

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

**М.М. Данина, И.Е. Радионова**

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ  
И МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД**

**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2016**

УДК 663.14.576.80.85

**Данина М.М., Радионова И.Е.** Методы исследования безалкогольных напитков и минеральных вод: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 48 с.

Даны методические указания к выполнению лабораторных работ и их оформлению. Приведены методы контроля безалкогольных напитков, минеральных вод, сырья и готовой продукции.

Пособие предназначено для бакалавров всех форм обучения направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, профиль бакалавриата 19.03.02 Технология бродильных производств и виноделие дисциплины «Основы технологии пищевых продуктов».

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

**Рекомендовано к печати Советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии, протокол № 2 от 28.10.2015 г.**



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

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016

© Данина М.М., Радионова И.Е., 2016

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

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

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

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

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

5. В лабораторных работах студент должен использовать методы и приемы, соответствующие требованиям стандартов или норм лабораторной практики. Следует помнить, что даже самые незначительные изменения в методике могут привести к резким искажениям конечных результатов определения.

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

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

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

### **Оформление лабораторных работ**

В отчете по лабораторной работе должны быть приведены:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) план работы;
- 4) краткое описание проведения эксперимента;
- 5) полученные результаты по приведенной форме;
- 6) выводы.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МУКИ, СОЛОДА И ДРОЖЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПРЕССНОГО И УСКОРЕННОГО МЕТОДОВ ВЫСУШИВАНИЯ

### 1.1. Определение влажности муки

#### Ускоренный метод высушивания

*Приборы и материалы:* средний образец муки; аналитические весы; бюксы; сушильный шкаф; эксикатор.

*Ход определения.* При ускоренном методе высушивания в сухую бюксу, поставленную на снятую с нее крышку, отвешивают 5 г муки с точностью до 0,01 г и помещают в сушильный шкаф с температурой 130 °С. Навеску высушивают в течение 50 мин, а затем охлаждают в эксикаторе 20 мин. После охлаждения бюксу взвешивают и рассчитывают массовую долю влаги в муке:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 - m_0} 100,$$

где  $m_1$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;  $m_2$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г;  $m_0$  – масса пустой бюксы, г.

#### Экспрессный метод высушивания

*Приборы и материалы:* аппарат конструкции Чижовой; пакеты из фильтровальной бумаги; средний образец муки; эксикатор; аналитические весы.

*Ход определения.* При экспрессном методе высушивания используется прибор ВНИИХП-ВЧ конструкции Чижовой.

Пакетики из фильтровальной бумаги размером 16 × 16 см предварительно высушивают в аппарате при температуре 160 °С в течение 3 мин, охлаждают 1 мин, взвешивают. Навеску (5 г муки) равномерно распределяют по пакету и помещают на 3 мин в аппарат при температуре 160 °С, затем вынимают и охлаждают 1–2 мин в эксикаторе. Охлажденный пакетик с навеской взвешивают на аналитических весах. По формуле рассчитывают массовую долю влаги навески.

## 1.2. Определение влажности солода и дрожжей

При ускоренном методе определения солода предварительно размалывают, отвешивают 5 г помола и помещают навеску в бюксу. Открытую бюксу с навеской оставляют на 60 мин в сушильном шкафу при температуре 130 °С. Затем охлаждают в течение 20 мин в эксикаторе, взвешивают и рассчитывают влажность по формуле.

Экспрессный метод осуществляется аналогично п. 1.1.

Для каждого метода рассчитывают среднеарифметическую погрешность.

## 1.3. Расчет среднеарифметической погрешности ряда измерений

1. Определяем средневзвешенное значение измерений

$$M_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{n},$$

где  $l$  – измеряемый параметр;  $n$  – число измерений параметра.

2. Определяем остаточную погрешность измерений ( $v$ ):

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = l_1 - M_{\text{ср}}; \\ v_2 = l_2 - M_{\text{ср}}; \\ v_3 = l_3 - M_{\text{ср}}; \\ v_4 = l_4 - M_{\text{ср}}; \\ \dots\dots\dots \\ v_n = l_n - M_{\text{ср}}. \end{array} \right\}$$

3. Определяем среднеарифметическую погрешность ряда измерений:

$$v = \frac{|v_1| + |v_2| + |v_3| + |v_n|}{\sqrt{n * (n - 1)}}.$$

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПИВА И НАПИТКОВ

Экстрактивность делится на *видимую* и *действительную*. *Видимая* экстрактивность определяется по показаниям сахариметра путем погружения его в цилиндр, наполненный подготовленным для анализа пивом, при наличии в нем этилового спирта и растворенной углекислоты.

*Действительная* экстрактивность определяется пикнометрическим методом после удаления спирта и углекислоты.

Величина видимой экстрактивности пива всегда меньше действительной, так как сахариметр глубже погружается в жидкость, содержащую спирт, показывая плотность меньше действительной.

Объекты исследования: пиво «Балтика № 3»; пиво темное «Балтика № 4»; яблочный коктейль «Сидр».

*Приборы и материалы:* анализируемые напитки; плоскодонные колбы на 250 мл; воронки; фильтровальная бумага; пивоанализатор; аналитические весы; пикнометры.

*Ход определения.* В пиве и напитках, предназначенных для анализа, сразу определяют видимый экстракт. Для этого пиво наливают в колбы вместимостью 250 мл и отбивают углекислоту встряхиванием колб в течение 40 мин. Фильтруют, определяют плотность фильтрата на рефрактометре и пивоанализаторе «Колос».

Величину действительного экстракта определяют в сусле. Для этого на аналитических весах взвешивают пустой пикнометр, наливают в него до метки дистиллированную воду и ставят на 20 мин в водяную баню при температуре воды 20 °С. Затем взвешивают пикнометр с водой. Дистиллированную воду выливают и заполняют пикнометр суслом, проделывая те же операции.

Плотность сусла рассчитывают по формуле

$$\frac{d^{20}}{d^{20}} = \frac{(m_{\text{пс}} - m_{\text{п}}) * 100}{m_{\text{пв}} - m_{\text{п}}},$$

где  $m_{\text{пс}}$  – масса пикнометра с суслом, г;  $m_{\text{п}}$  – масса пустого пикнометра, г;  $m_{\text{пв}}$  – масса пикнометра с водой.

Результаты анализа вносятся в таблицу.

Показания приборов		Наименование сырья готовой продукции			
		Сидр	Пиво «Балтика № 3»	Пиво «Балтика № 4»	Сусло
Видимый экстракт	Сахариметр				
	Рефрактометр				
	Пивоанализатор				
Действи- тельный экстракт	Пикнометр			-	

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ

*Цель работы:* подсчитать количество клеток в камере Горяева, млн/мл; определить сухую биомассу дрожжей, г/мл; определить влажную биомассу дрожжей, г/мл.

#### 3.1. Определение сухой биомассы дрожжей

*Ход работы.* 10 мл хорошо перемешанной культуральной жидкости переносим в центрифужный стаканчик. Дрожжи центрифугируют в течение 10 мин при частоте вращения  $3600 \text{ мин}^{-1}$ . Затем надосадочную жидкость сливают, дрожжи промывают 10 мл дистиллированной воды с помощью стеклянной палочки, последними порциями воды смывают остатки с палочки. Пробу снова центрифугируют в течение 10 мин и после удаления промывной воды биомассу количественно переносят в бюксу с заранее взвешенными 10 мл дистиллированной воды. Бюксу с суспензией дрожжей помещают в термостат при температуре  $105^\circ\text{C}$  с открытой крышкой и высушивают до постоянной массы. После высушивания бюксу закрывают крышкой и взвешивают. Затем взвешивают определенное количество накопившейся биомассы в расчете на содержание в ней 25 % сухих веществ. Урожай биомассы определяем по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_0) * 100V_{\text{кж}}}{25 * 10},$$

где  $m_0$  – масса пустой бюксы;  $m_1$  – масса бюксы с навеской после высушивания;  $V_{\text{кж}}$  – конечный объем культуральной жидкости; 25 – содержание сухих веществ в дрожжах, %; 100 – содержание сухих веществ в дрожжах после высушивания до постоянной массы, %; 10 – объем культуральной жидкости, мл.

#### 3.2. Определение влажной биомассы дрожжей

Сначала взвешиваем пустой центрифужный стаканчик. Берем 10 мл культуральной жидкости и центрифугируем в течение 10 мин с частотой  $3600 \text{ мин}^{-1}$ . Затем промываем 10 мл дистиллированной

воды и снова центрифугируем. На третий раз взвешиваем образовавшийся ореол.

Определяем влажную биомассу дрожжей:

$$M_{вб} = m_1 - m_0,$$

где  $m_0$  – масса пустого стаканчика;  $m_1$  – масса стаканчика с культуральной жидкостью после центрифугирования.

### 3.3. Подсчет клеток в камере Горяева

Число клеток в 1 мл суспензии рассчитывают по формуле

$$X = \frac{\sum nk}{20},$$

где  $X$  – число клеток в 1 мл суспензии (млн/мл);  $n$  – число клеток в пяти больших квадратах сетки (соответствует 80 мелким квадратам);  $k$  – разбавление исходной суспензии (в 1 мл, 10 мл, 100 мл); 20 – сумма мелких квадратов сетки.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОДИЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ**

Объекты исследования: сусло; готовое пиво (освобожденное от углекислоты), пивные дрожжи.

#### **4.1. Весовой метод**

*Приборы и материалы:* колба на 200 мл; технические весы; дрожжи.

*Ход определения.* Взвешивают колбу объемом 200 мл на технических весах, добавляют в нее 100 г разбавленного сусла и 5 г прессованных дрожжей. Содержимое перемешивают и оставляют на воздухе. Колбу взвешивают через 30 и 60 мин, наблюдая увеличение массы разбродившихся дрожжей.

#### **4.2. Объемный метод**

Опыт производится на приборе АГ-1М. В ходе него определяют количество углекислоты, образовавшейся при брожении.

*Приборы и материалы:* колба объемом 150 мл; прессованные дрожжи; прибор АГ-1М.

*Ход определения.* В колбу вместимостью 150 мл вливают 100 мл разбавленного сусла и добавляют 1–2 г прессованных дрожжей. Герметично присоединяют колбы к перевернутым мерным цилиндрам, погруженным в водяную баню, и выдерживают при температуре 30–32 °С. Из перевернутых цилиндров откачивают воздух, пока уровень масла в них не достигнет нуля. В ходе опыта следят за изменением уровня масла в цилиндрах. Измеренные уровни масла количественно соответствуют объему газа в герметически закрытой системе, соединяющей мерный цилиндр, резиновый шланг и колбу с суслом.

По полученным данным скорости выделения дрожжами углекислоты в процессе брожения судят об их бродительной активности.

Измерения уровня масла в цилиндрах проводят через 10; 20; 40; 60; 80; 100 мин.

### 4.3. Определение содержания спирта в готовом продукте

*Приборы и материалы:* колбы на 250 и 100 мл; технические весы; пиво без CO<sub>2</sub>; дистиллированная вода; система перегонки; пикнометры.

*Ход определения.* В колбу, взвешенную на технических весах, вливают 100 г пива, освобожденного от углекислоты. Добавляют 30 мл дистиллированной воды, перемешивают и включают в систему перегонки. В приемную колбу емкостью 100 мл вливают 20 мл дистиллированной воды. Масса содержимого приемной колбы после отгонки должна быть равна 100 г. В дистилляте определяют плотность пикнометрическим способом.

По результатам работы строят графики временных зависимостей  $V = f(\tau)$  и  $m = f(\tau)$ .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КРАХМАЛА ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Основными видами крахмалосодержащего сырья являются картофель, зерно и продукты его переработки. Содержание крахмала в картофеле составляет 70–80 % от его сухой массы, в зерне – 40–80 %.

Крахмал состоит из полисахаридов, образующих при кислотном гидролизе глюкозу, поэтому большинство методов количественного определения крахмала основаны на вычислении оптической активности глюкозы. Точность определения количества крахмала зависит от тонкости измельчения материала. При тонком помоле крахмал более всего доступен для воздействия.

Определяют содержание крахмала по величине угла поворота плоскости поляризации. Для этого его растворяют в соляной кислоте или в хлориде кальция.

Основным стандартным методом вычисления содержания крахмала при оценке качества зерна является *метод Эверса*.

*Объекты исследования:* рис; рисовая крупа; измельченный солод; ячмень.

*Приборы и материалы:* кофемолка; фильтровальная бумага; колба емкостью 100 мл; HCl; водяная баня; дистиллированная вода; молибдат аммония; поляриметр.

*Ход определения.* Очищают 30–40 г зерна от сорных примесей и размалывают. Помол ровным слоем распределяют на фильтровальной бумаге, отбирают 5 г и помещают в мерную колбу объемом 100 мл. В колбу добавляют 25 мл 0,31 н. раствора HCl, перемешивают, смачивая весь помол, снова добавляют 25 мл 0,31 н. раствора HCl, смывая остатки со стенок. Содержимое колбы перемешивают и погружают в кипящую водяную баню на 3 мин. Затем это содержимое интенсивно перемешивают и оставляют в бане еще на 12 мин. Через 15 мин колбу вынимают, добавляют 25–30 мл холодной дистиллированной воды и охлаждают до комнатной температуры.

Для осаждения белков в колбу вливают 5 мл молибдата аммония. Объем доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр. Прозрачный фильтрат вливают в поляриметрическую трубку и поляризуют. Это нужно сделать быстро, чтобы фильтрат не успел потемнеть.

Затем вычисляем содержание крахмала в пересчете на сухие вещества (%):

$$K = \frac{\alpha * 100 * 100}{[\alpha]_D^{20} * l * m} * \frac{100}{100 - W},$$

где  $\alpha$  – угол вращения плоскости поляризации;  $[\alpha]_D^{20}$  – удельное вращение плоскости поляризации, имеющее для крахмалосодержащих зерновых культур следующие показатели: пшеница – 182,7; ячмень – 185,9; рис – 181,5;  $l$  – длина поляриметрической трубки ( $l = 0,9504$  дм);  $m$  – масса навески ( $m = 5$  г).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ СУСЛА, ПИВА И НАПИТКОВ

Определение цветности сусла, пива и напитков производят тремя способами. За условную единицу цветности (цв. ед.) принята цветность раствора, полученного добавлением 1 см<sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> к 100 см<sup>3</sup> воды.

В данной методике используют метод сравнения с раствором йода.

*Объекты исследования:* пиво «Балтика 3», «Балтика 4», лимонад «Дюшес».

*Приборы и материалы:* дистиллированная вода, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, раствор йода (0,1 н).

#### 6.1. Определение цветности сусла или пива методом колориметрического титрования

При анализе используют компаратор двух- или трехкамерный; стаканы объемом 100 см<sup>3</sup>, цилиндр емкостью 100 см<sup>3</sup>, бюретку, мешалку стеклянную с концом, загнутым в виде кольца, раствор кристаллического химически чистого йода концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

*Ход определения.* Компаратор устанавливают напротив света на уровне глаз наблюдателя так, чтобы задняя стенка была обращена к источнику света. Затем в гнезда компаратора вставляют стаканы. В один наливают произвольный объем лабораторного сусла, пива или напитка, в другой – 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Воду титруют из бюретки 0,1 н. раствором йода до тех пор, пока цвет жидкости в обоих стаканах не станет одинаковым. Если сусло или пиво очень темное, то его разбавляют известным количеством воды и при расчетах учитывают объем разбавления. По количеству объема израсходованного йода судят о цветности сусла или пива.

Расхождение между результатами двух определений не должно превышать 0,01 см<sup>3</sup> раствора йода.

*Проведение анализа.* Цветность пива определяется после освобождения его от диоксида углерода. Непрозрачное пиво фильтруют через бумажный фильтр, темное цветностью выше 2,0 ед. разбавляют водой в соотношении 1:3. Цветность (ц. ед.) рассчитывают по формуле

$$\text{Цв.} = V * K,$$

где  $V$  – объем раствора йода концентрацией  $0,1$  моль/дм<sup>3</sup>, прибавленный к  $100$  см<sup>3</sup> воды до совпадения цветности раствора с цветностью пива, см<sup>3</sup>;  $K$  – коэффициент разбавления темного пива ( $K = 4$ ).

## 6.2. Определение цветности на фотоэлектродиметре

Перед определением цветности пиво тщательно фильтруют через двойной бумажный фильтр. Затем определяют оптическую плотность фильтрата на фотоэлектродиметре с зеленым светофильтром, у которого максимум светопропускания находится при длине волны  $540\text{--}545$  нм.

Цветность пива выражают в см<sup>3</sup>  $0,1$  н. раствора йода (ц. ед.). Для этого величину измеренной оптической плотности  $D$  подставляют в формулу

$$\text{Цв.} = \frac{D}{0,075 * l},$$

где  $D$  – оптическая плотность фильтрата;  $0,075$  – коэффициент пересчета оптической плотности в см<sup>3</sup>  $0,1$  н. раствора йода;  $l$  – толщина кюветы, см.

У различных типов фотоэлектродиметров максимум светопропускания зеленых светофильтров не совпадает. Например, у фотоэлектродиметра ФЭК-60 светло-зеленый светофильтр имеет максимум светопропускания  $520$  нм. В этом случае необходимо тщательно приготовить свежий раствор  $0,1$  н. йода, профильтровать и измерить его оптическую плотность на ФЭК-60 со светофильтром  $520$  нм в кювете толщиной  $1$  см.

## 6.3. Определение цветности пива спектрофотометрическим методом

Цветность пива определяют спектрофотометрическим методом. Измерение оптической плотности проводят при  $430$  нм, а цветность в единицах ЕВС получают умножением оптической плотности на известный коэффициент. Перед анализом сусло должно быть осветлено, а пиво освобождено от диоксида углерода.

Если мутность сусла выше 1 ед. ЕВС, оно должно быть отфильтровано до полной прозрачности на мембранном фильтре с размером пор 0,45 мкм. Если сусло очень мутное, то его осветляют перед фильтрованием на мембранном фильтре, добавляя кизельгур в количестве 1 г/дм<sup>3</sup>. Чтобы определить, достаточно ли прозрачен исследуемый образец, измеряют его оптическую плотность при 700 и 430 нм ( $A_{700}$  и  $A_{430}$ ). Если  $A_{700} > 0,039 A_{430}$ , то образец считают прозрачным. Цветность определяют, измеряя оптическую плотность при  $430 \pm 0,5$  нм по отношению к воде в кюветах толщиной 5 или 10 мм.

Сусло разбавляют так, чтобы оптическая плотность находилась на участке линейной зависимости «оптическая плотность – концентрация сусла» (значение до 0,8). Предварительно в спектрофотометре проверяют оптическую плотность по воде, которая должна составить 0,00.

Цветность ( $C$ , ед. ЕВС) рассчитывают по формуле

$$C = A_{430} F \cdot 25,$$

где  $A_{430}$  – поглощение света при 430 нм в кювете толщиной 10 мм; 25 – коэффициент;  $F$  – фактор разведения.

Можно воспользоваться также формулой

$$C = A_{430} F \cdot 50,$$

где  $A_{430}$  – поглощение света при 430 нм в кювете толщиной 5 мм, а 50 – коэффициент.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИННОГО АЗОТА

Определение содержания свободного азота аминокислот производится колориметрическим методом с нингидрином. Данный метод дает возможность определять аминокислоты, аммиак и, в дополнение, конечные – аминокислоты пептидов и протеинов. Частично определяется и пролин (при используемой длине волны). Этот метод неспецифичен для аминного азота, так как аминобутановая (аминомасляная) кислота, присутствующая в солодовом сусле, также дает цветную реакцию с нингидрином. Метод применим ко всем солодам. Для анализа готовят лабораторное сусло так же, как для определения экстрактивности солода, но перед анализом его разбавляют до  $1 \text{ см}^3/100 \text{ см}^3$ . Из реактивов готовят несколько растворов.

*Красящий раствор* получают растворением в воде 100 г натрия фосфорнокислого двухзамещенного ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), 60 г калия фосфорнокислого однозамещенного ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), 5 г нингидрина и 3 г фруктозы с доведением объема до  $1 \text{ дм}^3$ . Раствор с рН 6,6–6,8 можно хранить до 2 недель в холодном месте в темной колбе.

*Раствор разведения* готовят из 2 г йодата калия.  $\text{KIO}_3$  растворяют в  $600 \text{ см}^3$  воды и добавляют  $400 \text{ см}^3$  96 %-го этанола.

*Стандартный раствор глицина* получают, растворяя 0,1072 г глицина в воде до  $100 \text{ см}^3$ , и хранят его при температуре от 0 до  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для анализов  $1 \text{ см}^3$  этого раствора глицина разводят водой до  $100 \text{ см}^3$ . Полученный раствор содержит в  $1 \text{ дм}^3$  2 мг аминного азота.

*Ход работы.* Образец сусла разбавляют в воде так, чтобы в  $1 \text{ дм}^3$  содержалось от 1 до 3 мг аминного азота. Обычно  $1 \text{ см}^3$  сусла разводят до  $100 \text{ см}^3$  водой, берут в пробирку  $2 \text{ см}^3$  разведенного раствора и добавляют  $1 \text{ см}^3$  красящего раствора. Пробирку закрывают стеклянной пробкой, помещают в кипящую водяную баню точно на 16 мин и охлаждают в воде температурой  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 20 мин. Затем добавляют  $5 \text{ см}^3$  раствора разведения, перемешивают и измеряют оптическую плотность при длине волны 570 нм в кювете толщиной 10 мм (в нулевой кювете используют раствор, в котором вместо сусла отмерено  $2 \text{ см}^3$  воды, а остальные реактивы присутствуют). Для каждого определения необходимо сделать три повторных опыта со стандартным глициновым раствором, используя  $2 \text{ см}^3$  разбавленного раствора глицина.

Для сусле из темного солода устанавливают поправку, набирая в пробирку 2 см<sup>3</sup> разведенной пробы образца, добавляют 1 см<sup>3</sup> воды и 6 см<sup>3</sup> раствора разведения. Измеряют оптическую плотность при длине волны 570 нм и вычитают это значение из оптической плотности, полученной в опыте. Рассчитывают содержание свободного аминного азота (*FAN*, мг/дм<sup>3</sup>) по формуле

$$FAN = \frac{A_1 * 2d}{A_2},$$

где  $A_1$  – оптическая плотность опытного раствора при длине волны 570 нм в кювете толщиной 10 мм;  $A_2$  – оптическая плотность стандартного раствора в тех же условиях;  $d$  – коэффициент разведения (например, при разведении раствора объемом от 1 до 50 см<sup>3</sup> коэффициент разведения равен 50).

В лабораторном сусле содержание свободного аминного азота составляет от 110 до 180 мг/дм<sup>3</sup>, в пересчете на сухое вещество – от 0,11 до 0,16 %.

*Примечание:* Все растворы необходимо переносить только пипеткой с грушей.

### Контрольные вопросы

1. Единицы измерения. Их характеристика.
2. Назовите погрешности приближенных величин.
3. Приемы подготовки проб к анализу. Сущность процесса высушивания. Назовите способы определения влажности солода.
4. Приемы подготовки проб к анализу. Какие способы измельчения Вам известны? Чем отличается грубый помол от тонкого?
5. Простая перегонка. Сущность процесса ректификации.
6. В чем заключается контроль качества сырья и готовых изделий?
7. Активная кислотность. Как проводится ее определение?
8. Титруемая кислотность и методы ее определения.

9. В чем сущность метода рефрактометрии? Устройство рефрактометра.
10. Как проводятся измерения с помощью рефрактометров?
11. Назовите известные методы поляриметрического определения.
12. Устройство поляриметров.
13. Как проводится приготовление и осветление раствора анализируемого продукта?
14. Как готовятся осветлители?
15. В чем суть определения содержания крахмала методом Эверса?
16. Характеристика фотоэлектрического метода.
17. Какие методы определения цветности Вам известны?
18. Методы определения концентрации экстрактивных веществ готовой продукции.
19. Отличие видимой и действительной экстрактивности.
20. Способ определения действительной экстрактивности и содержания спирта.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8**

### **РАСЧЕТ РЕЦЕПТУРЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК**

Несмотря на богатство ассортимента предлагаемых алкогольных и безалкогольных напитков и разнообразие дизайна упаковок, главную роль для потребителя при выборе все же играет качество самого напитка. Чтобы напиток соответствовал своему названию и пользовался спросом, он должен обладать высокими органолептическими свойствами, т. е. гармонично сочетать в себе цвет, вкус и аромат. При изготовлении напитков широко используются пищевые красители, ароматизаторы и регуляторы кислотности.

Для придания продукту вкуса и аромата используются пищевые ароматизаторы.

В процессе переработки (в частности, при пастеризации), усиления натурального вкуса и аромата, придания выраженных вкусоароматических показателей безвкусным напиткам (газированные безалкогольные и слабоалкогольные напитки, минеральные воды); избавления напитка от неприятных для потребителя привкусов, например аспартама в диетических напитках.

В большом ассортименте ароматизаторов для производства безалкогольных напитков можно выделить четыре основные группы: цитрусовые, ягодные, тропические и другие, в том числе фантазийные ароматизаторы и пряности. Бесспорными лидерами среди ароматизаторов являются цитрусовые: лимон, лайм, апельсин, мандарин и грейпфрут.

Ароматизаторы для безалкогольных напитков выпускают в виде жидкостей и порошков, которые должны хорошо растворяться, или диспергироваться, в воде. Ароматизатор – это смесь индивидуальных компонентов, в том числе натуральных ароматических веществ (альдегидов, ацетонов, кетонов, кислот, спиртов и других соединений). Это не что иное, как эфирные масла, которые нерастворимы в воде. Поэтому жидкие ароматизаторы в зависимости от методов получения удобных в применении форм масел делятся на растворы и эмульсии. Растворы получают методом удаления или изменения нерастворимых веществ, а затем распределения масла в приемлемом пищевом растворителе. Качество и стойкость ароматизатора в большой степени определяются растворителем. В качестве растворителя используют

этанол, изопропиловый спирт, пропиленгликоль. При использовании пропиленгликоля повышаются стабильность и качество ароматизаторов, в 2–2,5 раза увеличивается срок их хранения, за счет уменьшения летучести снижается расход душистых веществ.

Наибольшее применение в производстве безалкогольных напитков получили ароматизаторы в виде эмульсий, которые сразу совмещают в себе цвет, вкус и аромат. Эмульсия – это система, состоящая из одной или нескольких жидкостей (масло, вода), диспергированных в другой жидкой среде в виде мельчайших частиц, размер которых должен составлять от 1 до 2 мкм (при более крупных частицах эмульсии могут расслаиваться). Если эмульсия выступает еще и как замутнитель напитков, то частицы не должны быть слишком мелкими, иначе свет будет проходить через них, а не отражаться. Эмульсии значительно упрощают технологию изготовления напитков, так как могут содержать в своем составе уже все необходимые компоненты для производства: замутнитель, ароматические вещества, краситель и др. Производители напитков имеют широкий выбор различных эмульсий. Производители, не желающие использовать красители в напитках, могут выбирать неокрашенные эмульсии.

При выборе ароматизатора необходимо учитывать характеристики напитка (плотность, кислотность). Название ароматизатора лишь частично характеризует его аромат, поэтому обычно запах оценивают путем «принюхивания», а аромат – путем дегустации ароматизированного сахарного сиропа.

Применение ароматизаторов в производстве алкогольных и безалкогольных напитков не усложняет технологический процесс. Ароматизаторы в небольших дозах (0,05–0,2 %) вводятся вместе с сахарным сиропом. После внесения ароматизатора напиток надо тщательно перемешать.

*Цель работы:* научиться выбирать красители и ароматизаторы, а также их дозировки при приготовлении безалкогольного напитка.

*Порядок выполнения работы:*

- 1) рассчитать рецептуру для приготовления напитка;
- 2) приготовить напиток: сварить сахарный сироп; приготовить раствор лимонной кислоты; подобрать дозировки красителя и ароматизатора;
- 3) оценить качество готового напитка и дать технологическое заключение.

## Расчет рабочей рецептуры безалкогольного напитка

*Расчет рецептуры безалкогольного напитка: кислотность 2 см<sup>3</sup> 1 н. раствора NaOH на 100 см<sup>3</sup> напитка; содержание сухих веществ – 10,1 %.*

Для безалкогольных напитков основными показателями являются: содержание СВ, % (Brix,%); кислотность.

Титруемая кислотность выражается в миллиграмм-эквивалентах и в граммах на литр (мг·экв/л или г/л) в пересчете на лимонную, молочную, винную и яблочную кислоты:

$$T = ka \frac{1000}{V},$$

где  $T$  – титруемая кислотность, мг-экв;  $k$  – количество миллиграмм-эквивалентов или граммов кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> раствора NaOH;  $a$  – количество 0,1 н. раствора NaOH, израсходованного на титрование, см<sup>3</sup>; 1000 – пересчет на 1 л напитка;  $V$  – объем пробы, см<sup>3</sup>.

Для 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора коэффициент  $k$  составляет, мг-экв: 0,0075 для винной кислоты; 0,0067 для яблочной кислоты; 0,0064 для лимонной кислоты; 0,0090 для молочной кислоты.

Поскольку кислотность напитка выражается в сантиметрах кубических 1 н. раствора NaOH, то коэффициент  $k$  умножаем на 10. Так, для лимонной кислоты (ЛК)  $k = 0,0064 \cdot 10 = 0,064$ .

Сухие вещества в напиток вносятся в основном с сахарным сиропом.

Безалкогольный напиток готовят из следующих компонентов:  
сахарный сироп + раствор ЛК + вода + ароматизатор + краситель.

Состав напитка выражается таким уравнением:

$$V_{\text{нап}} * СВ\% * d^{20} = V_{\text{ЛК}} * СВ * d^{20} + V_{\text{сах.сир}} * СВ * d^{20},$$

где объем напитка  $V_{\text{нап}} = 100 \text{ см}^3$ ; массовая доля сухих веществ  $СВ = 10,1 \%$ ; относительная плотность напитка ( $d^{20}$  находим из таблицы соотношения содержания СВ и относительной плотности  $d_{\text{нап}}^{20} = 1,0406$ ); массовая доля сухих веществ в сахарном сиропе ( $СВ_{\text{сах.сир}} = 65 \%$ ).

По таблице относительная плотность сиропа составляет 1,319.

Рассчитываем расход раствора лимонной кислоты, необходимого для получения напитка нужной кислотности.

По заданию кислотность равна  $2 \text{ см}^3$ , что соответствует

$$2 k = 2 \cdot 0,064 = 0,128 \text{ г ЛК}/100 \text{ см}^3 \text{ напитка.}$$

Приготовление 10 %-го раствора ЛК: 10 г ЛК на 90 г воды.

Количество 10 %-го раствора ЛК, которое необходимо внести в напиток для получения нужной кислотности:

$$10 \text{ г} - 100 \text{ см}^3$$

$$0,128 \text{ г} - x \text{ см}^3$$

$$x = 1,28 \text{ см}^3$$

$$СВ_{\text{ЛК}} = 10 \% = d_{\text{по табл}}^{20} = 1,040$$

Определение объема сахарного сиропа, необходимого для приготовления напитка:

$$V_{\text{сах сир}} = \frac{V_{\text{нап}} \cdot СВ \cdot d^{20} - V_{\text{ЛК}} \cdot СВ \cdot d^{20}}{СВ_{\text{сах сир}} \cdot d_{\text{сах сир}}^{20}} = \frac{1051,006 - 13,31456}{65 \cdot 1,319} = 12,1 \text{ см}^3$$

Приготовление сахарного сиропа:

сахарный сироп = сахар + вода.

Для приготовления  $100 \text{ см}^3$  сиропа с содержанием СВ 65 % и плотностью  $1,3190 \text{ г}/\text{см}^3$ :

а) определяем массу сахарного сиропа:

$$100 \text{ см}^3 \cdot 1,3190 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 131,9 \text{ г}$$

б) определяем массу сахара в сиропе:

$$131,9 \cdot \frac{65}{100} = 85,753 \text{ г}$$

в) определяем массу сахара в сиропе с учетом влажности:

$$85,74 \frac{100}{99,85} = 85,85 \text{ г}$$

где 99,85 – стандартная величина;

г) рассчитываем расход воды:

$$131,9 - 85,85 = 46,05 \text{ г.}$$

Итак, для приготовления 100 см<sup>3</sup> сиропа необходимо 85,85 г сахара и 46,05 г воды.

### Технология приготовления напитка

Готовят сахарный сироп с массовой долей сухих веществ 65 %. Для этого загружают в ковш рассчитанное количество сахара-песка и воды, ставят на плитку и при перемешивании растворяют сахар. Затем сироп охлаждают, с помощью пипетки отмеривают необходимое количество сиропа и переносят в мерную колбу для приготовления напитка.

Готовят 10 %-й раствор лимонной кислоты, с помощью градуированной пипетки необходимое количество добавляют в колбу для приготовления напитка.

Содержимое колбы доводят до метки водой и тщательно перемешивают. Раствор переливают в стаканчик, добавляют краситель и ароматизатор, снова перемешивают.

Приготовленный напиток дегустируют. При этом оценивают гармоничность аромата и вкуса, определяют наличие посторонних оттенков (табл. 1–3).

Таблица 1

#### Балловая оценка показателей качества напитков

Показатель	Оценка, балл			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Прозрачность, цвет, внешний вид	7	5	4	< 4
Вкус и аромат	12	10	8	≤ 6
Насыщенность углекислотой (CO <sub>2</sub> )	6	5	4	≤ 2

*Примечание.* Для непрозрачного напитка показатель «прозрачность» не оценивается.

Таблица 2

**Балловая оценка показателей вкуса и аромата**

Характеристика	Оценка, балл
Вкус и аромат полный, ярко выраженный, свойственный напитку	11–12
Вкус и аромат хороший, свойственный напитку	9–10
Неполный вкус, слабый аромат	7–8
Плохо выраженный вкус, слабый аромат	< 6

Таблица 3

**Балловая оценка показателей насыщенности CO<sub>2</sub>**

Характеристика	Балловая оценка
Обильное выделение пузырьков, легкое покалывание на языке, длительное выделение CO <sub>2</sub> , игра пузырьков	6
Обильное, но непродолжительное выделение CO <sub>2</sub> , слабое покалывание на языке, пенообразование	5
Непродолжительное выделение CO <sub>2</sub> , слабый вкус CO <sub>2</sub> , вкус неприятный	3–4
Не ощущается углекислоты	2 и менее

*Запись в рабочей тетради:*

наименования и дозировки вносимых добавок; результаты дегустационной оценки полученных напитков; оценка соответствия цвета, аромата и вкуса типу напитка;

оценка сбалансированности сладости и кислотности напитков;  
*заключение.*

**Контрольные вопросы**

1. Какие пищевые добавки используют при приготовлении безалкогольных напитков? Основные технологические требования.

2. Каковы особенности синтетических красителей по сравнению с натуральными?
3. Какие пищевые красители запрещены к применению в РФ?
4. Как проводится оценка соответствия вносимого ароматизатора типу продукта?
5. Каковы основные критерии, определяющие дозировку вносимой добавки?
6. Основные принципы дегустационной оценки изделий, содержащих вкусо-ароматические компоненты.
7. Какие вещества используются для регулирования pH напитков?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ В НАПИТКАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

#### Качественное определение аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота (витамин С) лактон 2,3-дигидро- $\alpha$ -гулоновой кислоты.

Метод основан на окислительно-восстановительной реакции между аскорбиновой кислотой и 2,6-дихлорфенолиндофенол (краска Тильманса).

2,6-дихлорфенолиндофенол показывает два вида реакции (рис 1). Один вид обуславливается изменением рН среды, как у обычных ацидометрических индикаторов; при этом имеет место переход от интенсивного синего цвета в щелочной среде к бледно-красному в кислой среде. Переход окраски происходит между рН 4 и 5, в этом интервале индикатор имеет фиолетовый цвет. Второй вид реакции – это ОВ-переход от темно-синего окисленного состояния к бесцветному. Данную реакцию и используют для определения аскорбиновой кислоты. Кислотные вытяжки из растений титруют раствором индикатора (известного титра) до наступления розового окрашивания, обуславливаемого избытком индикатора в кислой среде. Избыток краски в кислой среде дает розовое окрашивание.

*Материалы исследования и реактивы:* сок грейпфрутовый; 17 %-й раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 5 %-й раствор уксусно-кислого свинца в 5 %-й уксусной кислоте; 80 %-я уксусная кислота; 0,001 н. раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола; 0,5 %-й раствор соли  $\text{Cu}$  ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}$ ).

*Приготовление 17 %-го раствора уксусной кислоты при  $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ .* Для приготовления раствора необходимо взять 17 мл уксусной кислоты (100 %) и растворить в 83 мл воды.

*Приборы:* колба коническая на 100 см<sup>3</sup>; пипетка на 2,5 и 10 см<sup>3</sup>; градуированная пипетка на 1 см<sup>3</sup>; воронка; вата; бумажный фильтр.

*Ход определения.* 50 мл сока переносят в коническую колбу на 100 мл, приливают 2 мл 17 %-й уксусной кислоты. Смесь перемешивают и фильтруют через слой ваты, вложенной в воронку большого диаметра.

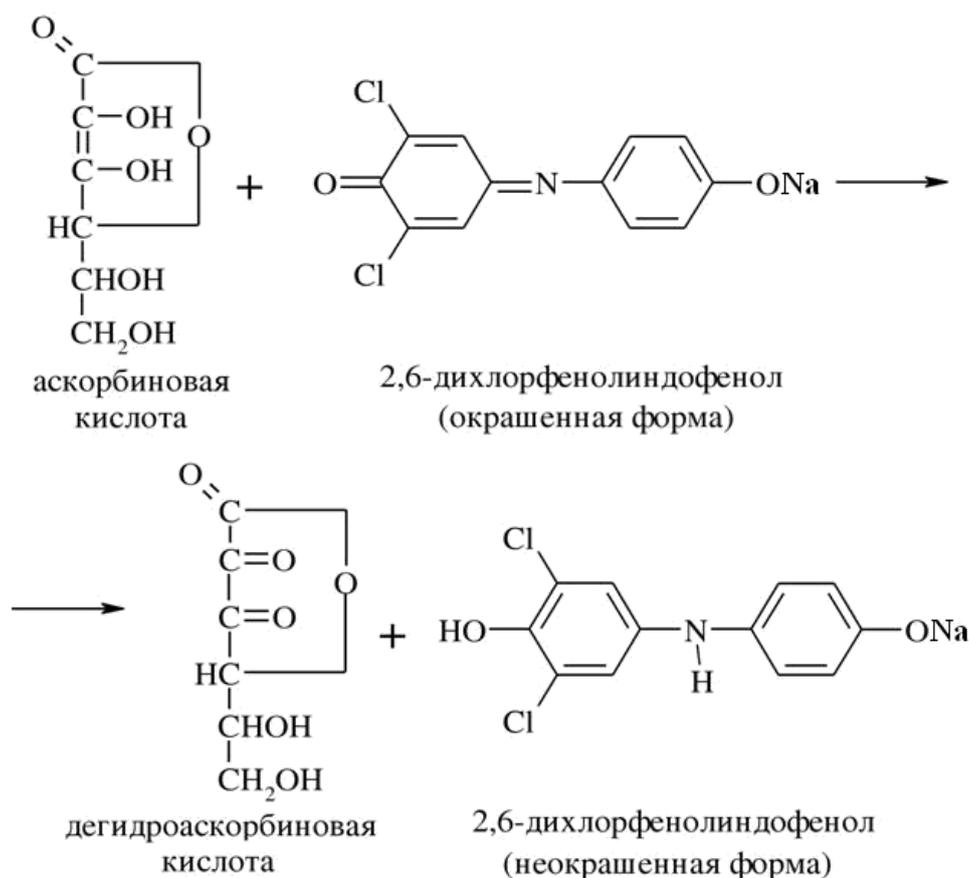


Рис. 1.

Окислительно-восстановительная реакция между аскорбиновой кислотой и 2,6-дихлорфенолиндофенол (краска Тильманса)

В колбу отмеривают 10 см<sup>3</sup> фильтрата, прибавляют 5 см<sup>3</sup> раствора уксусно-кислого свинца в уксусной кислоте, перемешивают и фильтруют через плотный бумажный фильтр в коническую колбу. К 5 мл прозрачного фильтрата добавляют 2,5 мл 80 %-й уксусной кислоты и 10 мл воды.

Для титрования в конические колбы емкостью 100 мл вносят по 5 мл прозрачного фильтрата, добавляют по 2,5 мл 80 %-й уксусной кислоты и по 10 мл воды.

Титрование проводят 0,001 н. раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до появления стойкого, удерживающегося в течение 0,5–1,0 мин слабо-розового окрашивания.

Содержание аскорбиновой кислоты определяется по формуле

$$X = \frac{aK * 1 * 1,5 * 0,088 * 0,97 * 100}{5} = aK * 0,0266 * 100 ,$$

где  $a$  – количество раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, пошедшего на титрование, мл;  $K$  – поправочный коэффициент к титру раствора краски; 1 – коэффициент разведения сока; 1,5 – коэффициент разведения фильтрата, взятого для титрования; 0,088 – количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,001 н. раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, мг; 0,97 – коэффициент для пересчета количества сока в кубических сантиметрах на количество в граммах.

### **Определение аскорбиновой кислоты в соке после обработки**

Под действием различных факторов содержание витамина С из-за легкой окисляемости уменьшается. Витамин С разрушается при термической обработке (кипячении, пастеризации, стерилизации, сушке); при действии солей меди и железа.

*Ход определения.* В две конические колбы на 100 мл отбирают по 50 мл исследуемого напитка. Сок в первой колбе кипятят, во вторую колбу добавляют 1 мл раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ .

Определение содержания аскорбиновой кислоты проводят по вышеуказанному методу.

Полученные результаты сравнивают с содержанием витамина С в исходной пробе с необработанным соком, которое принимают за 100 %.

Пересчитывают степень разрушения аскорбиновой кислоты при обработке сока (в процентах).

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое биологически активные добавки? Классификация и значение в создании современных продуктов питания.
2. Роль витаминных добавок при создании продуктов питания.
3. Какая форма аскорбиновой кислоты является значимой с точки зрения биологической ценности продукта?
4. Каков механизм действия антиоксидантов?
5. Каковы качественные реакции на аскорбиновую кислоту?
6. На чем основывается метод определения витамина С в напитках?
7. Какие факторы могут повлиять на разрушение витамина С в продукте во время его хранения?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

В пищевой промышленности широко используются *пищевые добавки*. Это природные или синтезированные вещества, преднамеренно вводимые в пищевые продукты для придания им определенных свойств. Среди специально добавляемых веществ особое значение для консервирования имеют химические соединения, получившие название *консервантов*.

Консерванты предотвращают микробиальную порчу продуктов. Механизм действия консервантов на возбудителей разнообразен.

Можно выделить:

- консерванты, угнетающие определенную фазу прорастания спор микроорганизмов;
- консерванты, снижающие активность воды в субстрате и тем самым угнетающие рост и развитие микроорганизмов.

Количество консервирующих веществ регламентируется стандартами, так как их поведение в организме неоднозначно. Их использование разрешается только тогда, когда они технологически необходимы, не представляют риска для здоровья и используются в интересах потребителя. Существуют несколько вариантов участия консервантов в обмене веществ:

- 1) нерастворимые вещества, которые, как правило, проходят неизменными через кишечник;
- 2) вещества, которые всасываются из желудочно-кишечного тракта, но химическому превращению не подвергаются. Они не дают токсичных метаболитов и выводятся из организма через почки;
- 3) вещества, всасываемые из желудочно-кишечного тракта, но после биохимического разложения выводимые из организма.

На первом этапе они окисляются, на втором приобретают гидрофильность (связываясь с глюкуроновой, серной, фосфорной кислотами или иным путем), т. е. имеют способность к выведению из организма. Для данных веществ, метаболизирующих таким образом, характерны достаточно быстрые биохимические превращения и отсутствие накопления метаболитов в организме. Например, бензойная кислота в организме человека образует с глицином гиппуровую кислоту и выводится через почки.

Бензойная кислота ( $C_6H_5COOH$ ) и ее натриевая соль ( $C_6H_5COONa$ ) используются в концентрациях до 0,1 % для консервирования различных пищевых продуктов. Несмотря на низкий консервирующий эффект, бензоат натрия применяют чаще, чем кислоту, из-за лучшей растворимости его в воде. Эффективность консерванта повышается в кислой среде (рН менее 5). Активность против дрожжей выше, чем против плесеней. Бензойная кислота влияет на ферментативную систему микроорганизмов, а также действует на клеточные мембраны. Она хороший консервант для кислой фруктово-овощной продукции. Бензойная кислота и ее соли применяются для консервирования плодово-ягодных пюре, соков, используемых в кондитерском производстве, плодово-ягодного повидла, фруктовых соков, икры рыбной, рыбных пресервов в количестве не более 1000 мг/кг, а также мармелада, пастилы, меланжа, предназначенного для производства печенья, в количестве не более 700 мг/кг. Соединения бензойной и других кислот влияют на метаболизм человека следующим образом:

- соединения, которые всасываются и метаболизируются подобно веществам третьей группы, но их выведение или выведение их метаболитов происходит медленно (борная и салициловая кислоты);
- соединения, которые после всасывания используются организмом так же, как и обычные питательные вещества. Они подвергаются биохимическому разложению подобно белкам, жирам, углеводам. Например, пропионовая и сорбиновая кислоты.

### Количественное определение бензойной кислоты

*Цель:* ознакомиться с методикой количественного анализа содержания бензойной кислоты в пищевых продуктах.

*Реактивы:* 15 %-й раствор железисто-синеродистого калия; 30 %-й раствор серно-кислого цинка; 10 %-й раствор соляной кислоты; хлороформ; 95 %-й этиловый спирт; фенолфталеин; 0,095 моль/дм<sup>3</sup> раствора едкого натрия; 10 %-й раствор едкого натрия.

Сущность метода определения бензойной кислоты и бензоата натрия сводится к приготовлению водной вытяжки из исследуемого продукта, осаждению из нее белковых веществ, экстракции бензойной кислоты из водной вытяжки хлороформом с последующим титрованием.

*Техника выполнения.* Для проведения анализа готовят водную вытяжку в мерной колбе на 250 мл из навески продукта массой 20–50 г; если продукт твердый, его измельчают, добавляют по каплям 10 %-й раствор NaOH до щелочной среды (проба по лакмусовой бумаге). Для осаждения белковых веществ прибавляют 5–10 мл  $K_4(Fe(CN)_6)$  и 5–10 мл  $ZnSC_4$ . Содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой, энергично перемешивают и через 5 минут фильтруют. Затем 100 мл фильтрата перемещают в делительную воронку, нейтрализуют раствором HCl до нейтральной реакции, после чего добавляют еще 5 мл HCl. Бензойную кислоту экстрагируют четыре раза хлороформом по 40–50 мл; продолжительность каждой экстракции составляет 15–20 мин.

Взбалтывание проводят круговыми вращательными движениями через каждые 5 мин.

После каждой экстракции хлороформные вытяжки собирают в одну колбу и затем отгоняют 3/4 объема хлороформа на водяной бане при температуре 65 °С, после чего остаток вытяжки переносят в форфоровую чашку и выпаривают досуха при температуре 40–50 °С.

При попадании в вытяжку водного слоя необходимо хлороформный слой промыть дистиллированной водой два раза по 5 мл.

Остаток бензойной кислоты в чашке растворяют в 30–50 мл спирта (нейтрализованного по фенолфталеину), прибавляют 10 мл дистиллированной воды, две–три капли фенолфталеина и титруют 0,05 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH. 1 мл раствора NaOH соответствует 0,0061 г бензойной кислоты или 0,0071 г бензоата натрия.

Массовая доля бензойной кислоты (в процентах)

$$X = \frac{100 \cdot VCMV_1}{1000V_2m}$$

где  $V$  – объем раствора NaOH, израсходованного на титрование, мл;  $C$  – молярная концентрация раствора NaOH, моль/ дм<sup>3</sup>;  $M$  – молекулярная масса бензойной кислоты, г/ моль;  $V_1$  – общий объем приготовленного раствора, мл;  $V_2$  – объем фильтрата, взятого для экстракции хлороформом, мл;  $m$  – масса навески продукта, г.

*Запись в рабочей тетради:*

- подтверждение наличия бензойной кислоты;
- объем раствора NaOH, израсходованного на титрование ( $V$ ), мл;
- молярная концентрация раствора NaOH ( $C$ ), моль/дм<sup>3</sup>;
- молекулярная масса бензойной кислоты ( $M$ ), г/моль;
- общий объем приготовленного раствора ( $V_1$ ), мл;
- объем фильтрата, взятого для экстракции хлороформом ( $V_2$ ), мл;
- масса навески продукта ( $m$ ), г;
- массовая доля бензойной кислоты ( $X$ ), %.

### **Контрольные вопросы**

1. Сущность метода определения бензойной кислоты.
2. Растворы, используемые для осаждения белковых веществ.
3. Чем экстрагируют бензойную кислоту из водной вытяжки?
4. Для чего используется раствор HCl?
5. В чем растворяют остаток бензойной кислоты?
6. Принцип действия консервантов.
7. Цель введения консервантов в пищевые продукты.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11**

### **Классификация минеральных вод**

Минеральные лечебные воды классифицируются по анионному и катионному составу на семь основных типов:

- гидрокарбонатно-натриевые (“Боржоми”) и гидрокарбонатно-натриево-кальциевые (“Саирме”);
- гидрокарбонатно-кальциево-магниевые (“Кука”) и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые (“Нарзан”);
- сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевые (“Славянская”);
- гидрокарбонатно-хлоридные (“Ессентуки № 17”), хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые (“Арзни”);
- хлоридно-сульфатные (“Новоижевская”);
- хлоридно-натриевые (“Минская”), натриево-кальциевые (“Витаутас”);
- слабоминерализированные воды с повышенным содержанием органических веществ (“Трускавецкая”, “Березовская”).

Воды, минерализация которых не превышает 1 г/л, в составе которых не содержатся микрокомпоненты, оказывающие на организм человека лечебное действие, относятся к природным столовым: “Нарзан”, “Московская”, “Березовская” и др.

К лечебно-столовым относятся воды с общей минерализацией от 2 до 8 г/л:

“Боржоми”, “Арзни”, “Полюстровская”, “Мелитопольская” и др.

Минеральные воды с общей минерализацией от 8 до 12 г/л относятся к питьевым лечебным: “Ессентуки №17”, “Миргородская”, “Смирновская”, “Славянская”, “Нафтуся”, “Феодосия” и др.

Лечебные воды обладают выраженным лечебным действием на организм человека и применяются только по назначению врача.

### **Органолептические показатели**

*Приборы и посуда:*

- плитка электрическая;
- термометр ртутный;
- стакан диаметром 70 мм и вместимостью 200 см<sup>3</sup>;
- бак на 5 л.

*Ход анализа.* Прозрачность и цвет минеральных вод определяют визуально в проходящем дневном свете или люминесцентном освещении в чистом цилиндрическом стакане.

Для определения запаха минеральную воду, укупоренную в бутылки, погружают в бак с водой и выдерживают в течение 1 ч при температуре 25–30 °С. Определение проводят немедленно после наполнения водой дегустационного бокала или стакана.

### **Определение герметичности укупорки**

*Приборы и посуда:*

- плитка электрическая;
- термометр ртутный;
- часы песочные на 5 мин;
- бак на 10 л.

*Ход анализа.* В воду с температурой 40–50 °С полностью погружают укупоренные бутылки с минеральной водой. При герметичной укупорке через 10 мин не должны появиться пузырьки газа.

### **Определение плотности налива**

*Приборы и посуда:*

- термометр ртутный;
- цилиндр на 1 л с ценой деления 0,5 см<sup>3</sup>;
- бак на 10 л.

*Ход анализа.* Минеральную воду, укупоренную в бутылки, помещают в бак с водой и выдерживают в течение 1 ч при температуре 20 °С. Содержимое бутылки переливают в цилиндр и определяют объем воды.

### **Колориметрический метод определения концентрации нитрат-ионов с помощью дифениламина**

Метод предназначен для быстрого определения концентрации нитрат-ионов в минеральной воде (для сравнения с предельно допустимым значением).

Метод основан на окислении дифениламина нитрат-ионами с образованием окрашенного в синий цвет хиноидного производного дифенилбензидина.

Объем пробы воды для определения нитрат-ионов должен составлять не менее  $50 \text{ см}^3$  и содержать ионы в количестве  $0,001\text{--}0,005 \text{ мг}$ .

*Приборы, посуда и реактивы:*

- весы технические и аналитические;
- термометр ртутный;
- мерные колбы на  $50, 100, 500$  и  $1000 \text{ см}^3$ ;
- цилиндры на  $10 \text{ см}^3$ ;
- стаканы стеклянные;
- пипетки на  $1, 2, 5$  и  $10 \text{ см}^3$ ;
- бюретки на  $2 \text{ см}^3$ ;
- основной стандартный раствор азотнокислого калия ( $\text{KNO}_3$ ), содержащий  $1 \text{ мг NO}_3$  в  $1 \text{ см}^3$  раствора;
- основной и рабочий растворы дифениламина;
- серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) концентрированная;
- $10\%$ -й раствор хлористого натрия ( $\text{NaCl}$ ).

Подготовка к анализу включает приготовление основных и рабочих растворов азотнокислого калия и дифениламина.

*1.1. Приготовление основного и рабочих стандартных растворов азотнокислого калия.*

Основной стандартный раствор азотнокислого калия должен содержать  $1 \text{ мг}$  нитрат-ионов в  $1 \text{ см}^3$ .

Из основного стандартного раствора в день проведения анализа готовят рабочий стандартный раствор № 1, в  $1 \text{ см}^3$  которого содержится  $0,01 \text{ мг}$  нитрат-ионов. Для этого  $10 \text{ см}^3$  основного раствора азотнокислого калия вносят в мерную колбу вместимостью  $1000 \text{ см}^3$  и объем доводят дистиллированной водой до метки.

В день проведения анализа из рабочего раствора № 1 готовят растворы № 2, № 3, № 4;  $1 \text{ см}^3$  раствора № 2 должен содержать  $0,001 \text{ мг}$ , раствора № 3 –  $0,002 \text{ мг}$ , раствора № 4 –  $0,005 \text{ мг}$  нитрат-ионов. Для этого в мерные колбы вносят  $5, 10$  и  $25 \text{ см}^3$  рабочего стандартного раствора № 1 и объем доводят дистиллированной водой до  $50 \text{ см}^3$ .

*1.2. Приготовление основного и рабочего раствора дифениламина.*

Для приготовления основного раствора дифениламина (раствор № 5)  $0,1 \text{ г}$  дифениламина взвешивают с погрешностью не более  $0,0002 \text{ г}$ , помещают в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$  и осторожно растворяют в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Далее доводят объем раствора этой же кислотой до метки.

Серная кислота не должна содержать окислителей, придающих раствору дифениламина синюю окраску. Допустимо лишь слабо-голубое окрашивание. Для освобождения от окислителей 150–200 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> нагревают до выделения густых белых паров.

Для приготовления рабочего раствора дифениламинового реактива (раствор № 6) в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> приливают 38 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора № 5, объем раствора осторожно доводят концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> до метки, перемешивают и отстаивают от 3 до 5 суток. Реактив должен быть бесцветным.

*Ход анализа.* В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> наливают 10 см<sup>3</sup> анализируемой воды и объем раствора доводят до метки дистиллированной водой, не содержащей нитрат- и нитрит-ионов.

В сухую пробирку вносят 1 см<sup>3</sup> подготовленной пробы. Одновременно в такие же пробирки вносят соответственно по 1 см<sup>3</sup> рабочих растворов № 2, № 3 и № 4.

К содержимому пробирок прибавляют из микробюретки по 0,1 см<sup>3</sup> 10 %-го раствора NaCl, осторожно приливают по 2,5 см<sup>3</sup> дифениламинового реактива (раствор № 6), перемешивают стеклянной палочкой и помещают в стакан с водой при температуре 18–20 °С. Через 2,5 часа сравнивают интенсивность цвета анализируемого раствора с интенсивностью цвета эталонных растворов.

Массовую концентрацию нитрат-ионов  $X_{\text{NO}_3}$  вычисляют по формуле, мг/л:

$$X_{\text{NO}_3} = \frac{C * V_2}{V_1} ,$$

где  $C$  – концентрация нитрат-ионов, определенная по шкале эталонных растворов, мг/л;  $V_1$  – объем минеральной воды, взятой для разведения, см<sup>3</sup>;  $V_2$  – объем, до которого разбавлена проба, см<sup>3</sup>.

### **Визуальный метод определения концентрации нитрит-ионов**

Объем пробы воды для определения концентрации нитрит-ионов должен составлять не менее 50 см<sup>3</sup>. Анализ проводят в день вскрытия пробы.

*Приборы, посуда и реактивы:*

- весы технические и аналитические;
- мерные колбы на 50, 100, 500 и 1000 см<sup>3</sup>;
- цилиндры на 50 и 100 см<sup>3</sup>;
- стаканы стеклянные;
- пипетки на 1, 2, 5 см<sup>3</sup>;
- пипетки Мора на 50 см<sup>3</sup>;
- пробирки стеклянные на 20 см<sup>3</sup>;
- раствор ледяной уксусной кислоты в воде (1:1);
- реактив Грисса;
- основной стандартный раствор азотнокислого калия (KNO<sub>2</sub>), содержащий 1 мг NO<sub>2</sub> в 1 см<sup>3</sup> раствора.

Подготовка к анализу включает приготовление рабочего стандартного раствора азотистокислого калия.

*1.3. Приготовление рабочего стандартного раствора азотисто-кислого калия.*

В мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> вносят 2 см<sup>3</sup> основного стандартного раствора азотистокислого калия и объем доводят до метки дистиллированной водой.

Для анализа следует использовать свежеприготовленный раствор. В 1 см<sup>3</sup> рабочего стандартного раствора содержится 0,002 мг нитрит-ионов.

*1.4. Приготовление раствора уксусной кислоты.*

К 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды осторожно приливают 50 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты.

*1.5. Приготовление раствора реактива Грисса.*

1 г реактива Грисса взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и растворяют в 100 см<sup>3</sup> уксусной кислоты, приготовленной так, как это описано выше.

*Ход анализа.* В пробирку вносят 1 см<sup>3</sup> анализируемой минеральной воды. Одновременно в такую же пробирку вносят 1 см<sup>3</sup> рабочего стандартного раствора KNO<sub>2</sub>. К содержимому пробирок приливают по 5 см<sup>3</sup> раствора реактива Грисса. Объем растворов в пробирках доводят дистиллированной водой до 20 см<sup>3</sup>. Через 20 мин проводят сравнение интенсивности цвета анализируемого раствора с интенсивностью цвета эталонного раствора в проходящем свете.

Продукция соответствует требованиям действующей нормативно-технической документации, если интенсивность цвета эталон-

ного раствора выше интенсивности окраски анализируемого раствора. Определение проводят в двух повторностях.

### Метод определения концентрации гидрокарбонат-ионов

Объем пробы воды для определения концентрации гидрокарбонат-ионов должен быть не менее 250 см<sup>3</sup>.

Приборы, посуда и реактивы:

- весы технические;
- холодильник стеклянный;
- колбы мерные на 100 и 1000 см<sup>3</sup>;
- конические колбы на 250 см<sup>3</sup>;
- пипетки Мора на 10, 25 и 50 см<sup>3</sup>;
- бюретки на 25 см<sup>3</sup>;
- 1 н. раствор соляной кислоты (HCl), приготовленный из фиксанала;
- 0,1 %-й раствор метилового оранжевого.

*Ход анализа.* В коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> отбирают от 25 до 50 см<sup>3</sup> анализируемой минеральной воды, объем пробы доводят дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup>, добавляют 2–3 капли раствора метилового оранжевого и титруют 0,1 н. раствором HCl до изменения цвета раствора из желтого в розовый. При наличии в исследуемой воде более 300 мг/л гидрокарбонат-ионов пробу воды после окончания титрования кипятят с обратным холодильником в течение 5–7 мин (обратный холодильник можно заменить перевернутой воронкой). В случае изменения цвета раствора в желтый пробу дотитровывают соляной кислотой.

Концентрацию гидрокарбонат-ионов  $X_{\text{HCO}_3}$  вычисляют по формуле, мг/л

$$X_{\text{HCO}_3} = \frac{V_3 * 0,1 * 61 * 100}{V_4},$$

где  $V_3$  – объем 0,1 н. раствора HCl, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>; 0,1 – нормальность раствора соляной кислоты; 61 – грамм-эквивалент гидрокарбонат-ионов;  $V_4$  – объем воды, взятой на анализ, см<sup>3</sup>.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 3,0 %.

## **Контрольные вопросы**

1. Классификация минеральных вод по катионному и анионному составу.
2. На какие группы делятся минеральные воды по минерализации?
3. Как добывают минеральные воды?
4. Основные требования, предъявляемые к минеральной воде.
5. Колтитр для минеральной воды.
6. Технология разлива минеральных вод.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

**Соотношение между показателями цветности пива системы ЕВС  
и единицами цвета сусла и пива (Россия)**

Цвет- ность, ед. ЕВС	Цвет- ность, ц. ед. *	Цвет- ность, ед. ЕВС	Цвет- ность, ц. ед.	Цвет- ность, ед. ЕВС	Цвет- ность, ц. ед.	Цвет- ность, ед. ЕВС	Цвет- ность, ц. ед.
2,0	0,11	5,5	0,33	9,0	0,56	35	2,9
2,1	0,12	5,6	0,34	9,1	0,57	36	3,0
2,2	0,13	5,7	0,34	9,2	0,58	37	3,1
2,3	0,13	5,8	0,35	9,3	0,58	38	3,2
2,4	0,14	5,9	0,35	9,4	0,59	39	3,3
2,5	0,14	6,0	0,36	9,5	0,60	40	3,5
2,6	0,15	6,1	0,37	9,6	0,60	41	3,6
2,7	0,16	6,2	0,37	9,7	0,61	42	3,7
2,8	0,16	6,3	0,38	9,8	0,62	43	3,8
2,9	0,17	6,4	0,39	9,9	0,63	44	3,9
3,0	0,17	6,5	0,39	10	0,63	45	4,1
3,1	0,18	6,6	0,4	11	0,70	46	4,2
3,2	0,19	6,7	0,41	12	0,78	47	4,3
3,3	0,19	6,8	0,41	13	0,85	48	4,4
3,4	0,2	6,9	0,42	14	0,93	49	4,6
3,5	0,2	7,0	0,43	15	1,0	50	4,7
3,6	0,21	7,1	0,43	16	1,1	51	4,8
3,7	0,22	7,2	0,44	17	1,2	52	5,0
3,8	0,22	7,3	0,45	18	1,3	53	5,1
3,9	0,23	7,4	0,45	19	1,3	54	5,3
4,0	0,23	7,5	0,46	20	1,4	55	5,4
4,1	0,24	7,6	0,47	21	1,5	56	5,5
4,2	0,25	7,7	0,47	22	1,6	57	5,7
4,3	0,25	7,8	0,48	23	1,7	58	5,8
4,4	0,26	7,9	0,49	24	1,8	59	6,0
4,5	0,27	8,0	0,49	25	1,9	60	6,1
4,6	0,27	8,1	0,5	26	2,0	61	6,3
4,7	0,28	8,2	0,51	27	2,1	62	6,4
4,8	0,28	8,3	0,51	28	2,2	63	6,6
4,9	0,29	8,4	0,52	29	2,3	64	6,7
5,0	0,3	8,5	0,53	30	2,4	65	6,9

Окончание табл. 1

Цветность, ед. ЕВС	Цветность, ц. ед. *	Цветность, ед. ЕВС	Цветность, ц. ед.	Цветность, ед. ЕВС	Цветность, ц. ед.	Цветность, ед. ЕВС	Цветность, ц. ед.
5,1	0,3	8,6	0,53	31	2,5	66	7,0
5,2	0,31	8,7	0,54	32	2,6	67	7,2
5,3	0,32	8,8	0,55	33	2,7	68	7,3
5,4	0,32	8,9	0,56	34	2,8	69	7,5
70	7,7	78	9,0	86	10	94	12
71	7,8	79	9,2	87	11	95	12
72	8,0	80	9,4	88	11	96	12
73	8,2	81	9,6	89	11	97	13
74	8,3	82	9,8	90	11	98	13
75	8,5	83	9,9	91	11	99	13
76	8,7	84	10	92	12	100	13
77	8,9	85	10	93	12	–	–

\*Ц. ед. (единицы цветности) – количество кубических сантиметров раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, приходящееся на 100 см<sup>3</sup> сусле или пива.

Таблица 2

**Соотношение между относительной плотностью жидкости  
и массовой долей экстрактивных веществ**

$d = \frac{20^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C}}$	$e, \%$	$d = \frac{20^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C}}$	$e, \%$	$d = \frac{20^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C}}$	$e, \%$
1,01550	3,951	1,02750	6,943	1,04300	10,716
1,01560	3,977	1,02800	7,066	1,04350	10,836
1,01570	4,002	1,02850	7,189	1,04400	10,956
1,01580	4,027	1,02900	7,312	1,04405	10,968
1,01590	4,052	1,02950	7,435	1,04410	10,980
1,01600	4,077	1,03000	7,558	1,04415	10,992
1,01610	4,102	1,03050	7,681	1,04420	11,004
1,01620	4,128	1,03100	7,803	1,04426	11,016
1,01630	4,153	1,03150	7,926	1,04430	11,027
1,01650	4,203	1,03200	8,048	1,04435	11,039
1,01700	4,329	1,03250	8,171	1,04440	11,051
1,01750	4,454	1,03300	8,293	1,04445	11,063
1,01800	4,580	1,03350	8,415	1,04450	11,075
1,01850	4,705	1,03400	8,537	1,04500	11,195
1,01900	4,830	1,03450	8,659	1,04550	11,315
1,01950	4,955	1,03500	8,781	1,04600	11,435
1,02000	5,080	1,03550	8,902	1,04650	11,554
1,02050	5,205	1,03600	9,024	1,04700	11,673
1,02100	5,330	1,03650	9,145	1,04750	11,792
1,02150	5,455	1,03700	9,267	1,04800	11,912
1,02200	5,580	1,03750	9,388	1,04850	12,031
1,02250	5,704	1,03800	9,509	1,04900	12,150
1,02300	5,828	1,03850	9,631	1,04950	12,263
1,02350	5,952	1,03900	9,751	1,05000	12,387
1,02400	6,077	1,03950	9,873	1,05100	12,624
1,02450	6,200	1,04000	9,993	1,05200	12,861
1,02500	6,325	1,04050	10,114	1,05300	13,098
1,02550	6,449	1,04100	10,234	1,05400	13,333
1,02600	6,572	1,04150	10,355	1,05500	13,569
1,02650	6,696	1,04200	10,475	1,05600	13,804
1,02700	6,819	1,04250	10,596	1,05700	14,039

Таблица 3

**Соотношение между относительной плотностью жидкости и содержанием спирта**

Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)	Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)	Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)
1,0000	0,0000	0,9965	1,8900	0,9930	3,9050
0,9999	0,0550	0,9964	1,9500	0,9929	3,9650
0,9998	0,1100	0,9963	2,0050	0,9928	4,0300
0,9997	0,1650	0,9962	2,0600	0,9927	4,0900
0,9996	0,2200	0,9961	2,1200	0,9926	4,1500
0,9995	0,2700	0,9960	2,1700	0,9925	4,2150
0,9994	0,3250	0,9959	2,2250	0,9924	4,2750
0,9993	0,3800	0,9958	2,2800	0,9923	4,3350
0,9992	0,435	0,9957	2,3350	0,9922	4,4000
0,9991	0,4850	0,9956	2,3900	0,9921	4,4600
0,9990	0,5400	0,9955	2,4500	0,9920	4,5200
0,9989	0,5900	0,9954	2,505	0,9919	4,5800
0,9988	0,5450	0,9953	2,5600	0,9918	4,6400
0,9987	0,7000	0,9952	2,6200	0,9917	4,7000
0,9986	0,7500	0,9951	2,6750	0,9916	4,7600
0,9985	0,8050	0,9950	2,7300	0,9915	4,8250
0,9984	0,8550	0,9949	2,7900	0,9914	4,8850
0,9983	0,4100	0,9948	2,8500	0,9913	4,9450
0,9982	0,9600	0,9947	2,9100	0,9912	5,0050
0,9981	1,0150	0,9946	2,9700	0,9911	5,0700
0,9980	1,0700	0,9945	3,0300	0,9910	5,1300
0,9979	1,1250	0,9944	3,0900	0,9909	5,1900
0,9978	1,1800	0,9943	3,1500	0,9908	5,2550
0,9977	1,2350	0,9942	3,2050	0,9907	5,3150
0,9976	1,2850	0,9941	3,2650	0,9906	5,3750
0,9975	1,3450	0,9940	3,3200	0,9905	5,4450
0,9974	1,4000	0,9939	3,3750	0,9904	5,510
0,9973	1,4550	0,9938	3,4350	0,9903	5,5700
0,9972	1,5100	0,9937	3,4900	0,9902	5,6350
0,9971	1,5650	0,9936	3,5500	0,9901	5,7000
0,9970	1,6200	0,9935	3,6100	0,9900	5,7600
0,9969	1,6750	0,9934	3,6700	0,9899	5,8200
0,9968	1,7300	0,9933	3,7300	0,9898	5,8900
0,9967	1,7850	0,9932	3,7850	0,9897	5,9500
0,9966	1,8400	0,9931	3,8450	0,9896	6,0150

Окончание табл. 3

Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)	Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)	Относи- тельная плотность	Спирт, мас. % (г/100 г)
0,9895	6,0800	0,9889	6,4550	0,9883	6,8400
0,9894	6,1500	0,9888	6,5200	0,9882	6,9100
0,9893	6,2050	0,9887	6,5800	0,9881	6,9800
0,9892	6,2700	0,9886	6,5450	0,9880	7,0500
0,9891	6,3300	0,9885	6,7100		
0,9890	6,3950	0,9884	6,7800		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основной

1. **Баева А.А.** Методы исследования свойств сырья и готовой продукции. – Владикавказ, 2010. – 67 с.
2. **Кузьмина С.С.** Методы исследования свойств сырья и готовой продукции. – Барнаул: АлтГТУ, 2008. – 103 с.
3. **Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Гернет М.В.** Технология безалкогольных напитков. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 344 с.

### Дополнительный

1. **Беленький С.М., Лаврешкина Г.Н., Дульнева Т.Н.** Минеральная вода. – М.: Лег. пром-сть, 1982. – 126 с.
2. Введение в технологии продуктов питания: Лабораторный практикум / Г.М. Мелькина, О.М. Аношина, Л.А. Сапронова и др. – М.: КолосС, 2007. – 248 с.
3. **Ермолаева Г.А.** Справочник работника пивоваренного предприятия. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.
4. **Косминский Г.И.** Технология солода, пива и безалкогольных напитков: Лаб. практикум по технохимическому контролю производства. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.
5. **Кунце В., Мит Г.** Технология солода и пива. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
6. **Муравицкая Л.В.** Технологический контроль пивоваренного и безалкогольного производства и основы управления качеством продукции. – М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
7. **Рудольф В.В., Балашов В.Е.** Производство безалкогольных напитков и розлив минеральных вод. – М.: Агропромиздат, 1988. – 86 с.
8. Химия отрасли. Лабораторный практикум / Сост. С.Н. Евстафьев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 65 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МУКИ, СОЛОДА И ДРОЖЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПРЕССНОГО И УСКОРЕННОГО МЕТОДОВ ВЫСУШИВАНИЯ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПИВА И НАПИТКОВ.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОДИЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КРАХМАЛА ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ .....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ СУСЛА, ПИВА И НАПИТКОВ.....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИННОГО АЗОТА .....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 РАСЧЕТ РЕЦЕПТУРЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК .....	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ В НАПИТКАХ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	46

Данина Марина Максимовна  
Радионова Ирина Евгеньевна

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД**

**Учебно-методическое пособие**

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Титульный редактор*

Р.А. Сафарова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

*Печатается*

*в авторской редакции*

---

Подписано в печать 29.04.2016. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 2,79. Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,88

Тираж 50 экз. Заказ № С 24

---

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

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