

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



М.М. Данина

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ  
СЫРЬЯ, ПРОДУКТОВ БРОЖЕНИЯ  
И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**  
**Лабораторные работы**  
Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2013

УДК 663.14.576.80.85

**Данина М.М.** Методы исследования свойств сырья, продуктов брожения и безалкогольных напитков. Лабораторные работы: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 27 с.

Даны методические указания к лабораторным работам. Рассматриваются методы контроля по определению физико-химических показателей сырья и готовой продукции. Результаты расчетов и анализов, полученные в ходе лабораторных работ, заносятся в таблицы, и оформляется отчет о проделанной работе.

Пособие предназначено для бакалавров всех форм обучения направления 260100 Продукты питания из растительного сырья.

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

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



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

©Данина М.М., 2013

## 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:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) 100}{m_1 - m_0}, \quad (1)$$

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 пакетику 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 (1) 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 (1).

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

$$M_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{n}, \quad (2)$$

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

2. Определяем остаточную погрешность измерений ( $v$ )

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= l_1 - M_{\text{ср}}; \\ v_2 &= l_2 - M_{\text{ср}}; \\ v_3 &= l_3 - M_{\text{ср}}; \\ &\dots\dots\dots \\ v_n &= l_n - M_{\text{ср}}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

3. Определяем среднеарифметическую погрешность ряда измерений:

$$v = \frac{|v_1| + |v_2| + |v_3| + |v_n|}{\sqrt{n-1}}. \quad (4)$$

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПИВА И НАПИТКОВ

Экстрактивность делится на *видимую* и *действительную*.

*Видимая* экстрактивность определяется по показаниям сахарометра 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 сахарометр погружается в жидкость, содержащую спирт, глубже, 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	Сахарометр				
	Рефрактометр				
	Пивоанализатор				
Действительный 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  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  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

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

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 мин<sup>-1</sup>. Затем промываем 10 мл дистиллированной воды и снова центрифугируем. На третий раз взвешиваем образовавшийся ореол.

Определяем влажную биомассу дрожжей:

$$M_{\text{вб}} = m_1 - m_0,$$

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.

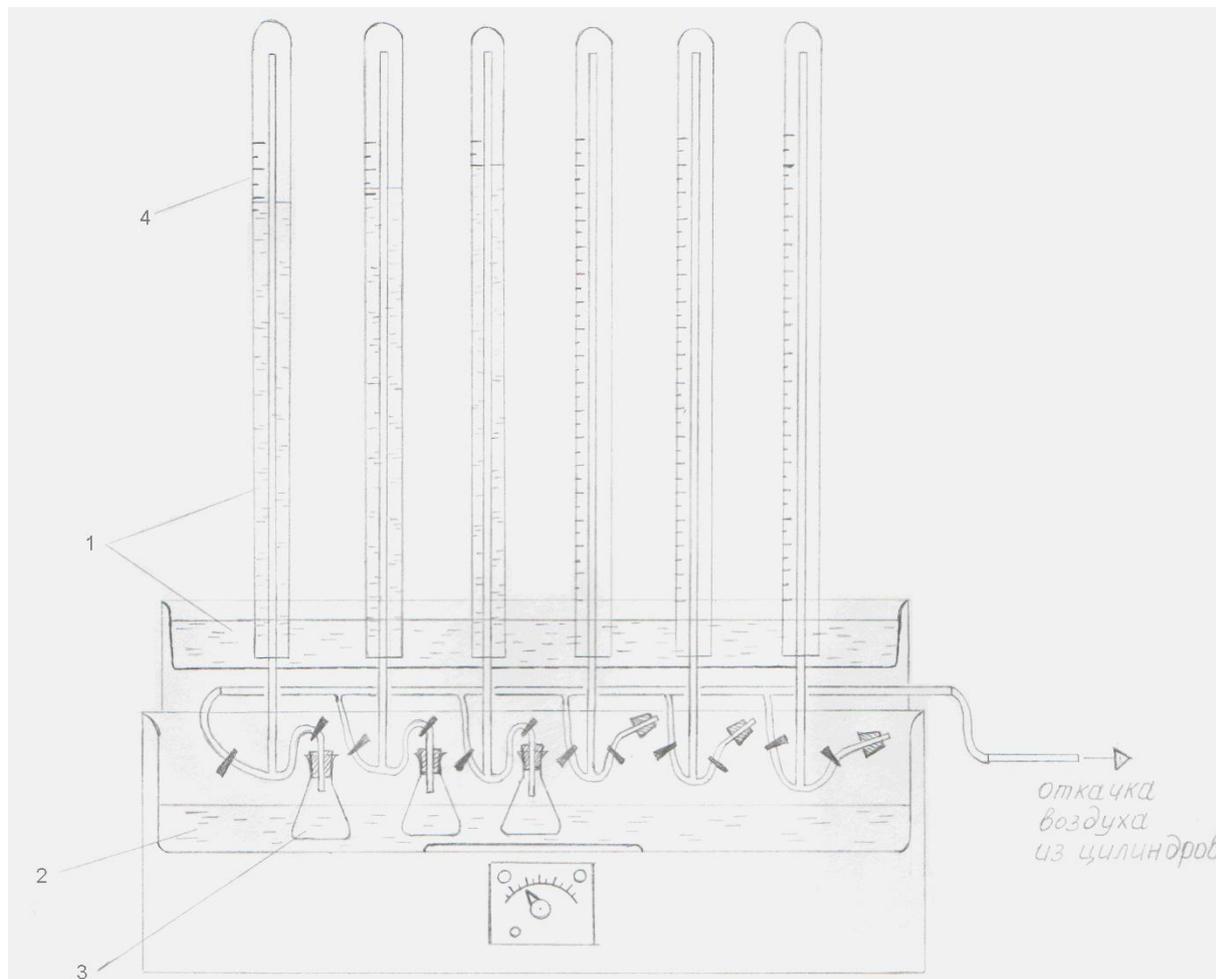
*Приборы и материалы:* колба объемом 150 мл; прессованные дрожжи; прибор АГ-1М.

*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 бродильной активности.

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

На рисунке показан прибор АГ-1М для измерения объема выделившейся углекислоты.



Прибор АГ-1М:

1 – резервуар с маслом; 2 – водяная баня; 3 – колба с питательной средой и дрожжами; 4 – мерные цилиндры

### 4.3. Определение содержания спирта в готовом продукте

*Приборы и материалы:* колбы на 250 и 100 мл; технические весы; пиво без  $\text{CO}_2$ ; 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 дистил-

лированной 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 0,31н. 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 пере-

мешивают 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 (%):

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

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  $100 \text{ см}^3$ , цилиндр емкостью  $100 \text{ см}^3$ , бюретку, мешалку стеклянную с концом, загнутым в виде кольца, раствор кристаллического химически чистого йода концентрацией  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ .

*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 –  $100 \text{ см}^3$  дистиллированной воды. Воду титруют из бюретки  $0,1 \text{ н.}$  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  $0,01 \text{ см}^3$  раствора йода.

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

$$\text{Цв.} = V K, \quad (10)$$

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

## 6.2. Определение цветности на фотоэлектроколориметре

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

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

$$\text{Цв.} = \frac{D}{0,075 \cdot l}, \quad (11)$$

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 фотоэлектроколориметров максимум светопропускания зеленых светофильтров не совпадает. Например, у фотоэлектроколориметра ФЭК-60 светло-зеленый светофильтр имеет максимум светопропускания 520 нм. В этом случае необходимо тщательно приготовить свежий раствор 0,1н. 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  $A_{700} \leq 0,039 A_{430}$ , 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 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  $\alpha$ -аминогруппы пептидов и протеинов. Частично определяется и пролин (при используемой длине волны). Этот метод неспецифичен для  $\alpha$ -аминного азота, так как  $\gamma$ -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.  $\text{KJO}_3$  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 раз-

вводят до 100 см<sup>3</sup> водой, берут 2 см<sup>3</sup> разведенного раствора в пробирку и добавляют 1 см<sup>3</sup> красящего раствора. Пробирку закрывают стеклянной пробкой, помещают в кипящую водяную баню точно на 16 мин и охлаждают в воде температурой 20 °С в течение 20 мин. Затем добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора разведения, перемешивают и измеряют оптическую плотность при длине волны 570 нм в 10 мм кювете (в нулевой кювете используют раствор, в котором вместо сула отмерено 2 см<sup>3</sup> воды, а остальные реактивы присутствуют). Для каждого определения необходимо сделать три повторных опыта со стандартным глициновым раствором, используя 2 см<sup>3</sup> разбавленного раствора глицина.

Для сула 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 α-аминного азота (*FAN*, мг/дм<sup>3</sup>) по формуле

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

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 суле содержание свободного α-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.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Кузьмина С.С.** Методы исследования свойств сырья и готовой продукции. – Барнаул: АлтГТУ, 2008. – 103 с.

2. **Баева А.А.** Методы исследования свойств сырья и готовой продукции. – Владикавказ, 2010. – 67 с.

3. **Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Гернет М.В.** Технология безалкогольных напитков. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 344 с.

## 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. <sup>*</sup>	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
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

Окончание табл. 1

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.
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>, приходящихся на 100 см<sup>3</sup> сусле или пива.

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

$d = \frac{20\text{ }^{\circ}\text{C}}{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$	<i>e</i> , %	$d = \frac{20\text{ }^{\circ}\text{C}}{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$	<i>e</i> , %	$d = \frac{20\text{ }^{\circ}\text{C}}{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$	<i>e</i> , %
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		

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МУКИ, СОЛОДА И ДРОЖЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПРЕССНОГО И УСКОРЕННОГО МЕТОДОВ ВЫСУШИВАНИЯ.....	3
1.1. Определение влажности муки .....	3
1.2. Определение влажности солода и дрожжей .....	4
1.3. Расчет среднеарифметической погрешности ряда измерений	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПИВА И НАПИТКОВ .....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ .....	6
3.1. Определение сухой биомассы дрожжей.....	6
3.2. Определение влажной биомассы дрожжей.....	7
3.3. Подсчет клеток в камере Горяева .....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОДИЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ.....	8
4.1. Весовой метод .....	8
4.2. Объемный метод.....	8
4.3. Определение содержания спирта в готовом продукте .....	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КРАХМАЛА ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОСТИ СУСЛА, ПИВА И НАПИТКОВ .....	11
6.1. Определение цветности сусла или пива методом колориметрического титрования .....	12
6.2. Определение цветности на фотоэлектроколориметре.....	12
6.3. Определение цветности пива спектрофотометрическим методом.....	13

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИННОГО АЗОТА.....	14
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	18

Данина Марина Максимовна

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
СВОЙСТВ СЫРЬЯ,  
ПРОДУКТОВ БРОЖЕНИЯ  
И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**  
Лабораторные работы

Учебно-методическое пособие

*Ответственный редактор*  
Т.Г. Смирнова

*Редактор*  
Л.Г. Лебедева

*Компьютерная верстка*  
И.В. Гришко

*Дизайн обложки*  
Н.А. Потехина

---

Подписано в печать 25.03.2012. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,63 Печ. л. 1,75 Уч.-изд. л. 1,5  
Тираж 100 экз. Заказ № С 3

---

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-  
тельный университет  
информационных технологий,  
механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

