Стандартом на методы испытания предлагается определять плотность патоки путем определения относительной плотности ее основного раствора. Абсолютная плотность раствора представляет собой массу вещества в единице объема ($г/см^3$) или отношение абсолютной плотности данного раствора к плотности дистиллированной воды при 4° С. Относительная плотность раствора (d_{20}^{20}) численно равна величине, показывающей, во

* Сумма показателей редуцирующих сахаров и декстринов получается менее 100% в связи с тем, что редуцирующие сахара условно рассчитываются на глюкозу, причем почти половина мальтозы не учитывается.

сколько раз масса испытуемого раствора больше массы воды в том же объеме и при той же температуре (20° С).

Согласно стандарту относительную плотность основного раствора патоки можно определить одним из трех способов: 1) с помощью пикнометра емкостью 50 *мл*, снабженного капиллярной трубкой и термометром; 2) в мерной колбе на 50 или 100 *мл* при 20° С; 3) с помощью погружного рефрактометра.

Определение плотности патоки с помощью пикнометра или мерной колбы. Пикнометр или мерная колбочка предварительно должны быть прокалиброваны. Для этой цели их тщательно моют, высушивают и взвешивают на аналитических весах. Затем в пикнометр (или колбу) наливают дистиллированной воды и помещают в водяную баню с температурой воды 20° С (так, чтобы вода доходила до шейки пикнометра). Через 30 *мин* уровень воды доводят до метки по нижнему мениску, не вынимая пикнометр из бани. Затем пикнометр вынимают, тщательно вытирают, ставят около весов и минут через 15 взвешивают. Для определения плотности основного раствора пикнометр несколько раз ополаскивается исследуемым раствором и затем этим же раствором наполняется до метки, избегая образования воздушных пузырьков. Наполненный пикнометр помещают в водяную баню при 20° С 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 . . . . . *г* ($M_в$)
Масса пикнометра с основным раствором . . . . . *г*
Масса сухого пикнометра . . . . . *г*
Масса основного раствора патоки в пикнометре . . . . . *г* ($M_п$)

Разделив массу исследуемого раствора на массу воды в том же пикнометре при 20 °С, находят относительную плотность раствора при 20° С:

$$d_{20}^{20} = \frac{M_п}{M_в}.$$

По установленной относительной плотности раствора находят по табл. 5 искомую относительную плотность неразбавленной патоки и видимое содержание в ней сухих веществ.

Запись в лабораторном журнале

Плотность 20%-ного раствора патоки . . . . . .
Плотность патоки при 20 °С . . . . . .
Видимое содержание сухих веществ патоки . . . . . .

По ГОСТу плотность патоки должна быть не менее 1,41.

Таблица 5

Определение относительной плотности и содержания сухих веществ патоки по относительной плотности основного раствора

Плотность основного раствора d_{20}^{20}	Патока		Плотность основного раствора d_{20}^{20}	Патока	
	плотность d_{20}^{20}	видимое содержание сухих веществ, %		плотность d_{20}^{20}	видимое содержание сухих веществ, %
1,0590	1,389	73,35	1,0624	1,421	79,27
2	1,391	55	5	1,422	35
5	1,392	80	6	1,423	50
6	1,393	90	7	1,424	70
7	1,394	95	8	1,425	82
8	1,395	76,05	9	1,426	95
9	1,396	25	1,0630	1,427	80,15
1,0600	1,397	50	1	1,428	30
1	1,398	58	2	1,429	37
2	1,399	65	3	1,430	45
3	1,400	75	4	1,431	60
4	1,401	82	5	1,432	75
5	1,402	90	6	1,433	95
6	1,403	77,10	7	1,434	81,02
1,0607	1,404	25	8	1,435	10
8	1,405	32	9	1,436	30
9	1,406	40	1,0640	1,437	45
1,0610	1,407	55	1	1,439	52
1	1,408	62	2	1,440	60
2	1,409	75	3	1,441	90
3	1,410	90	4	1,442	95
4	1,411	78,10	5	1,443	82,00
5	1,412	17	6	1,445	20
6	1,413	25	7	1,446	35
7	1,414	45	8	1,447	42
8	1,415	65	9	1,448	55
9	1,416	70	1,0650	1,449	70
1,0620	1,417	75	1	1,450	77
1	1,418	85	2	1,451	85
2	1,419	79,05	3	1,452	83,05
3	1,420	20	4	1,453	25

КИСЛОТНОСТЬ

Под кислотностью патоки подразумевается количество *миллилитров 0,1 н. раствора едкого натра (или кали)*, нужное для нейтрализации 100 *г* сухого вещества патоки при индикаторе фенолфталеине. Кислотность патоки обусловливается наличием в ней кислых фосфатов, перешедших в патоку из крахмала, возможным остатком минеральной кислоты, применявшейся при гидролизе крахмала (в нестандартной патоке), и кислотами, могущими образоваться за счет бактериального закисания продукта при хранении. Кислотность патоки имеет извест-

ное технологическое значение в связи с тем, что она влияет на процесс гидролиза сахарозы, а следовательно, и на нарастание редуцирующих сахаров во время варки с патокой карамельной массы. А так как от большего или меньшего содержания редуцирующих сахаров (в первую очередь фруктозы) зависит гигроскопическое свойство карамели, то чем выше кислотность патоки, тем менее стойкой будет получаться карамель. При хранении карамель с повышенным содержанием редуцирующих сахаров будет поглощать из воздуха влагу и намокать. Отсюда способность патоки влиять на нарастание в карамели редуцирующих сахаров называется инвертирующей способностью патоки.

Техника определения. Из основного раствора отбирают пипеткой в коническую колбу 100 *мл* патоки, прибавляют 3—5 капель фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до ясно заметной розовой окраски.

Результат пересчитывают на 100 *г* сухих веществ патоки.

Согласно ГОСТ 5194—50 кислотность картофельной патоки не должна превышать 25° для КН и КВ и 27° для КІ; кислотность кукурузной патоки должна быть не более 12° для КН и КВ и 15° для КІ. Для глюкозной высокоосахаренной патоки стандарт не оговаривает максимально допустимого показателя кислотности.

Запись в лабораторном журнале

Содержание сухих веществ патоки . . . . . %
На 100 *мл* 20%-ного раствора или на . . . . . *г* сухого вещества патоки пошло . . . . . *мл* 0,1 н. раствора щелочи
На 100 *г* сухого вещества патоки пошло . . . . . *мл* 0,1 н. раствора щелочи
Следовательно, кислотность патоки равна . . . . . .

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ КИСЛОТ

При неправильном ведении технологического процесса приготовления патоки возможны случаи неполной нейтрализации соляной и серной кислоты после их применения в качестве катализаторов для гидролиза крахмала. Присутствие свободных минеральных кислот в патоке ГОСТом не допускается.

Техника определения. 2—4 *мл* основного раствора патоки помещают в фарфоровую чашечку, куда затем добавляют 2—3 капли индикатора метилового оранжевого. Легким вращательным движением индикатор смешивают с раствором патоки. Переход оранжевой окраски смеси в розовую указывает на присутствие свободных минеральных кислот.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА ПАТОКИ

Определение цвета патоки проводится сравнением с типовыми образцами, эталонами, приготовленными растворением органической краски (метаниловая желтая А. Т. 250).

1. Основной раствор. Отвешивают на аналитических весах 0,2 *г* краски. Навеску переводят без потерь в мерную литровую колбу и доливают до метки дистиллированной водой.

2. Эталон I. 3 *мл* основного раствора доливают дистиллированной водой до 200 *мл* и перемешивают.

3. Эталон II. 6 *мл* основного раствора доливают дистиллированной водой до 200 *мл* и перемешивают. Сравнение патоки с эталонами проводится в стаканах при дневном свете на фоне белой бумаги. Патока, оказавшаяся менее или одинаково окрашенной с эталоном I, относится к высшему сорту. Патока, оказавшаяся более окрашенной, чем эталон I, или одинаково с эталоном II, относится к первому сорту.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

ГОСТ 5194—50 предусматривает два метода для определения редуцирующих веществ в патоке: поляриметрический и иодометрический.

Поляриметрический метод. Основной раствор поляризуют в трубке длиной 100 *мм* в сахариметре с сахарной шкалой. Полученное число градусов перечисляют на сухое вещество. Если показание сахариметра P_0, а содержание сухих веществ A, то поляризация сухого вещества P будет:

$$P = \frac{P_0 \cdot 100}{A}.$$

По величине P в табл. 6 находят содержание декстрозы в сухом веществе анализируемой патоки. Отсчет на шкале сахариметра проводят несколько раз и берут среднее арифметическое.

Иодометрический метод (Вильштетера и Шудля). Метод основан на том, что иод в щелочном растворе количественно окисляет альдосахара в соответствующие одноосновные кислоты, но кетозы при этом не изменяются. Окислительное действие щелочного раствора иода происходит по схеме: $I_2 + 2\bar{e} = 2I^-$. Избыток иода, не вошедшего в реакцию с сахарами, оттитровывается тиосульфатом натрия:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}.$$

10 *мл* основного раствора патоки переносят в мерную колбу на 100 *мл*, доливают до черты дистиллированной водой и пере-

Таблица 6

Определение редуцирующих веществ в процентах по углу поляризации

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

мешивают, из полученного раствора берут пипеткой 10 *мл* в коническую колбу емкостью 250—400 *мл*. Туда же прибавляют пипеткой 25 *мл* 0,1 н. раствора иода и из бюретки медленно приливают 30 *мл* 0,1 н. раствора едкого натра. Содержимое колбы хорошо перемешивают, закрывают пробкой или часовым стеклом и оставляют стоять 15—20 *мин* в темном месте. Затем прибавляют 4,5—5 *мл* 1 н. раствора H_2SO_4, титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 *мл* 1%-ного раствора крахмала и продолжают

титрование до обесцвечивания. Параллельно ставят контрольную пробу. В коническую колбу пипеткой наливают 10 *мл* воды, 25 *мл* 0,1 н. раствора иода, из бюретки приливают 30 *мл* 0,1 н. раствора NaOH, оставляют на 15—20 *мин*, подкисляют 4,5—5 *мл* 1 н. раствора H_2SO_4 и титруют тиосульфатом натрия.

Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора $Na_2S_2O_3$, идущее на титрование 25 *мл* 0,1 н. раствора иода	V, *мл*
Количество 0,1 н. раствора $Na_2S_2O_3$, идущее на титрование остатка иода после взаимодействия с редуцирующими веществами патоки	V_1 *мл*
Количество 0,1 н. раствора иода, вступившего в реакцию с редуцирующими веществами . . . . . (где K — поправка на 0,1 н. раствор тиосульфата натрия)	$(V—V_1)\ K$ *мл*
Количество патоки, взятой для определения редуцирующих веществ (в 10 *мл* разбавленного раствора)	M *г*
Количество глюкозы в M *г* патоки	$(V—V_1) \times K \cdot 0{,}009$ *г*
(1 *мл* 0,1 н. раствора иода или 0,1 н. раствора $Na_2S_2O_3$ соответствует 0,009 *г* глюкозы)	
Количество глюкозы в 100 *г* воздушно-сухой патоки .	*г*
Количество глюкозы в 100 *г* сухих веществ патоки .	*г*

КАРАМЕЛЬНАЯ ПРОБА

В медный тазик с плоским дном наливают около 100 *мл* (140—150 *г*) патоки и нагревают на электрической плитке. Вначале патока кипит спокойно, но по мере удаления воды появляются крупные пузыри. С этого момента патоку перемешивают термометром и наблюдают, при какой температуре появляются темные прожилки или пятна. Считают, что патока выдержала пробу до той температуры, при которой появились пятна и прожилки. Если окраска патоки не изменяется, продолжают нагревать до температуры, установленной для данного сорта. Затем содержимое тазика выливают на мраморную доску и по охлаждении определяют качество леденца, который должен быть прозрачным, без темных прожилок и пятен. Продолжительность варки от начала кипения до установленной для данного сорта температуры должна быть не менее 20 *мин* для патоки с плотностью 1,44 и 25 *мин* — для патоки плотностью 1,41.

Температура карамельной пробы допускается ГОСТом для высшего сорта 145° С, для первого сорта — 140° С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЫ

Содержание золы в патоке не должно превышать по сортам: 0,4% — для КН и КВ; 0,45 — для КI и 0,55 — для ГВ. Состав золы зависит как от рода и качества перерабатываемого крах-

мала, так и от кислоты, которой производился гидролиз. Так, при выработке патоки с серной кислотой зола больше всего содержит P_2O_5 (до 30%), CaO (до 20%) и SO_3 (до 15%). Содержание FeO обычно близко к 0,007%, снижаясь в лучших сортах патоки до 0,001%.

Техника определения. 10 *г* патоки взвешивают в предварительно прокаленном до постоянной массы тигле ($d=45\div55$ *мм*, $h=60\div70$ *мм*) и осторожно озоляют сначала на слабом, а затем на постепенно усиливаемом огне. Когда большая часть патоки озолена, тигель охлаждают и приливают 1—2 *мл* горячей дистиллированной воды. Воду выпаривают на водяной бане и тигель вновь прокаливают до полного озоления, после чего охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Взвешивание проводят через каждые 30 *мин* прокаливания, пока разница между двумя последующими взвешиваниями будет не более 0,005 *г*.

Запись в лабораторном журнале

Масса тигля с золой . . . . . *г*
Масса пустого тигля . . . . . *г*
Масса золы . . . . . *г*
Содержание золы в % к массе взятой патоки . . . . . .
Содержание золы в % на сухое вещество патоки . . . . .

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой крахмальная патока и для каких целей она применяется?
2. Какие сорта патоки вырабатываются в СССР в настоящее время?
3. Состав патоки.
4. Влияние декстринов и редуцирующих сахаров патоки на качество готовой продукции?
5. По каким показателям проверяется качество патоки?
6. Какое значение имеет показатель кислотности патоки и в каких единицах он выражается?
7. Каким образом и для каких целей определяется плотность патоки?
8. Какими методами определяется содержание редуцирующих сахаров в патоке? На какой сахар условно принято рассчитывать этот показатель?
9. Как определяется содержание свободных кислот в патоке?
10. Как проводится карамельная проба патоки?
11. Каким требованиям должна удовлетворять патока по ГОСТу в зависимости от сорта?

Работа 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

При использовании воды в технике и в быту большое значение имеет показатель ее жесткости. Различают общую, временную и постоянную жесткость воды.

Общая жесткость характеризуется содержанием в воде всех солей кальция и магния ($CaSO_4$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $Mg(HCO_3)_2$ и др.).

Временная жесткость обусловливается наличием в воде би-

карбонатов кальция и магния [$Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$], способных при кипячении выпадать в осадок.

Постоянная жесткость зависит от наличия в воде средних солей кальция и магния, не выпадающих в осадок после кипячения.

Жесткость воды принято выражать или в градусах, или в миллиграмм-эквивалентах. Например, немецкий градус жесткости соответствует наличию 10 *мг* CaO в 1 *л* воды. В настоящее время в Советском Союзе жесткость выражают в *мг-экв/л*. При условном выражении жесткости по CaO 1 *мг-экв* будет равен:

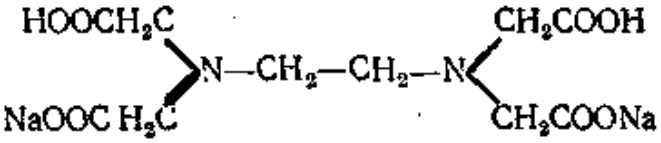
$$\frac{56 \cdot 1000}{2 \cdot 1000} = 28 \text{ мг CaO в 1 л.}$$

При оценке качества воды обычно воду характеризуют по содержанию солей (в *мг-экв/л*):

очень мягкая	до 1,5
мягкая	1,5—3
умеренно жесткая	3—6
жесткая	6—9
очень жесткая	более 9

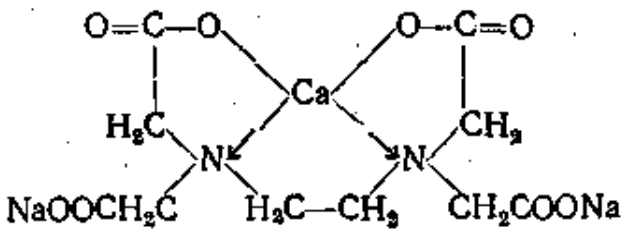
МЕТОД КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

Этот метод основан на использовании реакций, которые сопровождаются образованием комплексных соединений катионов с органическим реактивом (комплексоном). Комплексоны являются производными аминополикарбоновых кислот, среди которых наибольшее практическое значение приобрела двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, которую сокращенно называют: комплексон III, или трилон Б:



Это соединение содержит наряду с карбоксильными группами (—COOH) и аминный азот (N<), поэтому оно является одновременно кислотой, способной давать соли с различными катионами и комплексообразующим веществом. Комплексон III (трилон Б) образует со многими катионами прочные растворимые в воде внутрикомплексные соли. Эти соли образуются, с одной стороны, за счет замещения ионами металла-комплексообразователя (Ca, Mg, Ba и др.) активных атомов водорода карбоксильных групп комплексона, с которыми он соединяется с помощью главных валентностей, а с другой стороны, за счет взаимодействия с атомами азота, способными сочетаться с данным ионом металла-комплексообразователя посредством по-

бочной валентности. Наиболее ценным свойством трилона Б является его способность давать внутрикомплексные соли с ионами щелочноземельных металлов — магнием и кальцием, которые трудно или вовсе невозможно перевести в комплексные соединения другими средствами. Строение внутрикомплексной соли кальция можно схематически представить в виде формулы:



$$Ca^{++} + Na_2H_2R^- \rightarrow Na_2(CaR^-) + 2H^+$$

где сплошными линиями показаны главные валентности, а стрелками — побочные. Если в раствор, содержащий ионы кальция или магния, ввести какой-либо индикатор, дающий цветные соединения с этими ионами, то при добавлении трилона Б к такому окрашенному раствору произойдет изменение окраски в эквивалентной точке, соответствующей связыванию трилоном Б всех ионов кальция и магния в комплекс.

В качестве индикаторов могут быть взяты следующие вещества: *а* — хромоген черный специальный ЕТ-00, называемый также эриохром черный Т; *б* — кислотный хром темно-синий. Цвета растворов этих индикаторов в щелочной среде следующие:

Индикатор	В присутствии ионов кальция и магния	В отсутствии ионов кальция и магния
а	Винно-красный	Синий с зеленоватым оттенком
б	Винно-красный	Синевато-сиреневый

Эти индикаторы представляют собой органические красители, образующие с катионами окрашенные комплексные соединения (металл — индикаторы). При титровании трилоном Б такого окрашенного комплексного соединения оно постепенно разлагается вследствие образования нового более прочного внутрикомплексного соединения кальция и магния с трилоном. В точке эквивалентности первоначальный цвет комплексного соединения, образуемого индикатором с Ca и Mg, исчезает и появляется окраска, свойственная свободному индикатору.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Для определения жесткости воды, свободной [1] от содержания меди, цинка и марганца и имеющей жесткость, превышающую 0,5 *мг-экв/л*, поступают следующим образом. В коническую колбочку емкостью 250—300 *мл* отмеривают пипеткой такое количество анализируемой прозрачной воды, чтобы суммарное содержание ионов кальция и магния в отобранной пробе не превысило 0,5 *мг-экв/л*.

Жесткость воды, *мг-экв/л*	Берут для анализа, *мл*
От 0,5 до 5,0	100
От 5 до 10	50
От 10 до 20	25
От 20 до 50	10

Объем отобранной пробы анализируемой воды доводят дистиллированной водой до 100 *мл*, добавляют 5 *мл* аммиачного буферного раствора [2] до pH 10 и 7—8 капель одного из индикаторов, после чего медленно титруют 0,05 н. раствором трилона Б, все время интенсивно перемешивая до изменения окраски жидкости. Каждый миллилитр точно 0,05 н. раствора содержит 0,05 *мг-экв*.

Если для анализа было взято V *мл* исследуемой воды и коэффициент нормальности раствора трилона Б обозначить через K, а на титрование V *мл* воды будет израсходовано a *мл* 0,05 н. трилона, то жесткость анализируемой воды в *мг-экв/л* будет равна:

$$Ж = \frac{0{,}05\,K\,a \cdot 1000}{V} = 50\,\frac{a\,K}{V}.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Постоянную жесткость воды можно определить после устранения солей, обусловливающих временную жесткость. Для этой цели бикарбонаты кальция и магния осаждаются кипячением и устраняются фильтрацией.

200 *мл* исследуемой воды кипятят 10 *мин* (от начала закипания), охлаждают, переносят количественно в мерную колбу на 200 *мл*, доводят объем дистиллированной водой до метки, перемешивают и фильтруют. В фильтрате определяют содержание солей кальция и магния, оттитровывая их трилоном Б обычным

---

[1] Ход определения в присутствии этих металлов изменяется: медь и цинк предварительно переводят в сульфиды, а марганец сохраняют в двухвалентном состоянии путем добавления гидроксиламина.

[2] Смешивают 100 *мл* 20%-ного раствора хлористого аммония со 100 *мл* 20%-ного раствора аммиака и доводят объем до литра дистиллированной водой.

титрованием с индикатором или электрометрически. Временную жесткость определяют по разности между общей и постоянной жесткостью.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ ИОНЫ МЕДИ И ЦИНКА

Перед определением жесткости воды, содержащей ионы меди и цинка, необходимо последние перевести в сульфиды, которые почти нерастворимы и поэтому не мешают титрованию трилоном. Присутствие меди сказывается при титровании, так как точка перехода окраски индикатора становится неотчетливой.

Цинк завышает величину определяемой жесткости в связи с тем, что он титруется так же, как ионы кальция и магния.

Для устранения влияния меди и цинка к пробе воды перед титрованием трилоном прибавляют 1 *мл* 1,5—2%-ного раствора сульфида натрия. В случае расхождения результатов, полученных в отсутствии и в присутствии сульфида натрия, правильным являются последние результаты.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ ИОНЫ МАРГАНЦА

В присутствии марганца после прибавления буферного раствора и индикатора жидкость приобретает серый цвет и титрование становится невозможным. В этом случае к исследуемой воде перед определением жесткости добавляют 5 капель 1,0%-ного раствора солянокислого гидроксиламина.

РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ

Такое определение проводят в сырой воде с общей жесткостью выше 1,5 *мг-экв/л*.

К пробе воды в 100 *мл* добавляют 1 *мл* аммиачного буферного раствора[1] и раствора оксалата аммония[2] (из расчета полуторного количества его от общей жесткости данной воды).

После добавления оксалата аммония пробу фильтруют через плотный беззольный фильтр, промывают два раза небольшим количеством холодной дистиллированной воды, присоединяя промывные воды к фильтрату, добавляют 5 *мл* буферного раствора[3], 7—8 капель раствора индикатора и титруют 0,05 н. раствором трилона Б.

---

[1] 67,5 *г* х.ч. хлористого аммония растворяют в дистиллированной воде, добавляют 570 *мл* 25%-ного раствора аммиака и доводят до литра дистиллированной водой.

[2] 50 *г* оксалата аммония растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до литра. Раствор фильтруют.

[3] Смешивают 100 *мл* 20%-ного раствора х.ч. хлористого аммония со 100 *мл* 20%-ного раствора аммиака, после чего смесь доводят до литра дистиллированной водой.

Запись в лабораторном журнале

Количество трилона Б, израсходованное на титрование 100 *мл* воды . . . . . *мл*

Магниевая жесткость . . . . . *мг-экв/л*

В параллельной пробе определяют общую жесткость, и вычитая из нее магниевую, определяют кальциевую жесткость.

ТИТРОВАНИЕ НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТИТРИМЕТРЕ ТИПА ФЭТ-УНИИЗ

Этот прибор предназначен для объемно-аналитического определения кальция и магния методом комплексометрии с фотоэлектрической индикацией конца титрования. Пользование

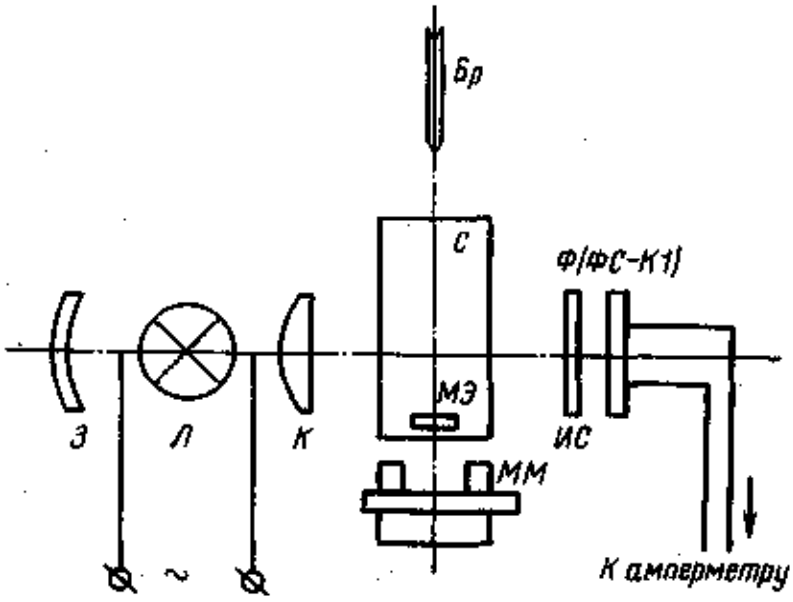


Рис. 13. Принципиальная схема фотоэлектрического титриметра.

прибором позволяет титровать растворы, обладающие собственной окраской, а также устанавливать точку эквивалентности с достаточной точностью и в тех случаях, когда конец титрования сильно растянут. Принципиальная схема прибора представлена на рис. 13.

Световой поток, излучаемый электролампой *Л* и усиленный рефлектором *З*, проходит через конденсорную линзу *К*, стакан *С* с титруемой жидкостью, светофильтр *ИС* и попадает сходящимся потоком на приемник излучения — фотосопротивление *Ф*.

В процессе титрования исследуемая жидкость изменяет свою окраску. При этом величина светопоглощения изменяется. Это приводит к соответствующему изменению величины фототока в цепи фотосопротивления. Величина фототока отсчитывается по шкале микроамперметра.

Процесс титрования при помощи титриметра проводится следующим образом: стакан с исследуемым раствором (после добавления 8 капель индикатора) помещают в гнездо прибора.

Предварительно в стакан опускают магнитный элемент. Включают электромотор магнитной мешалки, после чего переменным сопротивлением R_5 выводят стрелку амперметра на максимальное деление шкалы. Затем в стакан по каплям добавляют трилон Б из бюретки Бр.

При титровании трилоном Б растворов кальция и магния первые порции трилона не вызывают заметного изменения окраски раствора, и поэтому стрелка микроамперметра продолжает оставаться неподвижной. Дальнейшее прибавление трилона Б приводит к постепенному изменению цвета жидкости и к увеличению ее светопоглощения. В связи с этим интенсивность пучка света, проходящего через титруемую жидкость и падающего на фотосопротивление, непрерывно уменьшается, а стрелка микроамперметра постепенно сдвигается влево. Если в процессе титрования, задолго до достижения точки эквивалентности, стрелка микроамперметра переместилась в крайнее левое положение шкалы, то стрелку прибора выводят на середину или в крайнее правое положение шкалы при помощи ручки компенсатора. В конце титрования величина светопоглощения оттитрованных растворов кальция и магния достигает максимума, поэтому в точке эквивалентности движение стрелки прибора прекращается. Последующее добавление нескольких капель титранта в стакан с титруемой жидкостью не вызывает какого-либо заметного изменения светопоглощения раствора и стрелка прибора остается неподвижной.

Вопросы для самопроверки

1. Какими солями обусловливается общая жесткость, постоянная, временная?
2. Какими единицами измеряется жесткость воды?
3. Какое соотношение имеется между градусным исчислением жесткости и в *мг-экв/л*?
4. На каком принципе основан метод комплексометрического титрования кальция и магния?
5. Какую окраску имеют индикаторы хромоген черный и кислотный хром темно-синий в присутствии ионов кальция и магния?
6. Как устранить влияние магния и цинка при определении общей жесткости воды?
7. Как провести раздельное определение кальция и магния в сырой воде?
8. Как определить постоянную и временную жесткость воды?

Работа 18. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПАТОЧНОГО СИРОПА ИЗ КРАХМАЛА С ВЫПОЛНЕНИЕМ КОНТРОЛЯ ОСАХАРИВАНИЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

На паточных заводах патоку получают путем осахаривания крахмала с помощью кислоты, как катализатора с последующей нейтрализацией, очисткой и увариванием сиропа до определенной плотности.

Гидролиз крахмала протекает ступенчато с образованием ряда промежуточных продуктов — декстринов различного строения и молекулярной массы: от амило- до мальтодекстринов. Конечным продуктом кислотного гидролиза крахмала является глюкоза. Состав патоки, таким образом, будет зависеть от глубины гидролиза крахмала. Химизм кислотного гидролиза можно условно выразить уравнением:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + n\,H_2O = n\,C_6H_{12}O_6.$$

В производстве применяют серную и соляную кислоты, обладающие наиболее высокой каталитической активностью. После проведения гидролиза до нужной степени осахаривания необходимо нейтрализовать кислоту. Серную кислоту нейтрализуют мелом. Для нейтрализации сиропов, осахаренных соляной кислотой, применяют соду. Так как избыток соды отрицательно влияет на качество сиропов, то во избежание перенейтрализации контролируют конец нейтрализации по величине pH сиропа. Полноту нейтрализации при использовании соды дополнительно проверяют по изменению окраски индикатора метиловый красный в пробе.

Степень осахаривания крахмала при производстве патоки устанавливают по иоду. В зависимости от степени осахаривания сиропа раствор иода может быть окрашен в синий, фиолетовый, вишневый, красный и оранжевый цвет. Синяя окраска иодной пробы свидетельствует о том, что в гидролизате в основном содержится растворимый крахмал. При образовании значительного количества декстринов иодная проба может меняться от фиолетовой до вишневой, в зависимости от преобладания того или другого вида декстрина. При образовании значительного количества мальтозы и глюкозы и наличии только мальтодекстринов иодная проба не меняет окраски при прибавлении гидролизата.

Целью данной работы является проведение кислотного гидролиза крахмала в лабораторных условиях с контролем степени осахаривания и с последующей нейтрализацией полученного паточного сиропа.

Техника определения. Отвешивают 10 *г* крахмала в фарфоровой чашке и размешивают стеклянной палочкой с 30 *мл* воды. В коническую колбу на 200—250 *мл* наливают 50 *мл* воды и 1 *мл* концентрированной серной кислоты (плотностью 1,84) и ставят ее на кипящую водяную баню.

Когда раствор в колбе нагреется до 80—85° С, в него тонкой струей вливают крахмальную взвесь, непрерывно помешивая содержимое колбы для равномерной клейстеризации крахмала. Остаток крахмала в чашке споласкивают 20 *мл* воды и также выливают в колбу. Не вынимая из бани, колбу закрывают пробкой с обратным холодильником.

Для осуществления контроля осахаривания наполняют 10 пробирок на $^2/_3$ водой, добавляют в каждую 2—3 капли 3%-ного иода и в процессе проведения гидролиза через определенные интервалы (15 *мин*) отбирают пробу и последовательно добавляют несколько капель в пробирки. Раствор окрашивается в синий, фиолетовый и другие цвета, в зависимости от степени осахаривания. Когда окраска иода не изменится при прибавлении сиропа, осахаривание следует прекратить, сироп нейтрализуют мелом.

Расчет $CaCO_3$ для нейтрализации. Реакция нейтрализации кислоты идет по следующему уравнению:

$$H_2SO_4+CaCO_3=CaSO_4+CO_2+H_2O.$$

Согласно уравнению, на нейтрализацию 98 *г* H_2SO_4 требуется 100 *г* $CaCO_3$, а нами взято для осахаривания $1\times1{,}84$ *г* серной кислоты, следовательно, теоретически нужно добавить $\frac{1{,}84\cdot100}{98}=1{,}87$ *г* $CaCO_3$.

Практически мела при работе с картофельным крахмалом берут на 25% больше рассчитанного количества.

Таким образом, на нейтрализацию сиропа необходимо взять 2,34 *г* $CaCO_3$. Навеску размешивают с небольшим количеством воды и приливают взвесь в колбу с сиропом.

При использовании для гидролиза крахмала соляной кислоты после проведения ее нейтрализации необходимо проверить pH сиропа, величина которого должна быть около 4,5. Для этого к 20 *мл* сиропа добавляют 3 капли индикатора метилового красного. При этом цвет содержимого становится ярко-красным. Последующее добавление 2 капель 0,1 н. едкого натра должно дать оранжевый цвет, а 3 капель — ярко-желтый.

Более точный контроль нейтрализации проводится при помощи потенциометра.

Вопросы для самопроверки

1. Химизм кислотного гидролиза крахмала.
2. Почему необходимо нейтрализовать кислоту после проведения гидролиза?
3. Как проводится контроль осахаривания крахмала?
4. Дать расчет мела для нейтрализации кислоты.

Работа 19. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КАРАМЕЛЬНОЙ МАССЫ НА ИНВЕРТЕ

Карамель — продукт, получаемый увариванием сахаро-паточных или сахаро-инвертных растворов до карамельной массы с остаточной влажностью 1—3% и последующим ее формованием после охлаждения до 70° С.

Карамельная масса в отличие от сахара, являющегося кристаллическим веществом, аморфна. При засахаривании она теряет пластические свойства и способность поддаваться механической обработке. Такая карамельная масса считается производственным браком.

Переход сахара из кристаллического состояния в аморфное осуществляется благодаря использованию антикристаллизаторов — крахмальной патоки и инвертного сахара. Способность этих веществ задерживать кристаллизацию объясняется следующим:

1) увеличивается вязкость насыщенных сахаро-паточных растворов (за счет декстринов патоки) по сравнению с насыщенным раствором чистой сахарозы. Чем выше вязкость раствора, тем ниже скорость кристаллизации;

2) в насыщенном сахаро-паточном или сахаро-инвертном растворе содержится больше сухих веществ, чем в насыщенном растворе чистой сахарозы, хотя растворимость сахарозы уменьшается;

3) при нагревании патоки и инвертного сиропа образуются продукты распада, некоторые из которых задерживают кристаллизацию сахарозы (ангидриды, продукты реверсии).

В карамельном производстве принято добавлять на 100 массовых частей сахара 50 массовых частей патоки. Это нормальная рецептура. Патока частично или полностью может быть заменена инвертным сахаром. Карамель, приготовленная на инверте, обладает большей гигроскопичностью за счет значительно большего содержания фруктозы — наиболее гигроскопичного сахара, к тому же инвертный сахар легче, чем патока, разлагается при нагревании с образованием темноокрашенных (красящие и гуминовые вещества) и гигроскопичных (оксиметилфурфурол) продуктов распада. Карамельная масса, приготовленная на инвертном сиропе, имеет примерно в три раза меньшую вязкость по сравнению с карамельной массой на патоке. В связи с этим ее необходимо уваривать до меньшей остаточной влажности (~на 1%). Поэтому конечная температура уваривания карамельной массы на инверте выше, чем на патоке (приблизительно на 10° С).

При приготовлении карамельной массы на инверте последний добавляют в сахарный сироп в виде заранее приготовленного нейтрализованного инвертного сиропа.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ИНВЕРТНОГО СИРОПА

80%-ный раствор сахара подвергают гидролизу в присутствии 0,02—0,03% соляной кислоты (по массе сахара) в течение 20—30 *мин* при температуре 90° С с последующим охлаждением раствора до 65 °С и нейтрализацией кислоты двууглe-

кислой содой. Для гидролиза берется 50 *г* сахарозы и используется 10%-ная соляная кислота плотностью 1,049. Расчет соляной кислоты дан в работе 23.

Пример расчета двууглекислой соды для нейтрализации сиропа. Для нейтрализации соляной кислоты, добавленной для гидролиза сахарозы, используется 10%-ная двууглекислая сода плотностью 1,073. Количество соды рассчитывают на основе соотношения молекулярных масс при реакции нейтрализации:

$$\underbrace{HCl}_{36,5} + \underbrace{NaHCO_3}_{84} = NaCl + H_2O + CO_2$$

Следовательно, для нейтрализации 0,015 *г* HCl (получено по расчету) требуется:

$$\frac{84 \cdot 0,015}{36,5} = 0,034 \text{ г } NaHCO_3.$$

Мы имеем соду, у которой в 100 *г* находится 10 *г* $NaHCO_3$, а для нейтрализации кислоты требуется 0,034 *г* $NaHCO_3$. Это количество $NaHCO_3$ будет находиться в *х г* 10%-ной $NaHCO_3$:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ г} — 10 \text{ г} \\ x \text{ г} — 0,034 \text{ г} \end{array} \quad x = \frac{0,034 \cdot 100}{10} = 0,34 \text{ г } 10\%\text{-ной } NaHCO_3.$$

Следовательно, для нейтрализации соляной кислоты необходимо добавить 0,34 *г*, или $\frac{0,34}{1,073} = 0,32$ *мл* 10%-ной $NaHCO_3$.

Инвертный сироп должен иметь слабокислую реакцию, поэтому количество соды, необходимой для нейтрализации кислоты, уменьшают на 10%, что составляет 0,3 *мл* 10%-ной $NaHCO_3$.

В фарфоровую чашку (200 *мл*) помещают 50 *г* сахара, отвешенного на технических весах, приливают мерным цилиндром 12,5 *мл* воды, растворяют при нагревании сахар (на газовой горелке), доводят раствор до кипения (109° С) и затем охлаждают его до 90° С. В сахарный раствор при температуре 90° С вливают из микробюретки рассчитанное количество 10%-ной соляной кислоты и при этой температуре проводят гидролиз в течение 20—30 *мин,* осторожно помешивая сироп термометром (если для гидролиза взято 0,03% HCl, гидролиз продолжается 20 *мин,* если 0,02%—30 *мин).* Необходимо тщательно следить за тем, чтобы температура не превышала 90° С во избежание образования темноокрашенных продуктов разложения сахаров.

После окончания гидролиза инвертный сироп быстро охлаждают в водяной бане до 65° С и приливают из микробюретки рассчитанное количество 10%-ного раствора соды при непрерывном размешивании сиропа, так как сахара, особенно фруктоза, очень чувствительны к щелочной среде, разлагаясь с образованием темноокрашенных продуктов.

Правильно приготовленный инвертный сироп должен быть чистым, прозрачным, желтоватого цвета. В нем содержится около 20% воды, 70—75% инвертного сахара, 5—10% сахарозы и некоторое количество продуктов разложения сахара.

Влажность инвертного сиропа определяют рефрактометрически (без разведения). Поправка на температуру берется из табл. 16, приведенной в работе 25. Вычисленный процент сухих веществ увеличивают на 2%, так как для инвертного сиропа видимое содержание сухих веществ, определяемое рефрактометрически, на 2% ниже истинного содержания сухих веществ, определяемого пикнометром.

Содержание редуцирующих сахаров инвертного сиропа определяют методом титрования щелочного раствора меди. Анализ ведется так же, как при определении редуцирующих сахаров карамели (см. работу 25).

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КАРАМЕЛЬНОЙ МАССЫ НА ИНВЕРТНОМ СИРОПЕ

Количество инвертного сиропа (в *г*), необходимое для приготовления карамельной массы, рассчитывается по формуле

$$x = \frac{100\,aS}{(100-b)\,(A-a)}$$

где S — количество сахара, *г*;

b — содержание воды в карамельном сиропе (14—16%);

A — содержание редуцирующих сахаров в инвертном сиропе, определяемое анализом, %;

a — содержание редуцирующих сахаров, допускаемое в карамельном сиропе (14%).

100 *г* сахара растворяют при нагревании в 25 *мл* воды в металлической чашке. Раствор при постоянном помешивании металлическим шпателем доводят до кипения. Заранее отвешивают в маленькую фарфоровую чашечку инвертный сироп (на 1 *г* больше расчетного) и горячим шпателем переносят его в кипящий сахарный сироп. Уваривание массы ведут до 150° С. Затем горячую карамельную массу выливают на мраморную плиту, предварительно смазанную растительным маслом во избежание прилипания.

После окончания растекания массы замеряют взаимно перпендикулярные диаметры полученного круга для определения растекаемости. На поверхность горячей массы быстро и равномерно распределяют лимонную кислоту (1,1% от веса карамельной массы, т. е. около 1,3 *г*), тщательно проминают шпателем для полного удаления воздушных пузырей, равномерного распределения лимонной кислоты и получения необходимой толщины пласта (0,5—0,8 *см*). При температуре массы 70—75° С формуют карамель на монпансейных вальцах.

После охлаждения карамель взвешивают и определяют растекаемость. Под растекаемостью понимается площадь в $см^2$, занимаемая 1 *г* карамельной массы, выливаемой на горизонтальную плоскость при 108° С. Растекаемость косвенно характе-

ризует вязкость и зависит от рецептуры карамели. Растекаемость карамельной массы определяется делением площади, занимаемой пластом карамельной массы, на массу пласта.

Для карамели, приготовленной на патоке, растекаемость составляет $\sim 1{,}35$ *см²/г*, для карамели на инверте — 1,60 *см²/г*.

Запись в лабораторном журнале

Количество карамельной массы	*m г*
Диаметр пласта карамельной массы (среднее значение двух взаимно перпендикулярных диаметров) . . .	*см*
Площадь круга	S *см²*
Растекаемость	$K = \frac{S}{m}$ *см²/г*

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой карамель?
2. Роль антикристаллизаторов при производстве карамели.
3. Чем обусловлена антикристаллизационная способность крахмальной патоки и инверта? Их сравнительная оценка.
4. Сколько необходимо добавить 8%-ной HCl (плотность 1,039) для того, чтобы провести гидролиз 100 *г* сахара в течение 20 *мин*? Сколько потребуется 10%-ной $NaHCO_3$ для нейтрализации добавленной кислоты. Почему количество соды, необходимое для нейтрализации кислоты, уменьшают на 10%?
5. Как приготовляется нейтрализованный инвертный сироп?
6. Каким методом определяется содержание редуцирующих сахаров в инвертном сиропе?
7. Как приготовляется карамельная масса на инвертном сиропе?
8. Что такое растекаемость карамельной массы и как она определяется?

Работа 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ В СУЛЬФИТИРОВАННЫХ ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Целью консервирования является продление сроков хранения пищевого продукта. Оно осуществляется действием факторов, затормаживающих развитие микроорганизмов. Существует много различных способов консервирования: с помощью высоких или низких температур (стерилизация, замораживание, обезвоживание продукта), повышением концентрации ионов водорода (маринование, квашение) или осмотического давления в среде (внесением соли или сахара), с чем связано явление плазмолиза у микроорганизмов.

Широкое распространение находят многие химические консервирующие вещества (бензойная, сернистая, салициловая кислоты и их соли), а также антибиотики микробиологического (биомицин, низин) и растительного происхождения (фитонциды в заметных количествах содержатся в горчице, чесноке, луке, корице и многих других растениях).

Добавляемые к продукту консервирующие вещества не

должны заметно снижать пищевую ценность продукта и ухудшать его органолептические свойства. Многие химические консерванты токсичны и поэтому применение их контролируется и регламентируется органами здравоохранения.

В последнее время предложено много новых консервирующих веществ, в частности сорбиновая кислота (C_5H_7COOH) и ее соли, эфиры бромуксусной кислоты, диэтиловый эфир пироугольной кислоты ($C_2H_5OCO—O—COC_2H_5$) и другие соединения. Большой интерес представляет сорбиновая кислота и ее производные. Сорбиновая кислота подавляет развитие дрожжей и плесневых грибков, но не бактерий, поэтому перспективно ее применение для консервирования плодов, ягод, овощей и их полуфабрикатов. Исследования, проведенные по выяснению токсичности сорбиновой кислоты, показали, что она безвредна. Сорбиновая кислота разрешена Министерством здравоохранения СССР как консервирующее вещество в концентрации 0,1% к массе консервируемого продукта.

На предприятиях, перерабатывающих фрукты и овощи, однако, очень широко применяют наиболее старые консерванты — сернистую и бензойную кислоты и их соли. Сернистая кислота обладает сильным антисептическим действием, подавляя развитие плесневой микрофлоры в продукте. Фрукты, обработанные сернистой кислотой, не темнеют, а даже несколько светлеют благодаря ее восстанавливающему действию. Она инактивирует окислительные ферменты тканей и таким образом приостанавливает процессы дыхания. Сернистая кислота способствует сохраняемости витамина С, угнетая ферменты, окисляющие аскорбиновую кислоту. Но в то же время сернистая кислота летуча, поэтому для консервирования требуется сравнительно большая ее дозировка (0,1—0,15%). Летучесть сернистой кислоты ухудшает условия труда рабочих при консервировании и требует обязательного охлаждения полуфабриката перед его консервированием.

Сернистая кислота взаимодействует с сахарами, содержащимися в продукте. Образующиеся соединения не обладают консервирующим действием, но легко расщепляются и тогда SO_2 в значительной части удаляется из продукта при нагревании. Сернистая кислота в применяемых при консервировании дозировках не безвредна для организма человека. Содержание ее в готовом продукте не должно превышать норм, установленных органами здравоохранения.

В связи с тем что сернистая кислота наиболее широко применяется в кондитерской промышленности для консервирования фруктово-ягодных полуфабрикатов, в данном руководстве будет описано определение только этого консерванта.

Подготовка образца к испытанию. Сульфитированную продукцию перед отбором проб сортируют на однородные партии.

Отбор пробы проводится от каждой отдельной партии однородного продукта. Однородной считается партия, состоящая из продуктов одного вида и сорта, в таре одного типа и размера, одного года и сезона производства, изготовленных одним заводом.

Средняя проба для физико-химического анализа, в том числе и для определения консервантов, должна быть не менее 500 *г* продукта, а сухофруктов не менее 1 *кг*.

Подготовка средней пробы к определению в ней консервантов проводится различно, в зависимости от свойств продукта. Твердые продукты (сухофрукты) измельчаются ножом, причем крупные косточки удаляются из сухофруктов. Мягкие (плоды и ягоды, мармелад, пастила) предварительно измельчаются, затем растираются в ступке. Крупные косточки из фруктов удаляются. Пюреобразные и жидкие продукты берутся непосредственно из всей пробы, предварительно хорошо перемешанной ложкой, шпателем, палочкой. Подготовленная таким образом средняя проба помещается в сухую стеклянную банку с пробкой и перемешивается.

Сущность методов определения сернистой кислоты. Большинство методов количественного определения SO_2 основано на способности сернистой кислоты легко окисляться в серную под действием окислителей по уравнению:

$$2H_2SO_3+O_2=2H_2SO_4.$$

В качестве окислителей в стандартных методах используют перекись водорода или иод.

При использовании перекиси водорода в качестве окислителя вначале вытесняют сернистый газ из продукта соляной кислотой. Затем перегоняют его в токе углекислого газа в приемник с раствором перекиси водорода, где он окисляется в серную кислоту. Количество серной кислоты определяется либо массовым, либо объемным методами. Массовый метод является арбитражным. Для определения этим методом добавляют к раствору серной кислоты раствор хлористого бария. Осадок сульфата бария, образовавшегося в результате их взаимодействия, после фильтрации, промывки и сушки озоляют и количественно определяют[1]. Затем по формуле рассчитывают содержание сернистой кислоты на 1 *кг* продукта в миллиграммах или в процентах.

При определении общей сернистой кислоты объемным методом раствором щелочи определенной концентрации оттитровывают серную кислоту, полученную окислением перекисью водорода, и по количеству израсходованного на титрование

[1] При определении свободной сернистой кислоты ее вытесняют из продукта током азота. В дальнейшем поступают так же, как и при определении сернистой кислоты массовым арбитражным методом.

раствора рассчитывают содержание сернистой кислоты на 1 *кг* продукта в миллиграммах или процентах.

Наиболее распространенными являются методы с применением иода для окисления сернистой кислоты.

Реакция с иодом происходит по следующему уравнению:

$$SO_2+2H_2O+I_2=2HI+H_2SO_4.$$

Зная концентрацию раствора иода и количество его, пошедшее на окисление, можно определить содержание SO_2 в продукте.

Существует несколько модификаций иодометрического метода. Для целей производственного контроля наиболее приемлем из-за простоты и быстроты определения метод РТУ РСФСР 175—57, осуществляемый следующим образом.

5 *г* продукта отвешиваются в фарфоровую чашку. Навеска количественно переносится в коническую колбу на 200 *мл* возможно меньшим количеством воды. Туда же приливают 25 *мл* 1 н. раствора щелочи (едкого кали или едкого натра) для высвобождения связанной сернистой кислоты. Колбу закрывают пробкой, взбалтывают и оставляют стоять 15 *мин*. Реакция окисления иодом происходит в кислой среде. Поэтому далее приливают 10 *мл* раствора H_2SO_4 (разведение 1 : 3), затем добавляют 1 *мл* 1%-ного раствора крахмала и титруют при взбалтывании 0,01 н. раствором иода до появления не исчезающей в течение нескольких секунд синей окраски.

В той же последовательности проводят слепой опыт, в котором вместо взвеси продукта берут 50 *мл* воды. Разница между количеством иода, пошедшим на титрование взвеси и количеством его, пошедшим на слепой опыт, даст количество миллилитров сантинормального раствора иода, пошедшее на окисление SO_2.

Запись результатов в лабораторном журнале

Масса фарфоровой чашки	M_1 *г*
Масса фарфоровой чашки с навеской продукта	M_2 *г*
Масса продукта	$M=(M_2-M_1)$ *г*
Количество 0,01 н. раствора иода, израсходованного на титрование M *г* продукта	V_1 *мл*
Количество 0,01 н. раствора иода, израсходованного на титрование воды и реактивов (слепой опыт)	V_2 *мл*
Количество 0,01 н. раствора иода, связавшегося с массой продукта	(V_1-V_2) *мл*

Расчет общего содержания сернистого ангидрида в процентах проводят следующим образом:

$$x=\frac{(V_1-V_2)\,0,00032\cdot 100}{M},$$

где 0,00032 *г* — титр сантинормального раствора иода по SO_3.

Замечание по данному методу. При определении содержания сернистой кислоты в продуктах иодометрическим методом следует помнить, что иод будет окислять не только SO_2, но и органические вещества продукта (сахар, альдегиды, дубильные вещества и др.). Поэтому при необходимости получения более точных результатов вносят, если возможно, поправку контрольным титрованием йодом несульфитированного продукта. При отсутствии этой возможности используют более точные методы (ГОСТ 5431—50).

Нормы содержания SO_2. Допускается в готовых продуктах, изготовленных с применением сульфитированных плодов и ягод, содержание SO_2 20 *мг* на 1 *кг* продукта; в сухофруктах — 50 *мг* на 1 *кг* продукта.

Вопросы для самопроверки

1. Способы консервирования пищевых продуктов.
2. Какие химические консерванты применяются?
3. Каковы особенности сернистой кислоты как консерванта?
4. Правила отбора пробы и подготовка образца к испытанию.
5. Сущность методов определения сернистой кислоты.
6. Понятия: общая и связанная сернистая кислота.
7. Иодометрический метод определения SO_2, его достоинства и недостатки.

Работа 21. АНАЛИЗ ПЕЧЕНОГО ХЛЕБА

Контроль качества хлебных изделий проводят в соответствии со стандартами и положением о балловой оценке. По ГОСТу качество хлеба оценивается как органолептически, так и объективными методами лабораторного физико-химического анализа. Балловой оценке подвергается только стандартный хлеб в соответствии со специальным «Положением о балловой оценке хлеба», утвержденным 18/VII 1958 г. Хлеб, удовлетворяющий требованиям стандарта, оценивают в 90 баллов, а за отдельные показатели, улучшающие качество, производится накидка баллов по специальной шкале для данного сорта изделий (суммарно в пределах 100 баллов).

Для органолептической оценки и определения физико-химических показателей качества хлеба отбор средней пробы и отбор образцов из средней пробы для анализа производится по ГОСТу 5667—65.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА

К показателям качества хлеба, определяемым органолептически, относятся: внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах изделия.

При характеристике внешнего вида осматривают весь средний образец хлеба и отмечают симметричность и правильность

его формы и характер корок хлеба (цвет, толщина корок, отсутствие или наличие отслоения корок от мякиша). Цвет корок характеризуется словами: бледная, золотисто-желтая, светло-коричневая, коричневая, темно-коричневая; поверхность корок — словами: гладкая, неровная с трещинами или подрывами. Трещинами считаются разрывы, проходящие через верхнюю корку в одном или нескольких направлениях. Подрывами считаются разрывы между боковой и верхней коркой (у подового) или боковой и нижней коркой (у формового) хлеба.

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

Необходимо отмечать также и равномерность окраски мякиша и состояние мякиша по промесу. Пористость мякиша хлеба характеризуют по крупности — мелкая, средняя, крупная; по равномерности — равномерная, неравномерная; по толщине стенок пор — тонкостенная, средняя, толстостенная. Эластичность мякиша определяют легким надавливанием на него пальцами.

Если мякиш оказывает сильное сопротивление нажатию пальцем и мало при этом деформируется, то его характеризуют как «плотный» или «уплотненный». Мякиш, который легко вдавливается и быстро восстанавливается, не оставляя следа, характеризуется как «очень эластичный». Мякиш, легко поддающийся нажатию пальцем, но не восстанавливающий своей первоначальной структуры, считается «неэластичным» или «недостаточно эластичным». В случае обнаружения отмечается также липкость мякиша. Вкус и хруст определяются разжевыванием хлеба. Вкус может быть нормальным кислым, пресным, горьковатым или с посторонним не характерным для данного вида изделия привкусом. Иногда хлеб имеет и посторонние запахи, отражающиеся на вкусе.

Вкус, запах хлеба, состояние мякиша по пористости, эластичности, свежести и наличию или отсутствию хруста от минеральных примесей устанавливают разрезанием отобранных от средней пробы пяти типичных образцов. Толщину корок выводят как среднее из трех определений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

В государственных стандартах по качеству хлеба особо оговариваются физико-химические показатели, которым должно удовлетворять данное изделие. К числу этих показателей для основных сортов хлеба относятся: влажность мякиша, кислот-

ность и пористость. Кроме того, в некоторых сортах стандартом оговаривается минимальная норма содержания сахара и жира в готовых изделиях.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ХЛЕБА

Определение влажности хлеба необходимо для учета его калорийности. Чем выше влажность хлеба, тем меньше в нем сухих веществ, а следовательно, тем меньше и его калорийность. Определение влажности хлеба также необходимо для контроля выхода хлеба и дозировки воды для приготовления теста. Между влажностью готового хлеба и его выходом существует такая зависимость: увеличение количества влаги в хлебе на 1% вызывает увеличение выхода хлеба на 2—3% (для более сухого хлеба повышение его выхода при увеличении влажности хлеба на 1% приближается к 2%, а для более влажного хлеба — к 3%).

Наиболее точно влажность хлеба можно определить высушиванием определенной навески хлеба при 100—105° С до постоянной массы. К сожалению, метод этот длителен, поэтому прибегают к ускоренным методам, одним из которых является стандартный метод (ОСТ 5540).

Ускоренные методы

Подготовка к определению

Весовые и штучные изделия массой более 250 *г*. Во взятом для анализа образце срезают с одной стороны заветренную часть и делают сплошной срез толщиной около 0,5 *см*. После этого делают выемки в четырех местах — около 5—6 *г* в середине и по 2—3 *г*, отступая по верхней, нижней и одной из боковых корок на 1 *см*. Масса всех выемок должна быть равна 12—15 *г*. Выемки мякиша хлеба быстро измельчают ножом и перемешивают. Из них берут в предварительно высушенные и взвешенные бюксы две навески по 5 *г*. Взвешивание ведут на технических весах с точностью до 0,01 *г*. Металлические бюксы должны иметь следующие размеры: высота 2 *см* и диаметр 4,5 *см*.

Штучные изделия массой 250 *г* **и менее.** Разрезают хлеб поперек на 2 приблизительно равные части и из различных мест среза, но не ближе чем на расстоянии 1 *см* от корок, делают выемки мякиша массой около 12—15 *г*. В остальном определение влажности проводят аналогично весовому хлебу.

Высушивание в обычных электрошкафах с терморегуляторами. Приготовленные по 5 *г* навески хлеба в открытых бюксах (бюксы ставят на крышки) помещают в предварительно подогретый до 140—145° С электрический сушильный шкаф с терморегулятором. Температура в шкафу при этом быстро падает (ниже 130 °С). В течение 10 *мин* доводят температуру до 130° С и проводят высушивание в течение 40 *мин* при 130° С (отклонение от указанной температуры не должно превышать ±2° С).

В связи с тем что необходимая температура в таком электрошкафу устанавливается очень быстро (через 1—2 *мин*), принято проводить высушивание в них в течение 50 *мин* с момента помещения навесок в шкаф.

После высушивания бюксы вынимают, закрывают крышками и переносят в эксикатор для охлаждения на 15—20 *мин* (оставлять в эксикаторе охлажденные навески более 2 *ч* не допускается).

Охлажденные бюксы снова взвешивают и по разности между массой до и после высушивания определяют количество испарившейся воды из 5 *г* хлеба.

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы	*г*
Масса бюксы с хлебом до высушивания	*г*
Масса бюксы с хлебом после высушивания	*г*
Масса испарившейся воды	*аг*

Влажность W выражают в процентах к массе взятой навески хлеба:

$$W = \frac{a \cdot 100}{5}.$$

Определение влажности ведут параллельно в двух навесках и конечный результат выражают как среднее арифметическое из двух определений, расхождение между показаниями которых не должно превышать 1% (абсолютный).

Высушивание в шкафу СЭШ-1. Согласно указанию Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР при определении влажности хлеба в шкафах СЭШ следует применять бюксы только одного размера — 45×20 *мм* — и проводить высушивание навесок при температуре 130° С в течение 45 *мин* с момента загрузки, при этом продолжительность падения и подъема температуры после загрузки шкафа должна быть не более 2 *мин*. Для более ровного просушивания навесок допускается в процессе сушки двух-трехкратный поворот диска с бюксами.

Замечание по ускоренному методу определения влаги. По сравнению с методом высушивания хлеба до постоянной массы стандартный метод дает заниженные результаты (~2%). Чем выше влажность хлеба, тем разница получается больше (так как для более влажного продукта требуется при одной и той же температуре, естественно, и больше времени для высушивания). Коллоидная природа веществ, входящих в состав хлеба, также требует для удаления из него влаги более длительной сушки, чем это рекомендовано данным методом.

К недостаткам ускоренного метода определения влажности

хлеба следует отнести и получение больших расхождений между параллельными определениями (часто 1—2% влаги).

Ускоренный метод, применяемый при внутрипроизводственном контроле. Ускоренное определение влажности хлеба проводится на приборе ВНИИХП-ВЧ следующим образом. Из середины изделия вырезают ломтик мякиша размером примерно 6×6 *см*, толщиной 0,5—0,7 *см*. Ломтик разрезают пополам, из каждой половины берут навески по 5 *г*. Высушивание проводят при 160° С в течение 3 *мин* (взвешивание и высушивание можно производить на тарированном листе фольги). Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 1%.

Нормы влажности хлеба. Действующими стандартами на хлеб и хлебные изделия влажность, определяемая стандартным методом, не должна превышать: для пшеничных изделий в зависимости от их сорта и вида — от 34% (для некоторых сдобных изделий) до 48% (для пшеничного хлеба из обойной муки); для ржаных сортов — от 46% (для подового хлеба из сеяной муки) до 51% (для простого ржаного и заварного хлеба из обойной муки).

ПОРИСТОСТЬ ХЛЕБА

Под пористостью хлеба подразумевается объем пор, заключенных в данном объеме мякиша хлеба, выраженный в процентах. Обозначив общий объем вырезанного куска мякиша хлеба с порами через V, а объем беспористой массы этого же куска мякиша, спрессованного до отказа, через V_1, пористость P можно выразить формулой:

$$P = \frac{(V - V_1)\,100}{V} \%.$$

Пористость хлеба, если при ее определении одновременно учитывается и характер самих пор (степень их однородности и крупноты, толщины ограничивающих их стенок), определяет важное свойство хлеба — его усвояемость.

Хлеб с низкой пористостью обычно получается из невыброженного, плохо выхоженного и плохо выпеченного теста или из муки низкого хлебопекарного качества.

Существуют несколько способов определения пористости хлеба. Одни из них основаны на прямом определении объема (в $см^3$) вырезанного куска мякиша и спрессованной до отказа хлебной массы этого куска; к ним относится так называемый объемный метод, предложенный русским ученым Якоби. Другие методы основаны на определении плотности хлебного мякиша с порами и того же мякиша без пор (отпрессованного). Существуют и методы, основанные на определении объема всего хлеба.

Объемный метод определения пористости хлеба (метод Якоби). Хлеб поперек разрезается острым ножом, и на одной из половинок среза выбирается наиболее типичный по строению и рисунку пор участок, из которого специальным пробником (прибор Журавлева) берут 3—4 выемки, объемом 27 *см*³ каждая. Выделенные выемки мякиша делят на кусочки и пальцами спрессовывают их до отказа, а затем закатывают в плотные шарики, диаметром не более 10 *мм*.

Закатанные шарики опускают в градуированный с делениями до 0,5 *мл* сосуд, наполненный до любого, но строго определенного деления маслом или керосином. По разности уровня масла в сосуде после опускания хлеба и до этого определяют объем хлеба без пор. Вычитая этот объем (V_1) из объема вырезанных кусочков мякиша, получают объем пор ($V - V_1$). Результат выражают в процентах.

Определение пористости хлеба по плотности мякиша (метод Завьялова — Ястремского). С целью упрощения техники определения пористости хлеба Завьялов и Ястремский предложили определять объем беспористой массы мякиша хлеба путем взвешивания выемок мякиша хлеба, имеющих определенный объем. Объем беспористого мякиша хлеба (V_1 *см*³) по этому методу определяется простым делением массы взятых выемок мякиша хлеба (в *г*) на принятую среднюю величину плотности беспористой массы мякиша хлеба.

Из середины изделия вырезают кусок (ломоть) шириной не менее 7—8 *см*. Из мякиша куска в месте, наиболее типичном для пористости, на расстоянии не менее 1 *см* от корок делают выемки цилиндром прибора Журавлева. Острый край цилиндра предварительно смазывают растительным маслом. Цилиндр вводят вращательным движением в мякиш куска.

Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра деревянной втулкой примерно на 1 *см* и срезают его у края цилиндра острым ножом. Отрезанный кусочек мякиша удаляют. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой до стенки лотка и также отрезают у края цилиндра.

Объем вырезанного цилиндра хлебного мякиша (выемки) (V) вычисляют по формуле

$$V = \frac{3,14\, d^2 H}{4},$$

где d — внутренний диаметр цилиндра, *см*;

H — длина цилиндра хлебного мякиша, *см*.

При внутреннем диаметре цилиндра 3 *см* и расстоянии от стенки лотка до прорези 3,8 *см* объем выемки цилиндра мякиша равен 27 *см*³.

Для определения пористости пшеничного хлеба делают три цилиндрических выемки, для ржаного хлеба — четыре выемки.

В штучных изделиях, где из одного ломтика нельзя получить три-четыре выемки, делают выемки из двух ломтиков или двух изделий. Приготовленные выемки взвешивают одновременно с точностью до 0,01 *г*.

Пористость (P) в процентах вычисляют по формуле

$$P = \frac{V - \frac{M}{d}}{V} 100,$$

где V — общий объем хлеба, *см*³;

M — общая масса выемок, *г*;

d — плотность беспористой массы мякиша хлеба.

Плотность беспористой массы (в *г*/*см*³) принимают для хлеба:

ржаного, ржано-пшеничного и пшеничного из обойной муки	1,21
ржаных заварных сортов и пеклеванного	1,27
пшеничного I сорта	1,31
пшеничного II сорта	1,26

Вычисление пористости проводят с точностью до 1,0%. Доли до 0,5% включительно отбрасываются; доли свыше 0,5% приравнивают к единице.

К недостаткам метода следует отнести его некоторую неточность, которая обусловливается тем, что плотность беспористой массы хлеба принимают за постоянную величину, в то время как она может в известных пределах колебаться в зависимости от влажности и условий приготовления хлеба (чем выше влажность, тем меньше плотность беспористой массы хлеба).

К достоинствам метода следует отнести возможность легкого и быстрого определения показателя пористости хлеба. Особенно ускоряется процесс получения конечных результатов по этому методу при использовании для расчетов заранее подготовленных таблиц.

Составив таблицу для разных значений M, можно очень быстро определить величину пористости мякиша хлеба. Для этого только требуется сделать выемки мякиша, взвесить их (получить величину M) и по табл. 7 найти величину P, соответствующую данной массе выемок. Все определение занимает 3—5 *мин*. Плотность беспористой массы можно установить, разделив массу выемки хлеба (в *г*) на объем его беспористой массы (в *см*³), который определяют погружением в керосин или масло закатанных шариков отпрессованного хлеба. (Перед составлением таблицы необходимо точно проверить объем пробника Журавлева).

Таблица 7

Пористость ржаного, ржано-пшеничного хлеба из обойной муки при объеме одной хлебной выемки 27 *см*³

Масса выемок мякиша объемом 108 *см*³, *г*	Пористость, %	Масса выемок мякиша объемом 108 *см*³, *г*	Пористость, %	Масса выемок мякиша объемом 108 *см*³, *г*	Пористость, %
78,9—77,7	40	69,8—68,6	47	60,6—59,4	54
77,6—76,4	41	68,5—67,3	48	59,3—58,1	55
76,3—75,1	42	67,2—66,0	49	58,0—56,8	56
75,0—73,8	43	65,9—64,7	50	56,7—55,5	57
73,7—72,5	44	64,6—63,4	51	55,4—54,2	58
72,4—71,2	45	63,3—62,0	52	54,1—52,9	59
71,1—69,9	46	61,9—60,7	53	52,8—51,6	60

Государственные стандарты на печеный хлеб предусматривают пористость хлеба в качестве одного из показателей его достоинств. Так, пористость ржаного хлеба из обойной муки по стандарту не должна быть ниже 45%. Для пшеничного хлеба минимальные нормы пористости лежат в более высоких пределах — от 54 до 75% в зависимости от сорта хлеба и способа выпечки.

Определение кислотности хлеба

Показатель кислотности хлеба характеризует качество хлеба с вкусовой и гигиенической стороны. Кислотность хлеба обусловливается главным образом теми кислотами, которые образуются в тесте в результате бактериального (в первую очередь — молочнокислого) и дрожжевого (спиртового) брожений: молочная кислота, летучие кислоты (уксусная, муравьиная, CO_2) и др. При нарушении технологического режима брожения (повышенная температура, удлинение бродильного процесса и пр.) в тесте количество кислот может возрасти в такой мере, что отрицательно скажется на вкусе хлеба (хлеб получится избыточно кислым), поэтому кислотность служит характеристикой вкуса хлеба. С другой стороны, кислотность хлеба позволяет судить о правильном или неправильном течении производственного процесса.

Небольшое влияние на степень кислотности хлеба могут оказывать и кислореагирующие водорастворимые вещества самой муки, переходящие в хлеб.

Выражается кислотность в градусах. Под градусами кислотности понимают количество миллилитров нормального раствора едкого натра или едкого кали, необходимых для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 *г* хлебного мякиша.

Государственный стандарт (ГОСТ 5670—51) предусматривает два метода определения кислотности хлеба.

Подготовка к определению

1. **Весовые и штучные изделия массой более 500** *г*. Образцы, состоящие из целого изделия, разрезают пополам по ширине и от одной половины отрезают кусок (ломоть) массой около 70 *г*, у которого срезают корки и подкорочный слой общей толщиной около 1 *см*. У образца из части изделия срезают с одной стороны заветренную часть, делая сплошной срез толщиной около 5 *мм*; затем отрезают кусок массой около 70 *г*, у которого срезают корки и подкорочный слой толщиной около 1 *см*.

2. **Штучные изделия массой 500—200** *г*. Изделия разрезают пополам по ширине и от одной половины отрезают кусок массой около 70 *г*, у которого отрезают корки и подкорочный слой толщиной 1 *см*.

3. **Штучные изделия массой менее 200** *г*. Берут целые булочки, с которых срезают корки слоем около 1 *см*. Куски изделий, приготовленных описанным способом, после удаления всех включений (повидла, варенья, изюма и т. д.) быстро измельчают и перемешивают.

Арбитражный метод. Настоящий метод основан на извлечении из хлеба водой (комнатной температуры) водорастворимых кислот и кислореагирующих веществ и оттитровывании их децинормальным раствором щелочи.

25 *г* измельченного мякиша отвешивают с точностью до 0,01 *г*. Навеску помещают в сухую бутылку (типа молочной) емкостью 500 *мл* с хорошо пригнанной пробкой.

Мерную колбу емкостью 250 *мл* наполняют до метки водой комнатной температуры. Около $^1/_4$ взятой воды переливают в бутылку с хлебом, который после этого быстро растирают деревянной лопаткой или стеклянной палочкой с резиновым наконечником до получения однородной массы, без заметных комочков нерастертого хлеба.

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

По истечении 8 *мин* отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают через частое сито или марлю в сухой стакан. Из стакана отбирают пипеткой по 50 *мл* раствора в две конические колбы емкостью по 100—150 *мл* и титруют 0,1 н. раствором едкого кали или едкого натра с 2—3 каплями фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 1 *мин*.

Пример расчета кислотности хлеба в градусах. Предположим, на титрование 50 *мл* вытяжки из хлеба в среднем израсходовано *а мл* 0,1 н. раствора щелочи. В переводе на нормальную щелочь это составит $\frac{a}{10}$ *мл*.

В ходе определения 25 *г* хлеба были обработаны 250 *мл* воды. Следовательно, 250 *мл* вытяжки соответствует 25 *г* хлеба, а 50 *мл* — 5 *г*.

На оттитровывание кислот и кислореагирующих веществ в 5 *г* хлеба пошло $\frac{a}{10}$ *мл* 1 н. раствора щелочи. Следовательно, на 100 *г* хлеба будет приходиться: $\frac{100 \cdot a}{5 \cdot 10} = 2\ a$ *мл* 1 н. раствора щелочи.

Форма записи в лабораторном журнале должна соответствовать приведенному примеру расчета.

Расхождение между параллельными титрованиями допускается не более 0,3°. Конечный результат определения кислотности выражают как среднее арифметическое из двух определений.

Расхождение между результатами повторных определений одного образца, выполненных в одной лаборатории или одновременно в разных лабораториях, допускается не более 0,5°.

Кислотность вычисляют с точностью до 0,5°, причем доли до 0,25 включительно отбрасываются, доли свыше 0,25 до 0,75 включительно приравниваются к 0,5, а доли свыше 0,75 приравниваются к единице.

Ускоренный метод определения кислотности. Этот метод основан на извлечении из хлеба всех кислот и кислореагирующих веществ горячей водой и оттитровывании их децинормальным раствором щелочи.

25 *г* измельченного мякиша отвешивают с точностью до 0,01 *г*. Навеску помещают в сухую бутылку (типа молочной). Мерную колбу емкостью 250 *мл* наполняют до метки водой, подогретой до температуры 60 °С.

Около $^1/_4$ взятой воды переливают в бутылку с хлебом, который после этого быстро растирают деревянной лопаточкой до получения однородной массы, без заметных кусочков нерастертого хлеба.

К полученной смеси прибавляют из мерной колбы всю оставшуюся воду. Бутылку закрывают пробкой и энергично встряхивают в течение 3 *мин*.

После встряхивания дают смеси отстояться в течение 1 *мин* и отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают в сухой стакан через частое сито или марлю. Из стакана отбирают пипеткой по 50 *мл* раствора в две конические колбы емкостью по 100—150 *мл* и титруют 0,1 н. раствором едкого натра или едкого кали с 2—3 каплями фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном состоянии колбы в течение 1 *мин*.

Расчет кислотности в градусах производится так же, как и при определении кислотности арбитражным методом.

Вопросы для самопроверки

1. Какими показателями характеризуется качество хлеба?
2. Как производится органолептическая оценка хлеба?
3. Какое значение имеют показатели влажности кислотности и пористости хлеба?
4. Какие методы предусматриваются стандартом для определения влажности, кислотности и пористости хлеба?
5. В чем заключаются основные недостатки ускоренного метода определения влажности хлеба?
6. В каких случаях могут быть расхождения в результатах определения пористости по методу Якоби и по плотности?
7. Как определить плотность беспористой массы хлеба?
8. В каких пределах допускается стандартом максимальная влажность и кислотность хлеба?
9. В каких пределах допускается стандартом минимальная пористость для ржаного и пшеничного хлеба?
10. В каких единицах выражают кислотность хлеба?
11. С какой точностью выражаются результаты по определению показателей влажности, кислотности и пористости хлеба?

Работа 22. АНАЛИЗ МАКАРОН

Макаронные изделия являются ценным пищевым продуктом. Они обладают высокой питательностью, так как для их производства используется пшеничная мука с большим содержанием белка. Калорийность макарон 3600 *ккал/кг*, из которых усваивается примерно 96%. Макаронные изделия могут долго храниться в нормальных условиях, они транспортабельны. Достоинством макарон является также быстрота и простота приготовления из них различных блюд.

Процесс производства макаронных изделий складывается из приготовления теста, его формовки, разделки отформованных изделий (резки и раскладки на сушильные поверхности), сушки. Макаронное тесто самое простое по составу и способу обработки. Готовится оно из муки и воды. Для получения макарон высокого качества должна использоваться не мука, а крупка из твердых пшениц. Макаронное тесто не подвергается разрыхлению и брожению.

Для повышения пищевой ценности в некоторые сорта добавляются яичные продукты (яйца, меланж или желтки), молочные продукты (молоко цельное или сухое), а также выпускаются изделия с томатной пастой в качестве вкусовой добавки.

В зависимости от формы макаронные изделия делятся на 4 основных типа: трубчатые (макароны, рожки, перья), вермишель (паутинка, тонкая, обыкновенная, любительская), лапша (узкая, широкая, гофрированная, длинная), фигурные изделия (ушки, ракушки, крупка, зерна, алфавит, фигурки, звездочки и т. д.).

Качество макаронных изделий оценивают по среднему об-

разцу, отбираемому от каждой партии изделий, и распространяют оценку на всю партию.

Средний образец оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям (ГОСТ 875—51).

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Нормальные по качеству изделия должны удовлетворять следующим требованиям.

Вкус и запах — без горечи, затхлости, кисловатого привкуса, запаха плесени. Вкус и запах определяют как в сухих изделиях, так и после варки.

Цвет — однотонный, соответствующий цвету муки.

У высококачественных изделий цвет должен быть желтоватым. Не должно быть признаков непромеса.

Излом — стекловидный.

Состояние поверхности. Желательно иметь гладкую поверхность, но ГОСТом допускается шероховатость изделий. Шероховатые изделия при варке дают более мутную варочную воду.

Состояние формы. Форма правильная, присущая данному типу изделий. Допускаются незначительные изгибы и искривления.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа определяются: влажность, титруемая кислотность, свойства макаронных изделий при варке, прочность или ломкость (для макарон). Кроме того, стандартом предусмотрено определение содержания лома, деформированных изделий, крошки и металлопримесей.

Подготовка пробы для физико-химического анализа. Около 50 *г* макаронных изделий измельчают в медной или фарфоровой ступке и размалывают на лабораторной мельнице до полного прохода сквозь металлическое штампованное сито с круглыми отверстиями диаметром 1 *мм*. Из прохода берут навеску для определения влажности. Остальную часть просеивают сквозь шелковое сито № 27. Сход с сита № 27 перемешивают и из этой массы берут навеску для анализа.

ВЛАЖНОСТЬ

Макаронные изделия выпускаются с влажностью не выше 13%, а изделия специального назначения (например, для арктических экспедиций) — не выше 11%. Такой предел влажности гарантирует сохранность изделий длительное время без порчи (до 1 года). Повышенная влажность вызывает жизнедеятель-

ность бактериальной флоры, что приводит к порче изделий (их закисание, плесневение и пр.). Влажность макарон по стандарту определяется высушиванием 5 *г* навески при 130° С в течение 40 *мин.* (Ход определения, порядок записи см. в работе 2).

Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,25%. Результаты вычисляют с точностью до 0,1%.

КИСЛОТНОСТЬ

Титруемая кислотность макаронных изделий по ГОСТу не должна превышать 3,5° — из муки крупчатки и 4° — из муки высшего и первого сорта. Более высокая кислотность макаронных изделий ухудшает их вкусовые свойства.

Кислотность, согласно ГОСТу, определяется по болтушке, приготовленной из 5 *г* навески, измельченной как указано выше. Анализ ведется аналогично определению кислотности муки по болтушке, за исключением того, что оговаривается трехминутное взбалтывание.

Кислотность выражается в градусах с точностью до 0,1°. Расхождение между параллельными титрованиями не должно превышать 0,5°. (Ход определения, порядок записи см. в работе 9).

С уменьшением размера частиц увеличивается количество экстрагированных водой кислот. Поэтому для сравнимости результатов необходимо строго придерживаться условий подготовки пробы для определения кислотности.

СВОЙСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ВАРКЕ

Важным показателем качества макаронных изделий являются их свойства при варке: степень набухания после варки, продолжительность варки и потеря сухих веществ при варке.

Степень набухания макаронных изделий и состояние их после варки. Сваренные изделия должны быть эластичны, не склеиваться между собой, не образовывать комьев, не разваливаться по швам. Избыточное набухание, склеивание и слипание в комья делает макароны не приятными на вкус. Они хуже усваиваются, так как становятся не проницаемыми для пищеварительных соков. Недостаточное набухание дает твердоватый, плохо усвояемый продукт.

Степень набухания макаронных изделий измеряется увеличением их объема при варке, которое по стандарту должно быть не менее, чем в два раза.

Определение увеличения объема при варке проводится так. В мерный цилиндр емкостью 500 *мл*, наполненный водой комнатной температуры до определенного уровня, опускают 50 *г*

сухих изделий. Для удаления пузырьков воздуха цилиндр встряхивают. По поднятию уровня воды определяют объем взятых изделий. Затем воду сливают, а изделия переносят в кастрюлю с кипящей водой (600 *мл*), где их варят до готовности, но не дольше, чем установлено ГОСТом (см. ниже).

По окончании варки изделия переносят на сито и, после того, как стечет избыток воды, их снова помещают в мерный цилиндр, предварительно наполненный водой таким образом, чтобы вода полностью покрывала изделия. По поднятию уровня воды определяют объем сваренных изделий.

Запись в лабораторном журнале

Первоначальный объем воды в цилиндре . . . . . V_0 *мл*
Объем воды после погружения сырых макарон . . V_1 *мл*
Объем сырых макарон до варки . . . . . $V_2=(V_1-V_0)$ *мл*
Объем воды после погружения сваренных макарон V_3 *мл*
Объем макарон после варки . . . . . $V_4=(V_3-V_0)$ *мл*

Коэффициент увеличения объема . . . . . $K=\frac{V_4}{V_2}$

Коэффициент увеличения объема вычисляют с точностью до 0,5.

В процессе варки и по окончании ее органолептически устанавливают состояние изделий: образование комьев, слипание, потерю формы и т. п.

Продолжительность варки. Одним из достоинств макаронных изделий является быстрота приготовления их в пищу. ГОСТом установлены следующие нормы продолжительности варки: для макарон диаметром от 5,5 *мм* — не более 20 *мин;* для макарон диаметром до 5,5 *мм* — не более 15 *мин;* для вермишели диаметром от 1,2 *мм,* лапши и фигурных изделий — не более 15 *мин;* для вермишели диаметром до 1,2 *мм* — не более 10 *мин.*

Потеря сухих веществ при варке. Переход сухих веществ в варочную воду вызывает помутнение бульона и связанную с этим потерю сухих веществ при варке (в случае удаления воды).

Определение сухого остатка после варки макаронных изделий проводят следующим образом. 50 *г* макаронных изделий помещают в кастрюлю с кипящей водой (600 *мл*) и варят до готовности. Затем изделия вынимают из кастрюли, оставшуюся воду охлаждают до комнатной температуры и переливают в мерную (500 *мл*) колбу, дважды споласкивая кастрюлю небольшими порциями воды и сливая ополоски в ту же колбу. Содержимое колбы доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Пипеткой отбирают по 50 *мл* экстракта в две небольшие фарфоровые чашки $d=9\div10$ *см,* предварительно высушенные и взвешенные на аналитических весах с точностью до третьего знака. Чашки сначала помещают на кипящую водяную баню до

полного испарения воды, а затем переносят в нагретый до 100—105° С сушильный шкаф, где остаток высушивают при температуре 100—105° С ровно 1 *ч*. По охлаждении чашки вновь взвешивают и из двух параллельных определений устанавливают среднеарифметическую величину массы остатка, который выражают в процентах.

Запись в лабораторном журнале

Масса чашки с сухим остатком	m_1 *г*
Масса пустой чашки	m_2 *г*
Масса сухого остатка	$m=(m_1-m_2)$ *г*
Количество макарон в *г*, которое соответствует 50 *мл* раствора	5
Процент сухого вещества макарон, переходящий в варочную воду	$\frac{m \cdot 100}{5}$

На свойства макаронных изделий при варке влияет ряд факторов: качество сырья, размеры и форма изделий, качество обработки теста и т. д.

ПРОЧНОСТЬ МАКАРОН

Механическая прочность макарон обеспечивает их транспортабельность при дальних перевозках. Определение прочности проводится статической нагрузкой на макароны, лежащие горизонтально на двух опорах с пролетом в 150 *мм*. Нагрузка постепенно увеличивается до тех пор, пока макароны не ломаются. За показатель прочности принимается величина ломающей нагрузки, выраженная в граммах. Прочность зависит от сорта муки, диаметра трубок, толщины их стенок, технологических условий приготовления теста и т. д.

Техника определения прочности макарон на приборе Строганова (рис. 14). Макаронную трубку помещают в вырезе стоек *7*, прикрепленных к площадке *8* циферблатных весов *4*. Нагрузку на макаронную трубку осуществляют надавливанием на нее наконечника *2*, прикрепленного к перекладине, опирающейся на вторую пару стоек *6*, укрепленных неподвижно на станине весов *1*. Плавным опуска-

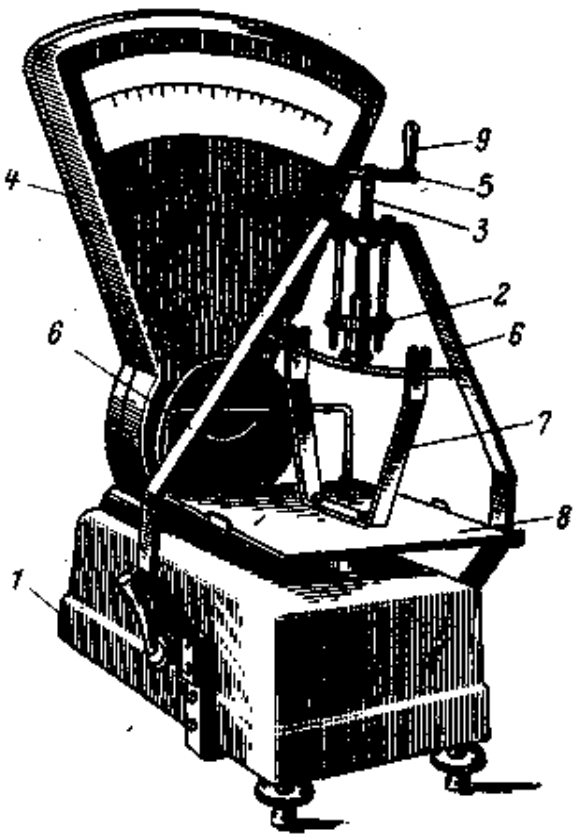


Рис. 14. Прибор для определения прочности макарон системы В. И. Строганова.

нием наконечника при помощи вращения винта 3 штурвалом 5 с рукояткой 9 нагрузку равномерно повышают, пока макаронная трубка не сломается.

По показаниям стрелки на циферблате весов в момент излома трубки определяют ломающую нагрузку.

Величину прочности вычисляют как среднее арифметическое из результатов 10 определений и выражают с точностью до 10 *г*. Метод является арбитражным. Иногда прочность определяют на приборе Лукьянова. Макаронную трубку кладут на две стойки — опоры, укрепленные на доске. Опоры имеют небольшие полукруглые вырезы для того, чтобы макаронная трубка не скользила. Расстояние между центрами опор 150 *мм*.

На макаронную трубку точно по середине подвешивают открытый сверху мешочек, который постепенно заполняют гирями, пока макаронная трубка не сломается, после чего подсчитывают общую массу гирь в мешочке. Середину трубки определяют по установленному сбоку указателю. Величину ломкости вычисляют как среднее арифметическое из десяти определений.

По стандарту ломкость макарон от нагрузки в *г* должна быть не менее:

Диаметр макарон, *мм*	Сорт макарон	
	высший	первый
7 и более	750	800
6,5—6,9	650	700
6,0—6,4	550	550
5,5—5,9	400	400
5,0—5,4	300	300
4,5—4,9	250	250
4,0—4,4	200	200

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОМА, КРОШКИ И ДЕФОРМИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лом ухудшает внешний вид изделий. Мелкие обломки и куски короче $^1/_3$ нормального размера считаются крошкой. Лом и крошка являются следствием неправильного технологического процесса или неудовлетворительного качества сырья.

Деформированными называют изделия, потерявшие свойственную данному виду форму (макароны без отверстия или сильно искривленные; лапша, собранная в складки; смятые ракушки или рожки и т. д.).

При установлении содержания лома, деформированных изделий и крошки содержимое ящиков, отобранных для определения, осторожно выкладывают на стол, отбирают лом, деформированные изделия и крошку, взвешивают отдельно и полученные массы выражают в процентах к общей массе макаронных изделий в единице упаковки.

Допускаемые пределы лома и деформированных изделий приведены в табл. 8.

Таблица 8

Изделия	Процент по массе, не более		
	лома	крошки	деформированных изделий
Фасованные			
Макароны	3—5	1—2	1,5—2
Прочие виды	3—5	2—5	5
Развесные			
Макароны	6—10	2	2—5
Прочие виды	6—10	3—10	7—10

Содержание и характер возможных металлопримесей. В макаронных изделиях могут случайно оказаться металлопримеси, содержание которых не должно превышать 3 *мг* на 1 *кг*, а величина отдельных частиц металлопримеси — 0,3 *мм* в наибольшем линейном измерении. Если обнаруженная металлопримесь имеет игольчатую или пластинчатую форму, независимо от массы, макаронные изделия выпуску с фабрики не подлежат.

Вопросы для самопроверки

1. По каким органолептическим показателям оценивается качество макаронных изделий?
2. Чем объясняется необходимость тщательной подготовки пробы макаронных изделий для определения влажности и особенно кислотности?
3. Какими методами определяется влажность макаронных изделий? Значение этого показателя.
4. Как определяется кислотность макарон, в чем она выражается?
5. Как определяются свойства макаронных изделий при варке?
6. Факторы, вызывающие потерю сухих веществ при варке. Как определяется эта потеря?
7. Способы определения прочности макарон. Значение этого показателя.

Работа 23. КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕЦЕПТУР ПО САХАРУ И ЖИРУ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

В связи со значительным расширением выработки хлебобулочных изделий, в рецептуру которых входит сахар и жир, а также с увеличением выпуска мучнисто-кондитерских изделий повышается значение контроля за точностью выполнения рецептур на предприятиях, выпускающих эти изделия. Этот контроль может осуществляться двумя способами: во-первых, внутрипроизводственной проверкой точности соблюдения рецептур путем

контрольных взвешиваний сахара и жира при внесении их в тесто; во-вторых, методами аналитического определения содержания сахара и жира в готовых изделиях. Такие методы в настоящее время предусмотрены специальными стандартами (ГОСТ 5668—51, ГОСТ 5672—51).

Полученные лабораторные данные по фактическому содержанию сахара и жира на сухое вещество готовых изделий сравниваются с нормами содержания сахара и жира, оговоренными в стандартах на данный вид изделий (см. табл. 12). Если же в стандарте по качеству исследуемого вида изделий содержание сахара и жира не нормируется, то полученные аналитические данные сравниваются с расчетными данными содержания сахара и жира в процентах на сухое вещество сырья, закладываемого в тесто согласно официально утвержденной рецептуре.

Пример расчета содержания сахара и жира в городских булках из пшеничной муки высшего сорта на основе их рецептуры (табл. 9)

Таблица 9

Сырье	Закладка сырья, кг	Влажность, %	Сухих веществ		Содержание жира	
			в %	в кг	в % на воздушно-сухое вещество	в кг
Мука	100	15	85	85		
Соль	1,5	5,0	95	1,42		
Дрожжи	1,0	75	25	0,25		
Сахар	6,0	—	100	6,0		
Маргарин	2,5	15	85	2,22	83,5	2,09
Итого сухих веществ				94,89		

Следовательно, расчетное количество в процентах на сухое вещество сырья по рецептуре:

сахара

$$\frac{6 \cdot 100}{94,9} = 6,32\%;$$

жира

$$\frac{2,09 \cdot 100}{94,9} = 2,2\%.$$

Для соленого сливочного масла и маргарина процент жира вычисляется по формуле

$$Ж = 100 - (\%\ H_2O + \%\ NaCl + 1,5).$$

Примечание. В составе маргарина и сливочного масла содержится примерно 1,5% белка, минеральных солей и углеводов.

Для несоленого сливочного масла и маргарина процент жира вычисляется следующим образом:

$$Ж = 100 - (\%\ H_2O + 1{,}5).$$

Запись в лабораторном журнале по расчету ожидаемого процента сахара и жира проводится студентами по той же формуле, по которой дается пример расчета

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРА И ЖИРА В ГОТОВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ и СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Отбор образцов хлебобулочных изделий проводят по ГОСТ 5667—65, бараночных изделий — по ГОСТ 7128—54, сдобных сухарей — по ГОСТ 8494—57.

Из лабораторного образца выделяют для определения сахара и жира не менее 300 *г* продукта.

В изделиях, у которых мякиш ограничен или легко отделяется от корки, например булки, халы, сдоба (за исключением слойки), анализируют только мякиш. В остальных изделиях (баранки, сухари и т. п.) анализируют весь образец (с коркой). Из изделий удаляют все включения (повидло, варенье, изюм и пр.) и поверхностную отделку (обсыпку сахаром, маком и т. д.). После удаления корки и включений образцы тщательно измельчают и перемешивают.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ САХАРА

Аналитические определения фактического содержания сахара в готовых изделиях сводятся в основном к двум процессам: к извлечению сахара из анализируемого продукта с помощью воды (получение водной вытяжки); к количественному определению сахара в полученной водной вытяжке. При этом стандарт допускает возможность применения для этой цели кроме арбитражного перманганатного метода Бертрана еще иодометрический и цианидный метод.

Приготовление водной вытяжки. Навеску продукта, взвешенную с точностью до 0,01 *г*, переносят с помощью воронки с широкой трубкой в мерную колбу на 200 или 250 *мл*. (Навеску продукта берут с таким расчетом, чтобы концентрация сахара в растворе была около 0,5%). Для удобства расчета величину навески можно найти по табл. 10.

В колбу с навеской исследуемого продукта приливают на $^2/_3$ объема воды и оставляют на 5 *мин* при частом взбалтывании для лучшего растворения сахара. После этого в колбу приливают 10 *мл* 15%-ного раствора сернокислого цинка и 10 *мл* 4%-ного раствора едкого натра (или 5,6%-ного раствора едкого

Таблица 10

Предполагаемое содержание сахара в пересчете на сухое вещество, %	Навеска, *г*, в мерной колбе емкостью		Предполагаемое содержание сахара в пересчете на сухое вещество, %	Навеска, *г*, в мерной колбе	
	200 *мл*	250 *мл*		200 *мл*	250 *мл*
2—5	25	30	11—15	8	10
6—10	12,5	15	16—20	6	7

кали), хорошо перемешивают, доводят водой до метки, еще раз перемешивают и оставляют в покое на 15 *мин*. Отстоявшуюся жидкость фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Гидролиз сахарозы. В процессе брожения добавляемая в тесто сахароза не успевает полностью гидролизоваться инвертазой дрожжей до редуцирующих сахаров. Особенно много ее остается в изделиях с высоким содержанием сахара. Так как сахароза не обладает редуцирующей способностью, то прежде, чем определить ее содержание в продукте методами, основанными на восстанавливающей способности сахара, приходится этот дисахарид перед определением превращать в инвертный сахар по следующей методике.

В мерную колбу на 100 *мл* переносят пипеткой 50 *мл* фильтрата и прибавляют к нему 20%-ную соляную кислоту с таким расчетом, чтобы получить в растворе 2%-ную кислую среду. Колбу погружают в нагретую до 70° С водяную баню и выдерживают 8 *мин* при этой температуре. Затем содержимое колбы быстро охлаждают до комнатной температуры и при интенсивном размешивании осторожно нейтрализуют 10%-ным раствором едкого натра (можно также безводным углекислым или двууглекислым натрием) по метиловому красному до появления желто-розового окрашивания. При нейтрализации следует помнить о том, что в щелочной среде моносахара могут разлагаться. После нейтрализации колба доводится до метки и ее содержимое хорошо перемешивается. Полученный раствор берут для определения в нем содержания сахара.

Пример расчета соляной кислоты, необходимой для гидролиза сахарозы

Если в качестве катализатора для гидролиза сахарозы используется 20%-ная соляная кислота плотностью 1,1 и для гидролиза берется 50 *мл* полученного раствора сахара, то необходимое количество 20%-ной кислоты для получения 2%-ного раствора при гидролизе рассчитывается следующим образом:

в 100 *г* раствора должно быть 2 *г* HCl,

а в $(50+x)$ *г* раствора — y *г* HCl.

Следовательно, $100\,y = 100 + 2x$. (I)

Мы имеем кислоту, у которой в 100 *г* находится 20 *г* HCl. Если бы нам нужно было 20 *г* HCl, мы бы взяли все 100 *г* 20%-ной кислоты. Но нам необходимо для гидролиза всего y *г* HCl. Это количество HCl будет находиться в x *г* 20%-ной HCl.

Следовательно, 100—20
$x - y$, отсюда $100y = 20x$, (II)

$$x = \frac{100}{18} = 5,5.$$

Таким образом, для гидролиза сахарозы в колбу необходимо добавить 5,5 *г*, или $\frac{5,5}{1,1} = 5$ *мл* 20%-ной HCl.

Примечание. При расчете плотность фильтрата приравнивается к единице.

Перманганатный метод определения сахара (метод Бертрана). Этот метод рекомендуется ГОСТом в качестве арбитражного (см. стр. 51).

Пример расчета содержания сахара на сухое вещество хлеба

Для определения взято 12,5 *г* мякиша городской булки в колбу на 200 *мл*. Для гидролиза отобрано 50 *мл* фильтрата в колбу на 100 *мл*. Следовательно, 100 *мл* раствора после гидролиза сахарозы соответствуют: $\frac{12,5}{200} \cdot 50 = 3,125$ *г*.

Для определения сахара из колбы на 100 *мл* взято 20 *мл* раствора, которые соответствуют навеске $\frac{3,125}{100} \cdot 20 = 0,625$ *г*.

Для расчета содержащегося в этой навеске количества сахарозы израсходованное на титрование количество миллилитров раствора перманганата умножают на его титр по меди (T) и по табл. 2 находят количество миллиграммов инвертного сахара. Инвертный сахар пересчитывают на сахарозу, учитывая соотношения молекулярных масс при реакции ее инверсии:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$
$$342 + 18 = 180 + 180$$

Следовательно, 1 *г* инвертного сахара соответствует:

$$\frac{342}{360} = 0,95 \text{ } г \text{ сахарозы.}$$

Предположим, что при определении сахара по методу Бертрана в массе 0,625 *г* было израсходовано 52 *мл* перманганата, титр которого по меди равен 10. Следовательно, сахар восстановил $5,2 \times 10 = 52$ *мг* меди. По табл. 2 находим:

51,7 *мг* Cu восстанавливается 26 *мг* инверта
53,6 *мг* Cu восстанавливается 27 *мг* инверта

1,9 *мг* Cu восстанавливается 1 *мг* инверта
0,3 *мг* Cu восстанавливается x *мг* инверта

$$x = \frac{0,3 \cdot 1}{1,9} = 0,16 \text{ } мг \text{ инверта.}$$

(0,3 получено по разности 52 — 51,7).

Следовательно, 52 *мг* Cu восстанавливается (26 + 0,16) *мг* инвертного сахара. Это соответствует (26,16 × 0,95) 24,85 *мг* или 0,02485 *г* сахарозы. В процентах к массе изделия это составит:

$$\frac{0,02485 \cdot 100}{0,625} = 3,976\%.$$

Предположим, что влажность мякиша исследуемой городской булки равна 40%, тогда в 60 *г* сухих веществ ее будет содержаться 3,976 *г* сахарозы, а в 100 *г* сухих веществ:

$$\frac{3,976 \cdot 100}{60} = 6,626 \text{ г}.$$

Следовательно, на основании полученных аналитических данных было установлено, что в сухих веществах исследуемого продукта содержится 6,63% сахарозы.

Согласно ГОСТ 6649—53 на булки городские содержание сахара в них должно быть не менее 6,0% на сухое вещество продукта. Допускается отклонение в меньшую сторону не более чем на 1%.

По расчетным данным на основании рецептуры количество добавляемого сахара в процентах на сухое вещество сырья составляет 6,32% (см. стр. 144).

Запись в лабораторном журнале производится студентами в том же порядке, по которому приводится пример расчета.

Иодометрический метод определения сахара. Этот более новый метод позволяет обходиться без фильтрации для отделения осадка закиси меди и без его промывки. По данному методу определяют оставшуюся двухвалентную медь путем ее восстановления иодом. Оттитровывая тиосульфатом натрия выделившийся иод, определяют эквивалентное ему количество двухвалентной меди, оставшейся после осаждения закиси меди. Кроме того, проводят контрольный опыт иодометрического определения полного количества меди в неизменном медном растворе. По разности результатов этих двух титрований находят количество восстановленной сахаром закиси меди.

В коническую колбу емкостью 200—300 *мл* отмеривают 30 *мл* испытуемого раствора, добавляют точно 10 *мл* 6,925%-ного раствора сернокислой меди и 10 *мл* щелочного раствора сегнетовой соли, доводят в течение 3 *мин* до кипения, кипятят ровно 2 *мин*, быстро охлаждают до комнатной температуры, прибавляют 3 *г* иодистого калия, растворенного в 10 *мл* воды, 10 *мл* 25%-ной серной кислоты и сразу же титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания. Затем прибавляют 2 *мл* раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски. Проводят контрольный (глухой) опыт в тех же условиях, как и при определении сахара. Разность между величинами, полученными при контрольном опыте и при определении сахара в испытуемом растворе, умноженная на поправку к титру, показывает количество восстановленной меди, выраженное в миллилитрах точно 0,1 н. раствора тиосульфата натрия.

В табл. 11 по количеству миллилитров тиосульфата натрия находят количество миллиграммов сахарозы во взятых 30 *мл* испытуемого раствора.

Таблица 11

Определение содержания сахарозы по количеству восстановленной меди

Количество восстановленной меди в *мл* 0,1 н. раствора тиосульфата Na	Десятые доли, *мл*									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Количество сахарозы, *мг*									
0	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
1	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9
2	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0
3	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1
4	12,4	12,7	13,0	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3
5	15,6	15,9	16,2	16,6	16,9	17,2	17,5	17,8	18,2	18,5
6	18,8	19,1	19,4	19,8	20,1	20,4	20,7	21,0	21,4	21,7
7	22,0	22,3	22,6	23,0	23,3	23,6	23,9	24,2	24,6	24,9
8	25,2	25,5	25,8	26,2	26,5	26,8	27,1	27,4	27,8	28,1
9	28,4	28,7	29,0	29,4	29,7	30,0	30,4	30,7	31,0	31,3
10	31,7	32,0	32,3	32,7	33,0	33,3	33,7	34,0	34,3	34,6
11	35,0	35,3	35,6	36,0	36,3	36,6	37,0	37,3	37,6	37,9
12	38,3	38,6	38,9	39,3	39,6	39,9	40,3	40,6	40,9	41,2
13	41,6	41,9	42,2	42,6	42,9	43,2	43,6	43,9	44,2	44,5
14	44,9	45,2	45,5	45,9	46,2	46,5	46,9	47,2	47,5	47,8
15	48,2	48,5	48,8	49,2	49,5	49,8	50,2	50,5	50,8	51,2
16	51,6	51,9	52,2	52,6	52,9	53,3	53,6	54,0	54,3	54,7
17	55,1	55,4	55,8	56,1	56,5	56,9	57,2	57,6	57,9	58,3
18	58,7	59,0	59,4	59,7	60,1	60,5	60,8	61,2	61,5	61,8
19	62,3	62,6	63,0	63,3	63,9	64,1	64,4	64,8	65,1	65,5
20	65,9	66,3	66,6	67,0	67,4	67,8	68,1	68,5	68,9	69,2
21	69,6	70,0	70,3	70,7	71,1	71,5	71,8	72,2	72,6	72,9
22	73,3	73,7	74,1	74,4	74,8	75,2	75,6	76,0	76,3	76,7
23	77,1	77,5	77,9	78,2	78,6	79,0	79,4	79,8	80,1	80,5
24	80,9	81,3	81,7	82,0	82,4	82,8	83,2	83,6	83,9	84,3
25	84,7	85,1	85,5	85,9	86,3	86,7	87,0	87,4	87,8	88,2

Пример расчета

Содержание сахарозы в сухих веществах испытуемого продукта можно рассчитать по формуле

$$\frac{M_1 \cdot 100}{M} \cdot \frac{100}{100-W},$$

где M_1 — количество сахарозы, найденное по таблице, и переведенное в граммы;

M — масса испытуемого продукта в *г*, соответствующая 30 *мл* испытуемого раствора, взятого для определения сахара (см. пример расчета на стр. 147);

W — содержание влаги в процентах в испытуемом продукте, определенное высушиванием до постоянной массы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРА

Принцип метода заключается в том, что навеску изделий предварительно гидролизуют серной или соляной кислотой для более полного извлечения жира, а затем жир экстрагируют растворителем непосредственно из подкисленной водной суспензии. После отгонки растворителя взвешиванием определяют количество жира, извлеченного из определенной навески анализируемого образца.

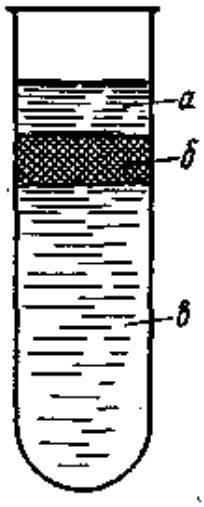


Рис. 15. Распределение слоев в центрифужной пробирке.

Техника определения. Массу продукта в 10 *г* (при содержании жира в изделиях свыше 10% масса может быть уменьшена до 5 *г*), взвешенную с точностью до 0,01 *г*, помещают в плоскодонную колбу емкостью примерно 300 *мл*, приливают 100 *мл* (1,5%-ной соляной кислоты или 5%-ной серной кислоты), кипятят в колбе с обратным холодильником на слабом огне ровно 30 *мин.* Затем колбу охлаждают водой до комнатной температуры, вносят в нее для растворения жира точно 50 *мл* хлороформа. Колбу плотно закрывают хорошо пригнанной пробкой и энергично встряхивают в течение 15 *мин.* Затем содержимое колбы наливают в центрифужные пробирки (уравновесив их массу на весах) и центрифугируют 2—3 *мин.* В пробирке образуется три слоя (рис. 15). Два верхних слоя: раствор кислоты (*а*) и плотный слой хлебного остатка (*б*) — удаляют (кислоту сливают, а хлеб выбрасывают небольшим металлическим шпателем).

Пипеткой, снабженной резиновой грушей, отбирают хлороформенный раствор жира (*в*) и фильтруют его в сухую колбу через небольшой ватный тампон, вложенный в узкую часть воронки, причем кончик пипетки должен при этом касаться ваты. 20 *мл* фильтрата пипеткой с грушей переносят в предварительно высушенную (до постоянной массы) и взвешенную на аналитических весах колбу емкостью примерно 100 *мл*. Фильтрация и отбор должны проводиться в течение 2 *мин.* Хлороформ из колбы отгоняют на горячей бане, пользуясь холодильником. Оставшийся в колбе жир сушат до постоянной массы (обычно 1—1,5 *ч*) при температуре 100—105° С, охлаждают в эксикаторе (20 *мин*) и взвешивают колбу на аналитических весах. Конечный результат выражают как среднее арифметическое из двух определений. Расхождение между результатами двух параллельных определений в одной лаборатории не должно превышать 0,5%.

Запись в лабораторном журнале

Масса колбы с жиром после высушивания . . . . . *г*
Масса пустой высушенной колбы . . . . . *г*

Масса жира . . . . . *M г*

Расчет навески изделия, соответствующей 20 *мл* хлороформенного раствора жира:

в 50 *мл* хлороформа растворено жира из 10 *г* изделия

в 20 *мл* хлороформа растворено жира из $\left(\frac{10 \cdot 20}{50}\right)$ 4 *г* изделия.

Если в 4 *г* исследуемого изделия находится *M г* жира, то содержание его на воздушно-сухое вещество продукта составит $\frac{M \cdot 100}{4}$ %.

Содержание жира в процентах на абсолютно сухое вещество изделия будет равно:

$$\frac{M \cdot 100}{4} \cdot \frac{100}{100 - W},$$

где W — содержание влаги в исследуемом продукте, определенное высушиванием до постоянной массы.

СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С РАСЧЕТНЫМИ (ПО РЕЦЕПТУРЕ)

При сравнении данных анализа с расчетными по сахару и жиру для подавляющего большинства хлебобулочных изделий наблюдается превышение найденного аналитически процента сахара и жира над расчетными. Это превышение происходит за счет собственных сахаров и жира муки. Оно может быть различным для разных сортов и видов изделий в зависимости от особенностей их технологического процесса, рецептуры и применяемого для изготовления сорта муки.

В баранках и сухарях расхождения между расчетными и аналитическими данными по сахару и жиру меньше, чем в других изделиях, благодаря более значительному угару этих ингредиентов во время выпечки баранок и сушки сухарей.

Ввиду значительных особенностей в технологическом процессе лучше всего устанавливать разность между найденным и расчетным процентом сахара и жира эмпирически путем предварительного проведения пробных производственных выпечек по каждому сорту.

В пределах данного сорта изделий между аналитическими и расчетными данными могут быть расхождения, связанные с длительностью брожения теста, процентом фактически употребленных дрожжей, сахарообразующей способности муки, колебаниями температуры и т. п. Слишком сильная обжарка баранок и сухарей, а также избыточно высокая кислотность изделий, как правило, связаны с меньшим содержанием сахара и жира в изделиях.

Вопросы для самопроверки

1. Почему при определении сахара в зытяжке необходимо произвести гидролиз сахарозы?
2. В каких условиях проводится гидролиз сахарозы?

3. Сколько необходимо добавить 15%-ной HCl (плотностью 1,05) для того, чтобы провести гидролиз сахарозы в 60 *мл* фильтрата?

4. Какими методами можно определить инвертный сахар в вытяжке из хлебобулочных изделий?

5. Рассчитать ожидаемое по рецептуре количество сахара и жира в нарезных батонах из муки I сорта при следующей рецептуре их изготовления: муки 100 *кг*, соли 1,5 *кг*, дрожжей прессованных 1,0 *кг*, сахара 5,0 *кг*, маргарина 3,5 *кг*.

6. Рассчитать содержание сахара на сухое вещество хлеба, если для анализа было взято 15 *г* хлеба в колбу на 250 *мл*. Для гидролиза сахарозы взято 60 *мл* фильтрата. При определении сахара по Бертрану в 20 *мл* раствора израсходовано 6 *мл* перманганата, титр которого по меди равен 9,8. Влажность хлеба равна 38%.

7. Какие факторы влияют на расхождения между расчетными и аналитическими данными содержания сахара и жира в изделиях?

Таблица 12

Стандартные нормы содержания сахара и жира в готовых изделиях

Изделия	Номер ГОСТа	Содержание в % в пересчете на сухое вещество, не менее	
		сахара	жира
Батоны нарезные:	7127—54		
из муки I сорта массой 400 *г*		5,2	3,0
из муки высшего сорта массой 500 *г*		6,2	2,9
Батоны с изюмом из муки высшего сорта массой 400 *г*		6,2	1,7
Булки городские:	6649—53		
из муки высшего сорта		6,0	2,0
из муки I сорта		5,0	2,0
Сайки из муки I сорта	8125—56	5,3	2,2
Хлебобулочные плетеные изделия:	6650—58		
плетенки с маком из муки высшего сорта		6,0	2,2
халы из муки I сорта		5,0	1,0
Булочная мелочь:	8124—56		
из муки I сорта		5,7	4,8
из муки II сорта		2,6	1,1
Сдобные изделия:	7034—54		
сдоба обыкновенная		9,7	5,5
сдоба выборгская:			
простая		15,8	5,0
фигурная		21,0	6,6
Бублики различных видов из муки I сорта	7128—54	11,3	6,1
Сухари сдобные пшеничные:	8494—57		
ванильные и любительские		18,0	10,5
сливочные		16,5	10,0
пионерские		12,5	4,0

Примечание. Нормы по содержанию сахара и жира являются гарантийными и определяются по требованию торгующих организаций или в спорных случаях.

Работа 24. АНАЛИЗ ПЕЧЕНЬЯ

Печенье — высококалорийный продукт, приготовляемый из муки и содержащий в своем составе белки, сахар, жир, крахмал и др. Калорийность печенья — около 4500 *ккал/кг* или в единицах СИ — $18{,}84 \cdot 10^6$ *дж/кг*.

Печенье вырабатывают двух основных видов: сахарное и затяжное. Сахарное печенье — хрупкое, с хорошей пористостью и намокаемостью, нежной структурой, рассыпчатое. Затяжное печенье — более твердое, менее хрупкое и пористое, хуже намокает.

Различия в свойствах печенья достигаются разным количеством сахара и жира в рецептуре и разными технологическими условиями приготовления теста. При замесе сахарного теста ограничивают набухание белков клейковины (большее количество сахара и жира, более низкая влажность и температура, менее продолжительный замес).

При приготовлении затяжного теста стремятся к более полному набуханию белков клейковины. Качество печенья оценивают по средней пробе и распространяют оценку на всю партию. Отбор проб производят по ГОСТ 5904—58. Среднюю пробу оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с действующими государственными стандартами (ГОСТы 6351—53, 5903—58 и др.).

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Форма печенья может быть квадратная, прямоугольная, круглая или фигурная, но всегда она должна быть правильной, поверхность ровной, гладкой, без вздутий, с четким рисунком.

Цвет. Окраска лицевой стороны равномерная, у нижней допускается более темная окраска, но не подгорелая.

Вкус и запах приятные, свойственные данному сорту, без постороннего вкуса и запаха.

В изломе пористость равномерная, без пустот и следов непромеса.

Размеры печенья: для квадратного 65×65 *мм*, прямоугольного 90×60 *мм*, у круглого диаметр 70 *мм*. Фигурное должно вмещаться в круг диаметром 75 *мм*. Толщина печенья — до 8 *мм*.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа определяются: влажность, содержание сахара, содержание жира, щелочность, зольность, намокаемость, плотность.

ВЛАЖНОСТЬ ПЕЧЕНЬЯ

Влажность печенья влияет на его сохранность. Определяют влажность высушиванием 5 *г* навески при температуре 130° С в течение 40 *мин*. Ход определения и порядок записи см. в работе 2.

Влажность печенья часто определяют на приборе ВНИИХП-ВЧ при температуре 160—165° С в течение 3 *мин* (см. работу 9, в определении «силы» муки).

Влажность печенья не должна превышать следующих норм (в %):

сахарное	
из муки высшего сорта	6,0
из муки I сорта	6,5
затяжное	
из муки высшего сорта	7,0
из муки I сорта	8,0

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО САХАРА

В зависимости от используемого сырья в состав печенья входят различные сахара: сахароза, глюкоза, фруктоза, мальтоза, лактоза и др. При анализе определяют общий сахар, т. е. всю сумму сахаров. Определение содержания сахара в печенье сводится к извлечению сахара из печенья водой (приготовление водной вытяжки) и количественному определению сахара в полученной водной вытяжке.

Приготовление водной вытяжки. Навеску печенья берут из такого расчета, чтобы концентрация сахара в растворе была около 0,8%. Предполагаемое содержание общего сахара вычисляют по рецептуре.

Навеску, взвешенную с точностью до 0,01 *г*, переносят с помощью воронки с широкой трубкой в мерную колбу емкостью 200—250 *мл*, приливают примерно до половины объема колбы воды, колбу помещают в водяную баню с t=60° С и при этой температуре, периодически взбалтывая, выдерживают 15 *мин* для лучшего растворения сахара. Затем, охладив раствор, осаждают мешающие несахара, приливая в колбу 10 *мл* 1 н. раствора сернистого цинка (при навеске менее 5 *г*; если навеска была более 5 *г* — 15 *мл*) и количество миллилитров 1 н. раствора едкого натра, установленное отдельным опытом (при титровании соответствующего объема раствора $ZnSO_4$ с фенолфталеином). Содержимое колбы хорошо перемешивают, доводят водой до метки, еще раз перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Гидролиз сахарозы. Добавляемая в тесто сахароза не обладает редуцирующей способностью; поэтому при определении ее содержания методами, основанными на восстанавливаю-

щей способности сахара, необходимо предварительно провести ее инверсию.

В мерную колбу емкостью 100 *мл* переносят пипеткой 50 *мл* фильтрата и прибавляют к нему 5 *мл* соляной кислоты плотностью 1,19, вставляют в колбу термометр и погружают ее в нагретую до 80° С водяную баню, доводят температуру раствора в течение 2—3 *мин* до 67—70° С и выдерживают точно 5 *мин* при этой температуре. Затем, быстро охладив содержимое колбы до комнатной температуры, удаляют термометр, нейтрализуют соляную кислоту 25%-ным раствором едкого натра по индикатору метиловому оранжевому до желто-оранжевого окрашивания.

После нейтрализации колба доводится до метки и ее содержимое хорошо перемешивается. Полученный раствор используется для определения содержания сахара.

Определение сахара в водной вытяжке перманганатным методом. В стандарте приводятся два метода определения: перманганатный и иодометрический. Оба являются арбитражными. На производстве обычно применяется перманганатный метод.

В коническую колбу отмеривают пипеткой 25 *мл* раствора 6,9%-ной сернокислой меди и 25 *мл* щелочного раствора сегнетовой соли и мерным цилиндром приливают 50 *мл* воды. Раствор быстро доводят до кипения и немедленно приливают 25 *мл* испытуемого раствора (не прекращая нагревания). Когда жидкость вновь закипит, кипятят ее ровно 2 *мин*, следя за тем, чтобы кипение не происходило бурно. Снимают с огня и дают осадку осесть. Горячую жидкость фильтруют через асбестовый фильтр, стремясь не переносить осадок на фильтр. Осадок в колбе и на фильтре промывают несколько раз небольшими порциями горячей воды. Осадок закиси меди должен быть все время покрыт жидкостью и не соприкасаться с воздухом. После промывания воронку с фильтром переносят на другую колбу для отсасывания. Осадок закиси меди растворяют в колбочке с 30—50 *мл* железо-аммониевых квасцов. Раствор сливают на фильтр, дают несколько минут постоять для растворения осадка, а затем медленно фильтруют отсасыванием. Колбочку и фильтр 4—5 раз промывают небольшими порциями горячей воды. К зеленоватому фильтрату прибавляют 25—30 *мл* серной кислоты (1 : 10) и титруют перманганатом до появления слаборозового окрашивания, не исчезающего в течение 1 *мин*.

Для расчета количества сахара израсходованное на титрование количество миллилитров раствора перманганата умножают на его титр по меди ($T^{Cu}_{KMnO_4}$) и по табл. 13 находят количество миллиграммов инвертного сахара. Содержание общего сахара вычисляют в процентах к массе печенья и выражают в инвертном сахаре.

Таблица 13

Количество восстановленной меди и соответствующее содержание инвертного сахара в *мг*

Медь	Инвертный сахар	Медь	Инвертный сахар	Медь	Инвертный сахар	Медь	Инвертный сахар	Медь	Инвертный сахар
25	13,7	70	36,5	115	60,1	160	84,3	205	109,1
26	14,2	71	37,1	116	60,7	161	84,8	206	109,6
27	14,7	72	37,5	117	61,2	162	85,4	207	110,2
28	15,2	73	38,0	118	61,7	163	85,9	208	110,8
29	15,7	74	38,6	119	62,3	164	86,5	209	111,3
30	16,2	75	39,1	120	62,8	165	87,0	210	111,9
31	16,7	76	39,6	121	63,3	166	87,6	211	112,5
32	17,2	77	40,1	122	63,9	167	88,1	212	113,0
33	17,7	78	40,6	123	64,4	168	88,6	213	113,6
34	18,2	79	41,1	124	64,9	169	89,2	214	114,2
35	18,7	80	41,7	125	65,5	170	89,7	215	114,7
36	19,2	81	42,2	126	66,0	171	90,3	216	115,3
37	19,7	82	42,7	127	66,5	172	90,8	217	115,8
38	20,2	83	43,2	128	67,1	173	91,4	218	116,4
39	20,7	84	43,8	129	67,6	174	91,9	219	117,0
40	21,3	85	44,4	130	68,1	175	92,4	220	117,5
41	21,8	86	45,0	131	68,7	176	93,0	221	118,1
42	22,3	87	45,5	132	69,2	177	93,5	222	118,7
43	22,8	88	45,9	133	69,7	178	94,1	223	119,2
44	23,3	89	46,4	134	70,3	179	94,6	224	119,8
45	23,8	90	46,9	135	70,8	180	95,2	225	120,4
46	24,4	91	47,4	136	71,3	181	95,7	226	120,9
47	24,9	92	47,9	137	71,9	182	96,2	227	121,5
48	25,4	93	48,4	138	72,4	183	96,8	228	122,1
49	25,9	94	48,9	139	72,9	184	97,3	229	122,6
50	26,4	95	49,5	140	73,5	185	97,9	230	123,2
51	26,9	96	50,0	141	74,0	186	98,4	231	123,6
52	27,4	97	50,5	142	74,5	187	99,0	232	124,3
53	27,9	98	51,1	143	75,1	188	99,5	233	124,9
54	28,4	99	51,6	144	75,6	189	100,1	234	125,5
55	28,9	100	52,1	145	76,1	190	100,6	235	126,9
56	29,5	101	52,7	146	76,7	191	101,2	236	127,0
57	30,0	102	53,2	147	77,2	192	101,7	237	127,2
58	30,5	103	53,7	148	77,8	193	102,3	238	127,8
59	31,1	104	54,3	149	78,3	194	102,9	239	128,3
60	31,5	105	54,8	150	78,9	195	103,4	240	128,9
61	32,0	106	55,3	151	79,4	196	104,0	241	129,5
62	32,5	107	55,9	152	80,0	197	104,6	242	130,0
63	33,1	108	56,4	153	80,5	198	105,1	243	130,6
64	33,6	109	56,9	154	81,1	199	105,7	244	131,2
65	34,1	110	57,5	155	81,6	200	106,3	245	131,8
66	34,6	111	58,0	156	82,1	201	106,8	246	132,3
67	35,1	112	58,5	157	82,7	202	107,4	247	132,9
68	35,6	113	59,1	158	83,2	203	107,9	248	133,5
69	36,0	114	59,6	159	83,8	204	108,6	249	133,9
								250	134,6

Запись в лабораторном журнале

Количество печенья, соответствующее 25 *мл* испытуемого раствора	*т г*
Количество перманганата, израсходованное на титрование	*мл*
Титр перманганата по меди	$T^{Cu}_{KMnO_4}$
Количество восстановленной закиси меди	*мг*
Количество инвертного сахара в 25 *мл* испытуемого раствора (или *т г* печенья)	*b мг*
Количество инвертного сахара в 100 *г* печенья	$\frac{b \cdot 100}{m \cdot 1000}$ *г*

Содержание общего сахара (в пересчете на сухое вещество) должно быть для сахарного печенья не менее 24%, для затяжного — 17%.

СОДЕРЖАНИЕ ЖИРА

При производстве печенья в качестве жира используются главным образом масло сливочное и маргарин. Последний может заменяться гидрожиром и компаунджиром.

В стандарте приводятся два метода определения жира: экстракционный и рефрактометрический.

Экстракционный метод. Принцип метода, ход определения, порядок записи см. в работе 23.

Рефрактометрический метод. Метод основан на определении коэффициента преломления жира, извлеченного из навески растворителем.

Коэффициент преломления растворителя должен значительно отличаться от коэффициента преломления жира. Чем больше разница, тем точнее результаты. Растворитель не должен растворять воду и должен быть малолетучим. Этим требованиям удовлетворяет монобромнафталин (с коэффициентом преломления около 1,66). Стандартом разрешается также использование монохлорнафтола (с коэффициентом преломления около 1,63). Последний более летуч и обладает очень резким неприятным запахом.

Перед определением жира устанавливается плотность растворителя, его коэффициент преломления и калибруется микропипетка (емкостью 2 *мл* с делением на 0,02 *мл*).

Определение плотности растворителя проводится пикнометрически при 20° С пикнометром емкостью 25 *мл* по общепринятой методике (см. работу 16).

Калибровку микропипетки по растворителю проводят следующим образом. В сухой, взвешенный на аналитических весах стаканчик отмеривают микропипеткой точно 2 *мл* растворителя и взвешивают с точностью до 0,0002 *г*. Расхождение между параллельными взвешиваниями должно быть не более 0,0005 *г*.

Из трех взвешиваний берут среднее арифметическое и вычисляют объем (V) пипетки по формуле

$$V = \frac{m}{d},$$

где m — масса 2 *мл* растворителя, отмеренных данной микропипеткой, *г*;

d — плотность растворителя, *г/см*³.

Для определения коэффициента преломления растворителя на призму универсального рефрактометра РЛУ с предельным коэффициентом преломления 1,70 наносят 1—2 капли растворителя при температуре 20±1° С и по шкале отсчитывают коэффициент преломления.

Техника определения содержания жира. Около 1 *г* хорошо измельченного печенья, взвешенного на аналитических весах с точностью до 0,0002 *г*, помещают в фарфоровую ступку, прибавляют 0,5 *мл* воды, нагревают на водяной бане, прибавляют около 1 *г* чистого сухого песка, все хорошо растирают, добавляют 1 *мл* уксусной кислоты и нагревают на песчаной бане 2 *мин*. Охладив ступку, прибавляют точно 2 *мл* растворителя, все тщательно растирают 3 *мин*, добавляют 1 *г* углекислого натрия для высушивания вытяжки, перемешивают и фильтруют в маленький стаканчик; 2 капли фильтрата наносят на призму рефрактометра РЛУ при температуре 20±1° С и отсчитывают коэффициент преломления. За результат берут среднее арифметическое трех определений.

Содержание жира в процентах на сухое вещество рассчитывают по формуле

$$x = \frac{V_p d_ж}{m} \cdot \frac{n_р - n_{р.ж}}{n_{р.ж} - n_ж} 10^2,$$

где $V_р$ — объем растворителя, взятый для извлечения жира (2 *мл*);

$d_ж$ — плотность жира при 20° С, *г/см*³ (берется из табл. 14);

m — масса печенья, *г*;

$n_р$ — коэффициент преломления растворителя;

$n_{р.ж}$ — коэффициент преломления раствора жира в растворителе;

$n_ж$ — коэффициент преломления жира (берется из табл. 14).

Расхождения результатов при параллельных определениях не должны превышать 0,3%.

Рефрактометрический метод определения жира является быстрым и сравнительно точным. На один анализ в среднем затрачивается не более 20 *мин*.

Содержание жира (в пересчете на сухое вещество) должно быть: у сахарного печенья не менее 9,5%, у затяжного печенья — 8,0%.

Таблица 14

Печенье	Показатели жира	
	коэффициент преломления	плотность, $г/см^3$
На сливочном масле	1,4605	0,920
На маргарине	1,4690	0,923

ЩЕЛОЧНОСТЬ ПЕЧЕНЬЯ

Для разрыхления теста для печенья применяются химические разрыхлители основного характера (углекислый аммоний, двууглекислая сода). При нагревании теста в печи эти вещества разлагаются с образованием газообразных продуктов CO_2 и NH_3, которые и разрыхляют тесто. Образующаяся в результате реакции углекислая сода придает пряникам щелочную реакцию.

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

Щелочность пряников выражают в градусах. Под градусом щелочности понимают количество миллилитров точно 1 н. раствора кислоты, пошедшей на нейтрализацию щелочей в 100 *г* печенья. Щелочность печенья не должна превышать 2°.

Техника определения. 25 *г* тонко измельченного печенья, взвешенного с точностью до 0,1 *г*, помещают в коническую колбу емкостью около 500 *мл*, приливают мерной колбой 250 *мл* дистиллированной воды, энергично взбалтывают, закрывают колбу пробкой и оставляют на 30 *мин*, взбалтывая через каждые 10 *мин*. Затем содержимое колбы фильтруют через вату в сухую колбу. 50 *мл* фильтрата вносят пипеткой в коническую колбу (100—150 *мл*), прибавляют 2—3 капли бромтимолового синего и титруют 0,1 н. раствором серной кислоты до появления желтого окрашивания.

Запись в лабораторном журнале

Количество печенья в 50 *мл* фильтрата . . . . . *m г*

На нейтрализацию щелочи в *m г* печенья пошло 0,1 н. раствора H_2SO_4 . . . . . *a мл*

На нейтрализацию щелочи в 100 *г* печенья пошло 0,1 н. раствора H_2SO_4 . . . . . $\frac{a \cdot 100}{m}$ *мл*

Щелочность печенья . . . . . $\frac{a \cdot 100}{m \cdot 10}$ градусов

При принятой величине навески и разведения щелочность в градусах можно вычислить по формуле

$$x = 2a.$$

ЗОЛЬНОСТЬ

Зольность печенья колеблется в незначительных пределах. В процессе производства она может увеличиться за счет введения соды, хлористого натрия, фосфатов и т. д.

При обработке золы 10%-ной соляной кислотой растворяются почти все составные части золы за исключением кремнекислых соединений и в остатке могут оказаться песок и глина, попавшие с загрязненным сырьем. Поэтому при анализе печенья периодически определяют золу, не растворимую в 10%-ной соляной кислоте.

5—10 *г* печенья, взвешенного с точностью до 0,01 *г*, сжигают в фарфоровом тигле до полного озоления (см. стр. 43). К золе приливают 30 *мл* 10%-ной соляной кислоты, нагревают 30 *мин* на водяной бане и фильтруют через беззольный фильтр. Остаток на фильтре промывают горячей дистиллированной водой до исчезновения реакции на хлор-ион (с 10%-ным раствором $AgNO_3$). Промытый фильтр помещают в тот же тигель, подсушивают, сжигают, прокаливают до постоянной массы, охлаждают и взвешивают.

Результат взвешивания выражают в процентах по отношению к навеске печенья.

Для всех сортов печенья содержание золы, не растворимой в 10%-ной соляной кислоте, не должно превышать 0,1%.

НАМОКАЕМОСТЬ ПЕЧЕНЬЯ

Хорошее печенье должно быстро и значительно намокать в воде. Отношение массы намокшего печенья к массе сухого характеризует степень намокаемости.

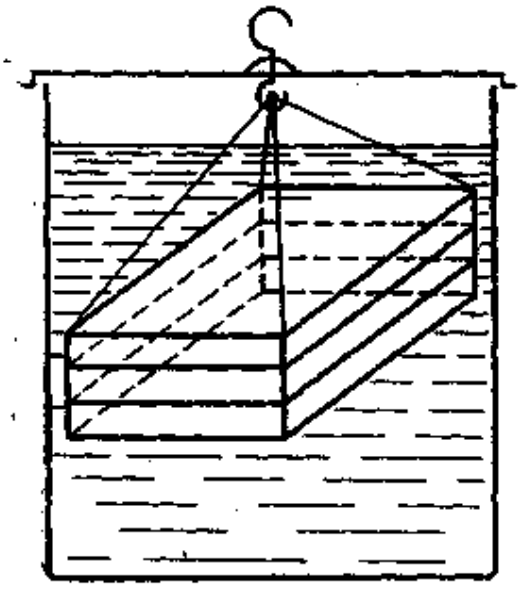


Рис. 16. Трехсекционная сетка для определения намокаемости печенья.

Для определения намокаемости применяется трехсекционная клетка (рис. 16), изготовленная из металлической нержавеющей сетки с открывающейся общей дверцей. Размер секции соответствует размеру печенья.

Клетку опускают в воду, вынимают, вытирают с внешней стороны фильтровальной бумагой и взвешивают на технических весах. В каждую секцию закладывают по одному печенью, вновь взвешивают и опускают на 2 *мин* в сосуд с водой температурой 20° С. Затем клетку вынимают из воды, держат 30 *сек* в наклонном положении для стека-

ния избытка воды, вытирают с внешней стороны и взвешивают вместе с намокшим печеньем.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустой клетки (после погружения в воду и вытирания внешней стороны)	m_1 г
Масса клетки с сухим печеньем	m_2 г
Масса клетки с намокшим печеньем	m_3 г
Намокаемость в процентах	$\frac{m_3-m_1}{m_2-m_1} 100$

ПЛОТНОСТЬ ПЕЧЕНЬЯ

Пористость печенья — важный показатель качества, который характеризует вкус, разрыхленность, а следовательно, и усвояемость. О пористости судят по плотности печенья, в зависимости от которой дается следующая характеристика пористости печенья (табл. 15).

Таблица 15

Печенье	Плотность при		
	хорошей пористости	средней пористости	плохой пористости
Сахарное	Не более 0,60	Не более 0,63	0,64 и выше
Затяжное	Не более 0,55	Не более 0,58	0,59 и выше

Плотность рассчитывается по формуле

$$d = \frac{m}{V},$$

где m — масса печенья, *г*;

V — объем печенья, *см*^{3}.

Массу определяют взвешиванием на технических весах.

Объем проще всего установить, пользуясь законом Архимеда. Если печенье погрузить в воду, объем вытесненной воды и будет соответствовать объему печенья. Объем вытесненной воды определится как отношение ее массы (равное потере массы печенья в воде) к плотности.

Для устранения набухания печенья в воде его парафинируют.

Плотность печенья примерно равна 0,55—0,65, а парафина 0,9 *г/см*^{3}; запарафинированное печенье взвесить в воде невозможно; поэтому для утяжеления печенья используют специальную подвеску (рис. 17).

При определении объема печенья из объема запарафинированного печенья с подвеской вычитают объем парафина и объем подвески.

Для определения объема целое печенье взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 *г* и погружают в фарфоровую или алюминиевую чашку с расплавленным парафином, имеющим температуру, близкую к температуре застывания. После застывания парафина печенье снова взвешивают. Разница в массе запарафинированного и незапарафинированного печенья дает массу парафина. Объем парафина определится делением массы на его плотность (0,9). Одновременно определяют объем подвески, для чего ее взвешивают сначала в воздухе, а затем закрепляют на крючке коромысла специальных технических весов, опускают в большой химический стакан с дистиллированной водой с температурой $t=20°$ С и взвешивают. Потеря массы подвески в воде, отнесенная к плотности воды при 20° С, дает объем подвески.

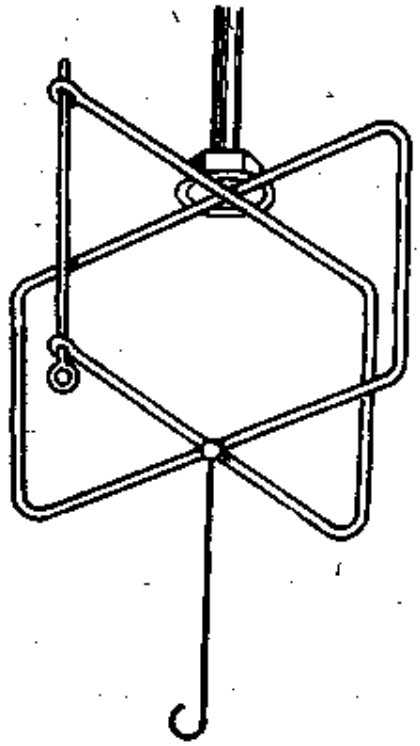


Рис. 17. Подвеска для определения удельного веса печенья.

Взвешенное запарафинированное печенье помещают в подвеску, которую вновь закрепляют на крючке коромысла весов, опускают в химический стакан с дистиллированной водой при $t=20°$ С и взвешивают. Разница в массе запарафинированного печенья с подвеской в воздухе и в воде, отнесенная к плотности воды при 20° С, дает объем запарафинированного печенья с подвеской.

Запись в лабораторном журнале

Масса печенья в воздухе	m *г*
Масса запарафинированного печенья в воздухе	m_1 *г*
Плотность парафина	0,9 *г/см*^{3}
Объем парафина (V_1)	$\frac{m_1-m}{0,9}$ *см*^{3}
Масса подвески в воздухе	$в$ *г*
Масса подвески в воде	$в_1$ *г*
Плотность воды при 20 °С	1 *г/см*^{3}
Объем подвески (V_2)	$\frac{в-в_1}{1}$ *мл*
Масса подвески с запарафинированным печеньем в воздухе	$к$ *г*
Масса подвески с запарафинированным печеньем в воде	$к_1$ *г*

Объем подвески с запарафинированным печеньем (V) $\frac{к-к_1}{1}$ $см^3$

Плотность печенья . . . . . $\frac{m}{V-(V_1+V_2)}$ $г/см^3$

При отсутствии подвески ее заменяют 50-граммовой гирькой. До начала определения несколько раз накрест обвязывают печенье ниткой, оставляя длинные концы. После охлаждения запарафинированного печенья к нему длинными концами нитки привязывается гирька, масса которой в воде была предварительно определена. Этими же концами запарафинированное печенье с гирькой прикрепляется к крючку коромысла весов перед взвешиванием в воде.

Вопросы для самопроверки

1. По каким физико-химическим показателям оценивается качество печенья?
2. Какими методами определяется влажность печенья?
3. Какими методами по ГОСТу определяется общий сахар в печенье?
4. Какими методами по ГОСТу определяется содержание жира в печенье?
5. Принцип рефрактометрического метода определения жира. Какие растворители используются в этом методе? Каким образом калибруется микропипетка?
6. Чем обусловлена щелочность печенья, в чем она выражается? Метод определения щелочности.
7. Как определяется намокаемость печенья? Значение этого показателя.
8. Что характеризует плотность печенья? Как определяется плотность печенья?

Работа 25. АНАЛИЗ КАРАМЕЛИ

Ассортимент карамели насчитывает около 150 сортов, из них леденцовой (без начинки) около 30 и карамели с начинками около 120 сортов. Начинки могут быть самыми разнообразными: фруктовые, фруктово-ягодные, помадные, ликерные, медовые, молочные, марципановые, ореховые, масляно-сахарные, сбивные и др.

Оценивают качество карамели по средней пробе и распространяют оценку на всю партию. Отбор проб проводят по ГОСТ 5904—58. Среднюю пробу оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с действующими государственными стандартами (ГОСТ 6477—53, 5900—63, 5908—58 и др.).

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Цвет. Окраска равномерная, без пятен.

Поверхность сухая и нелипкая. Не допускается наличие открытых швов, трещин.

Вкус и аромат ясно выраженные, соответствующие данному сорту. Не должно быть затхлого, салистого, прогорклого, пригорелого или иного неприятного вкуса.

Консистенция начинки должна соответствовать данному сорту. Например, фруктовая должна быть незасахаренной, ликерная — сиропообразной, помадная — мелкокристаллической, тающей во рту, марципановая — мягкой, ореховая — мягкой маслянистой, сбивная — слегка тягучей, масляно-сахарная (прохладительная) — мягкой, легко тающей во рту и т. д.

Форма должна соответствовать данному виду изделий, без грубых заусенцев и искривлений.

Определяют также количество штук в 1 *кг*. Например, карамели с начинкой завернутой — не менее 95 штук, карамели с начинкой открытой — не менее 140 штук, карамели леденцовой — не менее 120 штук и т. д.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа определяются: влажность, содержание редуцирующих веществ, кислотность, зольность, содержание солей тяжелых металлов, содержание сернистой кислоты, количество начинки, ссыпавшегося сахара и крошек.

ВЛАЖНОСТЬ

Влажность карамели определяется рефрактометрически; для этого во взвешенную бюксу с крышкой (или стаканчик с часовым стеклом) и с палочкой отвешивают 5 *г* тщательно измельченной карамели с точностью до 0,01 *г* и приливают мерным цилиндром 5 *мл* дистиллированной воды. Навеску растворяют при подогревании на водяной бане (температура 50—60° С), раствор охлаждают, бюксу закрывают крышкой и взвешивают с точностью до 0,01 *г*. 2 капли раствора карамели помещают на нижнюю призму рефрактометра РЛ (с коэффициентом преломления от 1,333 до 1,540) и обычным способом определяют содержание сухих веществ при температуре 15—30° С. Проводят не менее трех отсчетов и берут среднее арифметическое. Для приведения показаний рефрактометра к температуре 20° С пользуются табл. 16.

Содержание сухих веществ в процентах вычисляют по формуле

$$x = \frac{a\,m_1}{m},$$

где a — отсчет по шкале рефрактометра при 20° С;
m_1 — масса карамельного раствора, *г*;
m — масса карамели, *г*.

Таблица 16

Температурные поправки к показаниям рефрактометра

Температура, °С	Процент сухих веществ					
	20	30	40	50	60	70
	От процента сухих веществ отнять:					
15	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,27	0,28	0,30	0,30	0,31	0,31
17	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
	К проценту сухих веществ прибавить:					
21	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,45	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,54	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,62	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,71	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,79	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81

При приготовлении карамели используются патока и инвертный сахар. Сухие вещества патоки завышают истинное содержание сухих веществ, а инвертный сахар — снижает. Поэтому при определении содержания сухих веществ в карамели рефрактометрически в вычисленный процент сухих веществ вводят следующие поправки (табл. 17).

Таблица 17

Рецептурные поправки к показаниям рефрактометра

Количество массовых частей патоки на 100 массовых частей сахара	Поправки к проценту сухих веществ, определенному рефрактометром	
	для изделий с добавлением к сахару только патоки	для изделий с уменьшенным количеством патоки и замещением недостающих редуцирующих веществ инвертом
50	—0,85	—
45	—0,78	—
40	—0,71	—0,44
35	—0,62	—0,33
30	—0,55	—0,23
25	—0,46	—0,13
20	—0,37	—0,00
15	—0,27	+0,12
10	—0,16	+0,24
5	—	+0,37
0	—	+0,52

Таблица 18

Определение влажности карамельной массы по температуре, при которой масса начинает погружаться

Температура, °С	Влажность в %, при содержании на 100 м. ч. сахара м. ч. патоки:										
	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
50	1,20	1,08	0,94	—	—	—	—	—	—	—	—
50,5	1,29	1,16	1,02	0,92	0,82	—	—	—	—	—	—
51	1,37	1,24	1,10	1,00	0,90	—	—	—	—	—	—
51,5	1,45	1,32	1,18	1,05	0,92	0,81	0,69	—	—	—	—
52	1,53	1,40	1,27	1,14	1,00	0,89	0,77	0,70	—	—	—
52,5	1,62	1,49	1,35	1,22	1,09	0,97	0,85	0,72	—	—	—
53	1,70	1,57	1,43	1,30	1,17	1,05	0,93	0,80	0,67	—	—
53,5	1,70	1,61	1,52	1,39	1,26	1,14	1,02	0,88	0,75	—	—
54	1,86	1,73	1,60	1,48	1,35	1,23	1,10	0,94	0,83	0,73	0,63
54,5	1,94	1,81	1,68	1,55	1,42	1,31	1,19	1,04	0,92	0,81	0,71
55	2,02	1,89	1,76	1,63	1,49	1,38	1,27	1,13	1,00	0,90	0,79
55,5	2,11	1,98	1,85	1,72	1,58	1,47	1,35	1,22	1,09	0,98	0,87
56	2,19	2,06	1,93	1,80	1,66	1,55	1,43	1,30	1,17	1,06	0,95
56,5	2,28	2,15	2,01	1,88	1,74	1,63	1,52	1,38	1,25	1,15	1,04
57	2,36	2,23	2,09	1,95	1,82	1,71	1,60	1,47	1,33	1,23	1,12
57,5	2,44	2,31	2,18	2,04	1,91	1,80	1,68	1,55	1,42	1,31	1,20
58	2,52	2,39	2,26	2,13	1,99	1,88	1,76	1,63	1,50	1,39	1,28
58,5	2,60	2,46	2,34	2,21	2,07	1,96	1,85	1,72	1,59	1,48	1,37
59	2,68	2,58	2,42	2,29	2,15	2,04	1,93	1,81	1,68	1,57	1,45
59,5	2,76	2,64	2,51	2,38	2,24	2,13	2,01	1,88	1,75	1,64	1,53
60	2,84	2,72	2,60	2,46	2,32	2,21	2,09	1,96	1,83	1,72	1,61
60,5	2,93	2,81	2,69	2,55	2,40	2,29	2,18	2,05	1,92	1,81	1,70
61	3,01	2,89	2,77	2,63	2,48	2,37	2,26	2,13	2,00	1,89	1,78
61,5	3,09	2,97	2,85	2,71	2,57	2,46	2,34	2,22	2,09	1,98	1,87
62	3,17	3,05	2,93	2,79	2,65	2,54	2,42	2,30	2,17	2,06	1,95
62,5	3,26	3,14	3,02	2,88	2,73	2,62	2,51	2,38	2,25	2,14	2,03
63	3,34	3,22	3,10	2,96	2,81	2,70	2,59	2,46	2,33	2,22	2,11
63,5	3,42	3,30	3,18	3,04	2,90	2,79	2,68	2,55	2,42	2,31	2,20
64	3,50	3,39	3,26	3,12	2,98	2,87	2,76	2,63	2,50	2,39	2,28
64,5	3,59	3,47	3,35	3,21	3,07	2,96	2,86	2,72	2,59	2,47	2,35
65	3,67	3,56	3,45	3,30	3,15	3,04	2,92	2,80	2,67	2,56	2,45
65,5	3,75	3,64	3,52	3,37	3,22	3,12	3,01	2,88	2,75	2,64	2,53
66	3,83	3,72	3,59	3,45	3,30	3,20	3,09	2,96	2,83	2,72	2,61
66,5	3,94	3,81	3,68	3,54	3,39	3,28	3,17	3,05	2,92	2,81	2,70
67	4,05	3,90	3,76	3,62	3,47	3,36	3,26	3,13	3,00	2,89	2,78
67,5	4,14	3,99	3,84	3,70	3,55	3,45	3,34	3,22	3,09	2,98	3,86
68	4,22	4,07	3,92	3,78	3,63	3,53	3,42	3,30	3,17	3,06	2,94
68,5	4,30	4,19	3,99	3,86	3,72	3,61	3,50	3,38	3,25	3,14	3,02
69	4,38	4,22	4,07	3,94	3,80	3,69	3,58	3,46	3,33	3,22	3,11
69,5	4,47	4,32	4,15	4,01	3,83	3,78	3,67	3,55	3,42	3,30	3,19
70	4,56	4,40	4,23	4,09	3,96	3,86	3,75	3,63	3,30	3,39	3,27

Пример расчета. Определить рефрактометрически влажность карамели, приготовленной на патоке (100 *кг* сахара+50 *кг* патоки).

Данные для расчета

Масса карамели	5,03 *г*
Масса карамельного раствора	8,79 *г*
Отсчет по рефрактометру	55,9%
Температура определения	22 °С
Определяем по табл. 16 поправку на температуру	0,16
Отсчет по рефрактометру при 20° С	(55,9+0,16)
Содержание сухих веществ	

$$x = \frac{(55,9 + 0,16) \cdot 8,79}{5,03} = 98,16\%.$$

Определенная по табл. 17 поправка на сухие вещества патоки	(—0,85)
Истинное содержание сухих веществ карамели	98,16+ +(—0,85)= =97,31%
Влажность карамели	(100—97,31)= =2,69%

В последние годы на кондитерских фабриках распространение получил экспрессный метод определения влажности карамели, предложенный И. С. Лурье. Метод основан на том, что плотность карамели является функцией ее влажности и рецептуры при прочих равных условиях. В методе используется свойство тел погружаться или находиться на поверхности жидкости в зависимости от соотношения плотностей погружаемого тела и жидкости. Обязательным условием является нерастворимость вещества в жидкости и его низкая влажность. В качестве жидкости применяется четыреххлористый углерод, в котором при обычной температуре кусочек карамели плавает. При нагревании плотность CCl_4 уменьшается, а карамели практически остается неизменной, и при определенной температуре карамель начинает погружаться.

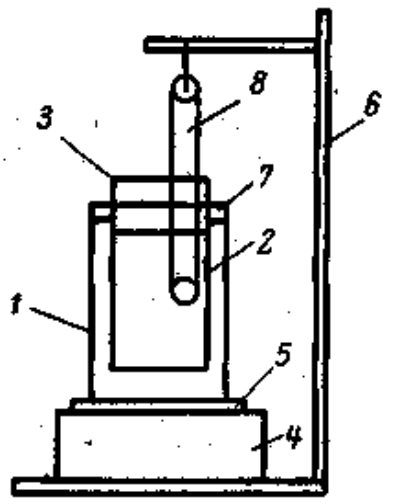


Рис. 18. Прибор для определения влажности карамели.

По температуре погружения, пользуясь табл. 18 (составленной для различного содержания патоки), определяют влажность карамели. Определение занимает 2—3 *мин* и не требует взятия навески.

Анализ производят в приборе (рис. 18), который состоит из двух стаканов: внешнего *1* емкостью 500 *мл* и внутреннего *2* емкостью 300 *мл*, закрытого жестяной крышкой *3* с двумя отверстиями.

Внутренний стакан укреплен во внешнем при помощи металлического кольца *7*. Термометр *8* подвешивается на штативе *6* и проходит в стакан через одно из отверстий крышки *3*. Перед определением в сухой внутренний стакан наливают четыреххлористый углерод, не доливая до краев на 3—5 *см*, закрывают крышкой, вставляют во внешний стакан, который заполняют водой так, чтобы уровень воды был на 1,5—2,0 *см* выше уровня CCl_4; ставят на асбестовую сетку *5*, опускают во внутренний стакан термометр и включают нагревательный прибор *4*. После достижения 40—50° С нагревание регулируют так, чтобы температура повышалась не более чем на 2—2,5° С в минуту. При температуре 55 °С начинают определение.

Техника определения. 2—3 кусочка грубо измельченной карамели размерами 2—5 *мм* пинцетом опускают через отверстие в крышке в стакан с CCl_4 и затем отмечают температуру, при которой хотя бы один из кусочков начинает погружаться.

В настоящее время автор метода механизировал все определения, сконструировав прибор, в котором результаты (в % влажности) даются непосредственно на шкале прибора.

Влажность карамельной массы не должна превышать 3%. Для леденцовой карамели она составляет 1—1,5%, а для карамели с начинкой от 1,5 до 3%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Карамель довольно гигроскопична, она поглощает из окружающего воздуха влагу, становится липкой, мутной и теряет свои качества вследствие присутствия редуцирующих сахаров: мальтозы, глюкозы, фруктозы. Мальтоза, как и глюкоза, вводится с патокой (если карамель готовится на патоке), а глюкоза и фруктоза — с инвертом (если карамель готовится на инверте), а также образуются при гидролизе сахарозы. Особенно высокой гигроскопичностью обладает фруктоза, притягивающая влагу из окружающего воздуха даже при низкой относительной влажности (45—50%).

Стандартом ограничивается содержание редуцирующих веществ в карамельной массе до 23%. Карамель с пониженным количеством редуцирующих веществ обладает меньшей гигроскопичностью и повышенной стойкостью при хранении. Однако низкое содержание редуцирующих веществ является причиной засахаривания карамельной массы.

Стандартом предусмотрено четыре метода определения редуцирующих веществ: иодометрический, перманганатный, титрованием щелочного раствора меди и феррицианидный.

Первые два метода являются арбитражными. На производстве ими пользуются в спорных случаях. Обычно же применяется более быстрый метод титрования щелочного раствора меди.

Метод титрования щелочного раствора меди

Метод основан на обесцвечивании определенного объема темно-синего раствора фелинговой жидкости раствором редуцирующих сахаров. Для более точного установления конца реакции в качестве индикатора применяется метиленовый голубой. Перед определением приготавливают стандартный раствор инвертного сахара и определяют количество его, пошедшее на восстановление 20 *мл* щелочного раствора меди.

Техника определения. На тарированной пергаментной или писчей бумажке (размером 1,5 *см*×2,5 *см*) отвешивают на аналитических весах 0,34—0,40 *г* измельченной карамели (с точностью до 0,001 *г*) и переносят ее вместе с бумажкой в коническую колбу (100 *мл*). Добавляют туда же из бюреток 10 *мл* 6,9%-ного раствора $CuSO_4$ и 10 *мл* сегнетовой соли, мерным цилиндром 20 *мл* воды, нагревают при взбалтывании до кипения, кипятят одну минуту; не прерывая кипячения, вносят три капли 1%-ного раствора метиленового голубого и следом из бюретки по каплям стандартный раствор 1%-ного инвертного сахара до исчезновения синей окраски.

Приготовление 1%-ного стандартного раствора инвертного сахара. В мерную колбу на 200 *мл* переносят 1,9 *г* чистой сахарозы, взвешенной с точностью до 0,001 *г* с таким расчетом, чтобы общее количество воды не превышало 100 *мл*, прибавляют 7—8 *мл* соляной кислоты плотностью 1,19 и колбу с термометром помещают на водяную баню (t=80° С). Содержимое колбы нагревают до 67—70° С и выдерживают при этой температуре 5 *мин*. Быстро охладив до комнатной температуры, прибавляют две капли метилового оранжевого и нейтрализуют кислоту раствором едкого натра до появления оранжево-желтой окраски. К полученному раствору прибавляют 25—30 *г* поваренной соли для консервирования и воду, растворяют соль, доводят водой до метки, хорошо перемешивают.

Определение количества инвертного сахара, восстанавливающего 20 *мл* щелочного раствора меди. В коническую колбу на 100 *мл* приливают из бюретки 8,5—9 *мл* стандартного раствора инвертного сахара. Приливают пипетками по 10 *мл* Фелинга I (4%-ный раствор $CuSO_4$) и Фелинга II (щелочной раствор сегнетовой соли), прибавляют 10 *мл* воды, нагревают до кипения, кипятят ровно одну минуту и, не прерывая кипячения, вносят три капли метиленового голубого и титруют тем же раствором инверта до исчезновения синей окраски. Суммарное число миллилитров раствора инверта, умноженное на 0,01, покажет, скольким граммам инверта соответствуют 20 *мл* медно-щелочного раствора.

Запись в лабораторном журнале

Масса карамели	m *г*
Количество стандартного раствора инвертного сахара, идущее на восстановление меди в 20 *мл* ее щелочного раствора	V *мл*
Количество стандартного раствора инвертного сахара, идущее на восстановление меди после взаимодействия части ее с редуцирующими веществами карамели	V_1 *мл*
Количество редуцирующих сахаров в m *г* карамели . . . . . (0,01 — количество инвертного сахара в 1 *мл* стандартного раствора инвертного сахара)	0,01 $(V-V_1)$ *г*
Количество редуцирующих сахаров в 100 *г* карамели	$\frac{0{,}01\,(V-V_1)\,100\%}{m}$

Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,5%.

Вместо стандартного раствора инверта можно пользоваться стандартным раствором глюкозы (1 *г* глюкозы в 100 *мл*). В этом случае необходимо установить поправочный коэффициент K:

$$K = \frac{a}{b},$$

где a — количество стандартного раствора инверта, пошедшее на восстановление 20 *мл* медно-щелочного раствора, *мл*;
b — количество стандартного раствора глюкозы, пошедшее на восстановление 20 *мл* медно-щелочного раствора, *мл*.

При использовании стандартного раствора глюкозы полученный при определении результат умножают на поправочный коэффициент.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ

Для придания карамели приятного кислого вкуса, свойственного вкусу плодов и ягод, вводятся кислоты — лимонная, виннокаменная или яблочная в количестве от 4 до 15 *г* на 1 *кг* карамельной массы. Эти кислоты и обусловливают кислотность карамели.

Техника определения. 5 *г* измельченной карамели, взвешенной с точностью до 0,01 *г*, тщательно растираются с небольшим количеством дистиллированной воды ($t = 60 \div 70°$ С) и количественно переносятся в коническую колбу емкостью 200—250 *мл*. Общий объем должен составить примерно 100 *мл*. К полученному раствору прибавляют 3—4 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором едкого натра до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты.

Кислотность карамели выражают в пересчете на лимонную кислоту в процентах.

Запись в лабораторном журнале

1 *мл* 1 н. раствора NaOH соответствует 0,070 *г* лимонной кислоты (миллиэквивалент лимонной кислоты)
На нейтрализацию кислот в 5 *г* карамели пошло 0,1 н. раствора NaOH . . . . . *мл*
На нейтрализацию кислот в 100 *г* карамели пошло 0,1 н. раствора NaOH или 1 н. раствора NaOH . . *мл*
Кислотность карамели в пересчете на лимонную кислоту . . . . . %

Расхождения результатов при параллельных определениях не должны превышать 0,2%.

Нормы кислотности (в пересчете на лимонную кислоту) в %:

для неглазированных сортов карамели с фруктовыми и фруктово-ягодными начинками	не менее 0,4
для подкисляемых леденцовых сортов карамели и в карамели с масляно-сахарными начинками	не менее 0,5
для карамели «Снежинка»	0,15

СОЛИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В карамели могут присутствовать соли тяжелых металлов: мышьяка, свинца, меди.

Мышьяк может быть занесен с фруктово-ягодным пюре (за счет опыления садов мышьяковыми соединениями); с патокой, получаемой при гидролизе крахмала серной кислотой, содержащей следы мышьяка; с пищевыми кислотами, в производстве которых также применяется серная кислота.

Свинец может быть занесен прежде всего с пищевыми кислотами, в производстве которых применялась серная кислота, содержащая свинец, а также при использовании варочной аппаратуры, луженной оловом со свинцом.

Медь в карамель попадает прежде всего из медной производственной аппаратуры.

В карамели допускаются не более 12 *мг* меди на 1 *кг* готовой продукции. Содержание солей свинца и мышьяка не допускается.

При контроле карамели на содержание мышьяка (ГОСТ 5512—50) и свинца (ГОСТ 5370—50) пользуются качественными методами, а при контроле на содержание меди — количественным (ГОСТ 5370—50).

СОДЕРЖАНИЕ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ

У карамели с фруктово-ягодными начинками периодически определяется содержание сернистой кислоты, так как яблочное пюре, являющееся основным сырьем для этих начинок, консервируется главным образом сернистой кислотой.

Описание определения содержания сернистой кислоты см. в работе 20.

Содержание сернистой кислоты в 1 *кг* карамели с фруктово-ягодной начинкой не должно превышать 20 *мг*.

ЗОЛЬНОСТЬ КАРАМЕЛИ

У карамели периодически определяется содержание золы, не растворимой в 10%-ной соляной кислоте, которое не должно превышать 0,1%. Ход определения см. в работе 24.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА НАЧИНКИ В КАРАМЕЛИ

Уменьшение количества начинки против рецептуры (см. ГОСТ 5897—58) ухудшает вкус изделия. Поэтому при контроле качества карамели с начинкой приходится определять количество последней. Делается это следующим образом.

Около 200 *г* карамели взвешивают с точностью до 0,5 *г*, с помощью пинцета тщательно отделяют начинку от оболочек, взвешивают начинку и подсчитывают ее процентное содержание.

В карамели завернутой содержание начинки колеблется в пределах 23—33%, в карамели открытой, глазированной шоколадом, — от 14 до 23%.

КОЛИЧЕСТВО ССЫПАВШЕГОСЯ САХАРА И КРОШКИ

В открытой карамели определение проводят следующим образом. 400—800 *г* карамели высыпают на лист бумаги, выбирают карамель, а ссыпавшийся сахар и крошки взвешивают отдельно. Результаты выражают в процентах к общей массе карамели. Масса ссыпавшегося сахара не должна превышать 2%, а крошки 4%.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой карамель?
2. По каким показателям определяется качество карамели?
3. Каким образом определяется влажность карамели?
4. Определить влажность карамели, приготовленной с уменьшенным количеством патоки по рецептуре: 100 *кг* сахара + 15 *кг* патоки + инвертный сироп, взятый в таком количестве, чтобы готовая карамель содержала около 20% редуцирующих веществ.

Данные для расчета: навеска карамели — 5,23 *г*, масса раствора навески — 10,77 *г*, температура — 27 °С, отсчет по рефрактометру — 47,1%.

5. В чем состоит экспрессный метод определения влажности (метод И. С. Лурье)?

6. Каким образом определяется кислотность карамели и в каких единицах она выражается. Как градусы кислотности пересчитать на содержание лимонной кислоты в процентах?

7. Какими методами определяется содержание редуцирующих сахаров в карамели? Как готовится стандартный 1%-ный раствор инвертного сахара?

8. Какие соли тяжелых металлов могут присутствовать в карамели? Источники их попадания.

9. Каким требованиям должна удовлетворять карамель?

Работа 26. АНАЛИЗ МАРМЕЛАДА

Мармелад относится к группе фруктово-ягодных кондитерских изделий и характеризуется студнеобразной структурой.

Процесс производства мармелада складывается из варки мармеладной массы, разливки ее в формы, застудневания, выборки из форм, сушки и выстойки (охлаждения). В зависимости от используемого сырья мармелад делится на фруктово-ягодный и желейный.

Фруктово-ягодный мармелад. Основным сырьем является яблочное пюре и сахар. Мармелад обладает приятным вкусом, высокой усвояемостью, хорошо сохраняется благодаря меньшему содержанию влаги (не более 24%) и большему количеству сахара (не менее 65%) по сравнению со свежими плодами и является как бы фруктово-ягодным концентратом. Калорийность мармеладных изделий составляет около 3000 *ккал/кг*, или в единицах СИ — $12{,}56 \cdot 10^6$ *дж/кг*.

Для образования мармеладного студня необходимо присутствие пектина (0,8—1,2%), кислоты (0,8—1,0%) и сахара (65—70%).

Пектин служит материалом для каркаса студня.

Значение сахара состоит в его водоотнимающем действии. На поверхности частиц пектина, движущихся в горячей мармеладной массе, образуется гидратная оболочка. Сахар разрушает гидратные оболочки на концах молекул пектина, что способствует их сближению и слипанию с образованием каркаса студня.

Кислота ускоряет и усиливает студнеобразование. Пектиновая молекула диссоциирует с выделением ионов водорода, а оставшаяся частица пектина несет отрицательный заряд. Прибавление кислоты понижает степень диссоциации карбоксильных групп пектина, а следовательно, уменьшает величину отрицательного заряда частиц пектина, что создает лучшую возможность для образования пектинового каркаса.

В зависимости от способа приготовления вырабатываются следующие виды мармелада:

формовой — в виде различных фигурных изделий;
резной — в виде брусков прямоугольной формы;
пластовой (кусковой) — в виде пластов прямоугольной формы.

Кроме того, к фруктово-ягодному мармеладу относятся паты, основой для которых служит пюре косточковых (абрикосы, слива). Выпускаются они в виде лепешек круглой или овальной формы, полушарий или круглых горошин.

Желейный мармелад готовится из агара (0,8—1%), уваренного с сахаром (50—65%) и патокой (20—25%). В отличие от яблочного мармелада желейный готовится без добавления фруктовых пюре и поэтому иногда называется искусственным мармеладом. Вкус и аромат достигаются введением кислот и фруктово-ягодных эссенций.

При студнеобразовании агара, в отличие от пектина, не требуется присутствия сахара и кислоты. Для полной гидратации молекул агара необходимо большое количество воды, а в мармеладной массе свободной воды недостаточно для этого. Поэтому отпадает роль сахара как водоотнимающего агента.

Сахар помимо вкусового и питательного значения играет роль твердого наполнителя, замещающего воду в студне.

Кислота играет роль лишь вкусовой добавки.

Виды желейного мармелада:

формовой — в виде различных фигурных изделий;
трехслойный — в виде брусков прямоугольной или ромбовидной формы с двумя наружными желейными слоями и средним слоем из сбитой массы;
лимонные и апельсинные дольки.

Оценку качества мармелада дают по средней пробе и распространяют ее на партию. Отбор проб проводят по ГОСТ 5504—58.

Среднюю пробу оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с действующими государственными стандартами.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Вкус, запах и цвет — явно выраженные, характерные для данного сорта мармелада, без постороннего привкуса и запаха. Не должно быть никаких посторонних включений и хруста песка на зубах.

Консистенция — желеобразная, поддающаяся резке ножом, не затяжистая. Затяжистой консистенцией обладают только паты.

Излом — чистый, однородный.

Форма и внешний вид. У формового — правильная

форма с ясным рисунком и четкими контурами. У резного и пластового не должно быть искривления граней.

Состояние корочки и наружной поверхности. Корочка должна быть мелкокристаллическая, не липкая, эластичная. При обсыпке поверхности песком не должно быть признаков растворения сахара.

Количество штук в 1 *кг* (не менее) — 60, за исключением лата (80) и апельсинных и лимонных долек (100).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа определяются: влажность, содержание общего сахара, содержание редуцирующих веществ, общая кислотность, зола, не растворимая в 10%-ной соляной кислоте, свободная сернистая кислота, соли тяжёлых металлов, прочность студня.

ВЛАЖНОСТЬ

Влажность мармелада определяется рефрактометрически, так же, как влажность карамели (см. работу 25). Вычисленный процент сухих веществ уточняют поправками, учитывающими изменение истинного содержания сухих веществ за счет патоки и инверта.

Величина поправки (в %) для мармелада:

фруктового	+0,8
яблочного формового	+0,7
яблочного пластового	+0,9
желейного формового	—0,3
апельсинных и лимонных долек	—0,3

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы с мармеладом	*г*
Масса бюксы	*г*
Масса мармелада	m_1 *г*
Масса бюксы с раствором мармелада	*г*
Масса бюксы	*г*
Масса раствора мармелада	m_2 *г*
Отсчет по шкале рефрактометра при данной температуре	a
Температура определения	°С
Поправка на температуру	a_1
Отсчет по шкале рефрактометра при 20 °С (с учетом поправки)	$a_2 = a + a_1$
Содержание сухих веществ	$x = \frac{a_2 \cdot m_2}{m_1}\%$
Поправка на сухие вещества патоки и инверта	$в$
Истинное содержание сухих веществ мармелада	$x_1 = x \pm в$
Влажность мармелада	$W = 100 - x$

В производственных условиях влажность мармелада часто определяют высушиванием 5 *г* навески на приборе ВНИИХП-ВЧ при температуре 160—165° С в течение 3 *мин*.

Принцип устройства прибора, ход определения, порядок записи см. в работе 9.

Влажность мармелада (в %) должна находиться в пределах:

Мармелад фруктово-ягодный				Мармелад желейный	
формовой	резной	пластовой	пат	формовой	резной
20—24	18—22	29—33	10—15	17—21	15—20

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРОВ

В рецептуру мармелада кроме большого количества сахара вводится патока — в качестве антикристаллизатора, поэтому в готовом мармеладе всегда находится сахароза и редуцирующие вещества, которые предохраняют мармелад от засахаривания, но при избыточном количестве могут вызвать намокание его.

Для определения общего содержания сахаров и редуцирующих веществ мармелада стандартом предусмотрены те же методы, что и для определения редуцирующих веществ карамели (см. работу 25). На производстве обычно пользуются феррицианидным методом. Определение сахара сводится к извлечению его из мармелада (приготовление водной вытяжки) и количественному определению его в полученной вытяжке.

Приготовление водной вытяжки для определения редуцирующих сахаров. Навеску измельченного мармелада отвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 *г* из такого расчета, чтобы концентрация редуцирующих веществ в растворе была не более 0,16%. Для нахождения навески пользуются табл. 19.

Таблица 19

Величина навески в зависимости от содержания редуцирующих веществ

Содержание редуцирующих веществ, %	Навеска испытуемого изделия, *г*	Содержание редуцирующих веществ, %	Навеска испытуемого изделия, *г*
5	3,200	40	0,400
10	1,600	45	0,360
15	1,070	50	0,320
20	0,800	55	0,290
25	0,640	60	0,260
30	0,530	65	0,240
35	0,460	70	0,230

В стакан с навеской приливают небольшое количество дистиллированной воды ($t=60\div70°$ С), растворяют в водяной бане ($t=60\div70°$ С), переносят в мерную колбу емкостью 100 *мл*. Количество раствора не должно превышать $^1/_2$ объема колбы. Колбу охлаждают и осаждают несахара: приливают 10—15 *мл* 1 н. раствора сернистого цинка и 10—15 *мл* 1 н. раствора едкого натра. Содержимое хорошо перемешивают, доводят водой до метки, еще раз перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Приготовление водной вытяжки для определения общего сахара (после инверсии). Навеску мармелада берут на аналитических весах из такого расчета, чтобы концентрация общего сахара в растворе после инверсии была не более 0,16%.

Для нахождения навески пользуются табл. 20.

Таблица 20

Величина навески в зависимости от предполагаемого содержания общего сахара

Предполагаемое содержание общего сахара, %	Навеска испытуемого изделия, *г*	Предполагаемое содержание общего сахара, %	Навеска испытуемого изделия, *г*
10	3,200	60	0,512
20	1,600	70	0,456
30	1,066	80	0,400
40	0,800	90	0,254

Растворение навески, осаждение несахаров, доведение до 100 *мл* объема проводятся так же, как и при подготовке вытяжки для определения редуцирующих сахаров мармелада.

В полученной вытяжке наряду с редуцирующими сахарами содержится большое количество сахарозы, которую необходимо гидролизовать. Гидролиз проводится так же, как при определении сахара в печенье (см. работу 24).

Определение редуцирующих сахаров и общего сахара в водной вытяжке феррицианидным методом

Метод основан на способности редуцирующих сахаров при нагревании их со щелочным раствором феррицианида (красная кровяная соль) восстанавливать последний в ферроцианид (желтую кровяную соль). В основе реакции лежит уравнение:

$$C_6H_{12}O_6+[Fe(CN)_6]^{---}+6OH^-=(CHOH)_4\cdot(COOH)_2+$$
$$+[Fe(CN)_6]^{----}+4H_2O$$

Перед определением приготовляют рабочий раствор инвертного сахара и определяют количество его, пошедшее на восстановление 20 *мл* щелочного раствора феррицианида.

В коническую колбу (100 *мл*) приливают из бюреток 20 *мл* феррицианида, 10 *мл* 1,25 н. раствора едкого натра, 10 *мл* водной вытяжки мармелада, нагревают до кипения, кипятят одну минуту, не прерывая кипячения вносят 3 капли 1%-ного раствора метиленового голубого и следом из бюретки по каплям — рабочий раствор инвертного сахара до исчезновения синей окраски.

Приготовление стандартного раствора инвертного сахара. В мерную колбу на 200 *мл* переносят 3,04 *г* чистой сахарозы, взвешенной с точностью до 0,001 *г*, и далее ведут инверсию сахарозы так же, как при приготовлении стандартного раствора инвертного сахара при анализе карамели. Полученный стандартный раствор содержит 1,6 *г* инвертного сахара в 100 *мл*.

Из стандартного раствора готовят рабочий раствор инвертного сахара: пипеткой переносят 20 *мл* стандартного раствора в мерную колбу на 200 *мл* и доводят водой до метки. Рабочий раствор содержит в 1 *мл* 0,0016 *г* инвертного сахара.

Определение количества инвертного сахара, восстанавливающего 20 *мл* щелочного раствора феррицианида. В коническую колбу (100 *мл*) приливают из бюреток 20 *мл* феррицианида, 10 *мл* 1,25 н. раствора едкого натра, 10 *мл* рабочего раствора инвертного сахара и затем ведут определение так же, как и при основном анализе. Суммарное число миллилитров рабочего раствора инверта, умноженное на 0,0016, покажет, скольким граммам инверта соответствуют 20 *мл* раствора феррицианида.

Запись в лабораторном журнале

Количество мармелада, соответствующее 10 *мл* испытуемого раствора	m *г*
Количество рабочего раствора инвертного сахара, идущее на восстановление 20 *мл* феррицианида	V *мл*
Количество рабочего раствора инвертного сахара, идущее на восстановление феррицианида после взаимодействия части его с сахарами мармелада	V_1 *мл*
Количество сахара в m *г* мармелада . . . . (0,0016 — количество *г* инвертного сахара в 1 *мл* рабочего раствора инвертного сахара)	$0{,}0016\,(V - V_1)$
Количество сахара в 100 *г* мармелада . . .	$\frac{0{,}0016\,(V - V_1)\,100K}{m}$

(K — поправочный коэффициент, зависит от процентного содержания редуцирующих веществ в мармеладе и находится по табл. 21, приводимой ниже).

Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,5%.

Нормы содержания общего сахара и редуцирующих веществ в мармеладе приведены в табл. 22.

Таблица 21

Содержание редуцирующих веществ в % по отношению к общему сахару	Поправочный коэффициент K	Содержание редуцирующих веществ в % по отношению к общему сахару	Поправочный коэффициент K
5—10	0,91	20—30	0,95
10—15	0,93	30—40	0,97
15—20	0,94	40—60	0,98

Таблица 22

	Мармелад фруктово-ягодный				Мармелад желейный	
	формовой	резной	пластовой	пат	формовой	резной
Содержание общего сахара в пересчете на инвертный сахар, %	78	80	68	89	82	83
Редуцирующие вещества, % . . .	20—32	Не более 40	Не более 40	Не более 45	Не более 25	Не более 25

ТИТРУЕМАЯ КИСЛОТНОСТЬ

Кислота, необходимая для образования студня фруктово-ягодного мармелада, вводится с яблочным пюре (яблочная и лимонная). При использовании пюре из низкокислотных яблок дополнительно вводится молочная или лимонная кислота. Для придания вкуса желейному мармеладу вводится молочная или лимонная кислота.

Избыточная кислотность мармелада не желательна, так как наряду с ухудшением вкуса она может вызвать в процессе сушки усиленный гидролиз желирующих веществ, что приведет к ослаблению студня.

Кислотность мармелада определяется так же, как у карамели. Ход определения, порядок записи см. в работе 25. Выражают кислотность мармелада в пересчете на яблочную кислоту в процентах, для этого градусы кислотности умножают на миллиэквивалент яблочной кислоты (0,067).

Для всех видов фруктово-ягодного мармелада общая кислотность (в пересчете на яблочную кислоту) должна находиться в пределах 0,4—1,2%, а для желейного мармелада — 0,5—1,5%.

СОЛИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Об источниках возможного попадания солей мышьяка, свинца, меди в мармелад см. работу 25. В фруктово-ягодном мармеладе допускается наличие меди в количестве не более 10 *мг* на 1 *кг*, в желейном — не более 8 *мг* на 1 *кг*. Содержание солей свинца и мышьяка не допускается.

СОДЕРЖАНИЕ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ

Яблочное пюре, которое является основным сырьем для фруктово-ягодного мармелада и вкусовой добавкой желейного, консервируется главным образом сернистой кислотой. Поэтому при контроле качества мармелада периодически определяется содержание сернистой кислоты по ГОСТ 5431—50 (см. работу 20).

Содержание сернистой кислоты в 1 *кг* мармелада не должно превышать 20 *мг*.

ЗОЛЬНОСТЬ МАРМЕЛАДА

У мармелада периодически определяется содержание золы, не растворимой в 10%-ной соляной кислоте, которое не должно превышать 0,1%. Ход определения см. в работе 24.

ПРОЧНОСТЬ МАРМЕЛАДНОГО СТУДНЯ

При приготовлении желейного мармелада необходимое количество агара устанавливается в зависимости от прочности студня, полученного при лабораторной варке. Прочность последнего определяется в соответствии с ГОСТ 6470—53 при помощи прибора Валента. Прибор Валента представляет собой вертикально расположенный подвижный стержень, укрепленный на штативе. На нижнем конце стержня находится грибообразная насадка диаметром 16 *мм* и высотой 5 *мм*. На верхнем конце укреплена чашечка, в которую при определении ссыпается дробь.

Перед определением приготовляют 200 *г* сахаро-агаровой массы, содержащей 0,85% абсолютно сухого агара и 70% сахара. Для этого навеску агара, отвешенную с точностью 0,001 *г*, переносят в коническую колбу, обливают необходимым количеством дистиллированной воды и оставляют не менее чем на 1 *ч*. Затем нагревают на водяной бане с обратным холодильником. Для повышения температуры кипения воды и ускорения растворения агара в баню добавляют около 10% поваренной соли. Нагревание продолжают до полного растворения агара, после чего добавляют расчетное количество сахара, продолжая нагревание до полного растворения сахара. Горячую массу

разливают в 5 стаканчиков диаметром 4—4,5 *см* и емкостью около 100 *мл* с предварительно нанесенными метками, соответствующими объему в 30 *мл*. Масса наливается в каждый стакан до метки, стаканы помещают в кристаллизаторы, наполненные водой ($t=20$ °С; уровень воды должен быть немного выше уровня массы в стакане), и выдерживают при этой температуре один час, а затем проводят определение.

Техника определения. Стакан с образовавшимся студнем ставят под прибор Валента, горизонтально установленный с помощью уровня или отвеса. На поверхность студня осторожно опускают насадку стержня, а в чашечку медленно насыпают дробь до тех пор, пока не произойдет разрыв студня. Насыпать дробь следует с одинаковой скоростью, равной 10—12 *г/сек*.

Прочность выражают в граммах нагрузки, необходимой для прорыва студня. Для вычисления берется суммарная масса всей нагрузки: дроби, чашки, стержня с насадкой. Из всех 5 определений выводится среднее арифметическое. Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 10%.

Прочность сахаро-агарового студня находится в пределах 1000—1400 *г*.

У пластового мармелада можно таким же способом определить прочность студня. Для этого из пласта мармелада пробником Журавлева, используемым при определении пористости хлеба, берется выемка, которая разрезается по горизонтали пополам. Полученный столбик ставится под прибор Валента и проводится определение прочности.

Вопросы для самопроверки

1. По каким показателям проводится органолептическая оценка мармелада?
2. Методы определения влажности мармелада.
3. Роль сахара и патоки при производстве мармелада.
4. Способы определения сахаров в мармеладе.
5. Как проводится определение сахара методом титрования щелочного раствора меди?
6. Определение титруемой кислотности мармелада. Значение этого показателя.
7. В чем выражается кислотность мармелада и как она определяется?
8. Определение прочности студня. Значение этого показателя.

Работа 27. АНАЛИЗ ВИНА

Виноградное вино получают путем полного или частичного сбраживания сока виноградной ягоды.

В зависимости от технологии приготовления виноградные вина делят на следующие группы.

1. Вина столовые (сухие и полусладкие). Получаются

путем возможно полного сбраживания виноградного сока для сухих вин и неполного сбраживания для полусладких вин.

2. Вина крепленые (крепкие, полусладкие, сладкие, ликерные). Получаются путем неполного сбраживания виноградного сусла с добавлением спирта.

3. Игристые вина (сухие, полусухие, сладкие, полусладкие). Получаются из столовых вин путем вторичного брожения добавленного к ним сахара в герметически закрытых сосудах. Эти вина естественно насыщены CO_2.

4. Вина ароматизированные (крепкие, десертные). Приготовляются с добавлением спирта, сахара и настоев трав и кореньев (вермут).

Вина подразделяются на сортовые и купажные, марочные и ординарные.

Сортовые вина приготовляются из одного сорта винограда (примесь других сортов не должна превышать 15%), купажные — из нескольких сортов. Марочные — это высококачественные вина, полученные из определенных сортов винограда, постоянные по качеству для данного винодельческого района, выдержанные от 2 до 6 лет. Все остальные вина называются ординарными.

Оценку качества вина дают по средней пробе и распространяют ее на всю партию. Отбор проб проводят по ГОСТ 5666—58.

Среднюю пробу оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с действующим ГОСТом (5666—58).

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

В состав вина входят много веществ, количества которых ничтожны, а природа значительной части их мало изучена. Эти вещества сильно влияют на букет, вкус и характер вина. Вина, совершенно одинаковые по химическому составу, могут резко различаться по вкусу. Поэтому при анализе вин основным методом оценки является органолептическая (дегустация), при которой определяются: прозрачность, цвет, аромат, вкус и букет, типичность и мусс.

Прозрачность и цвет. Вино должно быть прозрачным, без мути, осадка и посторонних включений. Однако молодое вино всегда несколько мутновато, так как содержит неосевшие взвешенные частицы. При выдержке прозрачность возрастает. Кристаллически прозрачное, с блеском вино оценивают в 0,5 балла; чистое без блеска — 0,3; опалесцирующее — 0,2 и мутное — 0,1 (по десятибалльной шкале).

При оценке цвета вина определяют интенсивность окраски и ее соответствие сорту, типу и возрасту вина. При полном соответствии образец оценивается в 0,5 балла; при небольшом

отклонении — 0,4; при значительном — 0,3; при полном несоответствии — 0,2 балла. Вино неопределенного цвета (грязное) оценивается в 0,1 балла.

Вкус и букет. В вине не должны чувствоваться отдельные составные части (спирт, кислотность, сахар, терпкость и т. д.). Если они хорошо сочетаются друг с другом, вино называют гармоничным.

Гармоничный, тонкий вкус, соответствующий типу и возрасту вина, оценивается в 5 баллов, гармоничный — в 4 балла, гармоничный вкус, мало соответствующий типу вина, — в 3 балла.

Негармоничный вкус без посторонних привкусов оценивается в 2,5 балла, вино с легким посторонним привкусом — в 2 балла, а с явно выраженным посторонним привкусом — в 1 балл. Букет вина воспринимается совместно органами вкуса и обоняния. Очень тонкий, хорошо развитый букет, соответствующий типу и возрасту вина, оценивается в 3 балла, хорошо развитый соответствующий типу вина, но грубоватый, — в 2,5 балла, слаборазвитый, соответствующий типу вина, — в 2,25 балла. Вино с не вполне чистым букетом оценивается в 2 балла. При несоответствии букета типу вина оценка составляет 1,5 балла, а при наличии постороннего запаха — 1 балл. Типичность вина показывает, насколько образец соответствует типу, присущему данной марке вина.

При полном соответствии вино получает 1 балл, а совершенно нехарактерное вино — 0,25 балла.

При оценке шампанских вин определяют мусс (игра, пена). Шампанское, дающее сильное вспенивание и длительное выделение пузырьков углекислого газа, получает 1 балл, а шампанское, у которого игра исчезает немедленно, — 0,2 балла. Вино, получившее в сумме 10 баллов, считается выдержанным, исключительно высокого качества. Вино выдержанное, высокого качества, оценивается в 9 баллов, с оценкой в 8 баллов считается хорошего качества, в 7 баллов — удовлетворительного. Вина, оцененные ниже 7 баллов, в продажу не поступают.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Методами физико-химического анализа в вине определяются: содержание спирта, сахара, титруемая кислотность, содержание летучих кислот, плотность, экстрактивность, вязкость вина.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕПОСТИ ВИНА (СОДЕРЖАНИЕ СПИРТА)

Этиловый спирт — это ведущий компонент вина, характеризующий его тип и вкусовые особенности. Определение содержания спирта ведется по плотности отгона, так как плотность

самого вина обусловлена не только спиртом, но и экстрактом вина.

Определение содержания спирта по плотности отгона пикнометром. Пикнометр (50 *мл*) наполняют вином и доводят до метки при температуре 20° С, вино переливают в перегонную колбу (250 *мл*), ополаскивают пикнометр 3 раза дистиллированной водой, сливая ее в ту же колбу. Колбу соединяют с холодильником и осторожно перегоняют вино. Отгон собирают в тот же пикнометр. Отгонку прекращают, когда пикнометр наполнится приблизительно до 0,8 объема. Пикнометр с отгоном доливают до метки дистиллированной водой при $t=20°$ С, тщательно взбалтывают и определяют плотность отгона по общепринятой методике (см. работу 16). По плотности дистиллята находят содержание спирта в объемных процентах по специальной таблице.

Содержание спирта в отдельных группах вина колеблется в следующих пределах:

вина столовые: сухие — 9—15% об.; полусладкие — 10—14% об.;

вина крепленые: крепкие — 17—20% об.; полусладкие — 15—16,5% об.; сладкие — 15—17% об.; ликерные — 12—17% об.;

шампанские вина — 10,5—12,5% об.;

вина ароматизированные (вермуты): крепкие — 18% об.; десертные — 16% об.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРА В ВИНАХ

В сухих винах и шампанском содержание сахара определяют обычно перманганатным методом, во всех остальных винах применяют метод титрования щелочного раствора меди.

Перманганатный метод. Принцип метода, ход определения, порядок расчета, форма записи см. в работе 23. Вино разбавляют водой с таким расчетом, чтобы содержание сахара было не более 0,3 и не менее 0,1 *г* в 100 *мл*.

Перед определением содержания сахара в шампанском проводят инверсию сахарозы, так как при шампанизации добавляется именно этот сахар.

Результаты анализа выражают в граммах инверта и пересчитывают его на 100 *мл* вина, учитывая разбавление вина.

Принцип метода титрования щелочного раствора меди см. в работе 25.

Содержание сахара в отдельных типах вин:

вина столовые: сухие — не более 0,3%; полусладкие — 3—8%;

вина крепленые: крепкие — 3—15%; полусладкие — 5—10%; сладкие — 14—20%; ликерные — 21—35%;

Шампанские: сухое — 3%; полусухое — 5%; полусладкое — 8%; сладкое — 10%;

вина ароматизированные (вермуты): крепкие — 10%; десертные — 16%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТРУЕМОЙ КИСЛОТНОСТИ

Вино имеет кислую реакцию благодаря присутствию в нем органических кислот: яблочной, винной, янтарной, молочной, лимонной и др. Для ощущения оттенка кислотности имеет значение соотношение кислот. Резкий кислый вкус вина связан с преобладанием в нем винной кислоты. Мягкий, приятный вкус свежести имеют вина, в которых содержится относительно много яблочной и лимонной кислоты.

Титруемая кислотность является ведущим показателем для характеристики вкусовых свойств вина.

Техника определения. В коническую колбу (250—300 *мл*) наливают 100 *мл* дистиллированной воды, прибавляют 1 *мл* 1%-ного раствора фенолфталеина и 10 *мл* вина, нагревают до начала кипения (для удаления CO_2 и SO_2) и титруют 0,1 н. раствором NaOH до появления слабо-розовой окраски.

В красных винах окраска вина при титровании сначала изменяется в грязно-бурую, а затем снова появляется розовая, зависящая от индикатора.

В случае анализа вин с повышенным содержанием красящих веществ определение проводят следующим образом. 10 *мл* вина отмеряют пипеткой в мерную колбу (100 *мл*) и доводят дистиллированной водой до метки. В коническую колбочку вносят 20 *мл* разбавленного вина, 100 *мл* дистиллированной воды, предварительно нагретой до кипения и тотчас титруют 0,1 н. раствором NaOH при постоянном взбалтывании. Появление грязно-бурой окраски указывает на близость конца нейтрализации. Конец титрования устанавливают по индикатору фенол-красный. Для этого время от времени проверяют реакцию жидкости, нанося ее стеклянной палочкой на капли фенол-красного, предварительно нанесенные на фарфоровую плитку. Титрование ведут до малиновой окраски капель фенол-красного.

Титруемую кислотность выражают в граммах винной кислоты на литр вина (*г/л*).

Запись в лабораторном журнале

(анализируется вино с повышенным содержанием красящих веществ)

На нейтрализацию кислот в 2 *мл* вина (с учетом разведения) пошло . . . . . *а мл* точно 0,1 н. раствора NaOH

Количество винной кислоты, соответствующее 1 *мл* точно 0,1 н. раствора NaOH — 0,0075 *г*

Следовательно, в 2 *мл* вина содержится винной кислоты $a \times 0{,}0075$ *г*, а в 1000 *мл* вина содержится винной кислоты $\frac{a \cdot 0{,}0075 \cdot 1000}{2}$ *г*

При выполнении результатов точность ограничивают одним десятичным знаком. Титруемая кислотность составляет: у столовых и крепленых вин 5—6 *г/л*, у вермутов 6 *г/л*, у шампанских 6,0—8,5 *г/л*.

ЛЕТУЧИЕ КИСЛОТЫ

При брожении сусла в качестве побочных продуктов образуются летучие кислоты, главным образом уксусная. Остальные кислоты (пропионовая, масляная и др.) присутствуют в ничтожно малых количествах.

При выдержке вина количество уксусной кислоты и ее эфиров может увеличиться.

В больных винах (уксусное скисание, молочнокислое брожение, пропионовое брожение и т. д.) содержание летучих кислот резко возрастает, и это ухудшает вкусовые свойства вина. В связи с этим определение летучих кислот является также одним из важнейших определений.

Определение летучих кислот в вине сводится к отделению их отгонкой и титрованию щелочью полученного дистиллята.

Предельно допустимое содержание летучих кислот: в шампанских винах — до 1,2 *г/л*, в белых — до 1,5 *г/л*, в красных — до 2 *г/л*.

Вина с содержанием уксусной кислоты выше 3,5 *г/л* используются только для производства спирта и уксуса.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВИНА

Плотность — важный физический показатель для объективной характеристики вина. Он также широко используется в технологических расчетах.

Плотность вина определяют обычно с помощью пикнометра емкостью 50 *мл*. Ход определения, форма записи приведены в работе 16.

Величину плотности d_{20}^{20} выражают с точностью до четвертого десятичного знака.

Плотность вина, отнесенная к плотности воды при 4° С (d_4^{20}), непосредственно выражает массу 1 *л* вина в килограммах. Для пересчета относительной плотности вина d_{20}^{20} на плотность вина d_4^{20} величину относительной плотности умножают на коэффициент 0,99823.

ЭКСТРАКТ ВИНА

Экстрактом вина называют сумму всех содержащихся в нем нелетучих веществ. Различают общий экстракт вина (общее содержание нелетучих веществ) и приведенный (общий экстракт за вычетом сахара). Определение экстракта вина является одним из наиболее важных, так как экстракт существенно может влиять на вкусовые достоинства вина.

Методы определения экстракта могут быть прямыми, когда они основаны на выпаривании вина и взвешивании полученного сухого остатка, и косвенными.

Экстракт (в данном случае говорим об общем экстракте) определяется косвенным путем на основании определения величины плотности раствора (x) по плотности исследуемого вина и плотности спиртового отгона из него, определяемых пикнометром, (см. стр. 186).

Величина x определяется по формуле (эмпирической):

$$x = 1 + (d_1 - d_2),$$

где d_1 — плотность вина;

d_2 — плотность отгона.

По величине плотности x по табл. 23 находят величину общего экстракта (в *г* на 100 *мл*) исследуемого вина (при 20 °С).

Таблица 23

Содержание общего экстракта, *г*/100 *мл* вина

Плотность раствора	Общий экстракт	Плотность раствора	Общий экстракт
1,000	0,000	1,0070	1,809
1,0008	0,199	1,0078	2,012
1,0016	0,399	1,0086	2,214
1,0023	0,600	1,0094	2,418
1,0031	0,800	1,0102	2,621
1,0039	1,000	1,0109	2,885
1,0047	1,102	1,0117	3,028
1,0055	1,304	1,0125	3,234
1,0062	1,607	1,0330	3,489

Настоящая таблица приведена для сухих вин. В стандарте на вино приведена таблица, охватывающая все типы вина.

ВЯЗКОСТЬ ВИНА

Вязкость вина характеризует внутреннее трение, имеющее место при относительном перемещении соседних слоев жидкости, зависящее от сил сцепления между ее молекулами. Абсолютную вязкость выражают силой в ньютонах, которую нужно приложить к 1 $м^2$ площади внутри жидкости, перемещаемой в лами-

нарном потоке, для придания ей скорости 1 *м/сек* относительно другой, параллельной ей площади, отстоящей от нее на 1 *м*. Абсолютная единица вязкости называется пуазом (в системе СИ 1 *пз*$=10^{-1}$ *н·сек/м*^{2}). Обычно пользуются единицей, в 100 раз меньшей, — сантипуазом, учитывая, что вязкость воды при 20° С и нормальном давлении почти точно равна 1 *спз* (в системе СИ 1 *спз*$=10^{-3}$ *н·сек/м*^{2}). Часто применяют относительную вязкость (отношение величины вязкости данной жидкости к вязкости воды при 20° С).

Коэффициент вязкости (η) обычно называют просто вязкостью. Величина, обратная вязкости ($\frac{1}{\eta}$), называется текучестью.

Вязкость вина является важным физико-химическим показателем в характеристике его свойств, оказывая влияние на такие его показатели, как пенообразующая способность и стойкость пены игристых вин, и, в частности, на «шампанские» качества вина.

Вина, различные по своему составу и свойствам, характеризуются и различной вязкостью. Для измерения вязкости применяют различные вискозиметры, из которых наибольшее распространение при анализе вин получил вискозиметр Оствальда. В основе измерения вязкости вискозиметром Оствальда, когда устанавливается продолжительность истечения определенного объема жидкости из капилляра, лежит формула Пуазейля.

Согласно этой формуле для двух жидкостей с плотностями d_1 и d_2 для одного и того же сосуда имеет место соотношение

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\tau_1 d_1}{\tau_2 d_2},$$

где η — вязкость;

τ — продолжительность истечения, *сек*.

Вискозиметр Оствальда представляет U-образную стеклянную трубку, у которой колено меньшего диаметра имеет в верхней части расширение, отграниченное капиллярами с нанесенными на них метками. Трубка большего диаметра имеет расширение внизу.

Техника определения. Наливают пипеткой в широкую трубку вискозиметра столько дистиллированной воды, чтобы шаровое вздутие было заполнено. После этого затягивают жидкость в тонкую трубку (при помощи присоединенной к ней резиновой трубки с зажимом) до метки в верхнем капилляре. Вискозиметр помещают в водяную баню при $t=20$ °С при закрытом зажиме. После установления температуры открывают зажим и, как только жидкость пройдет верхнюю метку, пускают секундомер, останавливая его, когда жидкость дойдет до второй (нижней) метки. Время отмечают с точностью до 2 *сек*. Для расчетов берут среднее значение не менее трех близко сходящихся результатов.

Аналогичным образом проводят измерение времени истечения исследуемого вина.

Расчет проводят по формуле

$$\eta = \eta_0 \frac{\tau d}{\tau_0 d_0},$$

где η и η_0 — вязкость исследуемой жидкости и воды;
τ и τ_0 — время истечения исследуемой жидкости и воды;
d и d_0 — плотности исследуемой жидкости и воды.

Если η_0 (вязкость воды при 20° С) и d_0 (плотность воды) принять равными 1, то формула получит вид:

$$\eta = \frac{\tau d}{\tau_0} \text{ спз}.$$

Плотность вина d при расчете берут обычно равной 0,98.

Точность результатов ограничивают тремя десятичными знаками. Вязкость вина обычно составляет 1,5—2 сантипуазы.

Запись в лабораторном журнале

Продолжительность истечения воды в *сек* (3 замера)	
Средняя продолжительность истечения воды	τ_0 *сек*
Продолжительность истечения вина в *сек* (3 замера)	
Средняя продолжительность истечения вина	τ *сек*
Плотность вина	d *г/см*^{3}
Вязкость вина	$\frac{\tau d}{\tau_0}$ *спз*

Вопросы для самопроверки

1. По каким органолептическим показателям оценивается качество вина?
2. Каким методом определяется содержание спирта в вине?
3. Какими методами определяется содержание сахара в вине?
4. Чем обусловлена кислотность вина, в чем она выражается? Метод определения титруемой кислотности вина.
5. Плотность вина, ее определение.
6. Определение экстракта вина, значение этого показателя.
7. Понятие вязкости. Принцип определения вязкости; в каких единицах она выражается?

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдусь П. Б., Сапожников А. С. Определение качества зерна. М., 1961.
2. Агабальянц Г. Г. Химико-технологический контроль производства шампанского. Пищепромиздат, 1954.
3. Алексеев В. Е. Количественный анализ. Госхимиздат, 1954.
4. Бадалян Х. А., Райцин Э. А., Тычина П. В. Руководство по технохимическому контролю макаронного производства. М., 1956.
5. Бурман М. Е., Бычков Б. К., Векслер Б. А., Лукоя-

нов В. И., Малыжев А. А., Милютин А. А. Технология и технохимический контроль крахмало-паточного производства. Изд-во «Пищевая промышленность», 1965.

6. Бурштейн А. И. Методы исследования пищевых продуктов. Киев, Гостехиздат УССР, 1963.

7. Великая Е. И., Суходол В. Ф., Томашевич В. К. Общие методы контроля бродильных производств. Изд-во «Пищевая промышленность», 1964.

8. Журавлев Н. Н., Проскуряков Н. И., Стельмахович А. Ф. Биохимические основы приготовления красного ржаного солода для хлебопечения. М., 1939.

9. Зиновьев А. А. Химия жиров. Пищепромиздат, 1952.

10. Инихов Г. С. Биохимия молока и молочных продуктов. Пищепромиздат, 1956.

11. Казаков Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства. Изд-во «Колос», 1965.

12. Кафка Б. В. Технохимический контроль кондитерского производства. Пищепромиздат, 1956.

13. Козьмина Н. П. Зерно и продукты его переработки. Заготиздат, 1961.

14. Кретович В. Л. Основы биохимии растений. М., изд-во «Высшая школа», 1964.

15. Крешков А. П., Ярославцев А. А. Курс аналитической химии. Книга II. Количественный анализ. М.—Л., изд-во «Химия», 1964.

16. Литвак И. М. Технология и технохимический контроль свеклосахарного производства. Пищепромиздат, 1962.

17. Лукьянов В. В. Технология и оборудование макаронного производства. Пищепромиздат, 1951.

18. Лурье И. И. Новое в технохимконтроле карамельного производства. ГОСИНТИ, 1959.

19. Маслов И. Н., Чижова К. Н., Шкваркина Т. И., Запенина Н. В., Заглодина Ф. И. Технохимический контроль хлебопекарного производства. Пищепромиздат, 1960.

20. Мейке В. А. Руководство для препараторов химико-аналитических лабораторий. М., Госгеолтехиздат, 1956.

21. Наместников А. Ф. Химия в консервной промышленности. Изд-во «Пищевая промышленность», 1965.

22. Островский А. И. Технохимический контроль хлебопекарного производства. Пищепромиздат, 1949.

23. Островский А. И., Евницкая И. А., Елкина Т. Н. Минаенкова В. С., Фалунина З. Ф. Лабораторный практикум по курсу «Общая технология пищевых веществ». М., Хлебоиздат, 1960.

24. Островский А. И. Общая технология пищевых веществ. Пищепромиздат, 1959.

25. Плевако Е. А., Бакушинская О. А. Микробиологический и химико-технологический контроль дрожжевого производства. Изд-во «Пищевая промышленность», 1964.

26. Рейслер А. В. Гигиена питания. Медгиз, 1952.

27. Ройтер И. М. Хлебопекарное производство. Технологический справочник. Киев, Гостехиздат, УССР, 1963.

28. Силин П. М., Силина Н. П. Химический контроль свеклосахарного производства. Пищепромиздат, 1960.

29. Под редакцией Соколовского А. Л. Технология кондитерского производства. Пищепромиздат, 1959.

30. Трегубов Н. Н., Милютин А. А. Технология крахмала. Изд-во «Пищевая промышленность», 1965.

31. Под редакцией Чоговадзе Ш. К. Исследование продовольственных товаров. Руководство к практическим занятиям. М., Госторгиздат, 1962.

ПРАВИЛА

техники безопасности для студентов, работающих в лаборатории

1. При работе с химическими реактивами нельзя их пробовать на вкус.

2. Все опыты с крепкими кислотами и газообразными веществами проводить под тягой.

3. Остатки от работы летучих веществ (например, серный эфир) или крепких кислот и щелочей нельзя выливать в общие раковины. Для такого рода остатков имеются специальные плотно закрываемые сосуды.

4. При наливании кислот или щелочей в сосуд нельзя близко к нему наклоняться во избежание попадания на лицо брызг.

5. Если требуется расколоть крупные куски едких щелочей, то предварительно следует обернуть куски плотной тканью и работать в предохранительных очках.

6. Нельзя набирать кислоты и вообще вредные реактивы в пипетку ртом, для этого прибегают или к каучуковой груше, или к автоматической пипетке.

7. Работать с эфиром, бензолом и ацетоном необходимо под тягой и вдали от горящей горелки. В случае воспламенения пламя следует гасить песком или накрыть специальным одеялом. Нельзя выливать названные реактивы в раковину.

8. При работе на газовых горелках необходимо следить, чтобы сгорание газа было полным и чтобы газ не попадал в помещение лаборатории.

9. При нагревании жидкостей с осадком следует проявлять осторожность, так как возможен выброс осадка вместе с жидкостью из сосуда и попадание их на руки и лицо работающего.

10. Категорически воспрещается нагревать или охлаждать воду (или растворы) в герметически закрытых сосудах. Нельзя также герметически закрывать пробкой колбу с горячей жидкостью.

11. Нельзя непрерывно откачивать воздух насосом Кошовского и создавать большое разрежение в колбах Бунзена при фильтрации осадков.

12. Закрывать пробками колбы следует на весу, держа левой рукой колбу за горлышко близко к пробке. Нельзя закрывать пробкой колбу, держа последнюю на ладони — колба может лопнуть и вызвать глубокие порезы.

13. Прежде чем включать центрифугу, необходимо проверить балансировку противоположно размещенных стаканчиков (масса их должна быть одинаковой), после этого плотно закрывают камеру центрифуги.

14. В случае пореза рану промыть водой и обработать иодом или перекисью водорода (3%-ной).

15. Если на кожу попадает крепкая кислота, то это место сначала вытирается чистым полотном, а потом обрабатывается слабым раствором бикарбоната натрия или аммиака. При попадании на кожу раствора крепкой щелочи пораженное место омывают водой, а затем обрабатывают слабым раствором уксусной кислоты.

16. При сильных ожогах кожи пораженное место смазывают крепким раствором перманганата калия.

17. При попадании кислоты или щелочи на платье надо промыть эти места водой, а затем обработать: в первом случае слабым раствором аммиака, а во втором — раствором уксусной кислоты.

Студенты, приступающие к занятиям в лаборатории, обязаны знать изложенные правила техники безопасности.

Рецензент проф. И. М. РОЙТЕР.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ

Редактор М. К. Смирнова
Художник М. О. Бишофс
Худ. редактор С. Р. Нак
Техн. редактор Г. Г. Абрамова
Корректоры Г. А. Дорошина, В. Б. Грачёва

Т-00825 Сдано в набор 15/VIII 1967 г. Подписано к печати 26/I 1968 г.
Формат 60×90¹/₁₆ Объем 12 п. л. Уч.-изд. л. 12,43. Тираж 10 000 экз.
Цена 62 коп. Заказ 557 Издат. № 4515 Тем. план 1968 г., п. № 5
Бумага машинно-мелованная

Издательство «Пищевая промышленность». Москва, Б-120, Мрузовский пер., д. 1.

Московская типография № 6 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Москва, Ж-88, 1-й Южно-портовый пр., 17.