



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

## **Практикум**

для выполнения лабораторных работ  
по дисциплине

# **«Технология производства муки и крупы»**

Авторы  
Тупольских Т. И.,  
Вифлянцева Т. А.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Лабораторный практикум предназначен для студентов дневной и заочной форм обучения направлений 15.03.02 и 19.03.02

## Авторы

к.т.н. кафедры «Техника и технологии пищевых производств»  
Тупольских Т.И.,  
Вифлянцева Т.А.



## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 .....</b>	<b>4</b>
«Определение качественных показателей зерна» .....	4
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 .....</b>	<b>11</b>
«Определение качественных показателей зерна, отгружаемого на крупозавод» .....	11
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 .....</b>	<b>18</b>
«Определение качественных показателей крупы» .....	18
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 .....</b>	<b>25</b>
«Определение качественных показателей муки» .....	25
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 .....</b>	<b>32</b>
«Определение клейковины как основного показателя «силы» муки» .....	32
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 .....</b>	<b>38</b>
«Определение зольности и кислотности муки» .....	38
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 .....</b>	<b>44</b>
Определение автолитической активности муки и активности альфа-амилазы по показателю вязкости («Число падения») .....	44
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 .....</b>	<b>49</b>
«Определение газообразующей способности муки» .....	49
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 .....</b>	<b>53</b>
«Анализ качества хлеба» .....	53
<b>Список литературы .....</b>	<b>59</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Технология является основой производства. И поэтому грамотное управление производством на любом участке может быть обеспечено только при условии владения методами организации и ведения технологии.

Мука и крупа являются ценными продуктами питания для человека и присутствуют в его ежедневном рационе.

Технология муки и крупы — это совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы зерна, которые применяются в процессе производства для получения готовой продукции с заданными параметрами.

На протяжении всего технологического процесса необходимо контролировать качество продукции. Особое внимание уделяют исходному сырью и продукту на выходе.

Методические указания по проведению лабораторных работ по дисциплине «Технология производства муки и крупы» предназначены для подготовки бакалавров направлений 15.03.02 Технологические машины и оборудование и 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья и позволяют студентам на практике ознакомиться с технологическим процессом и методами анализа качества сырья и готовой продукции.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### «Определение качественных показателей зерна»

Цель работы – изучить основные показатели качества зерна и в зависимости от них определить для каких целей оно предназначено.

П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   р а б о т ы :

Идентификационная экспертиза зерна позволяет установить его ценность, перспективы использования. Она необходима по той причине, что многие зерновые выращиваются не только для пищевой цели, но и для фуража, технической переработки. Например, пшеница (самая выращиваемая в России зерновая культура) идет на продовольственные цели только в объеме 20% от всего урожая. Остальная пшеница содержит слишком низкое количество клейковины, поэтому имеет плохое качество и применяется для кормов животных и птицы.

По классам виды зерна распределяются в зависимости от

## Технология производства муки и крупы

своих ботанических особенностей. Это разделение особенно разветвлено и актуально для пшеницы. Технологическое значение имеет разделение пшеницы на мягкую и твердую. Все классы мягкой пшеницы отличаются овальной скругленной формой зерна, хорошо различимой бородкой на вершине зерна. У твердой пшеницы зерно длиннее, со стороны зародыша у него есть утолщение на спинке, бороздка развита слабо. Пшеницу подразделяют на типы по устойчивым природным признакам, связанным с ее технологическими, пищевыми и товарными достоинствами, и подтипы — по изменяющимся природным признакам (стекловидности и цвету), указанным в таблице 1.

Таблица 1

Номер и наименование типа	Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		Цвет	Общая стекловидность, %
I - мягкая яровая красозерная; IV – мягкая озимая красозерная	1	Темно-красный	Не менее 75
	2	Красный	Не менее 60
	3	Светло-красный или желто-красный	Не менее 40
	4	Преобладают желтые и желтобокие зерна	Менее 40
II - твердая яровая	1	Темно-янтарный	Не менее 70
	2	Светло-янтарный	Не ограничивается
III – мягкая яровая белозерная	1	-	Не менее 60
	2	-	Менее 60

## Технология производства муки и крупы

V – мягкая озимая белозерная; VI – твердая озимая	-	-	Не ограничивается
--	---	---	-------------------

Пшеницу в зависимости от качества зерна подразделяют на классы в соответствии с требованиями, указанными в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы класса				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Типовой состав	I и IV типы, 1-3 подтипы; III тип, 1 подтип и V тип.		I, III, IV типы, все подтипы и V тип.	I, III, IV типы, все подтипы; V тип и смеси типов	
Массовая доля белка, %, на сухое вещество, не менее	14,5	13,5	12,0	10,0	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	28,0	23,0	18,0	Не ограничивается

Число падения, с. не менее	200	200	150	80	Не ограничивается
----------------------------	-----	-----	-----	----	-------------------

Стекловидность. %, не менее	60	60	40	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	750	750	730	710	Не ограничивается

Класс пшеницы определяют по наихудшему значению одного из показателей качества зерна, указанного в таблице 2. Пшеница 1, 2, 3, 4 классов может использоваться в качестве продовольствия. 5 класс предназначен только для кормовых целей. Твердая пшеница идет на производство макаронных изделий, а мягкая на производство муки, крупы.

**Рожь.** Виды зерна различаются в зависимости от числа падения – на 1, 2, 3 и 4 класс. Рожь первого, второго, третьего класса используется для пищевых целей, в т.ч. переработки на муку. Рожь 4 класса предназначена для кормовых целей, переработки на комбикорм, в небольших удельных количествах – для получения солода.

**Ячмень** разделяется на 1 и 2 классы в зависимости от натуры и некоторых других качественных показателей. 1 класс предназначается для производственных целей (изготовление перловой и ячневой крупы, частично – получение муки), 2 – для изготовления комбикорма, выработки солода в производстве спирта.

**Кукуруза** разделяется на 9 типов: I) зубовидная желтая; II) зубовидная белая; III) кремнистая желтая; IV) кремнистая белая; V) полузубовидная желтая; VI) полузубовидная белая; VII) лопающаяся белая; VIII) лопающаяся желтая; IX) восковидная. Виды зерна классифицируются в зависимости от формы, а также характеристик эндосперма. Самый распространенный тип – зубовидная кукуруза, которая имеет углубление на вершине зерна, содержит равные доли твердого и мягкого крахмала. В условиях короткого вегетационного периода возделывается кремнистая кукуруза, эндосперм которой состоит полностью из твердого крахмала. Сорта более высокого качества идут на масло, изготовление крупы, муки, низкого качества – на силос.

*Для крупяной промышленности* поставляют кукурузу III–VI типов, *для мукомольной промышленности* – любого типа. Допускается по согласованию с потребителем поставлять для крупяной промышленности кукурузу других типов. Влажность не более 15,0 %, сорная примесь не более 2,0 %, в т.ч. испорченные зерна не более 1,0 %, зерновая примесь не более 7,0%, в т.ч. проросшие не более 2,0 % поврежденные не более 1,0 %.

*Для пищекоицентратной промышленности* поставляют кукурузу I—V, VII и VIII типов, а предприятиям общественного питания — 111, IV и VII типов, влажность не более 15,0 %, сорная примесь не более 1,0 % в т.ч. испорченные зерна не более 0,5 %, зерновая примесь не более 7,0 % в т.ч. проросшие не более 2,0 % поврежденные не более 1,0 %.

*Для крахмалопаточной промышленности* поставляют кукурузу I, II, V и VI, влажность не более 15,0 %, сорная примесь не более 3,0 %, % в т.ч. испорченные зерна не более 1,0 %, зерновая примесь не более 7,0 % в т.ч. проросшие, поврежденные не более 7,0 %.

*Для производства детского питания* поставляют кукурузу I, II, V и VI, влажность не более 15,0 %, сорная примесь не более 2,0 %, зерновая примесь не более 3,0 %, испорченные, поврежденные, проросшие зерна, вредная примесь (головня, спорынья и т.п.) не допускаются.

*Для выработки комбикормов* и на кормовые цели поставляют кукурузу любого типа, а также смесь типов, влажность не более 15,0 %, сорная примесь не более 5,0 %, зерновая примесь не более 15,0 %, в т.ч. проросшие не более 5,0 %.

### **Определение класса и назначения зерна**

Анализ качества зерна проводят по следующим показателям:

- *для пшеницы* – определение массовой доли клейковины, ее качества, а также стекловидности, числа падения, натуре;
- *для ржи* – определения натуре, числа падения, присутствия зерен, окрашенных в розовый цвет, сорных примесей;
- *для кукурузы* – определения типа зерна, доли поврежденных, проросших, испорченных зерен;
- *для ячменя* – определения натуре, наличия примесей.

После проведения анализа и получения данных о конкретной партии зерна определяют его класс и назначение.

**Анализ зерна пшеницы.** В таблице 3 представлены результаты исследования партий пшеницы, поступившие на элеватор. Исходя из полученных показателей качества зерна определить его класс и назначение.

Таблица 3

Наименование показателя	Полученные данные			Класс и назначение зерна		
	1	2	3	1	2	3
Наименование типа и подтипа зерна	V	I	III			
Массовая доля белка, %, на сухое вещество	13,0	11,9	14,7			
Массовая доля сырой клейковины, %	21,5	20,0	26,1			
Число падения, с	395	291	415			
Стекловидность, %	60	38	70			
Натура, г/л	761	710	793			

**Анализ зерна кукурузы.** В таблице 4 представлены результаты исследования партий кукурузы, поступившие на элеватор. Исходя из полученных показателей качества зерна определить его назначение.

Таблица 4

Наименование показателя	Полученные данные			Назначение зерна		
	1	2	3	1	2	3

## Технология производства муки и крупы

Наименование типа зерна	зубовидная желтая	полузубовидная белая	Смесь типов: кремнистая желтая - 15%, зубовидная желтая – 85%			
Влажность, %	13,5	14,1	14,9			
Сорная примесь, % в т.ч.: Испорченные, %	1,0	2,3	0,7			
	0,3	0,6	-			
Зерновая примесь, % в т.ч.: Битые, %	3,7	5,2	2,3			
	1,6	3,6	0,9			
Поврежденные, %	2,1	1,3	1,4			
Проросшие, %	-	0,3	-			

## Контрольные вопросы

1. Для чего проводится анализ качества зерна?
2. Какие классы пшеницы идут на продовольственные цели, а какие на кормовые?
3. В чем отличие твердой пшеницы от мягкой?
4. Как определяется класс зерна? Как определяется тип зерна?
5. По какому принципу классифицируют рожь? Какие классы используются для крупы, а какие для комбикормов?
6. Какие продукты получают из зерна кукурузы?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### «Определение качественных показателей зерна, отгружаемого на крупозавод»

Цель работы – изучить методики определения показателей качества ячменя, научиться самостоятельно их определять и уметь делать выводы о его доброкачественности.

Порядок выполнения работы:

Ячмень в зависимости от качества подразделяют на два класса, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Наименование показателя	Норма для класса	
	1-го	2-го
Цвет	Желтый с разными оттенками	Свойственный здоровому зерну. Допускается потемневший
Влажность, %, не более	19,0	19,0
Натура, г/л, не менее	630	Не ограничивается
Сорная примесь, %, не более	4,0	8,0
Зерновая примесь, %, не более	9,0	15,0
Мелкие зерна	5,0	Не ограничиваются
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени	

Класс заготавливаемого ячменя определяют по наихудшему значению одного из показателей качества зерна. Заготавливаемый ячмень 1-го класса предназначен для использования на продовольственные цели, а 2-го класса — для выработки солода в спиртовом производстве, комбикормов и на кормовые цели.

К 1-му классу заготавливаемого ячменя и поставляемому на продовольственные цели относят зерно наиболее ценных по качеству сортов.

При поставках ячменя на продовольственные цели (в т.ч.

для крупяного производства) устанавливают ограничительные нормы, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Наименование показателя	Норма для поставляемого ячменя
Цвет	Желтый с разными оттенками
Влажность, %, не более	14,5
Натура, г/л, не менее	630
Сорная примесь, %, не более	2,0
Зерновая примесь, %, не более	7,0
Мелкие зерна	5,0
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше I степени

### **1. Определение показателей свежести**

Свежесть зерна характеризуется цветом и запахом зерна. Заготавливаемый и поставляемый ячмень должен быть в здоровом негреющемся состоянии, иметь свойственные здоровому зерну нормальные цвет и запах (без затхлого, солодового, плесневого, постороннего запахов). Ячмень, поставляемый на крупяной завод, должен иметь желтый цвет с разными отеками. Потемневшие зерна не допускаются. Цвет зерна определяют визуально, сравнивая с описанием этого признака в стандартах на исследуемую культуру.

Для определения запаха берут навеску зерна массой около 100 г, помещают в чашку, согревают дыханием и исследуют на запах. При ощущении в зерне навески слабо выраженного постороннего запаха, не свойственного нормальному зерну, для усиления этого запаха зерно навески размалывают и наличие постороннего запаха определяют в размолотом зерне. Полученные данные записываются в таблицу 9.

### **2. Определение влажности**

Определение влажности ячменя на приборе влагомер «ЦВЗ-ЗА» проводят в соответствии с инструкцией к прибору. Получен-

ные данные записываются в таблицу 9.

### **3. Определение зараженности**

Среднюю пробу взвешивают и помещают на набор сит с отверстиями диаметром 2,5 и 1,5 мм. Осуществляют просеивание пробы в течение 2 мин вручную при не менее 120 круговых движениях в минуту.

Сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на белое стекло анализной доски и разбирают вручную с помощью шпателя. Обнаруженных живых подвижных насекомых и клещей подсчитывают отдельно по видам. Затем собирают вместе всех неподвижных насекомых и

клещей и подогревают их дыханием в течение 5—10 с или теплом электролампы с целью активизации. Активизированных в результате этой процедуры подвижных живых насекомых подсчитывают отдельно по видам. Мертвых вредителей относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают.

Проход сита с отверстиями диаметром 2,5 мм высыпают на белое стекло анализной доски и также разбирают с помощью шпателя. Также проводят подсчет обнаруженных живых и активизированных насекомых.

Затем рассыпают тонким слоем на черном стекле анализной доски проход сита с отверстиями диаметром 1,5 мм и рассматривают его с помощью лупы. Проводят подсчет обнаруженных живых и активизированных насекомых.

*Обработка результатов.* Среднюю плотность заражения зерна каждым видом вредителя ( $X_c^1, X_c^2 \dots X_c^i$ ), выражаемую количеством экземпляров одного вида вредителей в 1 кг зерна, вычисляют по формуле:

$$(X_c^1, X_c^2 \dots X_c^i) = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_i}{N \cdot m}$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_i$  - количество вредителей одного вида, обнаруженное в средних пробах, экз.;

$m$  – масса средней пробы, кг;

$N$  - количество средних проб, отобранных от партии, шт.

Среднюю плотность заражения зерна, хранящегося насыпью на площадках и в складах, вычисляют по формуле:

$$(X_c^1, X_c^2 \dots X_c^i) = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_i}{2 \cdot N \cdot m}$$

где 2 — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения вредителей в насыпи зерна.

Суммарную плотность заражения зерна вредителями (СПЗ), выражаемую количеством экземпляров всех видов вредителей с учетом вредоносности каждого вида в 1 кг зерна,

вычисляют по формуле:

$$\text{СПЗ} = (X_c^1 \times K_B^1) + (X_c^2 \times K_B^2) + \dots + (X_c^i \times K_B^i)$$

где  $X_c^1, X_c^2 \dots X_c^i$  - средняя плотность заражения зерна каждым видом вредителя, экз/кг;

$K_B^1, K_B^2 \dots K_B^i$  - коэффициент вредоносности каждого вида вредителя (приведен в таблице 7).

Таблица 7

Наименование вредителя	Коэффициент вредоносности
Зерновой точильщик	1,7
Амбарный долгоносик	1,5
Бабочки (гусеницы), мавританская козявка	1,1
Рисовый долгоносик	1,0
Мучные хрущаки, притворяшки, кожееды	0,4
Мукоеды, грибоеды	0,3
Блестянки, скрытники, скрытноеды	0,2
Сеноеды	0,1
Хлебные клещи	0,05

В случае заражения зерна только одними клещами результаты определения суммарной плотности заражения в документах

о качестве проставляют с прибавлением слова «(клещ)» к значению показателя суммарной плотности заражения, например, СПЗ = 2 (клещ) экз./кг.

Зараженность зерна вредителями в зависимости от значения показателя суммарной плотности заражения характеризуют пятью степенями. Характеристика степеней зараженности зерна приведена в таблице 8.

Таблица 8

Степень зараженности	Показатель суммарной плотности заражения (СПЗ), экз./к
I	До 1 включ.
II	Свыше 1 до 3
III	от 3 до 15
IV	от 15 до 90
V	Свыше 90

Полученные данные записываются в таблицу 9.

#### **4. Определение засоренности и мелкого зерна**

Навеску массой 50 г просеивают на ситах 2,2\*20 мм и диаметром 1,5 мм в течение 3 мин. Проходом сита 2,2\*20 мм выделяют мелкое зерно. Проход сита диаметром 1,5 мм без разбора относят к сорной примеси, а схода разбирают, выделяя фракции сорной и зерновой примесей.

*К сорной примеси относят в остатке на сите с отверстиями диаметром 1,5 мм:*

- минеральную примесь — гальку, комочки земли, руду, шлак и т. п.;
- органическую примесь — части стеблей, колоса, листьев, ости, пленки и т. п.;
- семена дикорастущих растений;
- испорченные зерна ячменя — целые и битые с явно испорченным эндоспермом черного цвета, а также со светлым, но рыхлым эндоспермом, легко разрушающимся при надавливании;
- зерна ячменя с полностью выеденным эндоспермом;
- вредную примесь — спорыню, головню, пораженные нематодой зерна, плевел опьяняющий, горчак ползучий,

софору лисохвостную, термописис ланцетный, вязель разноцветный, гелиотроп опушенноплодный, триходесму седую;

- фузариозные зерна;
- зерна и семена других культурных растений, отнесенные согласно стандартам, на эти культуры по характеру их повреждений к сорной примеси;
- мертвые насекомые.

*К зерновой примеси относят в остатке на сите с отверстиями диаметром 1,5 мм зерна ячменя:*

- давленные;
- щуплые;
- 50% битые, изъеденные;
- незрелые — зеленые, при надавливании деформирующиеся;
- проросшие — с вышедшим наружу корешком или ростком;
- поврежденные — зерна с измененным цветом эндосперма от кремового до светло – коричневого цвета;

Каждую фракцию взвешивают и выражают в процентах по отношению к массе навески. Массу мелкого зерна выражают в процентах по отношению к массе чистого зерна к навеске.

$$X_{м/з} = \frac{m_{\text{прох}} \cdot 100}{m_{\text{чист.з}}}$$

$$m_{\text{чист.з}} = m_{\text{н}} - (m_{\text{с/п}} + m_{\text{э/п}})$$

Полученные данные записываются в таблицу 9.

### **5. Определение металломагнитной примеси**

Выделение металлопримеси производят с помощью прибора ПФФ или вручную. При выделении примеси на приборе ПФФ 1 кг крупы пропускают через экран. Затем снимают крышку прибора, вынимают экран с блока магнитов, а металлопримесь помещают на лист белой бумаги.

При выделении примеси вручную навеску крупы массой 1 кг разравнивают слоем не более 0,5 см и подковообразным магнитом проводят вдоль и поперек слоя крупы так, чтобы весь продукт был захвачен полюсами магнита. Частицы металлопримеси снимают с полюсов магнита на лист белой бумаги.

Выделение металлопримеси из продукта производят 3 раза, после чего ее взвешивают на аналитических весах и рассчитыва-

ют количество примеси от навески в %.

### **6. Определение натуры**

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

Натуру или объемную массу определяют на специальных весах – пурках, после выделения из средней пробы крупных примесей просеиванием зерна на сите с круглыми отверстиями диаметром  $d = 6$  мм.

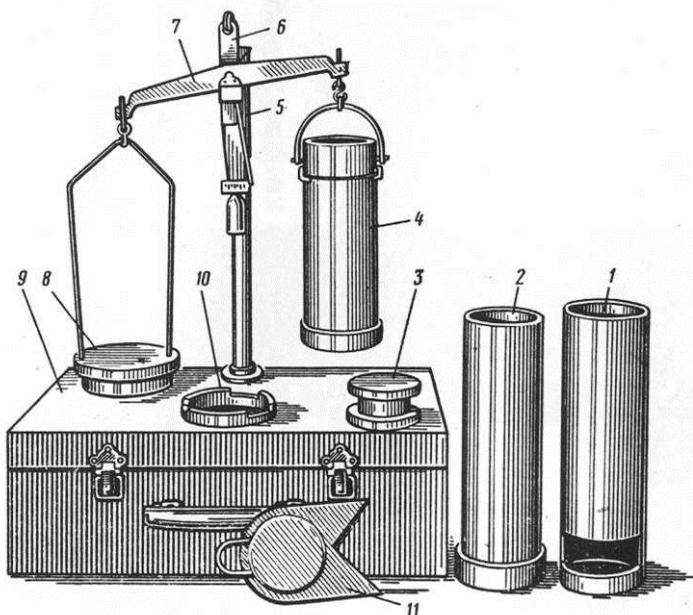


Рис.1 Литровая пурка с падающим грузом.

1 – цилиндр с воронкой; 2 – наполнитель; 3 – падающий груз; 4 – мерка; 5 – колонка весов; 6 – подвеска; 7 – коромысло весов; 8 – чашка гирь; 9 – ящик; 10 – гнездо для мерки; 11 – нож.

Взвешивание зерна при определении натурального веса производится с точностью 0,5 г.

Взвешивание повторяют не менее 2-х раз и определяют среднюю величину объемной массы. Полученные данные записываются в таблицу 9.

Таблица 9

## Технология производства муки и крупы

№ п/п	Наименование показателей	Полученный результат	Требование по ГОСТ	Примечание
1	Цвет			
2	Запах			
3	Сорная примесь, %			
4	Зерновая примесь, %			
5	Металломагнитная примесь, %			
6	Влажность, %			
7	Зараженность			
8	Содержание мелко-го зерна, %			
9	Натура, г/л			

Установить возможность отгрузки данной партии ячменя на крупозавод (вывод).

#### Контрольные вопросы

1. В чем отличие 1-го и 2-го классов ячменя?
2. По какому показателю определяют класс ячменя?
3. Для чего предназначен 1-й и 2-й класс ячменя?
4. Чем характеризуется свежесть зерна? Как она определяется?
5. Как определяется зараженность?
6. Что относится к зерновой примеси?
7. Как определяется засоренность и мелкое зерно?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### «Определение качественных показателей крупы»

Цель работы – изучить методики определения показателей качества крупы, научиться определять номер ячневой и перловой крупы и делать выводы о стандартности крупы.

### Порядок выполнения работы:

Качество крупы определяют по показателям, предусмотренным нормативно-технической документацией на соответствующие виды круп в следующей последовательности:

- влажность;
- цвет, запах, вкус;
- зараженность вредителями хлебных запасов;
- содержание металломагнитной примеси;
- крупность или номер крупы и содержание примесей;
- содержание доброкачественного ядра;
- зольность;
- кислотность для овсяных хлопьев;
- развариваемость для гречневой крупы и овсяных хлопьев.

Определение крупности или номера крупы, а также содержания примесей проводят в навеске, масса которой указана в таблице 10.

Таблица 10

Наименование крупы	Масса навески, г
Горох шелушенный (лущенный)	100
Гороховая быстрорастворивающаяся, гречневая ядрица, зародыш кукурузный, крупа из мягкой пшеницы, крупка пшеничная дробленая, крупы повышенной питательной ценности, кукурузная крупная, кукурузная шлифованная № 1 и 2, манная, овсяная недробленая, перловая № 1, 2 и 3, перловая с сокращенным временем варки № 1, 2 и 3, пшеничная быстрорастворивающаяся, пшеничная Полтавская № 1, 2 и 3, ячменная быстрорастворивающаяся, ячневая № 1	50

Кукурузная дробленая, кукурузная мелкая, кукурузная шлифованная № 3, 4 и 5, овсяные хлопья, перловая № 4 и 5, перловая с сокращенным временем варки № 4 и 5, пшеничная «Артек», пшеничная Полтавская № 4, пшеничная Полтавская № 4 из мягкой пшеницы, пшено шлифованное, рисовая шлифованная, рисовая дробленая мелкая, ячневая № 2 и 3	25
Гречневый продел, рисовая дробленая шлифованная	20

Вредную примесь определяют в навеске массой в граммах:

- 400 — спорыньи, зерен, пораженных нематодой, куколя, вязаля разноцветного, софоры лисохвостной, горчица ползучего, термопсиса ланцетного;
- 200 — головни. Минеральную примесь определяют в навеске крупы массой в граммах:
- 50 — манной, кукурузной мелкой, рисовой дробленой мелкой;
- 400 — всех остальных видов круп.

Для определения крупности или номера крупы, наличия битых ядер и мучки навески, ее просеивают на ситах, размер которых установлен нормативно-технической документацией на крупу.

### **1. Определение номера ячменной крупы**

В зависимости от способа обработки и размера крупинки ячменная крупа делится на следующие виды и номера, указанные в таблице 11.

Таблица 11

Вид	Номер
Перловая	1, 2, 3, 4, 5
Ячневая	1, 2, 3

*Характеристика видов ячменной крупы:*

*Перловая - ядро, освобожденное от цветковых пленок, хо-*

## Технология производства муки и крупы

рошо отшлифованное Крупа N 1 и 2 должна иметь удлиненную форму ядра с закругленными концами. Крупа N 3, 4 и 5 по форме должна быть шарообразной.

*Ячневая* - частицы дробленого ядра различной величины и формы, полностью освобожденные от цветковых пленок и частично от плодовых оболочек. Характеристика номеров перловой крупы должна соответствовать указанной в таблице 12.

Таблица 12

Номер крупы	Диаметр отверстий, мм, двух смежных сит по НД для определения		Норма прохода и схода двух смежных сит, %
	прохода	схода	
1	4,0	3,0	Не менее 80
2	3,0	2,5	Не менее 80
3	2,5	2,0	Не менее 80
4	2,0	1,5	Не менее 80
5	1,5	№ 056	Не менее 80

Характеристика номеров ячневой крупы должна соответствовать указанной в таблицу 13.

Таблица 13

Номер крупы	Диаметр отверстий, мм, двух смежных сит по НД для определения		Норма прохода и схода двух смежных сит, %
	прохода	схода	
1	2,5	2,0	Не менее 75
2	2,0	1,5	Не менее 75
3	1,5	N 056	Не менее 75

Крупа ячменная всех видов и номеров должна соответствовать требованиям, указанным в таблицу 14.

Таблица 14

Наименование показателя	Норма	
	Перловая	Ячневая
1. Цвет	Белый с желтоватым, иногда зеленоватым оттенками	

## Технология производства муки и крупы

2. Вкус	Свойственный нормальной ячменной крупе, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	
3. Запах	Свойственный нормальный ячменной крупе, без затхлости, плесени и других посторонних запахов	
4. Влажность, %, не более	15,0	15,0
5. Доброкачественное ядро, %, не менее	99,6	99,0
в том числе недодир в %, не более (для перловой крупы - в N 1, 2 и ячневой крупы - в N 1).	0,7	0,9
6. Сорная примесь, %, не более	0,30	0,30
7. Мучка, %, не более	0,20	0,40
8. Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается	
9. Металломагнитная примесь на 1 кг крупы, мг, не более	3,0	3,0

**Техника определения.** Для определения номера крупы перловой берется навеска 50 г, просеивается на наборе сит 4,0 мм; 3,0 мм; 2,5 мм; 2,0 мм; 1,5 мм в течение 3 мин при 110-120 об/мин.

Сход с каждого сита и проход нижнего сита взвешивают, и результаты выражаются в процентах к навеске. Номер крупы устанавливают согласно нормам прохода и схода для каждого из двух смежных сит согласно таблице 12. Результаты записывают следующим образом:

Сход сита диаметром 3,0 мм \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %  
 « « диаметром 2,5 мм \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %  
 « « диаметром 2,0 мм \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %  
 проход сита диаметром 1,5 мм \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %  
 крупа \_\_\_\_\_

## **2. Определение недодира**

Недодир в ячменной крупе определяют в навеске массой 10 г путем просмотра ее с помощью лупы. У перловой крупы недодиром считаются остатки цветковой пленки на 1/4 поверхности крупинки (в борозде не учитывают); их допускается не более 0,7 %. В ячневой крупе недодир - это крупинки с явно выступающими за их края остатками цветковых пленок; предельно допустимая нор-

ма - 0,9 %. При расчете доброкачественного ядра недодир, превышающий допустимую норму, относят к сорной примеси.

Определение недодира проводится следующим методом: навеску крупы 10 г помещают на металлическое сито и опускают в 2% раствор марганцевокислого калия на 1 мин, а затем промывают в течение 0,5 мин под струей воды. Обработанную крупку высушивают на фильтровальной бумаге и отбирают из нее недодир, пленки которого выделяются на потемневшем ядре.

Недодир и обработанную крупку взвешивают и количество недодира выражают в процентах к массе крупы после обработки. Результаты записывают следующим образом:

Масса недодра \_\_\_\_\_ г

Масса обработанной крупы \_\_\_\_\_ г

Масса всей крупы \_\_\_\_\_ г

% недодира \_\_\_\_\_

*Пример расчета недодира.* Масса недодира — 0,38 г Масса нормально обработанной крупы — 10,58 г Масса всей крупы — 10,96 г. Недодир равен:

$$\frac{0,38 \cdot 100}{10,96} = 3,47\%$$

### **3. Определение примесей**

Для определения содержания примесей в перловой крупке берется навеска 50 г и просеивается на сите № 056 и из нее вручную выбираются следующие примеси:

- Сорная примесь, в том числе:
  - Минеральная (песок, галька, земля);
  - Органическая (частицы цветочных пленок, стеблей);
  - Сорные семена (плевел опьяняющий, вьюнок, овсюг и т.д.);
  - Вредная примесь (головня, спорынья);
  - Испорченные ядра (загнившие, заплесневевшие, с измененным цветом эндосперма).
- Мучка (мелкие частицы, проходящие через проволочное сито № 056).

Каждая выделенная фракция взвешивается и результат выражается в процентах к навеске.

Запись результатов анализа:

Навеска \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_

Примеси:

Сорная                      примесь \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %

Мучка \_\_\_\_\_ г \_\_\_\_\_ %

#### 4. Определение доброкачественного ядра

Количество доброкачественного ядра определяют путем вычитания из навески (100 %) всех примесей. Результаты записываются в таблицу 15.

Определение запаха, цвета, вкуса, влажности, зараженности и металлопримеси проводится по той же методике что и для ячменя (лабораторная работа № 2).

Таблица 15

№ п/п	Наименование показателей	Полученный результат	Требование по ГОСТ	Примечание
1	Цвет			
2	Запах			
3	Вкус			
4	Сорная примесь, %			
5	Мучка, %			
6	Металломагнитная примесь, %			
7	Влажность, %			
8	Зараженность			
9	Доброкачественное ядро, %			
10	Натура, г/л			

Установить номер перловой крупы (вывод).

Контрольные вопросы

1. По каким показателям определяется качество крупы?
2. Перловая и ячневая крупы – в чем отличие?
3. Чем характеризуется номер ячневой и перловой круп?
4. Что такое недодир?
5. Что относится к сорной примеси?
6. Что такое мучка?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### «Определение качественных показателей муки»

Цель работы – ознакомиться с методикой определения качественных показателей муки. Освоить методы определения запаха, вкуса, хруста, массовой доли влаги и белизны муки. На основе полученных результатов произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

Качество муки всех выходов и сортов нормируется стандартами и имеет довольно большое число показателей, которое можно разделить на две группы:

- 1) Показатели, характеристика и числовое выражение которых не зависят от выхода и сорта муки, т. е. по этим показателям к любой муке предъявляются единые требования: запах, вкус, хруст, влажность, зараженность вредителями хлебных запасов, наличие вредных примесей и металлопримесей;
- 2) Показатели, нормируемые различно для муки разных выходов и сортов: цвет, зольность, крупность помола, количество и качество сырой клейковины.

Пшеничную хлебопекарную муку в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на типы: М 45-23; М 55-23; МК 55-23; М 75-23; МК 75-23; М 100-25; М 125-20; М 145-23.

Буква "М" обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы "МК" - муку из мягкой пшеницы крупного помола.

Первые цифры обозначают наибольшую массовую долю золы в муке в пересчете на сухое вещество в процентах, умноженное на 100, а вторые - наименьшую массовую долю сырой клейковины в муке в процентах.

#### **1. Определение запаха, вкуса и хруста**

Для определения запаха берут навеску 20 г муки, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и исследуют на запах. Для

усиления ощущения запаха муки эту навеску высыпают в стакан, обливают горячей водой температурой 60 °С и исследуют на наличие посторонних запахов.

Вкус и хруст определяют путем разжевывания 1 г муки. Мука должна обладать слабым специфическим мучным запахом. Другие запахи (сортированные или разложения) свидетельствуют о той или иной степени дефектности муки. Свежая мука имеет пресный вкус, при продолжительном разжевывании он становится сладковатым в результате воздействия амилазы слюны на крахмал. Горький, кислый и сладкий вкус характерен для муки, полученной из дефектного зерна или испортившейся при хранении.

Хруст — дефект, не допустимый в муке. Он появляется вследствие выработки ее из зерна, недостаточно очищенного от минеральных примесей, или помола на неправильно установленных или плохих жерновах. Иногда хруст появляется после перевозки мешков с мукой в неочищенных кузовах автомашин или размещения муки в плохо очищенных складах. Хруст проявляется при разжевывании муки. Этот дефект передается и печеному хлебу.

## **2. Определение крупности помола**

Размеры частичек муки являются одним из показателей ее качества. Величина частиц оказывает влияние на выход и качество изделий из муки.

Чрезмерно крупная мука в меньшем количестве поглощает влагу и вследствие этого дает более низкий выход хлеба, чем мука тонкая, состоящая из мелких однородных частиц. Хлеб из крупной муки получается с грубой толстостенной пористостью и пониженной усвояемостью. Вместе с тем мука, слишком перетертая и состоящая из пылевидных частиц, нежелательна для хлебопечения. Хлеб из такой муки получается уменьшенного объема и с интенсивно окрашенной коркой.

Крупность помола зависит не только от работы мельницы, но и от особенностей зерна. Мука из мягкой пшеницы, как правило, имеет более мелкие частицы по сравнению с мукой, выработанной из твердых пшениц.

**Техника определения.** Определение крупности продукта проводят в навеске, выделенной из средней пробы, массой 50 гр. Крупность определяют просеиванием муки на лабораторных ситах. Для определения крупности помола муки применяют два сита, расположенные одно над другим. На верхнем, более

## Технология производства муки и крупы

редком сите определяют остаток крупных частиц (сход сита), с помощью нижнего сита определяют содержание мелких частиц (проход сита). В таблице 16 приведены номера сит, а также количество схода и прохода в зависимости от сорта пшеничной муки.

Таблица 16

Сорт муки	Крупность помола, %		
	Остаток на сите, не более	Остаток на сите из проволочной сетки, не более	Проход через сито
Экстра Высший	5 из шелковой ткани № 43 или из полиамидной ткани № 45/50 ПА	-	-
Крупчатка	2 из шелковой ткани № 23 или из полиамидной ткани № 21 ПЧ-150	-	Не более 10,0 из шелковой ткани № 35 или из полиамидной ткани № 36/40 ПА
Первый	2 из шелковой ткани № 35 или из полиамидной ткани № 36/40 ПА	-	Не менее 80,0 из шелковой ткани № 43 или из полиамидной ткани № 45/50 ПА
Второй	2 из шелковой ткани № 27 или из полиамидной ткани № 27 ПА-120	-	Не менее 65,0 из шелковой ткани № 38 или из полиамидной ткани № 41/43 ПА
Обойная	-	2 сито № 067	Не менее 35,0 из шелковой ткани № 38 или из полиамидной ткани № 41/43 ПА

После определения крупности помола результаты записывают в таблицу 17 и записывают вывод о проделанной работе.

Таблица 17

П/п	Сорт муки	Номер сита	Остаток на сите	Проход через сито

## **1. Определение массовой доли влаги**

Влажность – отношение массы влаги к массе влажного вещества, выраженное в процентах. Влажность муки определяют в электрических сушильных шкафах по ГОСТ 9404 (арбитражный метод) или на приборах, например, влагомер «ЦВЗ-ЗА» (ускоренный метод).

Влажность муки не должна превышать 15,0 %. Если мука предназначена для районов Крайнего Севера или приравненных к ним территорий, то содержание влаги не должно быть выше 14,5%.

От количества воды, содержащейся в муке, зависит способность муки к хранению. Мука является менее стойким при хранении продуктом, чем зерно. Повышенная влажность приводит к активизации микрофлоры муки и активации содержащихся в муке собственных ферментов. Предельно допустимый уровень влажности (14,5-15%) позволяет поддерживать в муке условия дефицита влаги, предотвращающие развитие процессов микробиологической и биохимической порчи.

Если влажность муки превысит допустимые нормы, то ферменты переходят в активное состояние, и в муке запускаются процессы окисления и гидролизного разложения жиров, белков и других соединений. Гнилостные бактерии, плесневые грибы, молочнокислые и другие микроорганизмы начинают активно развиваться, используя муку в качестве субстрата для своего питания. В результате мука быстро загрязняется продуктами их жизнедеятельности, многие из которых представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Чем ниже сорт муки, тем больше в ней микроорганизмов, способных вызвать порчу продукта.

Повышение влажности муки только на 1%, приводит к снижению выхода готовой продукции на 1,5%. Нижний уровень влажности муки стандартом не регламентируется, однако в результате практической деятельности установлено, что слишком низкие значения влажности муки (ниже 12%) также нежелательны. Очень сухая мука связывает воду хуже, чем мука нормальной влажности, т.е. для замеса теста из пересушенной муки требуется воды меньше, чем по расчету для достижения нужного уровня влажности.

Выход хлеба нормируется исходя из влажности муки 14,5%. Если влажность выше, то выход хлеба уменьшается, а если ниже (до 12%), то увеличивается.

Техника определения. Определение влажности

муки с помощью электрического сушильного шкафа (арбитражный метод). Сушильный шкаф включают в электросеть, установив контактный термометр на температуру 130 °С. Влажность определяют в двух параллельных навесках. Продукт, выделенный из средней пробы по ГОСТ 27668 для определения влажности, тщательно перемешивают, встряхивая емкость, отбирают совком из разных мест и помещают в каждую взвешенную бюксу навеску продукта массой (5,00±0,01) г, после чего бюксы закрывают крышками и ставят в эксикатор.

По достижении в камере сушильного шкафа температуры 130 °С помещают открытые бюксы с навесками продукта в шкаф, устанавливая бюксы на снятые с них крышки. Продукт высушивают в течение 40 мин, считая с момента восстановления температуры 130 °С.

По окончании высушивания бюксы с продуктом вынимают из шкафа тигельными щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор для полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Охлажденные бюксы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в эксикатор до окончания обработки результатов анализа. Данные взвешивания записываются в таблицу 18.

Таблица 18

Порядковости	Масса пустого бюкса с крышкой, г.	Масса навески, г.	Масса бюксов с размолотым зерном, г.		Потеря в весе после сушки, г.	Влажность, %
			До сушки $m_1$	После сушки $m_2$		
1						
2						

Влажность продукта ( $X_i$ ) в процентах вычисляют по формуле

$$X_i = 100 \frac{m_1 - m_2}{m_1},$$

где  $m_1$  - масса навески муки и отрубей до высушивания, г;  
 $m_2$  - масса навески муки и отрубей после высушивания, г.

Вычисления проводят до второго десятичного знака, затем результат определения влажности округляют до первого десятичного знака.

Допускаемое расхождение между результатами двух параллельных определений не должно превышать 0,2%. За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое  $X_{ср}$  ре-

зультатов двух параллельных определений.

$$X_{\text{ср}} = (x_1 - x_2) / 2,$$

где  $x_1, x_2$  – влажность продукта 1 и 2 навески соответственно

Определение влажности муки с помощью прибора Влагомер «ЦВЗ-ЗА» (ускоренный метод).

Влагомер предназначен для экспрессного определения массовой доли влаги зерновых, зернобобовых культур и продуктов их переработки. Работа прибора основана на диэлектрическом принципе измерения влажности, который заключается в изменении диэлектрической проницаемости сыпучих веществ при изменении их влажности.

Прибор состоит из емкостного датчика, промежуточного преобразователя и измерительного устройства, конструктивно объединенные в одном корпусе. В емкостном датчике влажность пробы контролируемого продукта преобразуется в изменение электрической емкости измерительного конденсатора. В промежуточном преобразователе изменение электрической емкости измерительного конденсатора преобразуется в изменение частоты высокочастотного генератора. Измерительное устройство обрабатывает сигнал высокочастотного генератора и индицирует на цифровом индикаторе влажность продукта в процентах.

Определение влажности муки на приборе проводят в соответствии с инструкцией к прибору. Измерение влажности одной и той же пробы проводится 3 раза и за действительное значение принять среднее арифметическое трех измерений. Результаты записывают в таблицу 19 и записывают вывод о проделанной работе.

Таблица 19

Наименование муки	Результат измерений		Среднее значение
	1.		
	2.		
	3.		

### **3. Определение белизны муки**

Белизна является одним из основных показателей, характеризующих сорт муки. Этот показатель измеряется количественно в единицах прибора РЗ БПЛ. Сущность метода заключается в измерении отражательной способности уплотненно-сглаженной поверхности муки с применением фотоэлектрического прибора при доминантной длине волны ( $540 \pm 10$ ) нм в диапазоне длин волн от

510 до 580 нм. Согласно ГОСТ Р 52189-2003, для муки высшего сорта показатель белизны должен быть не ниже 54,0; для муки 1 сорта – не ниже 36,0; для муки 2 сорта – не ниже 12,0. Для муки «экстра», «крупчатка» и «обойная» этот показатель не нормируется.

Чем выше показатель белизны, тем меньше в муке частиц отрубей, и тем выше ее хлебопекарные свойства. Белоснежная высокосортовая мука стоит значительно дороже, чем темная низкосортовая.

**Техника определения.** Из средней пробы муки после тщательного перемешивания выделяют две навески массой по 100 г. Навески муки помещают в кюветы для муки, входящие в комплект прибора, и проводят в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации прибора подготовку уплотненно-сглаженной поверхности муки для проведения измерения.

Настройку прибора и определение белизны подготовленной уплотненно-сглаженной пробы муки проводят в соответствии с руководством (инструкцией) по эксплуатации прибора. Измерение второй подготовленной уплотненно-сглаженной пробы муки проводят, предварительно очистив все детали прибора и приспособления от остатков муки предыдущего измерения. Результат измерения регистрируют с точностью до 0,1 усл. ед. РЗ-БПЛ.

За результат измерения белизны муки принимают среднеарифметическое значение двух последовательных измерений, полученных в условиях повторяемости, если выполняются условия приемлемости:

$$|x_1 - x_2| \leq r$$

где  $x_1$  и  $x_2$  - результаты двух измерений, усл. ед. РЗ-БПЛ;  $r$  - значение предела повторяемости, усл. ед. РЗ-БПЛ.

В случае, если абсолютное расхождение между результатами двух последовательных измерений белизны муки превышает предел повторяемости  $r = 1,0$  усл. ед. РЗ-БПЛ, измерения белизны муки повторяют по вновь выделенным двум навескам.

По результатам измерений делают вывод о качестве муки.

#### Контрольные вопросы

1. По каким показателям определяют сорт муки?
2. Что означают буквы и цифры муки общего назначения?
3. О чем говорит такой показатель качества муки как хруст?
4. От чего зависит крупность помола? Для чего она определяется?
5. Нормы влажности муки. Почему важно поддерживать необ-

ходимый уровень влаги в муке?

6. О чем говорит показатель «белизна муки»? Какие показатели белизны пшеничной муки нормируются в ГОСТе?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### «Определение клейковины как основного показателя «силы» муки»

Цель работы – определить хлебопекарные свойства пшеничной муки, освоить методику определения качества и количества сырой клейковины, ознакомиться с методом определения содержания сухой клейковины в муке. Произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

#### **1. Качественная оценка «силы» муки.**

При оценке хлебопекарных свойств пшеничной муки значительное место уделяется комплексу ее качественных характеристик, которые называются «сила» муки. Под силой муки понимают способность ее образовывать тесто, обладающее после замеса, в ходе брожения и расстойки определенными физическими свойствами. По этому показателю пшеничная мука делится на три группы: сильная, средняя и слабая.

*Сильная мука* – это такая мука, которая способна при замесе теста нормальной консистенции поглощать относительно большое количество воды. Тесто из такой муки очень устойчиво сохраняет эластичность в процессе замеса и последующего брожения. Сильная мука обладает высокой газодерживающей способностью. Поэтому подовый хлеб из сильной муки имеет большой объем, хорошо разрыхлен и не расплывается.

*Слабая мука* – это мука, которая при замесе теста нормальной консистенции поглощает относительно мало воды. Тесто из такой муки в процессе замеса и брожения становится жидким по консистенции, малоэластичным, липким и мажущимся. При выпечке подовых изделий куски теста расплываются, их газодерживающая способность понижена, и они имеют небольшой объем.

*Средняя мука* – это мука, которая по описанным свойствам занимает промежуточное положение между сильной и слабой му-

кой.

Таким образом, под «силой» муки понимают водопоглощающую, газодерживающую и сохраняющую форму и объем способность. Сила муки в основном обусловлена белково-протеиновым комплексом, на нее оказывают влияние содержание, свойства и состояние крахмала. Решающая роль, оказывающая влияние на силу муки, принадлежит количеству и качеству клейковины. Под клейковиной понимают гидратированный белковый студень, получаемый при отмывании водой пшеничного теста.

Состав клейковины зависит от сортовых и ботанических свойств пшеницы, а также от самой техники получения клейковины: от интенсивности и длительности отмывания, состава и температуры воды. В среднем клейковина состоит из следующих компонентов (в % на сухие вещества клейковины):

Белковые вещества	- 80 – 85
Жир	- 2 – 4
Минеральные соли	- 1 – 2
Клетчатка	- 1 – 2
Углеводы	- 7 – 9

Кроме того, в состав клейковины входят ферменты муки и витамины. Основную часть клейковины составляют белки (в основном две фракции – глиадин и глютеин).

Различают клейковину «сырую» - отмываемая клейковина вместе с поглощенной при замесе теста водой и «сухую» - клейковина после высушивания.

Содержание сырой клейковины в муке различных сортов должно составлять не менее:

- 28% - для муки высшего сорта,
- 30% - для муки I-го сорта,
- 25% - для муки II-го сорта,
- 20% - для обдирной муки.

Физические свойства клейковины – ее эластичность и растяжимость – изменяются в широких пределах и зависят от сортовых особенностей пшеницы.

## **2. Определение количества сырой клейковины.**

Техника определения. Определение количества

Технология производства муки и крупы

клейковины определяют по ГОСТу 27839-2013. Навеску муки 25 г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 14 мл водопроводной воды температурой 18 – 20°C и замешивают шпателем тесто до его однородности. Частички теста, приставшие к шпателю, снимают ножом и присоединяют к основному тесту, затем тесто хорошо проминают руками и, скатанное в виде шара, кладут в чашку, прикрывают стеклом и оставляют его на 20 мин. Затем опускают тесто в тазик с 1 – 2 л воды температурой 20°C и, разминая его пальцами отмывают крахмал и оболочки.

Промывную воду меняют 3 – 4 раза по мере накопления в ней крахмала и оболочек, процеживая ее через густое шелковое сито для улавливания частичек клейковины, которые присоединяются к общей массе клейковины. Когда большая часть крахмала будет отмыта и клейковина, сначала мягкая и рвущаяся, станет упругой, разминание и промывание нужно продолжать, пока промывная вода не будет мутной.

Для установления полноты отмывания клейковины применяют следующие способы:

- к капле воды, выжатой из отмытой клейковины, добавляют каплю раствора йода в йодистом калии – отсутствие синего окрашивания указывает на полное удаление крахмала;
- в стакан чистой воды выжимают из клейковины 2 – 3 капли промывной воды. Отмывание считается законченным, если капля воды оседает в виде слегка мутной смеси, растворяясь в воде и не достигает дна стакана.

Отмытую клейковину отжимают подсушивают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем, пока она не начнет слегка прилипать к рукам, и взвешивают с точностью до 0,01 г. Затем ее повторно промывают в течение 2 мин под струей воды, отжимают и вновь взвешивают. Промывание заканчивают, когда разница между двумя взвешиваниями будет менее 0,1 г. Полученное количество клейковины выражают в процентах к муке. Данные исследований заносим в таблицу 20.

Таблица 20

№ опыта	Количество отмытой из муки клейковины, г.	Количество муки, г.	Количество клейковины в муке, %

Количество клейковины в муке высчитывают по формуле:

$$K = \frac{m_{\text{отм}}}{25} * 100$$

где K – содержание клейковины, %;  $m_{\text{отм}}$  – масса отмытой клейковины, г.; 25 – масса навески муки, г.

### **1. Качественная оценка сырой клейковины.**

Техника определения. Отмытую клейковину оценивают органолептически по ее цвету и физическим свойствам. Цвет клейковины, хорошей в хлебопекарном отношении муки, должен быть светлый или светло-желтый. Темная, серая клейковина обычно отмывается из муки неудовлетворительного хлебопекарного качества.

О физических свойствах судят по растяжимости и эластичности клейковины, которые определяют после установления ее цвета. Для этого из отжатой клейковины берут навеску 4 г. Отвешенный кусочек клейковины обминают пальцами 3 – 4 раза и формируют в шарик, который помещают в чашку с водой температурой 18 - 20°C на 15 мин, после чего устанавливают растяжимость и эластичность клейковины.

Под растяжимостью клейковины понимают свойство ее растягиваться в длину. Для определения растяжимости клейковину равномерно растягивают над линейкой до разрыва так, чтобы растягивание продолжалось около 10 с. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. По растяжимости клейковина характеризуется следующим образом: короткая – при растяжимости до 10 см, средняя - от 10 до 20 см, длинная – свыше 20 см.

Эластичностью клейковины называется свойство ее восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Кусочек клейковины растягивают над линейкой примерно на 2 см или кусочек клейковины сдавливают между пальцами и отпускают. По степени и скорости восстановления первоначальной длины и формы кусочка судят об ее эластичности. Эластичные свойства клейковины из муки нормального качества находятся в обратной зависимости от ее растяжимости: чем более растяжима клейковина, тем она менее эластична.

В зависимости от эластичности и растяжимости клейковину подразделяют на три группы:

I – клейковина с хорошей эластичностью, по растяжимости длинная или средняя;

II – клейковина с удовлетворительной эластичностью, по

растяжимости средняя или короткая;

III – клейковина неэластичная, крошащаяся или сильно тянущаяся, провисающая при растяжении, разрывающаяся на весу.

#### **4. Определение содержания сухой клейковины.**

Техника определения. В два предварительно просушенных и взвешенных бумажных пакета берут навеску клейковины 4 – 5 г, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакета. Пакеты помещают в сушильную печь, нагретую до 160°C, и выдерживают при этой температуре 10 мин. Затем, охладив пакеты в течении 2 мин в эксикаторе их взвешивают.

В процессе определения сухой клейковины вычисляют влажность клейковины и ее гидратационную способность.

Под влажностью клейковины понимают количество влаги в клейковине по отношению к массе сырой клейковины (в среднем она колеблется от 60 до 70%).

Под гидратационной способностью понимают способность клейковины поглощать то или иное количество воды по отношению к массе сухой клейковины. Гидратационная способность обычно составляет 150 – 250%. Данные наблюдений заносим в таблицу 21.

Таблица 21

<i>Показатели</i>	<i>1 па- кет</i>	<i>2 па- кет</i>	<i>M<sub>ср</sub></i>
Масса пакета, г			
Масса сырой клейковины, г			
Масса пакета с клейковиной до высушивания, г			
Масса пакета с клейковиной после высушивания, г			
Масса сухой клейковины, г			
Влажность, %			
Гидратационная способность, %			
Выход сухой клейковины, %			

#### **5. Определение качества клейковины на приборе ИДК-1.**

Прибор ИДК-1 предназначен для определения способности

клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия.

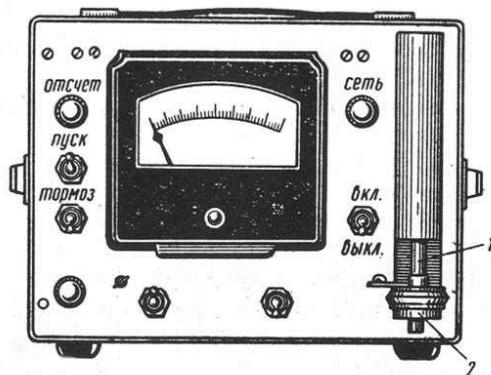


Рис. 2 Прибор для определения свойств клейковины ИДК-1:  
1 – пуансон; 2 – столик.

Результаты измерения упругости образца клейковины выражаются в условных единицах шкалы прибора. Чем выше указанная способность образца, тем меньше он сожмется и тем меньшая величина  $H_{сж}$  будет зафиксирована на шкале прибора.

**Техника определения.** Шарик сырой клейковины массой 4 г после 15-минутной отлежки в воде температурой 18°C помещают в центр опорного столика, нажимают кнопку «пуск» и, удерживая ее в нажатом положении 2 – 3 с, отпускают. Пуансон опускается и сжимает клейковину в течение 30 с. По истечении указанного времени загорается лампочка «отсчет», и производят снятие показаний на шкале прибора.

Затем нажимают кнопку «тормоз» и поднимают пуансон в верхнее положение, снимают с опорного столика образец клейковины и вытирают сухой тканью диски пуансона и опорного столика. За показатель качества клейковины принимают среднеарифметическое значение из двух определений.

В зависимости от показаний прибора, выраженных в условных единицах шкалы прибора, клейковину относят к соответствующей группе качества (таблица 22).

Таблица 22

Крошащаяся	Не определяется
Очень сильная (неудовлетворительно крепкая)	Не более 32
Сильная (удовлетворительно крепкая)	33-52
Средняя (хорошая)	53-77
Удовлетворительная слабая	78-102
Неудовлетворительная слабая	103 и более
Неотмывающаяся	Не определяется

Заключение и выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Понятие «силы» муки.
2. Характеристика сильной и слабой муки.
3. Понятие и состав клейковины.
4. Как определить количество клейковины?
5. Какими показателями характеризуется качественная оценка клейковины?
6. Метод определения упругости клейковины.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### «Определение зольности и кислотности муки»

Цель работы – изучить методы определения физико-химических показателей пшеничной муки определяющих ее хлебопекарные достоинства. Научиться определять зольность муки. Освоить методы определения кислотности муки. Произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

#### **1. Определение зольности муки.**

Масса золы – количество минеральных негорючих веществ, полученных после сжигания навески, выраженное в граммах. Основными элементами золы муки являются фосфор и калий.

Фосфорного ангидрида в золе муки содержится около 50%, а окиси калия около 32%. Остальные элементы обнаруженные в золе муки – это натрий, кальций, магний, хлор и сера.

Зольность муки считается основным показателем ее сорта. Объясняется это тем, что минеральные вещества в зерне распределены неравномерно. Главная масса их находится в оболочках, зародыше и меньше в эндосперме. Поэтому мука высшего сорта, представляющая собой практически чистый эндосперм, характеризуется невысокой зольностью.

**Техника определения.** 1) Метод озоления муки без применения ускорителя (основной метод). Во взвешенные с точностью до 0,0001г на аналитических весах прокаленные и охлажденные тигли  $m_1$  помещают муку в количестве 1,5-2,0 г с точностью до четвертого знака  $m_n$ .

Тигли с навесками помещают в муфельную печь у дверцы (или на дверцу, если она откидывается), нагретую от 400 до 500 °С (темно-красное каление), и обугливают навески, не допуская воспламенения продукта сухой перегонки. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки (примерно через 20 мин после того, как муфельная печь набрала указанную температуру), тигли задвигают в муфельную печь и закрывают дверцу, затем муфельную печь нагревают до 900 °С (ярко-красное каление). Озоление ведут до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым (примерно 2 часа с момента, как муфель набрал 900 °С), после чего муфельная печь вместе с тиглями остывает до 180 °С, затем тигли переносят в эксикатор для охлаждения при температуре окружающей среды. После охлаждения в эксикаторе тигли взвешивают, затем вторично прокаливают не менее 20 мин в муфельной печи при температуре от 600 до 900 °С. Озоление считают законченным, если масса тиглей с золой после повторного взвешивания изменилась не более чем на 0,0002 г. Если масса тиглей с золой уменьшилась более чем на 0.0002 г. прокаливание повторяют еще раз. В случае увеличения массы тиглей с золой после повторного прокаливания выбирают меньшее значение массы.

Массу золы  $m_{\text{зола}}$ , %, муки рассчитывают по формуле:

$$m_{\text{зола}} = m_2 - m_1$$

где  $m_1$  – масса пустого тигля, г.

$m_2$  – масса тигля после озоления, г.

Зольность  $X_1$ , % муки при фактической влажности рассчитывают по формуле:

$$X_1 = \frac{m_{\text{зола}}}{m_{\text{н}}} * 100$$

где  $m_{\text{н}}$  - масса навески муки, г.

Зольность  $X_2$ , % муки в пересчете на сухое вещество рассчитывают по формуле:

$$X_2 = \frac{m_{\text{зола}} * 100 * 100}{m_{\text{н}}(100 - W)}$$

где  $m_{\text{н}}$  - масса навески муки, г.

$W$  - влажность муки, %

Результаты определений заносим в таблицу 23.

Таблица 23

Масса пустого тигля $m_1$ , г	Масса муки $m_{\text{н}}$ , г	Масса тигля после озоления $m_2$ , г	Масса золы $m_{\text{зола}}$ , г	Зольность при фактической влажности, %	Зольность на сухое вещество, %

## 2) Озоление со спиртовым раствором уксуснокислого магния

Перед началом определения рассчитывают массу золы ускорителя. Для этого в два чистых и прокаленных до постоянной массы тигля наливают пипеткой 3 см<sup>3</sup> ускорителя и поджигают содержимое тиглей горячей ватой, предварительно смоченной спиртом и надетой на металлический стержень, соблюдая правила пожаробезопасности. После сгорания ускорителя тигли ставят в муфельную печь и прокаливают 20 мин при температуре 600—900°C. Затем тигли охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Массу золы ускорителя рассчитывают по формуле:

$$m_{\text{зу}} = m_{\text{ту}} - m_1$$

где  $m_{\text{ту}}$  — массой тигля после прокаливания с ускорителем, г;  $m_1$  — масса пустого тигля, г.

Во взвешенные с точностью до 0,0001г на аналитических весах прокаленные и охлажденные тигли помещают муку в количестве 1,5-2,0 г с точностью до четвертого знака.

В каждый тигель пипеткой добавляют по 3 мл ускорителя, содержащего 1,61 г химически чистого уксуснокислого магния в

100 мл спирта. Через 1 – 2 мин, когда навеска пропитается ускорителем, содержимое тиглей поджигают. Для этого над тиглями, не касаясь их содержимого, проносят горящую вату, предварительно смоченную спиртом и надетую на металлический стержень.

Когда спирт выгорит, тигли с содержимым ставят у дверцы муфельной печи, нагретую от 600 до 900 °С. По мере озоления продукта постепенно продвигают в муфель. (асное каление), или помещают у дверцы муфельной печи, затем постепенно задвигают тигли в муфель. Прокаливание ведут примерно в течение часа до полного исчезновения черных частиц. После окончания озоления тигли охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе, взвешивают и производят расчет.

При озолении навески муки с уксуснокислым магнием зольность  $X_3$ , %, рассчитывают по формуле:

$$X_3 = \frac{m_o - m_{зy}}{m_n} * 100$$

где  $m_o$  - общая масса золы (масса золы навески плюс масса золы ускорителя), г;  $m_{зy}$  - масса золы ускорителя, г;  $m_n$  - масса навески муки, г.

Зольность  $X_4$ , % муки в пересчете на сухое вещество рассчитывают по формуле:

$$X_4 = \frac{m_o - m_{зy} * 100 * 100}{m_n (100 - W)}$$

Зольность выражают с точностью до 0,01% на сухие вещества муки.

Результаты определений заносим в таблицу 24.

Таблица 24

Масса пустого тигля $m_1$ , г	Масса муки $m_n$ , г	Масса тигля после озоления $m_2$ , г	Масса золы общая $m_o$ , г	Масса золы ускорителя $m_{зy}$ , г	Зольность при фактической влажности, %	Зольность на сухое вещество, %

## **2. Определение кислотности муки**

Кислотность – это показатель, позволяющий судить о свежести муки или условиях ее хранения.

Мука с повышенной кислотностью требует более тщательного органолептического контроля, так как может оказаться прогорклой. Кроме того, повышенная кислотность муки может привести к увеличению кислотности готовых изделий. Различают титруемую и активную кислотность.

*Титруемая кислотность* муки обуславливается содержанием в ней свободных кислот и кислых солей. Выражают титруемую кислотность в градусах, под которыми понимают количество миллилитров однонормального раствора щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот и кислореагирующих соединений, содержащихся в 100 г муки.

*Активная кислотность* муки — это ее истинная кислотность, которая выражается через водородный показатель pH.

Существует несколько методов определения титруемой кислотности муки: титрование водно-мучной суспензии муки (по питательной смеси), титрование водного экстракта из муки (по вытяжке), титрование спиртового или водно-спиртового экстракта из муки.

**Техника определения** титруемой кислотности по водно-мучной суспензии (по питательной смеси). Взвешенные с точностью до 0,01 грамма, 5 г муки помещают в коническую колбу вместимостью 150 – 200 мл, приливают цилиндром 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают до исчезновения комочков, добавляют 5 капель фенолфталеина и титруют гидроксидом натрия, концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Из двух параллельных результатов, берут средний. Кислотность измеряют в градусах по формуле:

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

или  $X = V \cdot 2$

где V - объем раствора гидроксида натрия концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>; m - масса навески продукта, г; 1/10 - коэффициент пересчета 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора щелочи на 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Результаты измерений заносим в таблицу 25.

Таблица 25

## Технология производства муки и крупы

п/п	Навеска муки, г.	Объем 0.1 н NaOH, израсходованный на титрование, мл	Кислотность муки, град.
1			
2			
Среднее значение	-	-	

Техника определения титруемой кислотности по водному экстракту (по водной вытяжке). 25 г муки помещают в коническую колбу или банку вместимостью 300 – 500 мл, приливают мерной колбой 250 мл дистиллированной воды, тщательно размешивают и оставляют на 1,5 – 2 ч для возможно более полной диффузии экстрактивных веществ. Затем фильтруют в сухую колбу с возвратом первых мутных порций фильтрата на фильтр. Пипеткой отбирают в коническую колбу 25 мл фильтрата, добавляют 3 – 4 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до розовой окраски. Из двух параллельных определений берут средний результат и выражают кислотность в градусах. Для выражения кислотности в градусах количество израсходованной 0,1 нормальной щелочи умножают на 4.

Результаты измерений заносим в таблицу 26.

Таблица 26

п/п	Навеска муки, г.	Объем 0.1 н NaOH, израсходованный на титрование, мл	Кислотность муки, град.
1			
2			
Среднее значение	-	-	

Техника определения истинной кислотности через водородный показатель pH. Для определения pH применяются потенциометры с использованием пары электродов каломельного или хлорсеребряного (электроды сравнения) и стеклянного (измерительного). 5 г муки смешивают с 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают в течение 5 минут, а затем настаивают 10 минут. Питательную смесь переносят в стакан прибора, опускают туда электроды и определяют pH согласно инструкции, приложенной к потенциометру. При погружении электродов в испытуемый раствор между ними возникает электродвижущая сила, которая измеряется потенциометром и выражается показателем pH.

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

кислотность ржаной муки, сеянной – 4 град, обдирной – 5 град, обойной – 5,5 град;

кислотность пшеничной муки высшего сорта – 3 град, 1-го сорта – 3,5 град, 2-го сорта – 4,5 град, обойной – 5 град.

Свежезамешенное тесто имеет активную кислотность показателя рН в пределах 5,9 – 6,2.

#### Контрольные вопросы

1. Значение показателя зольности муки.
2. Какие элементы входят в состав золы?
3. Методика определения массы золы.
4. Как выражается зольность?
5. Чем обусловлена кислая реакция муки?
6. Что характеризует показатель кислотности?
7. В каких единицах выражается кислотность?
8. Способы определения кислотности.
9. Способ определения активной или истинной кислотности.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Определение автолитической активности муки и активности альфа-амилазы по показателю вязкости («Число падения»)

Цель работы – изучить способы определения автолитической активности муки и обрести практические навыки определения качественного показателя вязкости – числа падения. Произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

#### **1. Определение автолитической активности муки**

Для выявления дефектной муки с резко завышенной активностью ферментов используется определение ее автолитической активности.

*Автолитической активностью* муки называют способность ее образовывать водорастворимые вещества при прогреве водно-

мучной суспензии. Эта способность зависит от активности ферментов и податливости субстрата, на который они действуют.

В пшеничной муке допустимый уровень автолитической активности зависит от количества и качества клейковины. Более высокая автолитическая активность пшеничной муки, наблюдается в муке из проросшего зерна вследствие резкого повышения активности всех ферментов зерна, и в особенности  $\alpha$ -амилазы, гидролизующей крахмал на декстрины.

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

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

Пониженная	- до 40
Нормальная	- от 41 до 55
Повышенная	- от 55 до 65
Резко повышенная	- свыше 65

Определение автолитической активности муки проводится в болтушке после клейстеризации и автолиза при постепенном прогреве в кипящей водяной бане. Для анализа активности альфа-амилазы используют несколько методов. Одним из методов является измерение активности альфа-амилазы с помощью прибора для определения «Числа падения».

«Число падения» является показателем вязкости, характеризующей активность  $\alpha$ -амилазы по степени разжижения клейстеризованной водно-мучной суспензии, и представляет собой продолжительность падения штока в секундах. Метод определения вязкости основан на быстрой клейстеризации суспензии муки в воде с последующим определением ее вязкости по времени падения специального штока-плунжера.

Чем активнее  $\alpha$ -амилаза муки, тем больше разжижается клейстеризованная водно-мучная суспензия и тем меньше время падения штока, а, следовательно, и показатель вязкости. Для определения вязкости служат такие приборы как: «Амилотест», «ПЧП-3», «FALLING NUMBER» компании «Perten» (рисунок 3)

и т.д. Прибор подключают к электросети и устанавливают согласно прилагаемой к прибору инструкции.



Рис. 3 Прибор для определения «Числа падения» «FALLING NUMBER» компании «Perten»

Техника определения. Определение активности альфа-амилазы с помощью рефрактометра. Для анализа используются фарфоровые стаканчики вместимостью 50 мл, высотой примерно 7 см, диаметром 3,5 см и массой 30 – 40 г. Баню используют с электрическим нагревом, диаметр ее должен быть около 18 см, высота 10 см, вместимость 1,5 – 1,8 л. Крышка бани с 6 гнездами, размеры которых соответствуют диаметру стаканчиков. После погружения стаканчиков в гнезда уровень жидкости в них должен быть на 1 см ниже уровня воды в бане. Расстояние между дном бани и стаканчиками 2 – 3 см.

В каждый взвешенный на технических весах стаканчик отвешивают по 1 г муки с точностью до 0,01 г, добавляют 10 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают стеклянной палочкой.

Стаканчики с пробами погружают в кипящую водяную баню и первые 2 – 3 мин содержимое стаканчиков перемешивают три – четыре раза для равномерной клейстеризации крахмала. По окончании клейстеризации стаканчики накрывают стеклянными воронками и прогревают в течение 15 мин. Затем стаканчики одновременно вынимают из бани и в каждый вливают до 20 мл дистиллированной воды, перемешивают и охлаждают до комнатной

температуры. После этого содержимое каждого стаканчика доводят на весах дистиллированной водой до 30 г с точностью до 0,01 г.

После тщательного перемешивания до появления пены содержимое стаканчиков фильтруют через складчатый фильтр из среднефильтрующей бумаги. Первые 2 капли фильтрата отбрасывают, а последующие 2 – 3 капли стеклянной палочкой наносят на призму рефрактометра.

Фильтрование проводят непосредственно перед рефрактометрированием. Предусмотрено определение водорастворимых веществ с помощью прецизионного рефрактометра марки РПЛ или РПЛ-2 согласно инструкции к прибору. *Рефрактометр* — прибор, измеряющий показатель преломления света в среде.

Количество водорастворимых веществ в муке  $X$  (%) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X = a100/100 - W_M;$$

где,  $a$  – количество сухих веществ, определяемое по таблице, прилагаемой к рефрактометру, или непосредственно на шкале прибора, умноженное на 30%;

$W_M$  - влажность муки, %.

Мука хорошего качества имеет показатели автолитической активности на уровне 38 – 40 % на сухое вещество муки.

Определение активности альфа-амилазы с помощью прибора для определения «числа падения». 25 мл дистиллированной воды при температуре  $20 \pm 1$  °С наливают пипеткой в вискозиметрическую пробирку. Взвешивают 7 г муки при пересчете на 15%-ную влажность. В случае другой влажности масса необходимой навески находится по таблице 27. Навески помещают в пробирки с водой, закрывают резиновыми пробками и сильно встряхивают 20-30 раз, чтобы получить равномерную суспензию. Затем вынимают резиновые пробки и вискозиметрическим штоком-плунжером (колесиком) очищают прилипшие к стенкам пробирки частицы муки. Помещают пробирки сначала в специальную подставку, а затем в предварительно прогретую до 100 °С баню, отжимают специальным захватом. Нажимают кнопку «вкл». Суспензия прогревается в течение 5 сек, перемешивается в течение 55 сек, штоки поднимаются в крайнее верхнее положение и отпускаются захватом для свободного падения. Окончание падения фиксируется на табло прибора.

Таблица 27

Влажность, %	Навеска, г	Влажность, %	Навеска, г	Влажность, %	Навеска, г
--------------	------------	--------------	------------	--------------	------------

## Технология производства муки и крупы

9,0	6,40	12,0	6,70	15,0	7,00
9,2	6,45	12,2	6,70	15,2	7,00
9,4	6,45	12,4	6,75	15,4	7,05
9,6	6,45	12,6	6,75	15,6	7,05
9,8	6,50	12,8	6,80	15,8	7,10
10,0	6,50	13,0	6,80	16,0	7,10
10,2	6,55	13,2	6,80	16,2	7,15
10,4	6,55	13,4	6,85	16,4	7,15
10,6	6,55	13,6	6,85	16,6	7,15
10,8	6,60	13,8	6,90	16,8	7,20
11,0	6,60	14,6	6,90	17,0	7,20
11,2	6,60	14,2	6,90	17,2	7,25
11,4	6,65	14,4	6,95	17,4	7,25
11,6	6,65	14,6	6,95	17,6	78,30
11,8	6,70	14,8	7,00	17,8	7,30

Установлены нормы «показатели вязкости» в секундах, указанные в таблице 28.

Таблица 28

Вид муки	Сорт	Число падеия, с, не менее
Мука ржаная	Сеяная	150
	Обдирная	140
	Обойная	105
	Особая	140
Мука пшеничная		
хлебопекарная	Экстра	185
	Высший	185
	Крупчатка	185
	Первый	185

	Второй	160
	Обойная	160
общего назначения	M45-23, M55-23, МК 55-23, М 75-23, M100-25, М 125-20	185
	M145-23	160

По результатам исследования сделать заключение.

Контрольные вопросы

1. Что такое автолитическая активность муки?
2. От чего зависит автолитическая активность муки?
3. Почему в ржаной муке автолитическая активность выше, чем в пшеничной?
4. Что такое рефрактометр?
5. Принцип метода определения автолитической активности муки с помощью рефрактометра.
6. Принцип метода определения автолитической активности муки с помощью прибора для определения «числа падения».

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### «Определение газообразующей способности муки»

Цель работы – обрести практические навыки выявления и изучить методы определения газообразующей и газодерживающей способности муки. Произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

#### **2. Определение газообразующей способности муки.**

Способность муки выделять при брожении теста некоторое количество углекислого газа называется *газообразующей способностью*.

В процессе брожения теста сахара, содержащиеся в нем, под действием зимазного комплекса ферментов дрожжевой клетки разлагаются на спирт и углекислый газ. При равенстве всех

других условий (количества и качества дрожжей, температуры) бродящее тесто выделяет углекислого газа тем больше, чем больше в тесте имеется сбраживаемых сахаров.

Для всего хода брожения большое значение имеют ферментативные процессы осахаривания крахмала в тесте, т.е. сахарообразующая способность муки, под которой подразумевается способность муки образовывать мальтозу.

Недостаточное количество сахаров в тесте приводит к замедлению выделения  $\text{CO}_2$ , тесто плохо подходит и хлеб получается малого объема. В качестве улучшителя для такой муки можно использовать заварки, солод, солодовые экстракты, препараты амилазы плесневых грибов и бактерий.

Увеличению газообразующей способности будет также способствовать интенсивное измельчение муки при помоле зерна.

Для оценки газообразующей способности муки пользуются косвенным или прямым методами.

**По косвенному методу** газообразующая способность муки оценивается по величине ее сахарообразующей способности, т.е. способности муки образовывать при определенных условиях мальтозу. Сахарообразующую способность выражают числом миллиграммов мальтозы, образовавшейся из 10 г муки за 1 ч настаивания с водой при  $t = 27^\circ\text{C}$ .

**Техника определения.** Определение газообразующие способности муки косвенным методом (измененному методу Рамзей). Определение газообразующей способности сводится в основном к трем этапам: 1) ферментативное образование сахара из муки при определенных условиях в течение 1 ч; 2) инактивация ферментов; 3) количественное определение сахара в водной вытяжке.

Ферментативное образование сахара из крахмала муки. 10 г. муки, взятые с точностью до 0,05 г, количественно переносят в мерную колбу на 100 мл. Колбу с мукой помещают на водяную баню при  $t=27^\circ\text{C}$  на 10-15 мин для прогревания муки. Затем приливают пипеткой 50 мл воды температурой  $27^\circ\text{C}$ , хорошо размешивают и выдерживают в водяной бане 1 ч при температуре  $27^\circ\text{C}$ , взбалтывая содержимое колбы через каждые 15 мин. В этот период происходит гидролиз крахмала муки под действием собственных амило-литических ферментов.

По истечении 1 ч проводят инактивацию ферментов. При определении сахаров йодометрическим полумикрометодом (один из рекомендуемых методов) инактивацию ферментов проводят следующим образом. После часового выдерживания в бане колбу

вынимают, добавляют цилиндром 15 мл 15%-го  $ZnSO_4$  и 15 мл 1 н. раствора  $NaOH$ , доводят водой до метки, хорошо взбалтывают в течение 3 мин, отстаивают 3-5 мин и фильтруют.

Количественное определение сахара в водной вытяжке. В колбу вместимостью 50 мл отмеривают микробюреткой или микропипеткой 3 мл фильтрата, 1 мл 6,925 %-го раствора  $CuSO_4$ , 1 мл щелочного раствора калия—натрия виннокислого (сегнетовой соли) (346 г сегнетовой соли + 100 г  $NaOH$  в 1 л раствора).

Колбу ставят на плитку, доводят в течение 3 мин до кипения, кипятят 2 мин и охлаждают. В колбу вносят 1 мл 30%-го раствора йодистого калия и 1 мл 25%-го раствора  $H_2SO_4$  и сразу же титруют выделившийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата натрия до светло-желтого окрашивания. Затем прибавляют 3-4 капли 1 %-ного раствора растворимого крахмала и продолжают титровать до исчезновения синей окраски. Одновременно проводят контрольный опыт, беря вместо вытяжки 3 мл дистиллированной воды. Разность в результатах титрования, полученных при контрольном опыте и при определении сахара, умножая на поправку к титру тиосульфата, показывает количество восстановленной меди, выраженное в миллилитрах 0,1 н. раствора тиосульфата натрия (С).

Данный метод дает требуемую точность при разности результатов титрования в контрольном и основном определениях в пределах 0,7—1,2 мл 0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Если эта разница больше указанной величины, то для анализа берут не 3 мл фильтрата, а 1 или 2 мл, доводя их дистиллированной водой до 3 мл. Количество сахара во взятой вытяжке вычисляют путем умножения С на фактор пересчета для данного вида сахарозы, который равен для глюкозы 3,3, фруктозы 3,7, сахарозы, 3,4, мальтозы 5,4. Затем делают пересчет на 10 г муки. Результаты исследования сводят в таблицу 29.

Таблица 29

Количество 0,1 н. раствора $Na_2S_2O_3$ , эквивалентное всей двухвалентной меди, взятой для определения (контрольный опыт), мл	
Количество 0,1 н. раствора $Na_2S_2O_3$ , эквивалентное остатку двухвалентной меди после взаимодействия с сахаром, мл	

Количество 0,1 н. раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , эквивалентное восстановленному сахаром оксиду одновалентной меди, мл	
Фактор пересчета, мл	
Содержание мальтозы в вытяжке из 0,3 г муки, мг	
Сахаробразующая способность, ед.	

В количестве сахара, определенное этим методом, входят не только сахара, образующиеся при ферментативном расщеплении крахмала, но и собственные редуцирующие сахара муки, на которые вводят поправку. Для этого 10 г муки для инактивации ферментов нагревают в колбе на 100 мл с 20 мл 96%-го спирта на водяной бане при 78 °С в течение 10 мин, затем повышают температуру до 100 °С, выпаривают спирт и определяют сахар. Введение такой поправки целесообразно делать только для муки из проросшего зерна.

Сахаробразующая способность нормальной муки 1 и 2 сорта около 210-280 ед. При более высоких значениях мука в большинстве случаев при обычном тестоведении дает хлеб с липким мякишем.

Техника определения газообразующей способности муки **по прямому методу**. Из 100 г испытуемой муки замешивают тесто с добавлением соли и дрожжей. Количество выделяющегося диоксида углерода определяют на приборах Яго-Островского или АГ-1. Тесто, помещают в цилиндр прибора, и дают ему бродить в течение 5 ч при температуре 30°С. Количество выделенного углекислого газа колеблется в пределах от 1000 до 2200 мл.

Газоудерживающую способность теста определяют одновременно с газообразующей. Она характеризуется увеличением объема теста при брожении и выражается или в процентах к объему выделившегося газа, или отношением объема выбродившегося теста к его первоначальному объему.

### Контрольные вопросы

1. Что такое газообразующая способность муки?
2. Какое влияние оказывает показатель газообразующей способности муки на качество хлеба?
3. Понятие сахаробразующей способности муки.

4. Какие улучшители используются для муки с низкой газообразующей способностью?  
Чем характеризуется газодерживающая способность теста?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### «Анализ качества хлеба»

Цель работы – ознакомиться с методикой определения качественных показателей хлеба и хлебобулочных изделий. Обрести практические навыки определения и анализа качества хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям. Освоить методы определения массовой доли влаги, кислотности и пористости хлебного мякиша. На основе полученных результатов произвести необходимые расчеты и сделать соответствующие выводы по выполненной работе.

Порядок выполнения работы:

#### **1. Органолептическая оценка качества хлеба.**

К органолептическим показателям относят внешний вид хлеба (форма, состояние поверхности, цвет корки), состояние мякиша (цвет, структура пористости, эластичность), вкус, запах.

**Техника определения.** При оценке внешнего вида отмечают симметричность и правильность формы хлеба. Формовые изделия должны соответствовать хлебной форме, без боковых выплывов. Подовые изделия должны иметь округлую, овальную или продолговато-овальную форму, не расплывчатую, без притисков.

В реализацию не допускаются изделия мятые и деформированные.

Изделия должны иметь гладкую поверхность, без крупных трещин и подрывов. Трещины – это разрывы, проходящие через верхнюю корку. Подрывом считается отрыв боковой корки от верхней у формового хлеба или по окружности у подового.

Цвет корки можно характеризовать как бледный, золотисто-желтый, светло-коричневый, коричневый, темно-коричневый.

Состояние мякиша хлеба определяется его цветом, структурой пористости и эластичностью.

Цвет мякиша рекомендуется определять при дневном свете, отмечая равномерность окраски. Структуру пористости определя-

ют по размеру, равномерности распределения, толщине стенок пор. Эластичность определяют легким надавливанием пальцами на мякиш, засекая время восстановления.

Вкус и запах хлеба определяют при дегустации, отмечают соответствие их данному сорту, наличие или отсутствие посторонних привкусов и запахов.

Результаты оценки записать в таблицу 30.

Таблица 30

<i>Показатели</i>	<i>Результаты оценки</i>
Форма хлеба	
Характеристика корки	
Эластичность мякиша	
Структура пористости	
Цвет мякиша	
Вкус хлеба	
Запах	

## **2. Оценка хлеба по физико-химическим показателям.**

К числу основных физико-химических показателей относят влажность, кислотность и пористость мякиша, стандартами предусмотрено также определение содержания жира, сахара и поваренной соли.

Физико-химические показатели определяют не ранее чем через 3 часа после выхода изделия из печи и не позднее 48 часов для хлеба из обойных сортов муки и 24 часов для хлеба из пшеничной сортовой муки.

**Определение массовой доли влаги.** От этого показателя зависит физиологическая ценность хлеба. Чем выше влажность мякиша хлеба, тем меньше в нем питательных веществ и ниже его энергетическая ценность.

Определение влажности хлеба позволяет контролировать правильность ведения технологического процесса – точность дозирования муки и воды.

**Техника определения.** При подготовке пробы из средней части хлеба вырезают ломоть толщиной приблизительно 2-3 см, отделяют мякиш от корок на расстоянии 1 см, удаляют все включения (изюм, орехи, семечки и т.д.). Подготовленные выемки мякиша тщательно измельчают и перемешивают. В предварительно высушенную и взвешенную металлическую бюксу с крышкой отвешивают 5 г хлеба. Навески в открытых бюксах с подложенными под дно крышками помещают в сушильный шкаф

при температуре 130 °С на 45 мин. После высушивания бюксы закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе не менее 20 мин. Затем бюксы взвешивают и по разности массы до и после высушивания определяют влажность, выражают ее в процентах к взятой навеске мякиша.

Влажность определяют с точностью до 0,5%, причем доли до 0,25 исключают, доли свыше 0,25 до 0,75 приравнивают к 0,5, доли свыше 0,75 приравнивают к единице.

Результаты экспериментов записывают в таблицу 31.

Таблица 31

<i>Показатели (г)</i>	<i>№1</i>	<i>№2</i>
Масса бюксы ( $m_0$ )		
Масса бюксы с навеской до высушивания ( $m_1$ )		
Масса навески мякиша ( $m = m_1 - m_0$ )		
Масса бюксы с навеской после высушивания ( $m_2$ )		
Масса испарившейся влаги ( $m_1 - m_2$ )		
Влажность мякиша хлеба (%)		

Влажность мякиша определяется по формуле:

$$\frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$$

Соответствие полученных данных сравнить с требованиями стандарта указанными в таблице № 6.

**Определение кислотности.** Показатель кислотности хлеба характеризует его качество с вкусовой и гигиенической сторон. По этому показателю можно судить о правильности ведения технологического процесса приготовления хлеба, так как кислотность в основном обуславливается наличием в хлебе продуктов спиртового и молочнокислого брожения. Кислотность выражается в градусах (град). Под градусом кислотности понимают количество или объем ( $\text{см}^3$ ) 1н. раствора гидроксида натрия или калия, необходимое для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г хлебного мякиша.

**Техника определения.** Отвесить 25 г измельченного хлебного мякиша с точностью до  $\pm 0,01\text{г}$ . Навеску помещают в сухую бутылку типа молочной вместимостью  $500 \text{ см}^3$  с хорошо пригнанной пробкой. В мерную колбу вместимостью  $250 \text{ см}^3$  набирают воду комнатной температуры, около  $1/4$  приливают к хлебу, который хорошо растирают деревянной лопаткой или стеклянной палочкой с резиновым наконечником. Затем доливают оставшуюся воду, закрывают бутылку, энергично встряхивают в

течение 2 мин и оставляют в покое при комнатной температуре на 10 мин, вновь встряхивают 2 минуты и оставляют на 8 мин. После отстаивания сливают вытяжку через частое сито или марлю в сухой стакан, отбирают из стакана пипеткой 50 см<sup>3</sup> в коническую колбу вместимостью 100 – 150 см<sup>3</sup> и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия в присутствии 2 – 3 капель фенолфталеина до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность мякиша  $X$  (град) вычисляют с точностью до  $\pm 0,5$  град по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 250 \cdot 100}{50 \cdot 25 \cdot 10} K = 2VK$$

где  $V$  - количество щелочи, затраченное на титрование 50 см<sup>3</sup> вытяжки;  $K$  – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору гидроксида натрия.

Результаты экспериментов записывают в таблицу 32.

Таблица 32

Показатели	Значения
Объем 0,1н. раствора NaOH, затраченный на титрование 50 см <sup>3</sup> вытяжки $V$ (см <sup>3</sup> )	
Кислотность мякиша (град)	

Полученные данные сравнить с требованиями стандарта указанные в таблице 35.

**Определение пористости.** Под пористостью понимают отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженное в процентах.

Пористость хлеба с учетом ее структуры (величина пор, однородность, толщина стенок) характеризует важное свойство хлеба – его усвояемость. Хлеб с хорошей тонкостенной пористостью быстрее пропитывается желудочным соком. Низкая пористость обычно присуща хлебу, полученному из плохо выброженного теста, а также свидетельствует о нарушении режимов расстойки.

Пористость хлебного мякиша определяют по методу Завьялова при помощи пробника Журавлева.

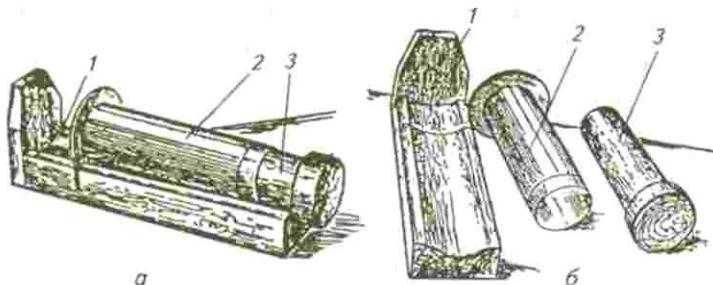


Рис. 4. Пробник Журавлева для определения пористости хлеба:

*а* – общий вид; *б* – детали пробника;

1 – лоток, 2 – цилиндр пробника, 3 – деревянная втулка.

**Техника определения.** Из середины изделия вырезают ломоть шириной не менее 7 см. Из него на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром пробника, предварительно смазав его край маслом. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно вошел в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем мякиш выдавливают деревянной втулкой примерно на 1 см и отрезают. Оставшийся мякиш выталкивают до соприкосновения со стенкой лотка и также отрезают у края цилиндра. Полученная выемка имеет объем, равный 27 см<sup>3</sup>. Для определения пористости пшеничного хлеба делают три выемки, для ржаного хлеба – четыре. Приготовленные выемки взвешивают на технических весах одновременно и вычисляют пористость мякиша хлеба (*P*) с точностью до 1% по формуле

$$P = \left[ \left( V - \frac{M \cdot 1000}{\rho} \right) \div V \right] \cdot 100$$

где *V* – общий объем выемок хлеба, см<sup>3</sup>; *M* – масса выемок, г; *ρ* – плотность беспористой массы мякиша, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность беспористой массы мякиша хлеба приведена в таблице 33.

Таблица 33

Наименование хлеба	Плотность ( кг/м <sup>3</sup> )
Ржаной, ржано-пшеничный, пшеничный из обойной муки	1,21·10 <sup>3</sup>
Из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной 1-го сорта	1,25·10 <sup>3</sup>

## Технология производства муки и крупы

Из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной 2-го сорта	$1,23 \cdot 10^3$
Пшеничный высшего и первого сортов	$1,31 \cdot 10^3$
Ржаной заварной	$1,27 \cdot 10^3$
Пшеничный второго сорта	$1,26 \cdot 10^3$

34. Результаты измерений и вычислений записывают в таблицу

Таблица 34

Показатели	Значения
Объем выемок хлеба $V$ (см <sup>3</sup> )	
Масса всех выемок хлеба $M$ (г)	
Плотность беспористой массы мякиша $\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	
Пористость мякиша хлеба $P$ (%)	

Полученные данные сравнить с требованиями стандарта указанные в таблице 35.

Таблица 35

ГОС $T$	Наименование изделия	Влажность	Кислотность	Пористость	Массовая доля (%)	
					сахара	жира
2077	Хлеб ржаной простой подовый формовой	51,0	12,0	45,0	-	-
		51,0	12,0	48,0	-	-
2077	Хлеб ржаной обдирной подовый формовой	48,5	11,0	49,0	-	-
		49,0	11,0	51,0	-	-
2698 3	Хлеб дарницкий подовый формовой	47,0	8,0	57,0	-	-
		48,5	8,0	59,0	-	-
2698 4	Хлеб столичный подовый формовой	46,0	8,0	62,0	-	-
		47,0	8,0	65,0	-	-
2698 5	Хлеб российский подовый формовой	47,0	9,0	54,0	-	-
		48,0	9,0	57,0	-	-
2784 2	Батон нарезной из муки первого сорта	42,0	3,0	68,0	4,2	3,0

## Технология производства муки и крупы

2784 2	Батон нарезной из муки высшего сорта	42,0	2,5	73,0	4,2	2,9
2784 2	Батон подмосковный	41,0	2,5	73,0	4,0	2,4

## Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется качество хлеба?
2. По каким показателям производится органолептическая оценка?
3. Какое значение имеют влажность, кислотность и пористость хлеба?
4. В каких единицах выражается кислотность хлеба?
5. Что такое пористость хлеба?
6. Какие свойства хлеба характеризует пористость?
7. Влияние влажности на качество хлеба.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутковский В.А. Технология зерноперерабатывающих производств /В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф Сервис, 1999.471с.
2. Бутковский В.А. Технологическое оборудование мукомольного производства /В.А.Бутковский, Г.Е. Птушкина. – М.: Журнал Хлебопродукты, 1999. 208с.
3. Егоров Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов /Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.И. Максимчук. – М.: Колос, 1984. 376с.
4. Чеботарев О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов /О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: ИЦ «МарТ», 2004. 687с.
5. Иванова Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Т.Н. Иванова. – М.: ИЦ «Академия», 2004. 288с.
6. Малин Н.И. Технология хранения зерна / Н.И.Малин. – М.: Колос, 2005, 280с.
7. Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты / Р.Карл Хосни. – СПб.: Профессия, 2006, 336с.
8. Фалунина З.Ф. Лабораторные работы по курсу «Переработка зерна»/ З.Ф. Фалунина. – М.: Колос, 1983, 286с.
9. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я.Ауэрман, - СПб.: Профессия, 2005, 416с.
10. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки /Е.Д.Казаков, В.Л.Кретович. – М.: Агропромиздат, 1989, 368с.
- 11.11. Аношина О.М. Лабораторный практикум по об-



щей и специальной технологии пищевых производств /  
О.М.Аношина и др. – М.: «КолосС», 2007, 181с.