

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

Т.М. КРАХМАЛЕВА

# ХИМИЯ ПИВОВАРЕННОГО И БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК 664:54+612.3(076.5)  
ББК 36.81Я7  
К 78

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Г.А. Сидоренко

**Крахмалева Т.М.**  
К 78 **Химия пивоваренного и безалкогольного производства:  
методические указания к лабораторному практикуму/ Т.М.  
Крахмалева.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007.- 37 с.**

Лабораторный практикум состоит из 9 лабораторных работ по анализу сырья и готовой продукции пивоваренного и безалкогольного производства. Каждая работа включает теоретическое изложение материала, описание методики проведения опытов.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Химия пивоваренного и безалкогольного производства» для студентов четвертого курса специальности 260204.

ББК 36.81 Я7

© Крахмалева Т.М., 2007  
© ГОУ ОГУ, 2007

## Содержание

1	Лабораторная работа № 1 Определение массовой доли влаги в зерне ускоренным методом .....	4
2	Лабораторная работа № 2 Определение массовой доли крахмала в зерновом сырье пивоваренного производства.....	5
3	Лабораторная работа № 3 Определение содержания дубильных веществ хмеля.....	8
4	Лабораторная работа № 4 Определение кислотности пива.....	12
5	Лабораторная работа № 5 Определение буферной емкости пива.....	13
6	Лабораторная работа № 6 Определение цветности пива.....	14
7	Лабораторная работа № 7 Определение видимого экстракта пива.....	19
8	Лабораторная работа № 8 Определение степени сбраживания пива.....	20
9	Лабораторная работа № 9 Анализ хлебного кваса.....	22
	Список использованных источников.....	24
	Приложение А.....	25

# 1 Лабораторная работа № 1

## Определение массовой доли влаги в зерне ускоренным методом

Влажностью называют массу воды, удаляемой из зерна высушиванием при фиксированных параметрах (температуре и продолжительности сушки), выраженную в процентах к его массе. В зависимости от влажности зерно делят на четыре группы:

- сухое – при влажности до 14 %;
- средней сухости – 14-15,5;
- влажное – 15,5-17 %,
- сырое – свыше 17 %.

Если на предприятии нет зерносушилок, то принимают зерно только сухое или средней сухости.

Преимущество ускоренного метода перед методом высушивания до постоянной массы (ГОСТ 13586.5-93) заключается в сравнительно быстром определении, а недостатком является меньшая точность, так как при высокой температуре происходит окисление составных веществ анализируемого продукта с образованием летучих кислот, спиртов, которые удаляются одновременно с влагой.

Техника определения

Испытуемый материал: ячмень, солод

Оборудование: электрический сушильный шкаф СЭШ-1;

весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

Предварительно готовят бюксы. Их моют, сушат 30-40 мин при температуре 130 °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают вместе с крышкой (крышка ставится под бюксу). Затем их снова помещают в сушильный шкаф на 10-15 мин, после чего охлаждают и взвешивают. Такую операцию повторяют до тех пор, пока бюксы не будут иметь постоянную массу.

В подготовленную бюксу помещают 5 г измельченного материала (готовят две параллельные пробы). Затем бюксу взвешивают и ставят в электрический сушильный шкаф, предварительно прогретый до 130 °С. Высушивание проводят 40 мин. Затем бюксу вынимают, закрывают крышкой и охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин.

После охлаждения бюксу взвешивают. Эту операцию повторяют до тех пор, пока разность между двумя результатами последовательных взвешиваний будет не более 0,02 г.

Влажность материала вычисляют по формуле:

$$W = \frac{(a - б) \times 100}{(a - c)}, \quad (1)$$

где  $W$  – влажность материала, %;

$a$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

$b$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г;

$c$  – масса пустой бюксы, г.

## **2 Лабораторная работа № 2**

### **Определение массовой доли крахмала в зерновом сырье пивоваренного производства**

Крахмал является основным углеводом зернового сырья.

Состоит крахмал из полисахаридов двух типов, различающихся по своим физическим и химическим свойствам, - амилозы и амилопектина. В пшеничном крахмале содержится 25 % амилозы и 75 % амилопектина.

В молекуле амилозы остатки глюкозы связаны 1,4-глюкозидными связями; образуют линейную цепочку. Молекулярная масса амилозы  $3 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$  а.е.м.

Молекула амилопектина имеет не только 1,4-глюкозидные связи, но и связь между 1-м и 6-м атомами углерода остатков глюкозы; образуется разветвленная структура. Молекулярная масса амилопектина достигает сотен миллионов а.е.м.

Большая часть крахмала сосредоточена в эндосперме. В клетках эндосперма он отлагается в виде зерен различной величины. Величина мелких зерен ячменного крахмала находится в пределах 1,6-6,4 мкм; крупные зерна имеют величину 10,0-32,8 мкм. Количество крупных и мелких зерен и соотношение их в ячменном крахмале зависят от сорта ячменя и от содержания белка; при высоком содержании белка преобладают зерна крахмала небольшой величины. Чем больше в ячмене крупных крахмальных зерен, тем лучшими пивоваренными свойствами он обладает. Крупные крахмальные зерна отличаются от мелких зерен по относительной плотности: 1,526 у крупных и 1,144 – у мелких. Крахмальные зерна имеют ясно выраженное слоистое строение и состоят из отдельных кристаллических элементов – мицелл, которые, располагаясь в определенном порядке внутри крахмальных зерен, образуют ряд сферокристаллов.

В зависимости от сорта, района произрастания, климатических и почвенных условий химический состав ячменя значительно колеблется. Так содержание крахмала лежит в диапазоне 45-68 % на сухое вещество. В пивоварении применяется ячмень с содержанием крахмала 60-70 %.

При получении солода распад веществ ячменя часто относительно небольшой. Крахмал претерпевает только слабый гидролиз (распад в пределах 5 %) с образованием мальтозы. Трата крахмала связана с формированием зачатков новых вегетативных частей будущего растения, в частности с образованием корешков, которые удаляются после сушки солода, и дыханием.

Свойства крахмала солода отличаются от свойств крахмала ячменя. Во время солодоращения несколько меняется соотношение амилозы и амилопектина, температура клейстеризации повышается, уменьшается величина крахмальных зерен. Кроме того, солодовая амилоза имеет меньшую плотность, чем амилоза ячменного крахмала, и высокую степень активности  $\beta$ -амилолиза, в то время как у исходного крахмала степень активности  $\beta$ -амилолиза очень слабая. Отмечены различия и в амилопектине; внутренние цепи обоих амилопектинов одинаковые, но внешние цепи у солодового амилопектина короче, причем солодовый амилопектин частично распадается под действием  $\beta$ -амилазы.

Крахмал на 96,1-97,7 % состоит из полисахаридов, образующих при кислотном гидролизе глюкозу. Поэтому существующие методы количественного определения крахмала основываются на использовании различных свойств глюкозы: ее редуцирующей способности, оптической активности и др. Наибольшее распространение получили поляриметрические методы.

Для определения содержания крахмала в растительном сырье необходимо предварительно перевести его в растворимое состояние и гидролизовать, что достигается обработкой исследуемого объекта соляной кислотой или хлоридом кальция. С целью удаления сопутствующих веществ, мешающих определению (в основном белков), и для осветления полученного гидролизата, раствор обрабатывают реактивом-осадителем. Прозрачный раствор поляриметрируют.

Метод Эверса – основной стандартный метод определения массовой доли крахмала при оценке качества зерна и продуктов его переработки (ГОСТ 10845-98).

#### Техника определения

Испытуемый материал: ячмень, солод

Реактивы: раствор соляной кислоты массовой долей 1,124 %;

раствор соляной кислоты массовой долей 25 %;

реактив Карреза 1 (15 г  $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$  растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>);

реактив Карреза 2 (30 г  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>)

Оборудование: сахариметр СУ-4;

весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;

электрическая водяная баня

*Необходимо определить влажность испытуемого материала.*

В сухую мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят из бюретки 25 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты массовой долей 1,124 % и добавляют через воронку при постоянном перемешивании (взбалтывании) навеску исследуемого материала массой 5 г. Когда материал будет полностью суспендирован, промывают воронку и горлышко колбы новой порцией (25 см<sup>3</sup>) той же кислоты. Колбу при постоянном перемешивании опускают в кипящую водяную баню и взбалтывают в течение 3 мин (по секундомеру).

Нагрев на бане продолжают еще 12 мин. По истечении 15 мин с момента погружения колбы в баню ее вынимают, вливают цилиндром 30 см<sup>3</sup> холодной дистиллированной воды и быстро охлаждают под краном до 20 °С.

Для осаждения белков и осветления раствора в колбу приливают по 2 см<sup>3</sup> реактивов Карреза 1 и 2. Через 5 мин содержимое колбы доводят дистиллированной водой до метки, взбалтывают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. Первые порции фильтрата (до 10 см<sup>3</sup>) не используют. Прозрачным фильтратом с температурой 20 °С наполняют поляризационную трубку длиной 200 мм и измеряют угол вращения плоскости поляризации на сахариметре. Параллельно проводят опыт (контрольный) для внесения поправки на оптически активные водорастворимые вещества, не осаждаемые реактивами-осадителями и находящиеся в растворе (преимущественно углеводы).

Контрольный опыт – отвешивают 5 г продукта, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют цилиндром 70 см<sup>3</sup> воды и взбалтывают в течение 15 мин. Затем смывают горлышко колбы 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, осветляют реактивом-осветлителем, используемым в основном опыте. Взбалтывают в течение 5 мин, доводят содержимое колбы до метки дистиллированной водой, перемешивают и фильтруют. Отбирают пипеткой 50 см<sup>3</sup> фильтрата, переносят в мерную колбу на 100 см<sup>3</sup>, добавляют 2 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты массовой долей 25 %, выдерживают 15 мин на кипящей водяной бане, охлаждают до 20 °С и поляризуют в трубке длиной 200 мм на сахариметре.

Содержание крахмала рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{(\alpha_{\text{оп}} - \alpha_{\text{к}}) \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,3462}{[\alpha]_{\text{D}}^{20} \cdot m \cdot l \cdot (100 - W)}, \quad (2)$$

где С – массовая доля крахмала, в % на сухое вещество;

$\alpha_{\text{оп}}$  – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная оптически активными веществами в основном опыте, град сахариметра;

$\alpha_{\text{к}}$  – величина угла поворота плоскости поляризации, осуществляемая водорастворимыми оптически активными веществами (не крахмалом) в контрольном опыте, град сахариметра;

$(\alpha_{\text{оп}} - \alpha_{\text{к}})$  – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная растворенным крахмалом навески, град сахариметра;

0,3462 – коэффициент перевода показаний сахариметра в градусы круговой шкалы;

$[\alpha]_{\text{D}}^{20}$  – удельная вращательная способность крахмала исследуемого продукта, град;

m – масса продукта, взятого для анализа, г;

l – длина поляризационной трубки, дм;

W – массовая доля влаги исследуемого продукта, %.

При взятой для анализа навеске ячменя или ячменного солода массой 5 г и длине поляризационной трубки 200 мм формула приобретает вид:

$$C = \frac{(\alpha_{\text{оп}} - \alpha_{\text{к}}) \cdot K_{\alpha} \cdot 100}{100 - W}, \quad (3)$$

где  $(\alpha_{\text{оп}} - \alpha_{\text{к}})$  – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная растворенным крахмалом навески, град сахариметра;

$K_{\alpha}$  - коэффициент Эверса (таблица 1);

W – массовая доля влаги исследуемого продукта, %.

Таблица 1 - Величина удельной вращательной способности

Крахмал	$[\alpha]_{\text{D}}^{20}$	$K_{\alpha}$
Картофельный	194,5	1,775
Кукурузный	184,6	1,879
Овсяной	181,3	1,914
Пшеничный	182,7	1,898
Ржаной	184,0	1,885
Рисовый	185,9	1,886
Ячменный	181,5	1,912

## 2.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 2

2.1.1 Химический состав ячменя

2.1.2 Азотистые вещества

2.1.2.1 Белковые вещества

2.1.2.2 Небелковые азотистые вещества

2.1.2 Углеводы

2.1.3 Липиды

2.1.4 Полифенольные вещества

2.1.5 Минеральные вещества

2.1.6 Ферменты

2.1.7 Витамины

## 3 Лабораторная работа № 3

### Определение содержания дубильных веществ в хмеле

Хмель придает пиву приятный горький вкус и специфический аромат, способствует удалению из пивного сула некоторых белков, как антисептик подавляет развитие микроорганизмов, создавая нормальные условия для жизнедеятельности дрожжей, увеличивает пеностойкость и биологическую



стойкость пива. Наибольшую ценность для пивоварения представляют специфические составные части хмеля – горькие вещества, хмелевое масло и дубильные вещества.

Химический состав сухого хмеля в среднем характеризуется данными, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав хмеля

Составные части хмеля	Содержание, %
Вода	12,5
Зола	7,5
Клетчатка	13,3
Азотистые вещества	17,5
Эфирные масла	0,4
Вещества, экстрагируемые эфиром (эфирная вытяжка)	18,3
Дубильные вещества	3,0
Безазотистые экстрактивные вещества	27,5

Ранее дубильные (полифенольные) вещества не считались полезными составными частями хмеля. Предполагали, что они принимают участие в образовании нежелательных осадков в готовом пиве и придают ему грубый вкус. Однако в дальнейшем было выяснено, что неблагоприятные свойства пива следует связывать в основном с дубильными веществами ячменя и солода. В настоящее время известно, что дубильные вещества хмеля позволяют повысить качество пива, т.е. являются важными составными частями хмеля.

Из полифенолов в хмеле содержатся антоцианогены, кумарины, флавонолгликозиды, катехины, лейкоантоцианы, фенолкарбоновые кислоты и вещества типа хлорогеновой кислоты. Антоцианогены составляют около 80 % полифенольных веществ хмеля.

Дубильные вещества хмеля легко растворимы в воде с получением коллоидных растворов; кроме того, они растворяются в разбавленном этаноле (70 %), ацетоне и метаноле и не растворяются в абсолютном этаноле, эфире и бензоле.

Полифенольные вещества хмеля предохраняют горькие вещества и другие соединения от окисления (являются антиоксидантами) и образования комплексных соединений, обладают антибиотическими свойствами, имеют вяжущий вкус, положительно влияют на создание характерного вкуса пива. В ходе технологического процесса они осаждают белки сусле, что способствует лучшему его осветлению. Но могут быть и причиной помутнения пива, так как с солями железа и при окислении образуют темно-окрашенные соединения. Вместе с белково-полифенольными комплексами они являются причиной образования мути в пиве.

Окисляясь, полифенольные вещества предохраняют горькие вещества и другие соединения от окисления, т.е. являются антиоксидантами. Они положительно влияют на создание характерного вкуса пива.

Метод определения содержания дубильных веществ в хмеле основан на измерении интенсивности окрашивания раствора дубильных веществ хлоридом железа (III) в щелочной среде (рН 10) на фотоэлектроколориметре.

Установлено, что при рН 10 раствор танина концентрацией 10 мг% дает с хлоридом железа (III) такую же интенсивность окраски, что и раствор дубильных веществ хмеля концентрацией 24 мг%.

Техника определения

Испытуемый материал: хмель

Реактивы: водный раствор танина (10 мг в 100 см<sup>3</sup>) (годен 2-3 дня);

раствор карбоната натрия массовой долей 15 %;

раствор хлорида железа (III) массовой долей 1 %;

тимолфталейн

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;

водяная баня;

электрическая плита;

фотоэлектроколориметр ФЭК-60

5 г измельченного хмеля насыпают в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и заливают 200 см<sup>3</sup> кипящей воды. Колбу при периодическом перемешивании выдерживают 2 ч в кипящей водяной бане. Затем содержимое колбы охлаждают до 20 °С и объем доводят дистиллированной водой до метки. Для компенсации объема занимаемого хмелем в колбу добавляют еще 2,5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр. 50 см<sup>3</sup> фильтрата пипеткой переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> и доливают водой до метки (1 дм<sup>3</sup> такого раствора содержит 4 г хмеля).

Во время экстрагирования дубильных веществ хмеля готовят свежий стандартный раствор танина концентрацией 10 мг%. К 10 см<sup>3</sup> приготовленного раствора танина прибавляют 3-4 капли тимолфталейна и титруют раствором карбоната натрия до темно-синего окрашивания (рН 10). Затем добавляют 0,5 см<sup>3</sup> раствора хлорида железа (III), размешивают, выдерживают 3 мин и на фотоэлектроколориметре определяют оптическую плотность  $D_T$  при длине волны 354 нм по отношению к воде. Толщина кюветы 5 мм.

Полученное значение оптической плотности раствора танина корректируют, учитывая увеличение его объема за счет добавления растворов хлорида железа (III) и карбоната натрия. Значение оптической плотности с учетом поправки на разбавление рассчитывают по формуле:

$$D_T = D \frac{10 + (a + b)}{10}, \quad (4)$$

где  $D_T$  – оптическая плотность раствора танина;

$D$  – измеренная оптическая плотность раствора танина;

$a$  – количество раствора хлорида железа (III) массовой долей 1 %,  $\text{см}^3$ ;

$b$  – количество раствора карбоната натрия массовой долей 15 %,  $\text{см}^3$ .

Принимается, что одна капля соответствует  $0,05 \text{ см}^3$ .

Оптическая плотность раствора дубильных веществ  $D_{\text{дуб}}$  определяется так же, как и  $D_{\text{T}}$ . К  $10 \text{ см}^3$  приготовленного раствора дубильных веществ прибавляют 3-4 капли тимолфталейна и титруют раствором карбоната натрия (обычно количество раствора карбоната натрия в растворе танина не превышает 4 капель ( $0,2 \text{ мг}$ ), а в вытяжке хмеля – 6 капель ( $0,3 \text{ мг}$ )) до темно-синего окрашивания. Затем добавляют  $0,5 \text{ см}^3$  раствора хлорида железа (III), размешивают, выдерживают 3 мин и на фотоэлектроколориметре определяют оптическую плотность при длине волны  $400 \text{ нм}$  по отношению к щелочному раствору дубильных веществ хмеля, но без добавления хлорида железа (III). Толщина кюветы  $3 \text{ мм}$ . Полученное значение оптической плотности  $D_{\text{дуб}}$  корректируется так же, как и  $D_{\text{T}}$ :

$$D_{\text{дуб}} = D_{\text{дуб1}} \frac{10 + (a + b)}{10}, \quad (5)$$

где  $D_{\text{дуб}}$  – оптическая плотность раствора дубильных веществ;

$D_{\text{дуб1}}$  – измеренная оптическая плотность раствора дубильных веществ;

$a$  - количество раствора хлорида железа (III) массовой долей 1 %,  $\text{см}^3$ ;

$b$  - количество раствора карбоната натрия массовой долей 15 %,  $\text{см}^3$ .

Количество дубильных веществ в хмеле определяется по формуле:

$$п = \frac{6 \cdot D_{\text{дуб}}}{D_{\text{T}}}, \quad (6)$$

где  $п$  – количество дубильных веществ в хмеле, %;

$D_{\text{дуб}}$  – оптическая плотность раствора дубильных веществ;

$D_{\text{T}}$  - оптическая плотность раствора танина.

### **3.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 3**

#### **3.1.1 Специфические хмелевые вещества**

##### **3.1.1.1 Горькие вещества**

##### **3.1.1.2 Дубильные вещества**

##### **3.1.1.3 Хмелевое масло**

#### **3.1.2 Неспецифические хмелевые вещества**

## 4 Лабораторная работа № 4

### Определение кислотности пива

Кислотность является важным показателем, характеризующим качество пива.

Накопление веществ, оказывающих влияние на кислотность пива, начинается уже на стадии солодоращения. Из кислот в солоде найдены щавелевая, лимонная, молочная, янтарная, уксусная, пропионовая, яблочная, которые образуются в качестве промежуточных продуктов при окислении углеводов. Во время солодоращения не менее 55 % азотистых веществ ячменя расщепляются до аминокислот. Некоторая часть аминокислот дезаминируется (отщепляется аминогруппа), что приводит к превращению их в оксикислоты. В солоде присутствуют фосфаты. Благодаря окислению серы цистеина появляется некоторое количество серной кислоты.

На стадии затираания кислотность затора увеличивается за счет прироста неорганических кислых фосфатов, аминокислот, развития кислотообразующих микроорганизмов.

Сбраживание сула так же сопровождается изменением кислотности. Величина рН быстро снижается в результате образования угольной кислоты и некоторых органических кислот, преимущественно яблочной и молочной, являющихся побочными продуктами спиртового брожения.

Определение кислотности пива проводится методом прямого титрования пробы фенолфталеином по ГОСТ 12788-87. Метод основан на нейтрализации всех находящихся в пиве кислот и кислых солей раствором гидроксида натрия, окончание которой устанавливается по изменению окраски фенолфталеина.

**Техника определения**

Испытуемый материал: пиво

Реактивы: раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;  
фенолфталеин

Оборудование: электрическая плитка;  
аппарат для встряхивания жидкости

Непрозрачное пиво фильтруют через бумажный фильтр.

Пиво объемом 150-200 см<sup>3</sup> наливают в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, закрывают пробкой с одним отверстием, через которое пропущена тонкая трубка для выхода газа, закрепляют в аппарате для встряхивания и встряхивают в течение 20-30 мин.

Допускается встряхивать вручную. Колбу с пивом встряхивают, закрыв ладонью, периодически приоткрывая ее, до тех пор, пока не прекратится ощущение давления изнутри.

Цилиндром отбирают пиво объемом 50 см<sup>3</sup>, переносят в коническую колбу или стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, нагревают на электрической плитке до температуры 35-40 °С и выдерживают при этой температуре 30 мин,

периодически взбалтывая. Затем пиво охлаждают водой до температуры 20 °С. Готовят две параллельные пробы.

Темное пиво перед определением разбавляют в мерном цилиндре дистиллированной водой в соотношении 1:3.

Отмеривают пипеткой подготовленное пиво объемом 10 см<sup>3</sup>, вносят в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют дистиллированную воду объемом 40 см<sup>3</sup> и 3-4 капли фенолфталеина.

Содержимое колбы титруют из бюретки раствором гидроксида натрия до появления слабой розовой окраски, которая должна сохраняться не менее 30 секунд. Если окраска исчезнет раньше, процесс титрования продолжают.

Кислотность пива определяется по формуле:

$$X = V \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (7)$$

где X – кислотность пива, см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> пива;

V – объем, см<sup>3</sup> затраченного на титрование раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;

K<sub>1</sub> – коэффициент поправки рабочего раствора гидроксида натрия;

K<sub>2</sub> – коэффициент разбавления. Для темного пива K<sub>2</sub> = 4, для светлого пива K<sub>2</sub> = 1.

#### **4.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 4**

##### **4.1.1 Затирание зернопродуктов**

###### **4.1.1.1 Распад углеводов**

###### **4.1.1.2 Распад белковых веществ**

###### **4.1.1.3. Изменение фосфорных соединений**

### **5 Лабораторная работа № 5**

#### **Определение буферной емкости пива**

Буферная емкость является суммарным показателем, учитывающим как кислотность, так и щелочность пива.

Кислотность – это количество раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимое для доведения рН 100 см<sup>3</sup> пива до 7,07 (первый этап) и затем до 9,0 (второй этап).

Щелочность выражают в см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимого для доведения рН пива до 4,27.

Метод определения буферной емкости рекомендован Аналитической комиссией стран Центральной Европы (МЕВАК).

## Техника определения

Испытуемый материал: пиво

Реактивы: раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;  
раствор соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

Оборудование: рН-метр рН-150МИ

Предназначенное для анализа пиво, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр. Готовят две параллельные пробы.

Для определения кислотности подготовленное пиво объемом 50 см<sup>3</sup> титруют при перемешивании с использованием рН-метра. Кислотность выражают числом см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование образца до рН 7,07, а затем от 7,07 до 9,0, умноженных на 2.

Для определения щелочности подготовленное пиво объемом 50 см<sup>3</sup> титруют при перемешивании с использованием рН-метра. Щелочность выражают числом см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование образца до рН 4,27, умноженное на 2.

Буферная емкость равна сумме полученных значений кислотности первого этапа и щелочности.

### **5.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 5**

#### 5.1.1 Затирание зернопродуктов

##### 5.1.1.1 Распад углеводов

##### 5.1.1.2 Распад белковых веществ

##### 5.1.1.3. Изменение фосфорных соединений

## **6 Лабораторная работа № 6**

### **Определение цветности пива**

Цветность пива является важным показателем, характеризующим качество пива.

По цветности пиво разделяют на светлое, полутемное и темное с характерным для каждого сорта оттенком. Светлое пиво должно иметь светло-золотисто-желтый цвет. Считают, что светлый цвет является показателем тонкого нежного вкуса. К темным сортам пива предъявляют менее жесткие требования, однако в них должна быть определенная взаимозависимость цвета с вкусовыми свойствами.

Цвет каждого сорта пива должен быть постоянным. Зависит он от химического состава солода, хмеля и воды, а так же от режима приготовления сусла и пива.

Цветность пива в значительной мере зависит от цветности самого солода. Красящие вещества накапливаются в солоде на этапе сушки в ходе реакции меланоидинообразования. Более интенсивная окраска карамельного и жженого сортов солода определяется присутствием карамелей.

На стадии кипячения сусла с хмелем изменению цветности способствуют: реакция меланоидинообразования, карамелизация олигосахаридов, окисление дубильных веществ хмеля, оболочек солода и несоложенных материалов, извлечение красящих веществ хмеля и солода. Карамелизация в данном случае не является положительным фактором, так как получается ряд различных продуктов, неспособных сбразиваться. Эти продукты образуются при высокой температуре, при непрерывном соприкосновении сусла с обогревающими элементами. На изменение цветности сусла большое влияние оказывают редуцирующие вещества, такие, как мальтоза, образующаяся при затирании, и аминокислоты. Увеличение цветности сусла находится в пропорциональной зависимости от продолжительности кипячения. Концентрация сусла также оказывает влияние на цветность: чем она выше, тем интенсивнее повышается его цветность; и меланоидинообразование и карамелизация протекают значительно активнее в сусле с более высокой концентрацией. Добавление хмеля со своей стороны ведет к повышению цветности сусла, что происходит в основном за счет дубильных веществ, которые в процессе кипячения сусла подвергаются окислению воздухом и меняют свою окраску. Применение старого хмеля, в котором окислительные процессы уже прошли в достаточной степени, вызывает большее увеличение цветности, чем применение свежего хмеля. С понижением рН цветность сусла уменьшается. Меланоидинообразование интенсивнее происходит в щелочной среде. Применение карбонатных вод сопровождается более интенсивной окраской сусла.

Цветность сусла изменяется на этапе главного брожения: для светлых сортов пива заметно уменьшается, а для темных сортов – изменяется меньше. Снижение цветности объясняется тем, что часть красящих веществ выносятся в деку, а окисленные дубильные вещества восстанавливаются.

Определение цветности пива проводится по ГОСТ 12789-87 несколькими методами: методом визуального сравнения с раствором йода, с применением растворов сравнения, колориметрическим методом.

### **6.1 Опыт № 1: Определение цветности пива методом визуального сравнения с раствором йода**

Метод основан на визуальном уравнивании интенсивности окраски исследуемого пива с цветом растворов йода различной концентрации.

Техника определения

Испытуемый материал: пиво

Реактивы: раствор йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>

Оборудование: компаратор двухкамерный;

аппарат для встряхивания жидкости;  
секундомер

Непрозрачное пиво фильтруют через бумажный фильтр.

Пиво объемом 150-200 см<sup>3</sup> наливают в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, закрывают пробкой с одним отверстием, через которое пропущена тонкая трубка для выхода газа, закрепляют в аппарате для встряхивания и встряхивают в течение 20-30 мин.

Допускается встряхивать вручную. Колбу с пивом встряхивают, закрыв ладонью, периодически приоткрывая ее, до тех пор, пока не прекратится ощущение давления изнутри.

Темное пиво перед определением разбавляют в мерном цилиндре дистиллированной водой в соотношении 1:3.

Два стакана помещают в двухкамерный компаратор, имеющий вместо задней стенки матовое стекло, а в передней стенке два прямоугольных отверстия, расположенных на уровне половины стакана.

Компаратор устанавливают напротив источника света (дневной свет или люминесцентная лампа) на уровне глаз наблюдателя так, чтобы задняя стенка была обращена к источнику света.

В один стакан отмеривают пиво объемом 100 см<sup>3</sup>, а в другой – дистиллированную воду объемом 100 см<sup>3</sup>.

В стакан с водой приливают из бюретки при перемешивании стеклянной мешалкой раствор йода до тех пор, пока цвет образующегося раствора не станет одинаковым с цветом пива в другом стакане.

Цветность пива определяют по формуле:

$$Ц = V \cdot K, \quad (8)$$

где Ц – цветность пива, см<sup>3</sup> раствора йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> воды;

V – объем, см<sup>3</sup> раствора йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, прибавленный к 100 см<sup>3</sup> воды до совпадения окраски раствора с окраской пива;

K – коэффициент разбавления. Для темного пива K = 4, для светлого пива K = 1.

## **6.2 Опыт № 2: Определение цветности пива колориметрическим методом**

Метод основан на измерении оптической плотности слоя пива определенной толщины и вычислении показателя поглощения, характеризующего цвет пива.

Техника определения

Испытуемый материал: пиво



Реактивы: раствор йода молярной концентрацией эквивалента  
0,1 моль/дм<sup>3</sup>

Оборудование: аппарат для встряхивания жидкости;  
фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Пиво объемом 150-200 см<sup>3</sup> наливают в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, закрывают пробкой с одним отверстием, через которое пропущена тонкая трубка для выхода газа, закрепляют в аппарате для встряхивания и встряхивают в течение 20-30 мин.

Допускается встряхивать вручную. Колбу с пивом встряхивают, закрыв ладонью, периодически приоткрывая ее, до тех пор, пока не прекратится ощущение давления изнутри.

Непрозрачное пиво фильтруют через бумажный фильтр. Если при этом не получают прозрачного пива, то его дополнительно фильтруют с применением кизельгура, для чего в стакане смешивают кизельгур массой примерно 0,5 г с пивом объемом 100 см<sup>3</sup> и фильтруют через бумажный фильтр. Первую порцию фильтрата объемом примерно 20 см<sup>3</sup> выливают.

Допускается фильтрование пива через стеклянный фильтр с пористой пластинкой (размер пор 4 мкм), через мембранный фильтр или центрифугирование при частоте вращения не менее 5000 мин<sup>-1</sup>.

Темное пиво перед определением разбавляют в мерном цилиндре дистиллированной водой в соотношении 1:3.

Подготовленное пиво наливают в измерительную кювету толщиной 10 мм, предварительно не менее двух раз ополоснув ее этим же пивом. Измеряют оптическую плотность при длине волны 440 нм по отношению к дистиллированной воде не менее двух раз.

Показатель поглощения вычисляют по формуле:

$$K = \frac{D \cdot K_1}{l}, \quad (9)$$

где  $K$  – показатель поглощения, м<sup>-1</sup>;

$D$  – оптическая плотность;

$l$  – действительная толщина слоя жидкости в кювете, м;

$K_1$  – коэффициент разбавления. Для темного пива  $K = 4$ , для светлого пива  $K = 1$ .

Цвет пива определяют переводом величины показателя поглощения в см<sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> воды по таблице 3.

### 6.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 6

#### 6.3.1 Кипячение сусла с хмелем

6.3.1.1 Растворение и превращения составных частей хмеля

6.3.1.2 Коагуляция белковых веществ

6.3.1.3 Образование редуцирующих веществ

6.3.1.4 Изменение цветности сусла

Таблица 3 – Цветность пива

К	Цвет, см <sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> ВОДЫ	К	Цвет, см <sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> ВОДЫ	К	Цвет, см <sup>3</sup> раствора йода концентрацией 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> ВОДЫ
1	2	3	4	5	6
10,0	0,17	41,0	1,04	72,0	2,14
11,0	0,20	42,0	1,07	73,0	2,18
12,0	0,22	43,0	1,10	74,0	2,22
13,0	0,25	44,0	1,13	75,0	2,26
14,0	0,27	45,0	1,17	76,0	2,30
15,0	0,30	46,0	1,20	77,0	2,34
16,0	0,32	47,0	1,23	78,0	2,38
17,0	0,35	48,0	1,27	79,0	2,42
18,0	0,37	49,0	1,30	80,0	2,46
19,0	0,40	50,0	1,33	81,0	2,51
20,0	0,43	51,0	1,37	82,0	2,55
21,0	0,45	52,0	1,40	83,0	2,59
22,0	0,48	53,0	1,44	84,0	2,63
23,0	0,51	54,0	1,47	85,0	2,67
24,0	0,53	55,0	1,51	86,0	2,72
25,0	0,56	56,0	1,54	87,0	2,76
26,0	0,59	57,0	1,58	88,0	2,80
27,0	0,62	58,0	1,61	89,0	2,85
28,0	0,65	59,0	1,65	90,0	2,89
29,0	0,68	60,0	1,69	91,0	2,93
30,0	0,70	61,0	1,72	92,0	2,98
31,0	0,73	62,0	1,76	93,0	3,02
32,0	0,76	63,0	1,80	94,0	3,07
33,0	0,79	64,0	1,83	95,0	3,11
34,0	0,82	65,0	1,87	96,0	3,16
35,0	0,85	66,0	1,91	97,0	3,20
36,0	0,88	67,0	1,95	98,0	3,25
37,0	0,91	68,0	1,99	99,0	3,29
38,0	0,94	69,0	2,02	100,0	3,34
39,0	0,98	70,0	2,06		
40,0	1,01	71,0	2,10		

## 7 Лабораторная работа № 7

### Определение видимого экстракта пива

Видимый экстракт определяют в пиве, при наличии в нем спирта и диоксида углерода (с помощью сахаромера), действительный – после удаления спирта и диоксида углерода. Величина видимого экстракта всегда меньше действительного, так как сахаромер погружается в жидкость, содержащую спирт, глубже и поэтому показывает плотность меньше действительной.

Определить видимый экстракт можно двумя способами: пикнометрическим методом и с помощью сахаромера.

#### 7.1 Опыт № 1: Определение видимого экстракта пива пикнометрическим методом

Метод основан на определении относительной плотности пива.

Техника определения

Испытуемый материал: пиво

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр.

Сухой и чистый пикнометр взвешивают на весах, затем наполняют его чуть выше метки дистиллированной водой температурой 20 °С и выдерживают в термостате при температуре 20 °С не менее 20 минут (готовят две параллельные пробы). Не вынимая пикнометр из термостата, жгутиком из фильтровальной бумаги отбирают избыток воды в пикнометре, доводя край ее нижнего мениска до метки. Пикнометр насухо вытирают снаружи и взвешивают. Определение массы пикнометра с водой повторяют несколько раз и для расчета берут среднее значение из всех взвешиваний. Потом воду из пикнометра выливают, ополаскивают его несколько раз пивом, после чего заполняют пивом выше метки и дальше поступают так же, как при определении массы пикнометра с водой. Расчет относительной плотности производят по формуле:

$$d_{20}^{20} = \frac{b - a}{b - a}, \quad (10)$$

где  $d_{20}^{20}$  – относительная плотность;

$a$  – масса пустого пикнометра, г;

$b$  – масса пикнометра с водой, г;

$v$  – масса пикнометра с фильтратом, г.

По относительной плотности, пользуясь Приложением А, находят соответствующую величину видимого экстракта пива.

## **7.2 Опыт № 2: Определение видимого экстракта сахаромером**

### **Техника определения**

Испытуемый материал: пиво

Оборудование: сахаромер

Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр.

300 см<sup>3</sup> подготовленного пива помещают в цилиндр, диаметр которого в 2-3 раза больше диаметра сахаромера. Цилиндр ставят на поддон и плавно погружают в пиво сахаромер. При погружении сахаромера избыток пива вытекает на поддон.

Отсчет концентрации сухих веществ по шкале сахаромера производят через 2-3 минуты (это необходимо для выравнивания температуры пива и сахаромера) по верхнему мениску при положении глаза на уровне пива в цилиндре.

## **7.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 7**

### **7.3.1 Главное брожение**

7.3.1.1 Изменение белковых веществ

7.3.1.2 Изменение углеводов

7.3.1.3 Изменение кислотности

7.3.1.4 Изменение окислительно-восстановительного потенциала

7.3.1.5 Побочные продукты главного брожения

## **8 Лабораторная работа № 8**

### **Определение степени сбраживания пива**

Во время брожения значительная часть экстрактивных веществ сусле превращается в продукты брожения. Степень этого превращения называют степенью сбраживания. Она показывает отношение количества сброженного экстракта к первоначальному экстракту сусле, выраженного в процентах. Различают видимую и действительную степень сбраживания в зависимости от того, по показателю видимого или действительного экстракта рассчитывают степень сбраживания.

Видимый экстракт в пиве определяют в пиве, при наличии в нем спирта и диоксида углерода (с помощью сахаромера), действительный – после удаления спирта и диоксида углерода. Величина видимого экстракта всегда меньше действительного, так как сахаромер погружается в жидкость, содержащую спирт, глубже и поэтому показывает плотность меньше действительной. В соответствии с этим разница экстрактов пива получается большей и поэтому видимая степень сбраживания также получается больше

действительной. Приблизительно это  $V_d = 0,81V_{\text{вид}}$  (где 0,81 – опытная величина).

Видимая степень сбраживания в бродильном отделении для светлых сортов пива составляет 58-65 %, для темных 50-55 %. Видимая степень сбраживания готового пива в отделении дображивания должна быть на 10-15 % выше, чем в бродильном отделении и на 2-4 % ниже конечной степени сбраживания. Видимая степень сбраживания для светлых сортов пива составляет 61-69 %, а действительная 49-56 %, для темных сортов пива несколько ниже.

Чтобы пользоваться величиной степени сбраживания для регулирования процесса брожения по стадиям, необходимо знать, какая часть экстрактивных веществ сусла является сбраживаемой. Для этого определяют так называемую конечную, то есть максимально возможную степень сбраживания, которая в производстве не достигается, а определяется в лаборатории. Она должна быть известна до конца главного брожения, на 4-6 день брожения.

Техника определения

Испытуемый материал: пиво

Видимая степень сбраживания рассчитывается по формуле:

$$X_v = \frac{(m_1 - m_{2\text{вид}}) \cdot 100}{m_1}, \quad (11)$$

где  $X_v$  – видимая степень сбраживания, %;

$m_1$  – массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %;

$m_{2\text{вид}}$  – массовая доля видимого экстракта в пиве, %.

Действительную степень сбраживания рассчитывают по формуле:

$$X_d = \frac{(m_1 - m_{2\text{д}}) \cdot 100}{m_1}, \quad (12)$$

где  $X_d$  – действительная степень сбраживания, %;

$m_1$  – массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %;

$m_{2\text{д}}$  – массовая доля действительного экстракта в пиве, %.

## 8.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 8

### 8.1.1 Дображивание и созревание пива

#### 8.1.1.1 Насыщение пива оксидом углерода. Формы связывания оксида углерода в пиве

#### 8.1.1.2 Осветление пива

#### 8.1.1.3 Созревание пива

## **9 Лабораторная работа № 9**

### **Анализ хлебного кваса**

К квасам, получаемым в процессе сбраживания суслу, относятся: квас хлебный, квас окрошечный, квас хлебный для горячих цехов. Все они являются продуктами незаконченного брожения под действием комбинированной закваски, состоящей из молочнокислых бактерий и спиртовых дрожжей.

Наряду с перечисленными видами кваса изготавливают напитки путем купаживания концентрата квасного суслу, сахара и других компонентов. К ним относятся: квас «Ароматный», «Московский», «Русский», «Мятный», квас с хреном, напитки «Здоровье», «Осень».

Технология кваса, получаемого методом брожения, состоит из ряда последовательных стадий: приготовление квасного суслу, приготовление сахарного сиропа, приготовление комбинированной закваски, брожение, купаживание, розлив готового напитка.

#### **9.1 Опыт № 1: Определение содержания сухих веществ**

Техника определения

Испытуемый материал: квас

Оборудование: сахаромер

Из кваса, полученного путем спиртового брожения, перед определением удаляют спирт. Для этого мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> заполняют квасом и при 20 °С доводят объем ее до метки. Содержимое колбы переносят в чашку для упаривания. Мерную колбу ополаскивают 20-30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, и промывные воды присоединяют к квасу. Квас упаривают до 1/3 первоначального объема. В ту же мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> переносят остаток кваса после упаривания и промывные воды, получаемые при неоднократном споласкивании чашки дистиллированной водой. Содержимое колбы доводят дистиллированной водой при 20 °С до метки. Квас после удаления спирта фильтруют через слой ваты.

300 см<sup>3</sup> подготовленного кваса помещают в цилиндр, диаметр которого в 2-3 раза больше диаметра сахаромера. Цилиндр ставят на поддон и плавно погружают в квас сахаромер. При погружении сахаромера избыток кваса вытекает на поддон.

Отсчет концентрации сухих веществ по шкале сахаромера производят через 2-3 минуты (это необходимо для выравнивания температуры кваса и сахаромера) по верхнему мениску при положении глаза на уровне кваса в цилиндре.

#### **9.2 Опыт № 2: Определение кислотности**

Техника определения

Испытуемый материал: квас

Реактивы: раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;  
фенолфталеин

Оборудование: электрическая плитка;  
аппарат для встряхивания жидкости

Квас объемом 100 см<sup>3</sup> наливают в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, закрывают пробкой с одним отверстием, через которое пропущена тонкая трубка для выхода газа, закрепляют в аппарате для встряхивания и встряхивают в течение 20-30 мин.

Допускается встряхивать вручную. Колбу с квасом встряхивают, закрыв ладонью, периодически приоткрывая ее, до тех пор, пока не прекратится ощущение давления изнутри.

Отмеривают пипеткой подготовленный квас объемом 10 см<sup>3</sup>, вносят в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, содержащую 50-100 см<sup>3</sup> кипящей дистиллированной воды (в зависимости от интенсивности цвета напитка), и быстро охлаждают до комнатной температуры. В охлажденный раствор добавляют 3-4 капли фенолфталеина. Готовят две параллельные пробы.

Содержимое колбы титруют раствором гидроксида натрия до появления слабой розовой окраски, которая должна сохраняться не менее 30 с. Если окраска исчезнет раньше, титрования продолжают.

Общую кислотность вычисляют по формуле:

$$K = \frac{V \cdot k \cdot 100}{10 \cdot 10}, \quad (13)$$

где К – кислотность кваса, см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 1 моль/ дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> кваса;

V – объем затраченного на титрование раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>;

k – коэффициент поправки рабочего раствора гидроксида натрия;

100 – коэффициент пересчета на 100 см<sup>3</sup> кваса;

10 – объем кваса, взятый на титрование, см<sup>3</sup>;

10 – коэффициент пересчета раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в молярную концентрацию эквивалента 1 моль/дм<sup>3</sup>.

### **9.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 9**

9.3.1 Сырье, используемое при производстве кваса

9.3.1.1 Рожь

9.3.1.2 Ржаной солод

9.3.1.3 Квасные хлебцы

9.3.1.4 Концентрат квасного сусла

9.3.2 Приготовление квасного сусла

9.3.3 Сбраживание квасного сусла

8.3.4 Пастеризация и розлив кваса

## Список использованных источников

- 1 Булгаков Н.И. Биохимия солода и пива / Н.И. Булгаков.- М.: Пищевая промышленность, 1976.- 358 с.
- 2 Калунянц К.А. Химия солода и пива /К.А. Калунянц.- М.: Агропромиздат, 1990.- 176 с.
- 3 Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С.И. Хорунжина.- М.: Колос, 1999.- 312 с.
- 4 Колчева Р.А. Химико-технологический контроль пиво-безалкогольного производства /Р.А. Колчева, К.А. Калунянц, Л.А. Херсонова, А.И. Садова .- М.: Агропромиздат, 1988.- 272 с.
- 5 Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева.- СПб.: Профессия, 2004.- 536 с.
- 6 ГОСТ 12788-87. Пиво. Методы определения кислотности.- Введ. 1989-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1988.- 7 с.
- 7 ГОСТ 12789-87. Пиво. Методы определения цвета.- Введ. 1989-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1988.- 12 с.
- 8 ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала.- Введ. 2000-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1999.- 12 с.
- 9 ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности.- Введ. 1995-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1994.- 11 с.



**Приложение А**  
(обязательное)

Таблица А.1 - Соотношение между относительной плотностью  
жидкости и экстрактивностью

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
1,00000	0,000	80	0,463	60	0,924
05	0,013	85	0,476	65	0,937
10	0,026	90	0,488	70	0,949
15	0,039	95	0,501	75	0,962
20	0,052	1,00200	0,514	80	0,975
25	0,064	05	0,527	85	0,988
30	0,077	10	0,540	90	1,001
35	0,090	15	0,552	95	1,014
40	0,103	20	0,565	1,00400	1,026
45	0,116	25	0,578	05	1,039
1,00050	0,129	30	0,591	10	1,052
55	0,141	35	0,604	15	1,065
60	0,154	40	0,616	20	1,078
65	0,167	45	0,629	25	1,090
70	0,180	1,00250	0,642	30	1,103
75	0,193	55	0,655	35	1,116
80	0,206	60	0,668	40	1,129
85	0,219	65	0,680	45	1,142
90	0,231	70	0,693	1,00450	1,155
95	0,244	75	0,706	55	1,168
1,00100	0,257	80	0,719	60	1,180
05	0,270	85	0,732	65	1,193
10	0,283	90	0,745	70	1,206
15	0,296	95	0,757	75	1,219
20	0,309	1,00300	0,770	80	1,232
25	0,321	05	0,783	85	1,244
30	0,334	10	0,796	90	1,257
35	0,347	15	0,808	95	1,270
40	0,360	20	0,821	1,00500	1,283
45	0,373	25	0,834	05	1,296
1,00150	0,386	30	0,847	10	1,308
55	0,398	35	0,859	15	1,321
60	0,411	40	0,872	20	1,334
65	0,424	45	0,885	25	1,347
70	0,437	1,00350	0,898	30	1,360
75	0,450	55	0,911	35	1,372

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
40	1,385	55	1,935	70	2,483
45	1,398	60	1,948	75	2,496
1,00550	1,411	65	1,961	80	2,508
55	1,424	70	1,973	85	2,521
60	1,437	75	1,986	90	3,534
65	1,450	80	1,999	95	2,547
70	1,462	85	2,012	1,01000	2,560
75	1,475	90	2,025	05	2,572
80	1,488	95	2,038	10	2,585
85	1,501	1,00800	2,053	15	2,598
90	1,514	05	2,065	20	2,610
95	1,526	10	2,078	25	2,623
1,00600	1,539	15	2,091	30	2,636
05	1,552	20	2,101	35	2,649
10	1,565	25	2,114	40	2,661
15	1,578	30	2,127	45	2,674
20	1,590	35	2,139	1,01050	2,687
25	1,603	40	2,152	55	2,699
30	1,616	45	2,165	60	2,712
35	1,629	1,00850	2,178	65	2,725
40	1,641	55	2,191	70	2,738
45	1,654	60	2,203	75	2,750
1,00650	1,667	65	2,216	80	2,763
55	1,680	70	2,229	85	2,776
60	1,693	75	2,241	90	2,788
65	1,705	80	2,254	95	2,801
70	1,718	85	2,267	1,01100	2,814
75	1,731	90	2,280	05	2,826
80	1,744	95	2,292	10	2,839
85	1,757	1,00900	2,305	15	2,852
90	1,769	05	2,317	20	2,864
95	1,782	10	2,330	25	2,877
1,00700	1,795	15	2,343	30	2,890
05	1,807	20	2,356	35	2,903
10	1,820	25	2,369	40	2,915
15	1,833	30	2,381	45	2,928
20	1,846	35	2,394	1,01150	2,940
25	1,859	40	2,407	55	2,953
30	1,872	45	2,419	60	2,966
35	1,884	1,00950	2,432	65	2,979
40	1,897	55	2,445	70	2,991
45	1,910	60	2,458	75	3,004
1,00750	1,923	65	2,470	80	3,017

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
85	3,029	1,01400	3,573	15	4,115
90	3,042	05	3,586	20	4,128
95	3,055	10	3,598	25	4,140
1,01200	3,067	15	3,611	30	4,153
05	3,080	20	3,624	35	4,165
10	3,093	25	3,636	40	4,178
15	3,105	30	3,649	45	4,190
20	3,118	35	3,662	1,01650	4,203
25	3,131	40	3,674	55	4,216
30	3,143	45	3,687	60	4,228
35	3,156	1,01450	3,699	65	4,241
40	3,169	55	3,712	70	4,253
45	3,181	60	3,725	75	4,266
1,01250	3,194	65	3,737	80	4,278
55	3,207	70	3,750	85	4,291
60	3,219	75	3,762	90	4,304
65	3,232	80	3,775	95	4,316
70	3,245	85	3,788	1,01700	4,329
75	3,257	90	3,800	05	4,341
80	3,270	95	3,813	10	4,354
85	3,282	1,01500	3,826	15	4,366
90	3,295	05	3,838	20	4,379
95	3,308	10	3,851	25	4,391
1,01300	3,321	15	3,863	30	4,404
05	3,333	20	3,876	35	4,417
10	3,346	25	3,888	40	4,429
15	3,358	30	3,901	45	4,442
20	3,371	35	3,914	1,01750	4,454
25	3,384	40	3,926	55	4,467
30	3,396	45	3,939	60	4,479
35	3,409	1,01550	3,951	65	4,492
40	3,421	55	3,964	70	4,505
45	3,434	60	3,977	75	4,517
1,01350	3,447	65	3,989	80	4,529
55	3,459	70	4,002	85	4,542
60	3,472	75	4,014	90	4,555
65	3,485	80	4,027	95	4,567
70	3,497	85	4,039	1,01800	4,580
75	3,510	90	4,052	05	4,592
80	3,523	95	4,065	10	4,605
85	3,535	1,01600	4,077	15	4,617
90	3,548	05	4,090	20	4,630
95	3,561	10	4,102	25	4,642

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
30	4,655	45	5,193	60	5,729
35	4,668	1,02050	5,205	65	5,741
40	4,680	55	5,218	70	5,754
45	4,692	60	5,230	75	5,766
1,01850	4,705	65	5,243	80	5,779
55	4,718	70	5,255	85	5,791
60	4,730	75	5,268	90	5,803
65	4,743	80	5,280	95	5,816
70	4,755	85	5,293	1,02300	5,828
75	4,768	90	5,305	05	5,841
80	4,780	95	5,318	10	5,853
85	4,792	1,02100	5,330	15	5,865
90	4,805	05	5,343	20	5,878
95	4,818	10	5,355	25	5,890
1,01900	4,830	15	5,367	30	5,903
05	4,843	20	5,380	35	5,915
10	4,855	25	5,392	40	5,938
15	4,868	30	5,405	45	5,940
20	4,880	35	5,418	1,02350	5,952
25	4,893	40	5,430	55	5,965
30	4,905	45	5,443	60	5,977
35	4,918	1,02150	5,455	65	5,990
40	4,930	55	5,467	70	6,002
45	4,943	60	5,480	75	6,015
1,01950	4,955	65	5,492	80	6,027
55	4,968	70	5,505	85	6,039
60	4,980	75	5,517	90	6,052
65	4,993	80	5,530	5	6,064
70	5,006	85	5,542	1,02400	6,077
75	5,018	90	5,555	05	6,089
80	5,030	95	5,567	10	6,101
85	5,043	1,02200	5,580	15	6,114
90	5,055	05	5,592	20	6,126
95	5,068	10	5,605	25	6,139
1,02000	5,080	15	5,617	30	6,151
05	5,093	20	5,629	35	6,163
10	5,106	25	5,642	40	6,176
15	5,118	30	5,654	45	6,188
20	5,130	35	5,667	1,02450	6,200
25	5,143	40	5,679	55	6,213
30	5,155	45	5,692	60	6,225
35	5,168	1,02250	5,704	65	6,238
40	5,180	55	5,716	70	6,250

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
75	6,263	90	6,794	05	7,324
80	6,275	95	6,807	10	7,337
85	6,287	1,02700	6,819	15	7,349
90	6,300	05	6,831	20	7,361
95	6,312	10	6,844	25	7,374
1,02500	6,325	15	6,856	30	7,386
05	6,337	20	6,868	35	7,398
10	6,350	25	6,881	40	7,411
15	6,362	30	6,893	45	7,423
20	6,374	35	6,905	1,02950	7,435
25	6,387	40	6,918	55	7,447
30	6,399	45	6,930	60	7,460
35	6,411	1,02750	6,948	65	7,472
40	6,424	55	6,951	70	7,484
45	6,436	60	6,967	75	7,497
1,02550	6,449	65	6,979	80	7,509
55	6,461	70	6,992	85	7,521
60	6,478	75	7,004	90	7,533
65	6,485	80	7,017	95	7,546
70	6,498	85	7,029	1,03000	7,558
75	6,510	90	7,041	05	7,570
80	6,523	95	7,053	10	7,583
85	6,536	1,02800	7,066	15	7,595
90	6,547	05	7,078	20	7,607
95	6,560	10	7,091	25	7,619
1,02600	6,572	15	7,108	30	7,632
05	6,584	20	7,116	35	7,644
10	6,597	25	7,127	40	7,656
15	6,609	30	7,140	45	7,668
20	6,621	35	7,152	1,03050	7,681
25	6,634	40	7,164	55	7,693
30	6,646	45	7,177	60	7,705
35	6,659	1,02850	7,189	65	7,717
40	6,671	55	7,201	70	7,730
45	6,683	60	7,2214	75	7,742
1,02650	6,696	65	7,226	80	7,754
55	6,708	70	7,238	85	7,767
60	6,720	75	7,251	90	7,779
65	6,733	80	7,263	95	7,791
70	6,745	85	7,275	1,03100	7,803
75	6,757	90	7,287	05	7,816
80	6,770	95	7,300	10	7,828
85	6,782	1,02900	7,312	15	7,840

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
20	7,853	35	8,378	1,03550	8,902
25	7,865	40	8,391	55	8,915
30	7,877	45	8,403	60	8,927
35	7,889	1,03350	8,415	65	8,939
40	7,901	55	8,427	70	8,951
45	7,914	60	8,439	75	8,963
1,03150	7,926	65	8,452	80	8,975
55	7,938	70	8,464	85	8,988
60	7,950	75	8,476	90	9,000
65	7,963	80	8,488	95	9,012
70	7,975	85	8,500	1,03600	9,024
75	7,987	90	8,513	05	9,036
80	8,000	95	8,525	10	9,048
85	8,012	1,03400	8,537	15	9,060
90	8,024	05	8,549	20	9,073
95	8,036	10	8,561	25	9,085
1,03200	8,048	15	8,574	30	9,097
05	8,061	20	8,586	35	9,109
10	8,073	25	8,598	40	9,121
15	8,085	30	8,610	45	9,133
20	8,098	35	8,622	1,03650	9,145
25	8,110	40	8,634	55	9,158
30	8,122	45	8,647	60	9,170
35	8,134	1,03450	8,659	65	9,182
40	8,146	55	8,671	70	9,194
45	8,159	60	8,683	75	9,206
1,03250	8,171	65	8,695	80	9,218
55	8,183	70	8,708	85	9,230
60	8,195	75	8,720	90	9,243
65	8,207	80	8,732	95	9,255
70	8,220	85	8,744	1,03700	9,267
75	8,232	90	8,756	05	9,279
80	8,244	95	8,768	10	9,291
85	8,256	1,03500	8,781	15	9,303
90	8,269	05	8,793	20	9,316
95	8,281	10	8,805	25	9,328
1,03300	8,293	15	8,817	30	9,340
05	8,305	20	8,830	35	9,352
10	8,317	25	8,842	40	9,364
15	8,330	30	8,854	45	9,376
20	8,342	35	8,866	1,03750	9,388
25	8,354	40	8,878	55	9,400
30	8,366	45	8,890	60	9,413

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
65	9,425	80	9,945	95	10,463
70	9,437	85	9,957	1,04200	10,475
75	9,449	90	9,969	05	10,487
80	9,461	95	9,981	10	10,499
85	9,473	1,04000	9,993	15	10,511
90	9,485	05	10,005	20	10,523
95	9,498	10	10,017	25	10,536
1,03800	9,509	15	10,030	30	10,548
05	9,522	20	10,042	35	10,559
10	9,534	25	10,054	40	10,571
15	9,546	30	10,066	45	10,584
20	9,558	35	10,078	1,04250	10,596
25	9,570	40	10,090	55	10,608
30	9,582	45	10,102	60	10,620
35	9,594	1,04050	10,114	65	10,632
40	9,606	55	10,126	70	10,644
45	9,618	60	10,138	75	10,656
1,03850	9,631	65	10,150	80	10,668
55	9,643	70	10,162	85	10,680
60	9,655	75	10,174	90	10,692
65	9,667	80	10,186	95	10,704
70	9,679	85	10,198	1,04300	10,716
75	9,691	90	10,210	05	10,728
80	9,703	95	10,223	10	10,740
85	9,715	1,04100	10,234	15	10,752
90	9,727	05	10,246	20	10,764
95	9,740	10	10,259	25	10,776
1,03900	9,751	15	10,271	30	10,788
05	9,764	20	10,283	35	10,800
10	9,776	25	10,295	40	10,812
15	9,788	30	10,307	45	10,824
20	9,800	35	10,319	1,04350	10,836
25	9,812	40	10,331	55	10,848
30	9,824	45	10,343	60	10,860
35	9,836	1,04150	10,355	65	10,872
40	9,848	55	10,367	70	10,884
45	9,860	60	10,379	75	10,896
1,03950	9,873	65	10,391	80	10,908
55	9,885	70	10,403	85	10,920
60	9,897	75	10,415	90	10,932
65	9,909	80	10,427	95	10,944
70	9,921	85	10,439	1,04400	10,956
75	9,933	90	10,451	05	10,968

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
10	10,980	25	11,494	40	12,007
15	10,992	30	11,506	45	12,019
20	11,004	35	11,518	1,04850	12,031
25	11,016	40	11,530	55	12,042
30	11,027	45	11,542	60	12,054
35	11,039	1,04650	11,554	65	12,066
40	11,051	55	11,566	70	12,078
45	11,063	60	11,578	75	12,090
1,04450	11,075	65	11,590	80	12,102
55	11,087	70	11,602	85	12,114
60	11,100	75	11,614	90	12,126
65	11,112	80	11,626	95	12,138
70	11,123	85	11,638	1,04900	12,150
75	11,135	90	11,650	05	12,162
80	11,147	95	11,661	10	12,173
85	11,159	1,04700	11,673	15	12,185
90	11,171	05	11,685	20	12,197
95	11,183	10	11,697	25	12,209
1,04500	11,195	15	11,709	30	12,221
05	11,207	20	11,721	35	12,233
10	11,219	25	11,733	40	12,245
15	11,231	30	11,745	45	12,256
20	11,243	35	11,757	1,04950	12,268
25	11,255	40	11,768	55	12,280
30	11,267	45	11,780	60	12,292
35	11,279	1,04750	11,792	65	12,304
40	11,291	55	11,804	70	12,316
45	11,303	60	11,816	75	12,328
1,04550	11,315	65	11,828	80	12,340
55	11,327	70	11,840	85	12,351
60	11,339	75	11,852	90	12,363
65	11,351	80	11,864	95	12,375
70	11,363	85	11,876	1,05000	12,387
75	11,375	90	11,888	05	12,399
80	11,387	95	11,900	10	12,411
85	11,399	1,04800	11,912	15	12,423
90	11,411	05	11,923	20	12,435
95	11,423	10	11,935	25	12,447
1,04600	11,435	15	11,947	30	12,458
05	11,446	20	11,959	35	12,470
10	11,458	25	11,971	40	12,482
15	11,470	30	11,983	45	12,494
20	11,482	35	11,995	1,05050	12,506



Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
55	12,518	70	13,027	85	13,534
60	12,530	75	13,039	90	13,546
65	12,542	80	13,050	95	13,557
70	12,553	85	13,062	1,05500	13,569
75	12,565	90	13,074	05	13,581
80	12,577	95	13,086	10	13,593
85	12,589	1,05300	13,098	15	13,604
90	12,601	05	13,109	20	13,616
95	12,613	10	13,121	25	13,628
1,05100	12,624	15	13,133	30	13,640
05	12,636	20	13,145	35	13,651
10	12,648	25	13,157	40	13,663
15	12,660	30	13,168	45	13,675
20	12,672	35	13,180	1,05550	13,687
25	12,684	40	13,192	55	13,698
30	12,695	45	13,204	60	13,710
35	12,707	1,05350	13,215	65	13,722
40	12,719	55	13,227	70	13,734
45	12,731	60	13,239	75	13,746
1,05150	12,743	65	13,251	80	13,757
55	12,755	70	13,263	85	13,769
60	12,767	75	13,274	90	13,781
65	12,778	80	13,286	95	13,792
70	12,790	85	13,298	1,05600	13,804
75	12,802	90	13,310	05	13,816
80	12,814	95	13,322	10	13,828
85	12,826	1,05400	13,333	15	13,839
90	12,838	05	13,345	20	13,851
95	12,849	10	13,357	25	13,863
1,05200	12,861	15	13,369	30	13,875
05	12,873	20	13,380	35	13,886
10	12,885	25	13,392	40	13,898
15	12,897	30	13,404	45	13,910
20	12,909	35	13,416	1,05650	13,921
25	12,920	40	13,428	55	13,933
30	12,932	45	13,439	60	13,945
35	12,944	1,05450	13,451	65	13,957
40	12,956	55	13,463	70	13,968
45	12,968	60	13,475	75	13,980
1,05250	12,979	65	13,487	80	13,992
55	12,991	70	13,499	85	14,004
60	13,003	75	13,510	90	14,015
65	13,015	80	13,522	95	14,027

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
1,05700	14,039	15	14,542	30	15,044
05	14,051	20	14,554	35	15,055
10	14,062	25	14,565	40	15,067
15	14,074	30	14,577	45	15,079
20	14,086	35	14,589	1,06150	15,090
25	14,097	40	14,601	55	15,102
30	14,109	45	14,612	60	15,114
35	14,121	1,05950	14,624	65	15,125
40	14,133	55	14,636	70	15,137
45	14,144	60	14,647	75	15,148
1,05750	14,156	65	14,659	80	15,160
55	14,168	70	14,671	85	15,172
60	14,179	75	14,682	90	15,183
65	14,191	80	14,694	95	15,195
70	14,203	85	14,706	1,06200	15,207
75	14,215	90	14,717	05	15,218
80	14,226	95	14,729	10	15,230
85	14,238	1,06000	14,741	15	15,241
90	14,250	05	14,752	20	15,253
95	14,261	10	14,764	25	15,265
1,05800	14,273	15	14,776	30	15,276
05	14,285	20	14,787	35	15,288
10	14,297	25	14,799	40	15,300
15	14,308	30	14,811	45	15,311
20	14,320	35	14,822	1,06250	15,323
25	14,332	40	14,834	55	15,334
30	14,343	45	14,846	60	15,346
35	14,355	1,06050	14,857	65	15,358
40	14,367	55	14,860	70	15,369
45	14,379	60	14,881	75	15,381
1,05850	14,390	65	14,892	80	15,393
55	14,402	70	14,904	85	15,404
60	14,414	75	14,916	90	15,416
65	14,425	80	14,927	95	15,427
70	14,437	85	14,939	1,06300	15,439
75	14,449	90	14,950	05	15,451
80	14,460	95	14,962	10	15,462
85	14,472	1,06100	14,974	15	15,474
90	14,484	05	14,986	20	15,486
95	14,495	10	14,997	25	15,497
1,05900	14,507	15	15,009	30	15,509
05	14,519	20	15,020	35	15,520
10	14,531	25	15,032	40	15,532

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
45	15,544	60	16,041	75	16,537
1,06350	15,555	65	16,053	80	16,549
55	15,567	70	16,065	85	16,561
60	15,578	75	16,076	90	16,572
65	15,590	80	16,088	95	16,583
70	15,602	85	16,099	1,06800	16,595
75	15,613	90	16,111	05	16,606
80	15,625	95	16,122	10	16,618
85	15,637	1,06600	16,134	15	16,630
90	15,648	05	16,145	20	16,641
95	15,660	10	16,157	25	16,652
1,06400	15,671	15	16,169	30	16,664
05	15,683	20	16,180	35	16,676
10	15,694	25	16,191	40	16,687
15	15,706	30	16,203	45	16,699
20	15,717	35	16,215	1,06850	16,710
25	15,729	40	16,226	55	16,722
30	15,741	45	16,238	60	16,733
35	15,752	1,06650	16,249	65	16,744
40	15,764	55	16,261	70	16,756
45	15,776	60	16,272	75	16,768
1,06450	15,787	65	16,284	80	16,779
55	15,799	70	16,295	85	16,797
60	15,810	75	16,307	90	16,802
65	15,822	80	16,319	95	16,813
70	15,833	85	16,330	1,06900	16,825
75	15,845	90	16,341	05	16,836
80	15,857	95	16,353	10	16,848
85	15,868	1,06700	16,365	15	16,859
90	15,880	05	16,376	20	16,871
95	15,891	10	16,388	25	16,882
1,06500	15,903	15	16,399	30	16,894
05	15,914	20	16,411	35	16,905
10	15,926	25	16,422	40	16,917
15	15,938	30	16,434	45	16,928
20	15,949	35	16,445	1,06950	16,940
25	15,961	40	16,457	55	16,951
30	15,972	45	16,468	60	16,963
35	15,984	1,06750	16,480	65	16,974
40	15,995	55	16,491	70	16,986
45	16,007	60	16,503	75	16,997
1,06550	16,019	65	16,514	80	17,009
55	16,030	70	16,526	85	17,020

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
90	17,032	05	17,524	20	18,015
95	17,043	10	17,536	25	18,027
1,07000	17,055	15	17,547	30	18,038
05	17,-66	20	17,559	35	18,049
10	17,078	25	17,570	40	18,061
15	17,089	30	17,581	45	18,072
20	17,101	35	17,593	1,07450	18,084
25	17,112	40	17,604	55	18,095
30	17,123	45	17,616	60	18,106
35	17,135	1,07250	17,627	65	18,118
40	17,146	55	17,639	70	18,129
45	17,158	60	17,650	75	18,140
1,07050	17,169	65	17,661	80	18,152
55	17,181	70	17,673	85	18,163
60	17,192	75	17,684	90	18,175
65	17,204	80	17,696	95	18,186
70	17,215	85	17,707	1,07500	18,197
75	17,227	90	17,719	05	18,209
80	17,238	95	17,730	10	18,220
85	17,250	1,07300	17,741	15	18,232
90	17,261	05	17,753	20	18,243
95	17,272	10	17,764	25	18,254
1,07100	17,284	15	17,776	30	18,266
05	17,295	20	17,786	35	18,277
10	17,307	25	17,799	40	18,288
15	17,318	30	17,810	45	18,300
20	17,330	35	17,821	1,07550	18,311
25	17,341	40	17,833	55	18,323
30	17,353	45	17,844	60	18,334
35	17,364	1,07350	17,856	65	18,345
40	17,375	55	17,867	70	18,356
45	17,387	60	17,878	75	18,368
1,07150	17,398	65	17,890	80	18,379
55	17,410	70	17,901	85	18,391
60	17,421	75	17,913	90	18,402
65	17,433	80	17,924	95	18,413
70	17,444	85	17,935	1,07600	18,425
75	17,456	90	17,947	05	18,436
80	17,467	95	17,958	10	18,447
85	17,479	1,07400	17,970	15	18,459
90	17,490	05	17,981	20	18,470
95	17,501	10	17,992	25	18,482
1,07200	17,513	15	18,004	30	18,493

Продолжение таблицы А.1

$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)	$d_{20}^{20}$	Экстрактивность масс. % (г на 100 г)
35	18,504	60	19,015	85	19,523
40	18,516	65	19,026	90	19,534
45	18,527	70	19,037	95	19,545
1,07650	18,538	75	19,048	1,08100	19,556
55	18,550	80	19,060	05	19,567
60	18,561	85	19,071	10	19,579
65	18,572	90	19,082	15	19,590
70	18,584	95	19,094	20	19,601
75	18,595	1,07900	19,105	25	19,613
80	18,607	05	19,116	30	19,624
85	18,618	10	19,127	35	19,635
90	18,629	15	19,139	40	19,646
95	18,641	20	19,150	45	19,658
1,07700	18,652	25	19,161	1,08150	19,669
05	18,663	30	19,173	55	19,680
10	18,675	35	19,184	60	19,692
15	18,686	40	19,195	65	19,703
20	18,697	45	19,207	70	19,714
25	18,709	1,07950	19,218	75	19,725
30	18,720	55	19,229	80	19,737
35	18,731	60	19,241	85	19,748
40	18,742	65	19,252	90	19,759
45	18,754	70	19,263	95	19,770
1,07750	18,765	75	19,274	1,08200	19,782
55	18,777	80	19,286	05	19,793
60	18,788	85	19,297	10	19,804
65	18,799	90	19,308	15	19,815
70	18,810	95	19,320	20	19,827
75	18,822	1,08000	19,331	25	19,838
80	18,833	05	19,342	30	19,849
85	18,845	10	19,353	35	19,860
90	18,856	15	19,365	40	19,872
95	18,867	20	19,376	45	19,883
1,07800	18,878	25	19,387	1,08250	19,894
05	18,890	30	19,399	55	19,905
10	18,901	35	19,410	60	19,917
15	18,912	40	19,421	65	19,928
20	18,924	45	19,432	70	19,939
25	18,935	1,08050	19,444	75	19,950
30	18,947	55	19,455	80	19,961
35	18,958	60	19,466	85	19,973
40	18,969	65	19,478	90	19,984
45	18,980	70	19,489	95	19,995
1,07850	18,992	75	19,500	1,08300	20,007
55	19,003	80	19,511		

