

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Е.Я. ЧЕЛНОКОВА  
Е.В. ВОЛОШИН

## **ЗЕРНОВЕДЕНИЕ**

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности «Технология хранения и переработки зерна»

Оренбург 2007

УДК 725.42.:664 (075.8)

ББК 38.72 я 73

Ч 62

Рецензент

кандидат технических наук, доцент В.П. Попов

**Ч 62**      **Челнокова Е.Я.**  
**Зерноведение: учебное пособие / Е.Я. Челнокова, Е.В. Волошин. –**  
**Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007 – 93 с.**

**ISBN**

Учебное пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по курсу «Зерноведение» студентами специальности 260201 «Технология хранения и переработки зерна».

Н 2004060000

ББК 38.72 я 73

ISBN

© Челнокова Е.Я.  
Волошин Е.В., 2007  
© ГОУ ОГУ, 2007

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение хлебов по зерну. Анатомическое строение зерна.....	4
2 Определение всхожести, энергии прорастания и жизнеспособности семян.....	11
3 Отбор проб и подготовка их к анализам.....	16
4 Органолептическая оценка зерна (по цвету, запаху, вкусу).....	25
5 Определение засоренности зерна.....	29
6 Определение дефектного зерна.....	37
7 Определение обесцвеченности зерна пшеницы.....	42
8 Изучение формы и размеров зерен и семян.....	46
9 Определение крупности и выравненности зерна.....	50
10 Определение влажности зерна основным стандартным способом и на влагомере.....	53
11 Определение массы тысячи зерен, плотности и объемной массы зерна.....	60
12 Определение стекловидности зерна.....	65
13 Определение количества и качества клейковины в пшенице.....	68
14 Определение числа падения.....	75
15 Определение твердой и мягкой пшеницы по зерну. Определение типового состава и класса пшеницы.....	80
16 Определение пленчатости и лужистости.....	90
Список использованных источников.....	93

## **Введение**

Цель учебного пособия - помочь студентам овладеть знаниями и конкретными навыками, необходимыми для определения различных признаков и показателей качества зерна-объекта хранения и переработки.

При оценке качества партий зерна большое значение приобретает методика лабораторных анализов зерна. Даже самые незначительные изменения в методике могут привести к существенным искажениям конечных результатов оценки качества зерна. Поэтому необходимо с первых же занятий в лаборатории точно выполнять все требования методики отдельных анализов, какими бы они ни казались на первый взгляд несущественными или простыми.

Студент должен знать не только последовательность проведения того или иного анализа, но и научный и практический смысл каждой работы и применяемого метода. Поэтому описание методики проведения лабораторных работ сопровождается некоторыми теоретическими сведениями. Все полученные результаты работ студенты записывают в специальные тетради, которые периодически предъявляются преподавателю для контроля и оценки выполнения.

### **1 Определение хлебов по зерну. Анатомическое строение зерна**

**Цель работы:** изучить морфологические и анатомические особенности семян злаковых и бобовых культур

#### **1.1 Оборудование и приборы**

Разборные доски, шпатели, микроскопы, лезвия, предметные и покровные стекла, пипетки, лупы.

#### **1.2 Основные положения**

По характеру использования семян растения делят на пять групп:

1) зерновые - растения с зерном, богатым крахмалом: зерновые злаки (пшеница, рожь, ячмень, овёс, просо, кукуруза, сорго, рис, чумиза) и из семейства гречишных - гречиха;

2) бобовые - растения с семенами, богатыми белками: горох, бобы, чечевица, соя, фасоль, чина, нут и другие;

3) масличные - растения разных семейств, плоды и семена которых богаты маслом: подсолнечник, арахис, клещевина (касторовое масло), лён, конопля, мак и другие;

4) эфиромасличные - растения разных семейств, плоды и семена которых содержат, кроме собственно жиров /глицеридов/, эфирное масло: анис, тмин, шалфей

мускатный, лаванда и другие;

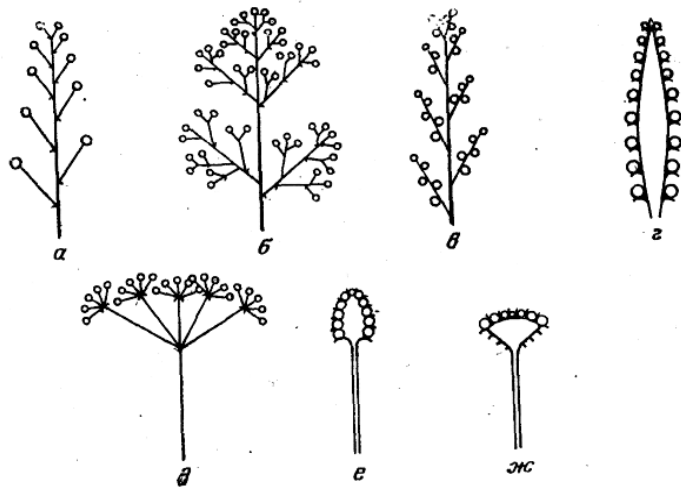
5) посевные кормовые травы: клевер, эспарцет, люцерна, донник и другие.

Зерновые злаки служат источником получения продовольственного зерна, из которого изготавливается хлеб. Поэтому их называют также хлебными злаками или просто хлебами. Хлебные злаки делятся на две группы: первая группа - хлебные злаки (настоящие хлеба), вторая группа - просовидные злаки (ненастоящие хлеба).

В первую группу входят - пшеница, рожь, ячмень, овес; во вторую - просо, кукуруза, чумиза, сорго и рис. Группы хлебов различаются по морфологическим и анатомическим признакам.

### 1.2.1 Морфологические (внешние) особенности семян злаковых культур

На брюшной стороне зерна типичных хлебов имеется ясно выраженная продольная бороздка (место спайки стенок завязи), играющая важную роль при набухании. Кроме этого, бороздка образует петлю, которая осложняет переработку зерна в муку. На конце, противоположном зародышу, есть бороздка или хохолок (кроме твёрдой пшеницы и ячменя). Зерно злаковых культур прорастает несколькими корнями, число которых различно у разных родов и видов. Соцветие - колос или метёлка (у овса рисунок 1).



а - кисть; б - метелка; в - сложный колос; г - початок; д - сложный зонтик; е - головка; ж - корзинка

Рисунок 1 – Схемы основных типов соцветий

Различают озимые и яровые формы. Настоящие хлеба относятся к растениям длинного дня, более требовательны к теплу и свету. Развитие в начальных фазах (от всходов до кущения) более или менее быстрое.

Просовидные (ненастоящие) хлеба имеют следующие отличительные особен-

ности. Продольной бороздки на брюшной стороне зерна нет. Зерно прорастает одним зародышевым корнем, соцветие-метёлка или початок (у кукурузы). Имеются только яровые формы. Ненастоящие хлеба относятся к растениям короткого дня, более требовательны к теплу и свету, но менее требовательны к влаге, более засухоустойчивы (кроме риса), чем типичные хлеба. В начальных фазах развиваются очень медленно.

Следует различать понятия «плод», «семя», «зерновка». Плод образуется из разросшейся после оплодотворения завязи, а иногда и из цветоложа, следовательно, плод, - то, что образуется из цветка в целом (бобы у бобовых растений). Семя получается из оплодотворенной семязпочки (части завязи), т.е. представляет собой развившуюся после оплодотворения семязпочку, покровы которой превратились во внешние оболочки, яйцеклетка - в зародыш, а зародышевый мешок - в эндосперм. Зерновка - это плод злаков, состоящий из одного семени. Термин «зерно» в хозяйственной практике применяют для обозначения двух понятий:

- 1) одно семя;
- 2) обширный вид сельскохозяйственной продукции.

### 1.2.2 Анатомическое строение зерновки злаковых культур (пшеницы)

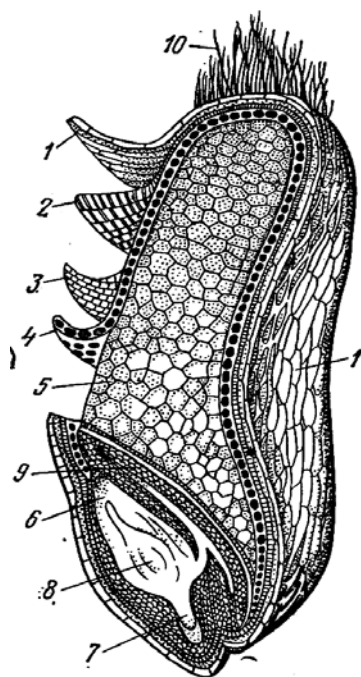
Анатомическое строение зерновки злаковых культур примерно одинаково, наблюдаются лишь некоторые отклонения в деталях.

Типичным для хлебных злаков является строение зерновки пшеницы (рисунок 2). Она состоит из трех основных частей: оболочек, эндосперма, зародыша. Оболочки защищают зерновку от механических повреждений и от проникновения ядовитых веществ и микроорганизмов. Оболочки разделяют на плодовую и семенную. Зерно пленчатых культур имеет, кроме названных оболочек, цветковую, которая плотно прилегает к нему (ячмень) или облегает его с некоторым просветом (рис, овес и др.).

Плодовая (верхняя) оболочка или перикарпий образуется у зерновки из стенок завязи и состоит из трех слоев клеток:

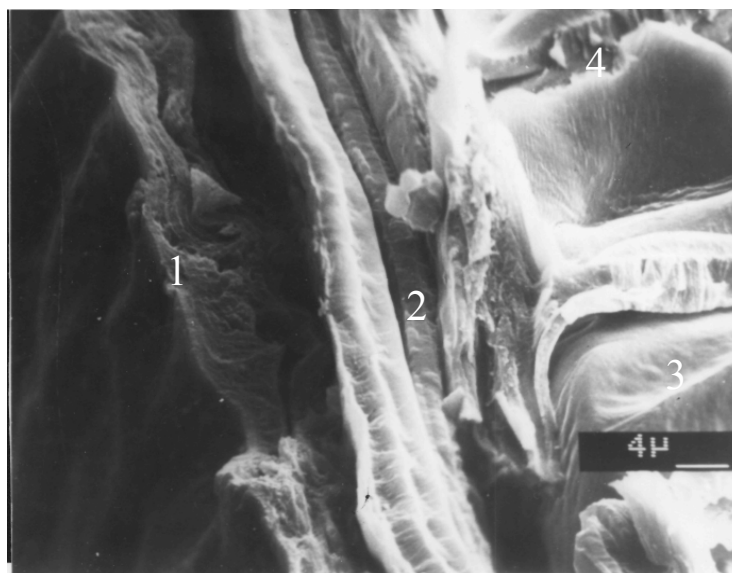
- 1) продольного, содержащего длинные клетки, расположенные вдоль зерна;
- 2) поперечного, содержащего толстостенные, удлинённые клетки, лежащие поперек зерна;
- 3) трубчатого, состоящего из удлинённых в виде трубок клеток, расположенных вдоль зерна. Около зародыша этот слой сплошной, в других частях зерна встречаются лишь отдельные его клетки.

Семенная оболочка или перисперм образуется из оболочек семязпочки и состоит из трех слоев: первый и второй слои образованы удлинёнными клетками с тонкими стенками. Первый слой прозрачен, он плотно срастается со вторым, который содержит пигменты и поэтому называется пигментным. Третий слой семенной оболочки называется гиалиновым (набухающим), по толщине превосходит оба первых; он состоит из прозрачных клеток. За семенной оболочкой расположен алейроновый слой (краевой слой эндосперма), состоящий из резко очерченных клеток с сильно утолщёнными стенками (рисунок 3).



1, 2, 3 – оболочки (плодовые и семенные); 4 – алейроновый слой; 5 – эндосперм; 6 – зародыш; 7 – зачаточный корешок; 8 – почка; 9 – щиток; 10 - бородка.

Рисунок 2 – Продольный разрез пшеницы (увеличено)



1 – плодовая оболочка; 2 – семенная оболочка; 3 – клетки алейронового слоя; 4 – эндосперм.

Рисунок 3 – Продольный скол зерновки пшеницы, по данным электронной микроскопии

Клетки алейронового слоя наполнены белковым содержимым с вкрапленными каплями жира. Алейроновый слой у одних хлебов (пшеница, рожь, овёс) состоит из одного ряда, у других (ячмень) - из нескольких рядов клеток.

За алейроновым слоем расположена основная часть зерна - эндосперм, состоящий из крупных тонкостенных клеток разнообразной формы. Эти клетки заполнены крахмальными зёрнами различной величины, в промежутках между ними находятся белковые вещества (рисунок 4).

Алейроновый слой вместе с эндоспермом является хранилищем запасных питательных веществ, необходимых для развития зародыша при прорастании зерна. Зародыш прилегает к эндосперму со стороны спинки зерна и состоит из почечки, зачаточного корешка и щитка. Биологическое назначение щитка состоит в том, что через него питательные вещества эндосперма поступают в зародыш.

### 1.2.3 Морфологическое и анатомическое строение семян бобовых культур

Плод бобовых культур - боб, состоящий из двух створок, под которыми находятся семена, условно называемые зерном. В бобах образуется обычно несколько семян. Семена бобовых имеют разнообразную форму и окраску, но строение их однотипно. У семян бобовых культур отсутствуют алейроновый слой, эндосперм и отделенный от него зародыш, а все семя является крупным зародышем, покрытым семенной оболочкой.

Место, которым семя прикрепляется к стенкам плода (боба), называется рубчиком. Вблизи рубчика находится небольшое отверстие - семявход (микрופиле), через которое вода проникает в семя при набухании. Если набухшее семя сдавить пальцами, из микрופиле выступит капля воды.

Под семенной оболочкой (кожурой) находится зародыш семени. Он состоит из семядолей, содержащих запасы питательных веществ, прикрепленных к укороченному стеблю. Верхняя часть стебля переходит в почечку, из которой развивается побег растения, а нижняя - в корешок.

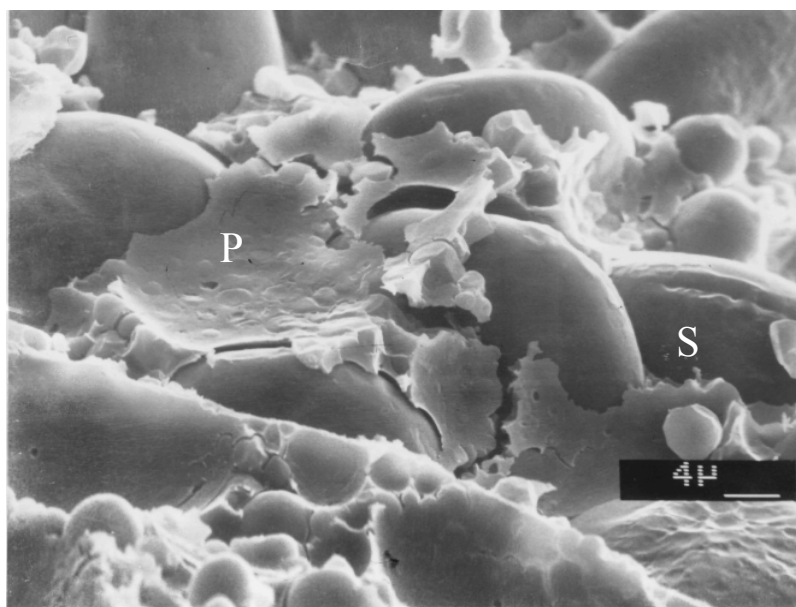
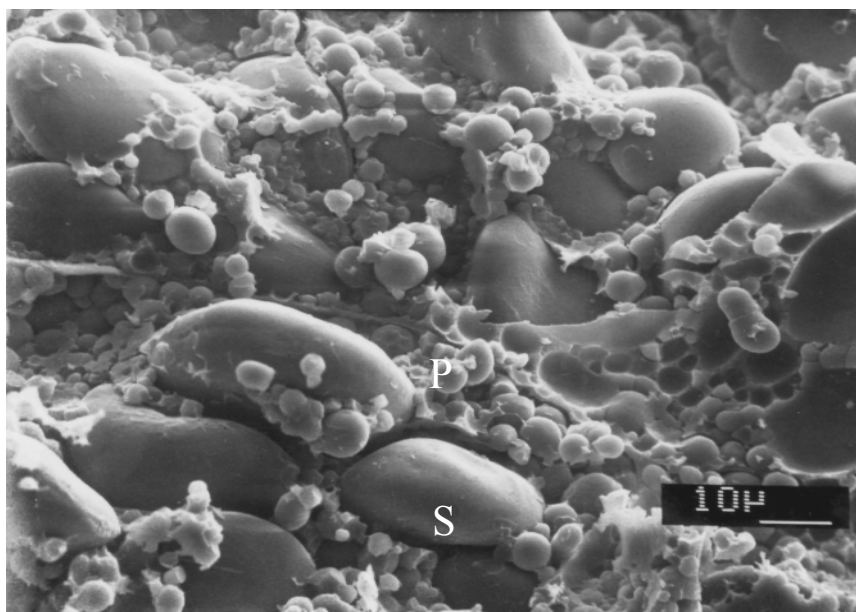
Схема строения семени бобовых растений показана на рисунке 5.

Семенная оболочка составляет от 6 до 14 % веса семени, почечка с корешком 1-2 %, семядоля - около 90 %.

Семенная оболочка или кожура снаружи покрыта кутикулой - сплошной тонкой пленкой, состоящей из кутина - жиробразного вещества не пропускающего ни воду, ни газы. Кожура состоит из трех слоев: палисадного слоя, гиподермы и питательной ткани. В зрелом семени под микроскопом четко различимы только первые два слоя: палисадный, состоящий из толстостенных сильно вытянутых радиальных клеток и гиподерма, состоящая из одного ряда широких клеток с толстыми стенками, посередине несколько вытянутых. Питательный слой хорошо виден лишь на ранних стадиях развития семени.

В зрелом семени клетки питательного слоя резко деформируются, сжимаются, сливаются, образуя узкую полосу, окрашенную в желтовато-зеленый цвет, прижатую



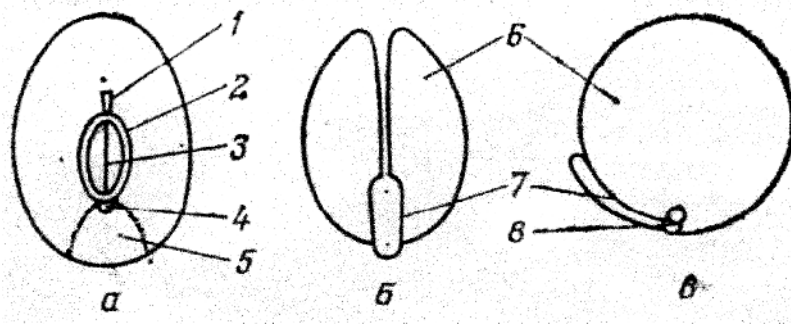


S – крахмал; P – белковая матрица

Рисунок 4 – Микрофотографии центральной части эндосперма зерна пшеницы

к концам клеток гиподермы. Содержащиеся в нем запасные питательные вещества к концу созревания переходят в другие части семени.

Семядоли содержат запасные вещества: зерна крахмала, белки (алеироновые зерна) и масло, которое в виде тонкой эмульсии прочно соединено с алеироновыми зернами.



а – семя в оболочке; б – семя без оболочки; в – одна семядоля  
 1 – халаза (основание семяпочки); 2 – семенной рубчик; 3 – рубчиковый след;  
 4 – микропиле; 5 – очертание корешка; 6 – семядоли; 7 – корешок; 8 - почечка

Рисунок 5 – Схема строения семян бобовых растений

Такие семядоли состоят из трех слоев: эпидермиса наружной стороны, слоя мякоти и эпидермиса внутренней стороны. Клетки того и другого эпидермиса богаты белковыми веществами, крахмала в них нет. Крупные клетки мякоти семядолей заполнены зернистой массой, состоящей в значительной степени из алейроновых зерен. Крахмальные зерна вкраплены в зернистой массе.

### 1.3 Техника определения

#### 1.3.1 Приготовление срезов и препаратов

Тонкие слои (срезы) зерна, так называемые «препараты» можно получить на микротоме или вручную при помощи бритвы или лезвия, волосяной кисточки и предметного стекла.

Перед приготовлением срезов зерно для увлажнения выдерживают 12-24 часа в открытых боксах в эксикаторе, на дне которого налита вода.

Срезы производят легким скользящим движением так, чтобы они, во-первых, получались как можно более тонкими и, во-вторых, в плоскости перпендикулярной к оси зерна.

Полученные срезы снимают кисточкой с бритвы и переносят в лунку с водой предметного стекла. Для получения удовлетворительных срезов требуется некоторый навык. При отсутствии его необходимо сделать большое количество срезов и затем выбрать из них лучшие. Это делают на разборной доске. Для получения наиболее тонких срезов зерно зажимают в рейсфедер и делают срезы под бинокулярной лупой. Полученные срезы используют для приготовления постоянных или временных препаратов, рассматриваемых под микроскопом.

Для приготовления временных препаратов применяют воду, глицерин, спирт.

Последовательность приготовления препаратов:

- 1) готовят чистое предметное и покровное стекла;
- 2) готовят зерно для получения срезов;
- 3) делают срез микротомом или вручную;
- 4) на предметное стекло помещают стеклянной палочкой или пипеткой каплю воды (глицерина или спирта);
- 5) каплю воды, глицерина или спирта наносят на срез, который - будут рассматривать под микроскопом;
- 6) осторожно, так, чтобы в каплю жидкости не попали пузырьки воздуха, ее накрывают покровным стеклом; для этого на край капли опускают одну сторону покровного стекла, поддерживая другую его сторону препаровальной иглой, затем, опуская иглу и, следовательно, стекло, постепенно накрывают каплю жидкости с объектом, если же накрывать каплю покровным стеклом сразу, то пузырьки воздуха почти всегда попадают под него. Если под покровным стеклом окажется мало воды, то есть часть пространства под стеклом будет занята воздухом, необходимо осторожно сбоку покровного стекла поместить маленькую каплю жидкости, которая сама втягивается под покровное стекло.

Если воды или другой жидкости под покровным стеклом много, и она выступает за его пределы, надо этот излишек удалить при помощи фильтровальной бумаги.

Поверхность покровного стекла должна быть абсолютно сухой и чистой.

Для рассмотрения поперечного или продольного среза зерна обычно применяют увеличение от 56 до 400 раз. Рассматривать начинают с наименьшего увеличения, даваемого микроскопом, и переходят к более сильному увеличению.

#### **1.4 Задание:**

- 1) разделить навеску смеси зерен злаковых культур по группам. Зарисовать зерна по одной культуре из каждой группы;
- 2) сделать срезы зерна пшеницы, гороха и приготовить из них препараты. Рассмотреть полученные препараты под микроскопом, зарисовать их.

## **2 Определение всхожести, энергии прорастания и жизнеспособности семян**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения всхожести, энергии прорастания и жизнеспособности семян

### **2.1 Оборудование, приборы и материалы**

Растильни, чашки Петри, термостат, белая фильтровальная бумага, шпатели, пинцеты, лезвия, химические стаканы; реактивы: 0,1 % раствор индигокармина и ки-

слово фуксина, ГОСТ 12039-82, ГОСТ 10968-88.

## **2.2 Основные положения**

### **2.2.1 Всхожесть и энергия прорастания**

Всхожесть и энергию прорастания семян определяют проращиванием их при оптимальных условиях, установленных стандартом для каждой культуры.

Под всхожестью семян понимают количество нормально проросших семян за определенный срок (число дней) в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах. Одновременно со всхожестью определяют энергию прорастания семян (дружность прорастания) семян, т.е. процент нормально проросших семян за определенный срок, меньший, чем срок, установленный для определения всхожести.

Нормально проросшими (всхожими) у пшеницы, ржи и кукурузы считают семена с развитыми корнями (у кукурузы один главный корень), из которых главный должен быть не менее длины семени. Росток у всхожих семян этих культур должен быть не менее половины длины зерновки. У ячменя и овса росток первоначально находится под пленками, поэтому о прорастании судят по корешкам, которые должны быть размером не менее длины семени. По всем остальным культурам к числу всхожих относят семена, имеющие нормально развитый корень размером не менее длины семени, а у семян круглой формы - не менее диаметра семени.

К ненормально проросшим (невсхожим) семенам относят семена у которых корень или росток оказались уродливыми, корень не дал развившихся дополнительных корней; корни водянистые или нитевидные без волосков; при наличии ростка отсутствуют корни; с двумя отломанными семядолями (у бобовых); корни или ростки имеют трещины и перехваты, достигающие проводящих тканей.

К загнившим семенам относят семена с загнившим зародышем или семядолями, с мягким разложившимся эндоспермом, с почерневшим зародышем, с частично или полностью загнившими корнями. Семена, которые к установленному сроку определения всхожести не изменили внешнего вида и остались ненабухшими, относят к твердым.

### **2.2.2 Жизнеспособность семян**

Под жизнеспособностью семян понимают потенциальную способность зерна к прорастанию, или жизненность заключенного в нем зародыша. Жизнеспособность определяют при необходимости срочного установления качества семени для выяснения причин их низкой всхожести.

Низкая всхожесть не всегда связана с порчей семян. Нередко совершенно нормальные и здоровые семена с живыми зародышами при проращивании оказываются невосхожими. Это происходит потому, что зерно нередко убирают при неблагоприятной погоде, когда в нем ещё не закончены все процессы созревания.

Для определения жизнеспособности семена окрашивают тетразолом, индигокармином или кислым фуксином. Окрашивание семян тетразолом требует длительного времени, поэтому тетразол в данной работе не используется.

Применение индигокармина и кислого фуксина основано на том, что живые клетки зародыша для этих красителей непроницаемы, а мертвые клетки легко их пропускают и окрашиваются. Тот и другой краситель используют в виде 0,1 % - ного раствора.

При окрашивании семян тетразолом (0,5 % - ный раствор), наоборот, живые клетки окрашиваются в красный цвет, мертвые не окрашиваются. В этом случае к жизнеспособным относят половинки семян с окрашенным зародышем, неразрезанные семена с полностью окрашенными зародышем, семена с интенсивно окрашенными большими пятнами на концах в семядолях зародыша. К нежизнеспособным относят половинки семян и неразрезанные семена с неокрашенными зародышами, со слабо окрашенными кончиком корня зародыша или со слабо окрашенными пятнами на корнях и семядолях.

## **2.3 Техника определения**

### **2.3.1 Определение всхожести и энергии прорастания**

Всхожесть и энергию прорастания всех культур определяют в четырех повторностях. Для крупносемянных культур (кормовые бобы, арахис, фасоль, клешевина) из средней пробы очищенного зерна отсчитывают по 50 зерен в каждой повторности, для остальных культур - по 100 зерен.

Проращивают семена в растильнях, чашках Петри, помещаемых в термостат.

Для проращивания семян в качестве подстилки (ложе) применяют кварцевый песок или белую бумагу, не окрашенную ядовитым составом. Бумагу нарезают соответственно размеру посуды и укладывают в 2-3 слоя. Перед проращиванием семян ее опускают в воду комнатной температуры, излишку воды дают стечь.

Кварцевый песок перед употреблением промывают, прокаливают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Песок для большинства культур увлажняют до 60 % от полной его влагоёмкости, для семян бобовых - до 80 % и для риса - до полной влагоемкости. Увлажненный до требуемого процента влагоемкости песок помещают в растильню до 2/3 ее высоты.

В соответствующих стандартах для семян каждой культуры указывается тип ложа: буквой «П» обозначается песок, буквой «Ф» - фильтровальная бумага. Семена некоторых мелкосемянных культур проращивают на комбинированном ложе из песка и фильтровальной бумаги (П+Ф). Условия проращивания в темноте некоторых культур (по ГОСТ 12038-84) приведены в таблице 1.

Семена при проращивании размещают при помощи счетчика-раскладчика или вручную на расстоянии не менее 0,5-1,5 см друг от друга в зависимости от их крупности.

Таблица 1 - Условия проращивания семян различных культур в темноте

Культура	Ложе для проращивания семян	Температура при проращивании, °С	Срок определения, сутки	
			энергии прораствания	всхожести
Пшеница мягкая	Песок или фильтровальная бумага	8-12; 20	3	7
Пшеница твердая	То же	8-12; 20	4	8
Рожь	То же	8-12; 20	3	7
Ячмень	То же	8-12; 20	3	7
Овес	То же	8-12; 20	4	7

Примечание: Условные обозначения: 8-12; 20 - переменная температура (первые 3-4 дня 8-12 °С, в последующие дни – 20 °С).

После раскладки семян каждой пробы на подстилку кладут этикетку и указывают номер образца, номер пробы (сотни) и дату учета энергии прораствания и всхожести. Надписи на этикетках делают только простым карандашом.

Растильни в термостат ставят одну на другую. Самую верхнюю прикрывают стеклянной пластинкой. Термостаты должны сохранять температуру на заданном уровне, иметь хорошую вентиляцию и необходимую влажность воздуха

Во время проращивания семян ложе не должно высыхать или переувлажняться.

Чтобы подстилка не высыхала, на дно термостата помещают противень с водой. Воду периодически меняют.

Термостаты необходимо содержать в чистоте и не реже одного раза в десять дней их дезинфицировать спиртом или раствором марганцовокислого калия. При переменной температуре семена проращивают при резкой ее смене.

Всхожесть семян вычисляют в процентах как среднее арифметическое результатов четырех проб. Окончательный результат всхожести выражают в целых процентах, причем доли менее 0,5 % отбрасывают, а доли 0,5 % и более считают за 1 %.

Посевная годность характеризуется содержанием всхожих семян основной культуры в процентах и на её основе уточняется норма посева.

### 2.3.2 Определение жизнеспособности семян, окрашиванием их индигокармином или кислым фуксином

Перед окрашиванием две пробы по 100 семян в каждой предварительно намачивают в воде температурой 18-20 °С в течение 5 часов для пшеницы, кукурузы, риса, ячменя и подсолнечника; 20 часов - для ржи, овса, льна и 17 часов - для гречихи, гороха, фасоли, конопли, бобов и вики. Семена с высокой влажностью, которые легко разрезаются можно предварительно не намачивать.

Перед намачиванием или после него семена некоторых культур специально обрабатывают. Так, семена овса и риса перед намачиванием освобождают от цветковых пленок, подсолнечника - от плодовых оболочек. После намачивания у семян гречихи, льна, конопли снимают плодовые и семенные оболочки. Набухшие семена разрезают вдоль на две равные половинки.

Половинки или целые семена, лишенные оболочек, переносят в стаканчик с водой и промывают несколько раз для удаления разрезанных тканей.

Для анализа берут по одной половинке от каждого семени (вторые половинки оставляют в стакане с водой на случай повторного определения). Подготовленные половинки заливают 0,1 % - ным раствором индигокармина или кислого фуксина.

Семена пшеницы, ржи, овса, ячменя, кукурузы и др. окрашиваются в течение 10-15 мин., семена бобовых - 2-3 часа. После окрашивания раствор красителя сливают, семена промывают водой, раскладывают на фильтровальную бумагу и определяют содержание жизнеспособных семян.

Жизнеспособными считают половинки и неразрезанные семена с неокрашенным зародышем, со слабо окрашенным кончиком корешка зародыша и слабо окрашенными пятнами на корешках и семядолях зародыша.

К нежизнеспособным относят половинки и неразрезанные семена с полностью окрашенным зародышем, а также с интенсивно окрашенными большими пятнами на корешках и семядолях зародыша.

Процент жизнеспособности устанавливают как среднее арифметическое из двух сотен проанализированных семян.

Окончательный результат определения выражают в целых процентах, при этом доли менее 0,5 % отбрасывают, а доли 0,5 % и более считают за 1%

**2.4 Задание:** определить всхожесть, энергию прорастания и жизнеспособность предложенных преподавателем зерновых культур.

## **2.5 Порядок выполнения работы**

Руководствуясь методическими указаниями, определяют всхожесть, энергию прорастания и жизнеспособность предложенных преподавателем зерновых культур.

При подсчете проросших семян для определения энергии прорастания удаляют только нормально проросшие и явно загнившие семена.

При подсчете всхожести отдельно учитывают нормально проросшие, набухшие, твердые, загнившие и ненормально проросшие семена. Процент всхожести семян вычисляют как среднее арифметическое четырех проб с учетом допустимых отклонений по стандарту.

Если при определении всхожести обнаружены набухшие, но не загнившие семена, то проращивание продолжают еще трое суток. Температуру, при которой проращивались семена, и продолжительность проращивания указывают в документах о качестве семян.

Одновременно с определением всхожести, энергии прорастания учитывают поражение семян плесневыми грибами. Степень поражения вычисляют как средний процент пораженных семян в четырех пробах (таблица 2).

Таблица 2 – Степень поражения семян

Степень поражения	Количество семян покрытых плесневыми грибами, %
Слабая	До 5
Средняя	От 6 до 25
Сильная	От 26 до 75
Очень сильная	Свыше 75

Результаты определения оформляют в виде таблицы 3.

Таблица 3 - Результаты определения всхожести, энергии прорастания и жизнеспособности семян

Культура	Срок определения прорастания, сутки	Содержание зерен, %					Степень поражения зерна плесневыми грибами	Содержание жизнеспособных зерен, %
		Нормально проросших	Набухших	Твердых	Ненормально проросших	Загнивших		

### 3 Отбор проб и подготовка их к анализам

**Цель работы:** ознакомиться с методами отбора проб и подготовкой их к анализам

#### 3.1 Оборудование, приборы и материалы

Щупы для отбора выемок, делитель БИС-1, разборные доски, весы с разновесом, шпатели, розетки для зерна, планки деревянные со скошенным ребром, совочки, ГОСТ 13586.3-83, ГОСТ Р 50436-92.

#### 3.2 Основные положения

Качество партии зерна устанавливается на основании результатов анализа средней пробы, отобранной от партии.

Партия - любое количество зерна однородного по качеству (по органолептической оценке), предназначенного для одновременной приемки, отгрузки или хранящегося в одном силосе, складе.



Точечная проба - небольшое количество зерна, которое отбирают от партии за один прием (совком, щупом или каким-либо другим путем).

Объединенная проба – совокупность всех точечных проб, отобранных из партии зерна.

Средняя проба – часть объединенной пробы, выделенная для определения качества партии. Для небольших партий зерна объединенная проба одновременно является и средней пробой (не более 2 кг).

Навеска – часть средней пробы, выделенная для определения отдельных показателей качества зерна.

### 3.2.1 Отбор проб

Пробы партии зерна отбирают при помощи специальных щупов или пробоотборников. Щупы бывают конусные и цилиндрические. В зависимости от назначения их разделяют на автомобильные, вагонные, складские, силосные, мешочные (рисунок 6).

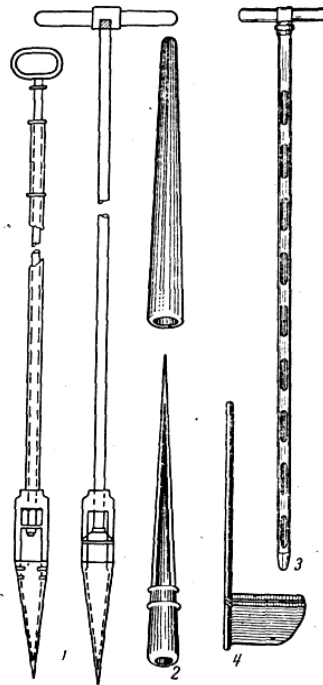
Щупы всех типов вводят в зерно закрытыми. На нужной глубине их открывают, и они наполняются зерном на заданном расстоянии от поверхности зерновой насыпи. Конусный щуп закрывается и открывается при помощи стержня, проходящего через полую его штангу, а цилиндрический - повертыванием внутреннего цилиндра щупа. Щупы с навинчивающимися штангами закрываются в результате свободного перемещения конуса на конце штанги: при надавливании (при вводе в зерновую насыпь) конус, прижимаясь к нижней части штанги, закрывается. Цилиндрический щуп удобен тем, что при его применении одновременно можно получить пробы из разных слоев насыпи, однако при закрывании камер происходит перерезание зерен, что даёт увеличение процента битых зерен в пробе. В связи с этим наиболее широкое применение получили конусные щупы.

Для взятия проб зерна из автомобиля, кроме конусных щупов, распространение получили автомобильные пробоотборники - А1-УП-2А, А1-УП-3А (рисунок 7); пневматические пробоотборники ПДШ-1, ППД-1.

Использование пневматических пробоотборников позволяет увеличить скорость отбора проб и создает возможность отбора их по всей высоте насыпи зерна и у дна кузова автомобиля. Недостатком пневматических пробоотборников является то, что они не могут отбирать пробы от партий сырого зерна и засоренного крупными органическими примесями (частицами соломы, колосьями и т.п.).

### Отбор точечных проб из автомобилей

Точечные пробы из автомобилей отбирают механическим пробоотборником или вручную щупом. Из автомобилей с длиной кузова до 3,5 м точечные пробы отби-



1 - вагонные конусные щупы; 2 - мешочный щуп; 3 - цилиндрический щуп; 4 - ковш

Рисунок 6 – Зерновые щупы и ковш

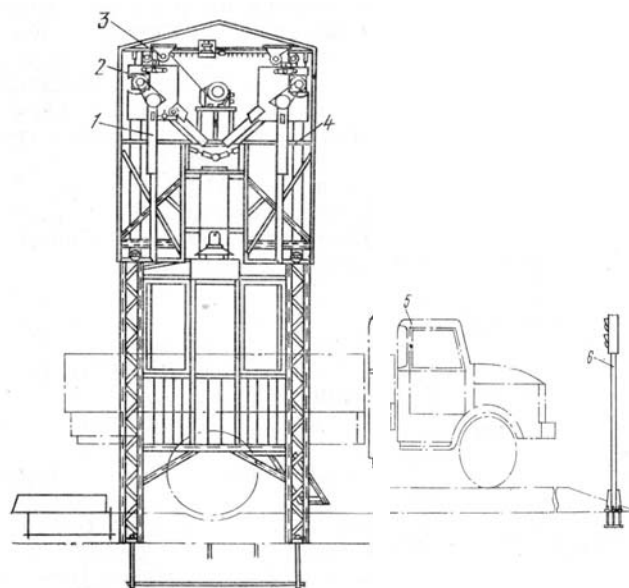
рают в четырех точках по схеме А (рисунок 8), с длиной кузова от 3,5 до 4,5 м – в шести точках по схеме Б с перестановкой автомобиля на шаг отборника и последующим опусканием одной пары норий, с длиной кузова от 4,5 м и более – в восьми точках по схеме В на расстоянии от 0,5 до 1 м от переднего и заднего бортов и на расстоянии около 0,5 м от боковых бортов

Механическим пробоотборником точечные пробы отбирают по всей глубине насыпи зерна. Ручным щупом точечные пробы отбирают из верхнего и нижнего слоев, касаясь щупом дна. В автопоездах точечные пробы отбирают из каждого кузова (прицепа). Общая масса точечных проб при отборе по схеме А должна быть не менее 1 кг, по схеме Б – не менее 1,5 кг и по схеме В – не менее 2 кг.

Если общая масса будет менее указанной, отбирают дополнительные точечные пробы в тех же точках в среднем слое насыпи.

Отбор точечных проб зерна, хранящегося насыпью в складах и на площадках (исключая склады с наклонными полами)

Точечные пробы зерна, хранящегося в складах и на площадках при высоте насыпи до 1,5 м, отбирают ручным щупом, при большей высоте насыпи – складским щупом с навинчивающимися штангами. Для отбора проб поверхность насыпи зерна



1 –нория; 2 – лебедка; 3 – система блоков; 4 – ленточный конвейер; 5 – автомобиль; 6 – светофор.

Рисунок 7 – Установка А1-УП-2А для автоматического отбора проб из автомобиля

делят на секции площадью примерно  $200 \text{ м}^2$  каждая.

В каждой секции точечные пробы отбирают в шести точках поверхности на расстоянии 1 м от стен склада (края площадки) и границ секции и на одинаковом расстоянии друг от друга по схеме Г (рисунок 9). При небольших количествах зерна в партии допускается точечные пробы отбирать в четырех точках поверхности секции площадью до  $100 \text{ м}^2$  по схеме Д.

В каждой точке точечные пробы отбирают из верхнего слоя на глубине 10-15 см от поверхности насыпи, из среднего и нижнего (у пола) слоев. Общая масса точечных проб должна составлять около 2 кг на каждую секцию.

Схема А

\* \*  
\* \*

Схема Б

\* \* \*  
\* \* \*

Схема В

\* \* \* \*  
\* \* \* \*

Рисунок 8 - Схемы отбора точечных проб из автомобилей

Схема Г

\* \* \*  
\* \* \*

Схема Д

\* \*  
\* \*

Рисунок 9 - Схемы отбора точечных проб на складах

Отбор точечных проб из мешков

Из партии затаренного зерна отбор проб производят как из расшитых, так и из зашитых мешков. Пробы из расшитых мешков берут конусным щупом в трех местах: вверху, в середине и внизу. Из зашитых мешков пробы отбирают мешочным щупом, который вводят в один из углов по направлению к средней части мешка снизу вверх желобком вниз, затем поворачивают на 180° и вынимают. Количество мешков, из которых должны быть отобраны пробы зависит от величины партии зерна. Так, если в ней до 10 мешков, то пробы отбирают из каждого второго мешка; от 10 до 100 мешков - из 5 мешков плюс 5 % от количества мешков в партии; свыше 100 мешков из 10 мешков плюс 5 % от количества мешков в партии.

Отбор точечных проб при погрузке (выгрузке) зерна

Точечные пробы при погрузке (выгрузке) зерна в вагоны, суда, склады и силосы элеватора отбирают из струи перемещаемого зерна в местах перепада механическим пробоотборником или специальным ковшом путем пересечения струи через равные промежутки времени в течение всего периода перемещения партии. Периодичность отбора проб устанавливают в зависимости от скорости перемещения, массы партии, а также состояния по засоренности, с тем чтобы обеспечить требования, указанные в таблице 4. Масса одной точечной пробы должна быть не менее 100 г.

Таблица 4 - Отбор точечных проб из струи перемещаемого зерна

Масса перемещаемой партии, т	Состояние по засоренности	
	чистое и средней чистоты	сорное
До 100 включительно	От каждых 3 т	От каждых 3 т
Свыше 100...200 включительно	От каждых 5 т	От каждых 5 т
Свыше 200...400 включительно	От каждых 10 т	От каждых 5 т
Свыше 400	От каждых 20 т	От каждых 10 т

Отбор точечных проб зерна, хранящегося в силосах элеватора и складах с наклонными полами

Точечные пробы отбирают в процессе выпуска зерна из силоса или секции

склада в соответствии с требованиями, изложенными в таблице 4.

### 3.2.2 Составление объединенной пробы и выделение средней пробы и навесок

Отобранные пробы тщательно осматривают, сличают одну с другой. Если все пробы окажутся однородными, их объединяют, получая объединенную пробу. Если отобранные пробы резко отличаются одна от другой, их объединяют в отдельные группы и в результате получают несколько объединенных проб, принимаемых за отдельные партии, и на каждую выдают документы о качестве.

Объединенную пробу тщательно смешивают и выделяют из неё на делителях или вручную среднюю пробу. Если объединенная проба весит до 2 кг, то эта проба одновременно является и средней пробой.

При отборе от большой однородной партии зерна при погрузке (выгрузке) судна среднюю пробу составляют так: из точечных проб, отобранных за определенный отрезок времени (час или два) в соответствии с требованиями таблицы 4, составляют промежуточную пробу, которую тщательно смешивают, и выделяют из нее среднюю пробу массой  $(2,0 \pm 0,1)$  кг или  $(3,0 \pm 0,1)$  кг для проверки отдельных показателей качества. К концу смены или суток все средние пробы, выделенные из промежуточных, объединяют и из них выделяют среднюю пробу за смену, по которой проводится анализ по всем показателям качества.

После окончания погрузки (выгрузки) подсчитывают средневзвешенное качество по всем среднесменным пробам, на основании которого выписывают удостоверение о качестве партии зерна.

При всех операциях с объединенной и средней пробами, а также при выделении навесок для анализа требуется тщательное перемешивание зерна для того, чтобы все части пробы были однородными.

Смешивание зерна и выделение навесок следует производить на делителях, и лишь только при отсутствии их вручную - методом крестообразного деления. Для этого объединенную пробу высыпают на стол с гладкой поверхностью, распределяют зерно в виде квадрата и смешивают при помощи двух коротких деревянных планок со скошенными ребрами.

Смешивание производят так, чтобы зерно, захваченное с противоположных сторон квадрата на планки в правой и левой руке, ссыпалось на середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Зерно с концов валика снова захватывают планками и также ссыпают в середину. После трехкратного перемешивания объединенную пробу выравнивают в виде квадрата и делят скошенным ребром планки по диагоналям на четыре треугольника (рисунок 10).

Из двух противоположных треугольников зерно удаляют, а из двух оставшихся собирают вместе, разравнивают, перемешивают указанным способом и делят в таком же порядке еще раз. Таким образом, зерно делят постепенно до тех пор, пока не останется около 2 кг. Это и будет средняя проба. Из средней пробы на делителях или вручную вышеописанным методом, выделяют навеску зерна для анализа.

### 3.2.3 Составление среднесуточной пробы и выделение средней пробы

При приемке однородных по качеству партий зерна оценку его качества производят по среднесуточным пробам, так как это значительно сокращает время, затрачиваемое на анализ.

Об однородности поступающих партий зерна судят на основании результатов анализа по влажности и зараженности вредителями, а по остальным показателям - органолептически. Сортная принадлежность зерна устанавливается сортными документами.

Среднесуточная проба составляется в два этапа. Сначала от каждой автомашины (прицепа) обычными способами отбирают пробы для составления объединенной пробы. Затем из объединенной пробы выделяют с помощью мерки или делителя часть зерна из расчета 50 г на каждую тонну доставленного зерна.

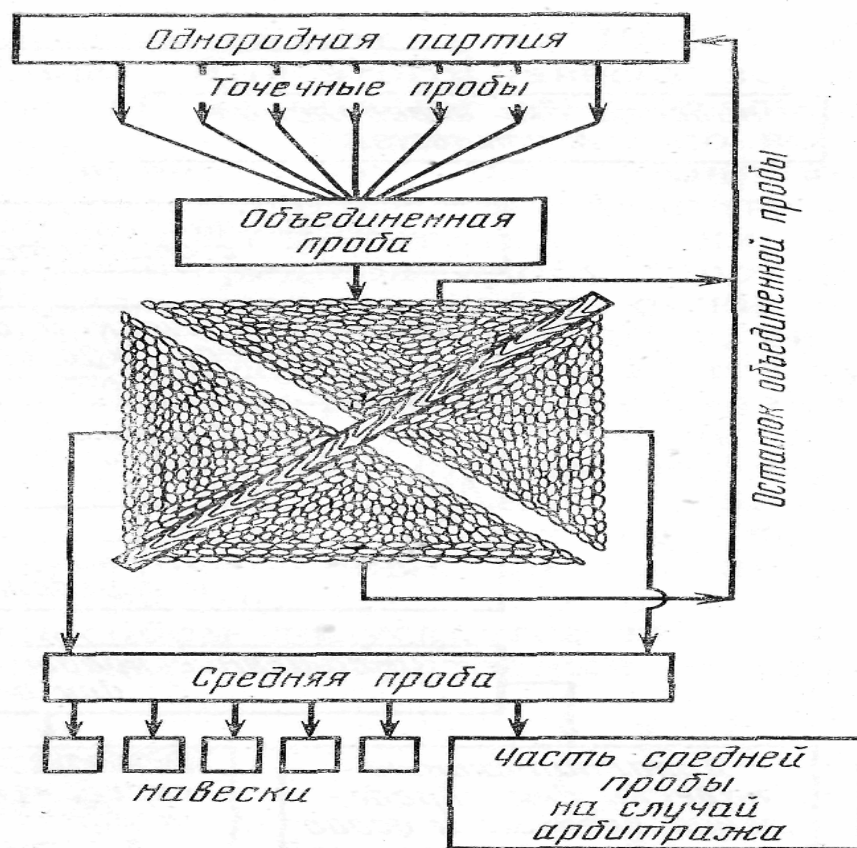


Рисунок 10 – Схема смешивания и выделения средней пробы и навесок

Из среднесуточной пробы выделяют (на делителе или вручную) среднюю пробу для определения качества.

**Делительный аппарат БИС-1.** Из делительных аппаратов (ДБ-1, Гусева,

ДЗК-1 и др.) широко применяется делитель БИС-1 (рисунок 11). Он предназначен для смешивания проб зерна и выделения из него навесок в 25, 50 и 100 г. Кроме этого, прибор позволяет выделить часть зерна, пропорциональную массе привезенной партии, для составления среднесуточной пробы и отделить половину пробы с целью определения объёмной массы зерна.

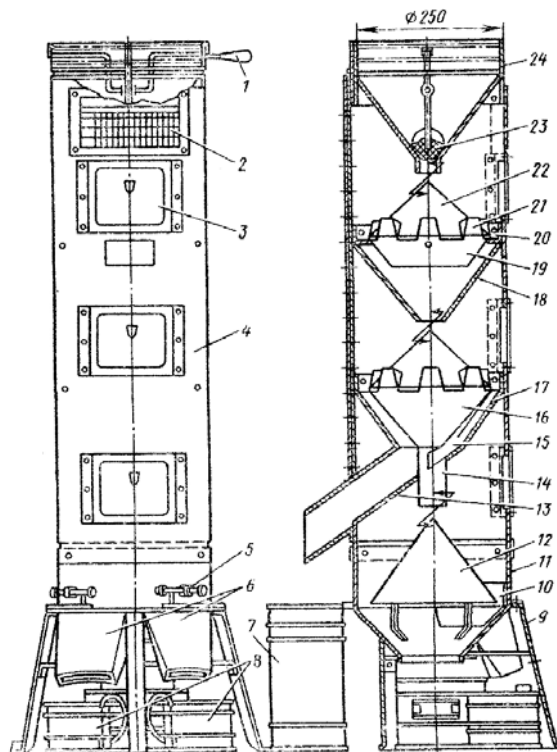
Делитель состоит из трех разъемных цилиндрических частей. Верхняя часть представляет собой приемную воронку конусной формы (вместимостью до 4,5 кг) с шаровым затвором. Под воронкой расположена средняя часть прибора, состоящая из двух делительно-смешивающих устройств. Эти устройства смешивают и делят образец пополам. Выделенную половину на втором делительно-смешивающем устройстве по специальному отводу удаляют из делителя и используют для определения объёмной массы. Оставшаяся часть зерна смешивается и поступает на третье делительно-смешивающее устройство, которое состоит из конуса, воронки и двух подвижных заслонок, которые используют для изменения величины сечения двух отверстий, имеющих в воронке. Против этих отверстий сделаны два отвода, в один из которых поступает зерно для навески, а в другой - для среднесуточной пробы. Кроме того, в нижней части делителя имеется отвод для остатка зерна после выделения навески.

### **3.3 Задание:**

- 1) усвоить понятие о партии зерна и всех терминах, связанных с отбором проб и составлением объединенной, средней и среднесуточной проб зерна;
- 2) изучить конструкцию и работу шупов, а также все случаи отбора проб (из вагонов, силосов, автомобилей, мешков);
- 3) изучить порядок составления объединенной, средней и среднесуточной пробы зерна;
- 4) ознакомиться с устройством делителя БИС-1. Научиться выделять навески на делительном аппарате и вручную.

### **3.4 Порядок выполнения работы**

Перед выделением навесок на делителе отобранную пробу зерна взвешивают на весах и высыпают в воронку при закрытом затворе. В таблице, прикрепленной к кожуху прибора, при пересечении линий массы пробы и требуемой навески находят цифру, на которую следует установить стрелку, прикрепленную к ручке подвижной заслонки в нижней части прибора. Если требуется выделить пропорциональную часть из зерна для составления среднесуточной пробы, то на второй шкале с помощью ручки стрелка устанавливается на цифры, характеризующие грузоподъемность автомашины (1,5; 3; 4,5 т), под выводные отверстия прибора подставляют ковши и открывают затвор. Зерно поступает из воронки на первый конус, распределяется на нем тонким слоем и, встречая на своем пути улавливающие ячейки делительного устрой-



1 – рукоятка затвора; 2 – таблица, по которой устанавливается число делений шкалы при выделении навески заданной величины; 3 – смотровые окна для осмотра и чистки прибора; 4 – наружный цилиндр; 5 – ручка для перемещения секций, изменяющих сечение прямоугольных отверстий; 6 – два лотка для выделения навесок; 7 – два круглых ковша для обезличенного зерна; 8 – два ковша для навесок; 9 – три опорные ножки; 10 – две подвижные секции; 11 - основание; 12 – конус нижней части цилиндра; 13 – отводной патрубок для зерна; 14 – труба нижнего конуса; 15, 16 – отражательные планки, не позволяющие зерну задерживаться на трубе; 17 – воронка; 18 – воронка большого диаметра; 19 – нижний конус делительно-смешивающего устройства; 20 – проволочная крестовина; 21 – улавливающие ячейки восьми прямоугольных отверстий; 22 – верхний конус делительно-смешивающего устройства; 23 – шаровой затвор; 24 – приемная воронка.

Рисунок 11 – Зерновой делитель БИС-1

ства, разделяется пополам. Затем по двум параллельно расположенным воронкам попадает на второй конус.

На втором делительном устройстве зерно также смешивается и делится пополам. Выделенную половину зерна по специальному отводу удаляют из делителя и используют для определения объёмной массы. Оставшаяся часть зерна смешивается и поступает на третий конус, здесь зерно опять смешивается, из него выделяется задан-



ной величины навеска, а также часть зерна, используемая для составления среднесуточных проб.

Если при использовании делителя любой конструкции навеска получается с превышением 10 % потребного веса, излишек удаляют. Для этого зерно высыпают на стол и разравнивают тонким слоем. Затем с помощью плоского совочка отбирают излишек из разных мест, стараясь захватывать зерно по всей толщине слоя.

Если только требуется смешать и разделить образец пополам, надо закрыть подвижные заслонки делителя (поставить на «О»). После каждого выделения навесок делитель необходимо тщательно очищать, чтобы не засорить следующие пробы.

## **4 Органолептическая оценка зерна (по цвету запаху вкусу)**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения цвета, запаха, вкуса зерна

### **4.1 Оборудование, приборы и материалы**

Технические весы, лабораторная мельница, электроплитка, конические колбы со шлифом емкостью 100 мл, химические стаканы, коллекция дефектного зерна (с измененным запахом, цветом и вкусом), ГОСТ 10967-90.

### **4.2 Основные положения**

Органолептическая оценка зерна - это оценка при помощи органов чувств: зрения, обоняния, вкусовых ощущений.

Признаками нормального здорового зерна служат характерный вкус, запах и определенный цвет. При наличии некоторых примесей и порче зерна, в этих признаках наблюдаются большие или меньшие отклонения.

**Цвет.** Свежее зерно имеет характерный блеск. При не благоприятных условиях он исчезает, и зерно становится матовым.

Зерно, частично проросшее или хранившееся во влажном состоянии, становится тусклым и приобретает «белесоватость» (обесцвечивается).

Для зерна, поврежденного сушкой (поджаренного) или самосогреванием, характерен красный цвет различных оттенков – от темно-бурого, до матово-красного.

Пшеницу, поврежденную заморозками, в зависимости от степени повреждения подразделяют на две группы:

1) захваченную морозом, относимую к зерновой примеси, с зернами деформированными, сморщенными, потемневшими и белесоватыми;

2) морозобойную, относимую к основному зерну, с зернами, потерявшими блеск, со слабо выраженной морщинистостью.

У пшеницы, поврежденной суховеем, зерно мелкое щуплое с неестественным

цветом.

**Запах.** Интенсивность и специфичность запаха зависят, прежде всего, от количества и состава эфирных масел.

Резкое изменение запаха зерна может возникнуть как вследствие его сорбционных свойств, так и в результате его порчи (распада органических веществ).

Зерно с некоторыми сорбционными запахами, которые могут быть удалены из него при переработке, принимается хлебоприемными предприятиями по специальному разрешению.

В зерне с начавшимся процессом порчи, различают солодовый запах, а при дальнейшей порче – плесенный, затхлый и гнилостный.

**Солодовый запах зерна.** Остро-ароматный, является первым признаком того, что оно грелось или греется.

**Плесенный запах.** Появляется у влажного и сырого зерна в результате развития плесневых грибов.

**Затхлый запах.** Появляется с проникновением плесени внутрь зерна, что вызывает распад органических веществ. Наличие затхлого зерна переводит его в категорию дефектного. Из такого зерна нельзя получить хлеб и крупу высокого качества.

**Гнилостный запах.** Характерен для зерна с глубоко зашедшим процессом распада органических веществ. Запах зерна положен в основу определения степени его порчи (дефектности).

**Степени дефектности зерна.** Первая степень порчи зерна – зерно с солодовым запахом. Сюда относят партии зерна, вышедшего из стадии покоя. В зерне усиленно проявляется физиологический процесс (дыхание), что создает благоприятные условия для жизнедеятельности плесневых грибов на поверхности зерна. Зерно без соответствующей обработки становится нестойким к длительному хранению, может быть пригодным к использованию на производственные цели.

Вторая степень порчи зерна – зерно приобретает плесенно-затхлый запах, который выявляется у партии зерна с разными степенями воздействия на него плесневых грибов. Если плесневыми грибами поражены эндосперм и зародыш, то зерно используют только для кормовых и технических целей. При поверхностном повреждении после соответствующей обработки с удалением цветковых и плодовых оболочек зерно может быть приведено в соответствие, годное для продовольственного использования.

Третья степень порчи зерна – зерно с гнилостно-затхлым запахом; оно может быть использовано только для технических целей. Эта степень дефективности обнаруживается у партии зерна с глубоко зашедшим процессом разложения органических

веществ, главным образом белковых и жира, под влиянием плесневых грибов и сильно развившегося бактериоза.

Четвертая степень порчи зерна – зерно с совершенно изменившейся оболочкой бурого-черного или черного цвета. Используется только для технических целей. Сюда относят партии зерна с высокой влажностью, которые подвергались бурно развившемуся самосогреванию, протекавшему при очень высоких температурах.

Однако такая классификация испорченного зерна, весьма условна, поскольку определение запаха носит субъективный характер и одним запахом не исчерпывается оценка качества зерна.

Для устранения субъективности и исключения возможной ошибки в оценке качества зерна разработан объективный метод определения дефектности зерна пшеницы, основанный на количественном учете содержания аммиака.

Повышенное содержание аммиака, указывающее на частичное разрушение белковых веществ, является основным показателем утраты зерном свежести.

С учетом содержания аммиака, степени дефектности зерна характеризуются следующими признаками.

#### 4.2.1 Степени дефектности с учетом содержания аммиака

Первая степень дефектности – содержание аммиака от 5 до 15 мг %. Зерно имеет солодовый запах, проветриванием и сушкой он не удаляется. Имеются проросшие зерна в количестве 3 %. Если проросших зерен свыше 3 %, то содержание аммиака допускается до 22 мг %;

Вторая степень дефектности – содержание аммиака от 15 до 40 мг % при содержании проросших зерен до 3 %. Зерно имеет плесенно-затхлый запах. Если количество проросших зерен превышает 3 %, то содержание аммиака допускается свыше 22 до 40 мг %;

Третья степень дефектности – содержание аммиака допускается свыше 40 до 100 мг %. Зерно имеет гнилостно-затхлый запах;

Четвертая степень дефектности – содержание аммиака допускается свыше 100 мг %. Оболочки и эндосперм потемневшие, запах гнилостный.

#### 4.2.2 Вкус

Нормальное зерно имеет специфический вкус, характерный для каждой зерновой культуры, обычно нерезкий, чаще почти пресный.

В зерне подвергшемся порче, вкус бывает сладковатый, кислый, горький, плесенный, затхлый и т.п.

Сладкий вкус возникает в зерне при прорастании и является следствием деятельности амилолитических ферментов, расщепляющих крахмал до сахаров.

Кроме того, сладкий вкус ощущается в недозревшем и морозобойном зерне, в котором процессы синтеза крахмала не завершены и наблюдается повышенное со-

держание сахаров. Такое зерно имеет пониженные технологические и пищевые достоинства.

Кислый вкус ощущается при развитии на зерне плесеней. Обычно он сопровождается появлением затхлого запаха.

Горький вкус чаще всего обусловлен попаданием в зерно частиц растений полыни, содержащих горькое вещество - глюкозид абсинтин.

### **4.3 Техника определения**

#### **4.3.1 Определение цвета**

Цвет зерна определяют при рассеянном дневном свете, а так же при освещении лампами накаливания или люминисцентными лампами. Для этого берут навеску в 100-150 г и помещают рядом с зерном установленных образцов, определяя разницу в оттенках цвета. При большом навыке цвет зерна определяют сразу, не сравнивая его с установленными образцами. При разногласиях определение цвета проводится только при рассеянном дневном свете.

#### **4.3.2 Определение запаха**

Запах определяют в целом или размолотом зерне. Из тщательно перемешанного образца целого или размолотого зерна отбирают навеску массой примерно 100 г, помещают в чашку и устанавливают запах зерна. Если в партии зерна обнаружен полынный запах, то дополнительно наличие этого запаха определяют в размолотом зерне, предварительно освобожденном от корзинок полыни. В тех случаях, когда в зерне проявляется слабо выраженный посторонний запах, не свойственный нормальному зерну, то для усиления его ощущения, зерно прогревают следующими способами:

1) целое зерно помещают на сетку и в течение 2-3 мин пропаривают над сосудом с кипящей водой. Пропаренное зерно высыпают на чистый лист бумаги и исследуют на присутствие постороннего для зерна запаха;

2) целое или размолотое зерно помещают в чистую без наличия постороннего запаха коническую колбу со шлифом вместимостью 100 см<sup>3</sup>, плотно закрывают пробкой и выдерживают в течение 30 мин при температуре 35-40 °С, используя любой источник тепла. Затем, открывая на короткое время колбу, устанавливают запах.

В документах о качестве указывают в каком зерне (целом или размолотом) определялся запах.

#### **4.3.3 Определение вкуса**

Из средней пробы выделяют примерно 100 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают на лабораторной мельнице. Из размолотого зерна выделяют

навеску массой примерно 50 г и смешивают её со 100 см<sup>3</sup> питьевой воды.

Полученную суспензию выливают в сосуд со 100 см<sup>3</sup> воды, нагретой до кипения, тщательно перемешивают содержимое сосуда и закрывают стеклянной чашкой. Сосуд с кипящей водой, перед тем как влить в него суспензию, должен быть снят с нагревательного прибора.

Определение вкуса производят органолептически после того как смесь охладится до 30-40 °С. Определение дефектности зерна по цвету и запаху в большинстве случаев исключает необходимость дегустирования зерна на вкус.

**4.4 Задание:** дать оценку качества образца зерна по цвету, запаху, вкусу.

#### **4.5 Порядок выполнения работы**

Руководствуясь методами определений, необходимо дать органолептическую оценку образца зерна, предложенного преподавателем. Результаты анализа оформить в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты органолептической оценки зерновых культур

Культура	Цвет	Вкус	Запах

### **5 Определение засоренности зерна**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения засоренности зерна

#### **5.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы технические и аналитические, делительный аппарат, комплекты сит (таблица 5), сито с отверстиями диаметром 6 мм, лупы с увеличением в 5-10 раз, песочные часы 3-х минутные, разборные доски, чашечки для навески и фракций примесей, шпатели, магнит подковообразный, коллекция примесей (сорной, зерновой и вредной), ГОСТ 30483-97.

#### **5.2 Основные положения**

Засоренностью зерна называется количество примесей, выявленных в зерне, в процентах от его массы.

Различают две основные фракции примесей в зерне: сорную и зерновую.

В состав сорной примеси входят:

- 1) минеральная примесь - земля, песок, камешки и т.п.;
- 2) органическая примесь - ости, солома, части растений;

3) проход через сито с отверстиями, размер которых определяется стандартами на отдельные культуры;

4) сорные семена - семена сорняков и культурных растений, не отнесенных к зерновой примеси и основному зерну. Так, зерна ржи и ячменя в пшенице относят к зерновой примеси, а зерна всех других культурных растений относят к сорной примеси;

5) целиком испорченное ядро основной культуры: прогнившие, обуглившиеся, с выеданным ядром;

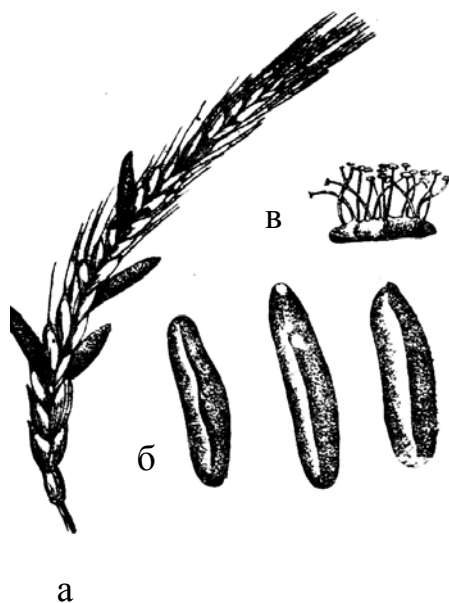
6) вредная примесь компоненты, которой могут вызвать тяжелые отравления человека и животных. Вредная примесь в зерне не должна превышать 1 %.

К наиболее распространенным семенам сорных растений относят: овсюг, костер ржаной, куколь, василек синий, донник и др. Некоторые семена сорняков близки по размеру и плотности к зерну отдельных культур и являются трудноотделимыми, например, в овсе - овсюг, во ржи - костер ржаной, в просе -тысячеголов и др.

К вредной примеси относят:

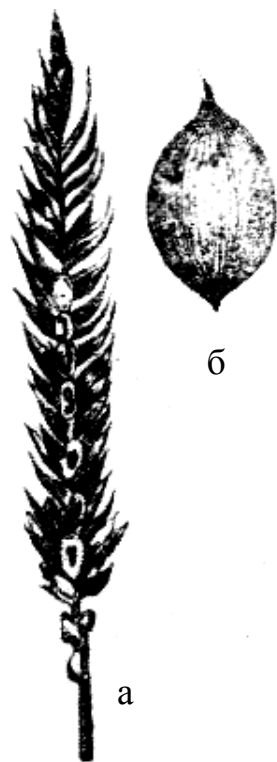
1) рожки или склероции спорыньи черно - фиолетового цвета длиной 5-20 мм содержащие ядовитые вещества (рисунок 12);

2) головневые мешочки со спорами черно-бурого цвета. Мешочек имеет овальную форму, а по размеру близок к зерну пшеницы (рисунок 13);



а – колос ржи с рожками спорыньи (склероции); б – рожки спорыньи; в – проросший рожок

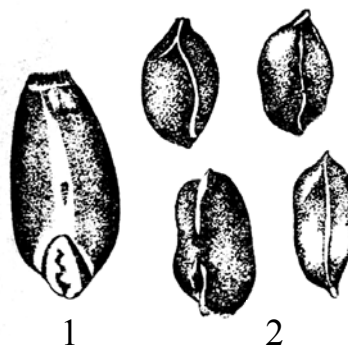
Рисунок 12 – Спорынья ржи



а – внешний вид колоса; б – головневый мешочек

Рисунок 13 - Головня

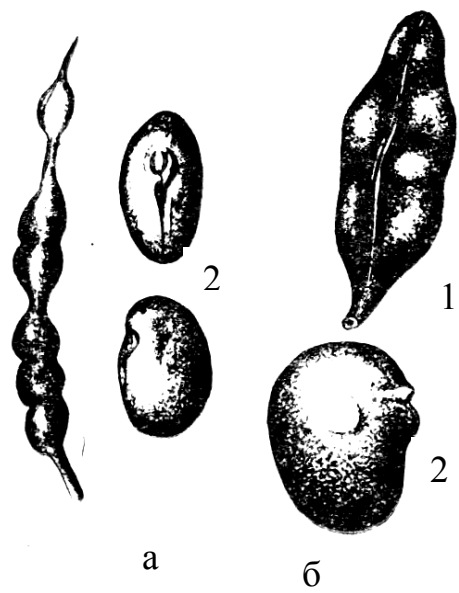
3) угрица-галлы пшеничной нематоды (рисунок 14);



1 – нормальное зерно; 2 – галлы

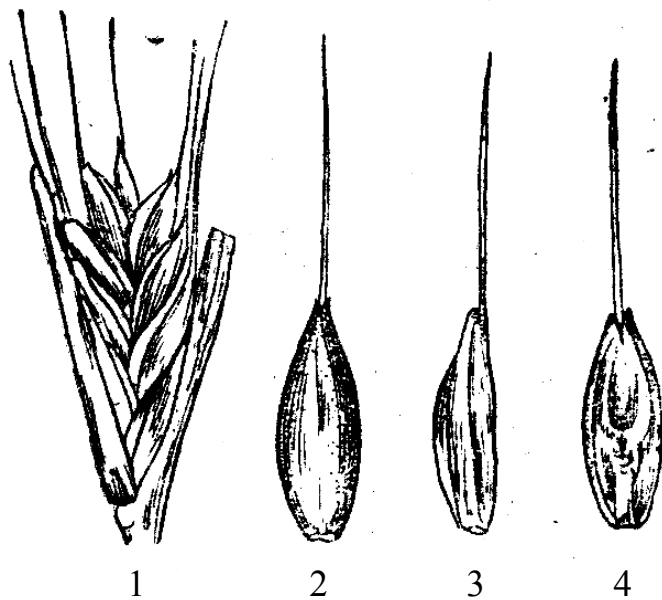
Рисунок 14 – Галлы пшеничной нематоды (угрица)

4) зерно, пораженное фузариозом; такие зерна обладают токсичностью, которая связана с накоплением в зерне ядовитых продуктов жизнедеятельности гриба;



1 – бобы; 2 – семена

Рисунок 15 – Софора лисохвостая (а) и толстоплодная (б)



1 – колосок; 2 – зерновка с верхней стороны; 3 – сбоку; 4 – с нижней стороны

Рисунок 16 – Плевел опьяняющий





1 – горчак розовый; 2 – триходесма седая; 3 – гелиотроп опушенноплодный.

Рисунок 17 – Семянка горчака розового

5) семена ядовитых сорняков (горчак-софора, софора толстоплодная (рисунок 15), мышатник, плевел опьяняющий (рисунок 16), горчак розовый, триходесма седая, гелиотроп опушенноплодный (рисунок 17).

К зерновой примеси относят:

1) битые и изъеденные вредителями зерна основной культуры (если осталось менее половины зерна);

2) сильно недоразвитые зерна основной культуры (щуплые) – зерна меньшего размера, со складчатой поверхностью, с сильно развитой оболочкой и слабо развитым эндоспермом;

3) проросшие зерна основной культуры – зерна с ростком, вышедшим наружу или утратившие этот росток, но деформированные вследствие прорастания и с измененным цветом оболочек;

4) раздутые зерна при сушке, характеризующиеся измененной структурой оболочек и эндосперма, появлением в нем трещин и пустых полостей;

5) морозобойные зерна – это зерна, захваченные на корню морозами. Они бывают щуплыми, деформированными и при этом обесцвеченными или потемневшими и реже зелеными;

6) зеленые зерна основной культуры – это зерна с незаконченным процессом дозревания;

7) целые и поврежденные зерна других культур, не отнесенные к сорной примеси, например, зерна ржи и ячменя в пшенице относятся к зерновой примеси.

После удаления сорной и зерновой примесей остается основное зерно. К нему относят:

- 1) целые зерна;
- 2) битые и изъеденные, сохранившие более половины эндосперма;
- 3) наклюнувшиеся, но еще непроросшие зерна (с треснувшей пленкой над зародышем);
- 4) морозобойные зерна, имеющие нормальную форму;
- 5) зерна других культур, имеющие более высокую пищевую и кормовую ценность, которые могут быть использованы по целевому назначению основного зерна.

Содержание сорной, вредной, зерновой примесей нормируется в стандартах на зерно каждой культуры. Оно увязано с целевым назначением зерна (заготовительное, распределительное и т.п.). В зависимости от процентного содержания примесей в заготавливаемом зерне его делят на две группы: зерно, отвечающее базисным кондициям (требованиям) и зерно, имеющее отклонения по качеству в пределах ограничительных кондиций.

### 5.3 Техника определения

Определение засоренности зерна производят после выделения из среднего образца крупных примесей путем просеивания его на сите с отверстиями диаметром 6 мм.

В зависимости от рода культуры из средней пробы зерна на делителе или вручную выделяется навеска в граммах следующих размеров для:

- кукурузы, фасоли, гороха, чины, сои, нута, семян подсолнечника и клещевины – 100;
- пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса, гречихи, сорго – 50;
- проса, кориандра – 25.

Навески массой 25 г и более отвешивают с точностью до 0,5 г на чашечных или циферблатных весах грузоподъемностью до 2 кг, все остальные взвешивания, требующиеся по указанному стандарту производят на технических весах с точностью до 0,01 г. В таблице 6 показаны размеры отверстий сит, применяемых для некоторых культур.

Таблица 6 – Размер отверстий сит, необходимых для ускорения разбора зерна при определении его засоренности, мм

Культура	Для облегчения разбора	Для определения прохода мелких зерен	Для определения прохода, относимого к сорной примеси отв. ø, мм
Пшеница	2.5x20, 2.2x20	1.7x20	1.0
Рожь	2.2x20, 2.0x20, 1.8x20	1.4x20	1.0
Ячмень крупяной	2.5x20	2.2x20	1.5
Овес крупяной	2.2x20	1.8x20	1.5

Навеску зерна можно просеивать вручную или с помощью механического рас-севка - анализатора. При просеивании вручную набор сит помещают на стол с глад-кой поверхностью или на стекло и просеивают, совершая без встряхивания продоль-но - возвратные движения по направлению длины продольных отверстий сит. Размах колебаний сит около 10 см, время просеивания 3 мин.

Сход с каждого сита осторожно переносят на разборную доску. Примеси вы-деляют вручную при помощи шпателя и пинцета. При этом их разделяют на фракции, предусмотренные стандартами. Проход через нижнее сито относят к сорной примеси, кроме вредной, которая присоединяется к общему количеству вредной примеси, вы-деленному из сходов остальных сит.

У пшеницы, ржи, ячменя и овса мелкое зерно относится к основному, но ко-личество его нормируется стандартами, у проса заготавливаемого и кукурузы оно отно-сится к зерновой примеси, у проса крупяного – к сорной.

Объединенные со всех сит отдельные фракции примесей взвешивают на тех-нических весах и выражают в процентах по отношению ко всей массе навески. Кроме этого, к отдельным фракциям примесей прибавляют тот процент примесей, который был определен при просеивании образца через сито диаметром 6 мм, т.е. при отделе-нии крупных примесей (колосьев, комков зелени, камешков).

### 5.3.1 Определение вредных и особо учитываемых примесей

Если при анализе навески на засоренность установлено наличие вредных и особо учитываемых примесей, то в этом случае из средней пробы выделяют дополни-тельные навески г: для головни во всех культурах, кроме ячменя - 200; спорыньи, уг-рицы, вязеля - 500; плевела опьяняющего - 200; металлопримесей - 1000. Дополни-тельную навеску разбирают вручную. Содержание каждого вида примесей, (%) вы-числяют по формуле

$$X_{\text{В}} = \frac{100m_{\text{В}}}{m} \quad (1)$$

где  $m_{\text{В}}$  – масса выделенной примеси, г;

$m$  – масса дополнительной навески, г.

Обнаруженную вредную примесь показывают в результатах общего определе-ния сорных примесей и отдельно по видам вредной примеси. По каждому виду вредной примеси в стандартах на отдельные культуры указывают их допустимые ко-личества.

### 5.3.2 Определение содержания головневых зерен

При оценке качества зерна помимо содержания в нем мешочков головни учитываются и нормируются головневые зерна. Головневыми называют зерна испачканные спорами головни: если у зерен запачканы только бородки, их называют синегузочными, если головневыми спорами покрыты не только бородки, но поверхность зерна - мараными. Содержание головневых зерен определяют в навеске массой 20 г, выделенной после удаления сорной и зерновой примесей. Количество головневых зерен выражают в процентах с точностью до 0,1 %.

Зерно, содержащее головни в мешочках свыше 0,1 %, разрешается направлять в переработку только на мельницы, оснащенные моечным оборудованием. На мельницах, не имеющих моечные машины, переработка такого зерна допускается только по особому разрешению.

### 5.3.3 Определение содержания гальки

Из средней пробы, освобожденной от крупной сорной примеси, выделяют навеску зерна массой 500 г. Навеску просеивают через сито с отверстиями диаметром 1,5 мм. Из схода с этого сита отбирают гальку, взвешивают и содержание выражают в процентах к массе взятой навески. К найденному процентному содержанию мелкой гальки добавляют процентное содержание крупной гальки, выделенной из схода сита с отверстиями диаметром 6 мм при определении крупных примесей из всего образца.

В документах указывают суммарное содержание гальки в процентах и прибавляют ее содержание к сорной примеси.

### 5.3.4 Определение металломагнитных примесей

Металлопримесь можно определять как с помощью механизированных приборов (ПИФ – 2, ПВФ – 2), так и вручную. При определении металломагнитных примесей вручную из средней пробы зерна методом крестообразного деления выделяют навеску зерна, равную 1 кг и рассыпают ее на гладкой поверхности слоем не более 0,5 см. Затем в слое зерна, по всей его площади, проводят подковообразным магнитом продольные и поперечные бороздки так, чтобы ножки проходили через всю толщину слоя зерна, касаясь стекла.

Приставшие к магниту металлические примеси снимают в чашечку. Зерно собирают в кучу, вновь рассыпают слоем той же толщины и повторяют выделение металлической примеси тем же способом. Для определения содержания металлопримесей применяют магнит грузоподъемностью 12 кг.

Собранные металломагнитные примеси взвешивают на аналитических весах и количество их выражают в миллиграммах на 1 кг зерна.

**5.4 Задание:** определить засоренность в образце зерна с выделением всех фракций примеси.

### 5.5 Порядок выполнения работ

Каждому студенту необходимо в определенном образце зерновой культуры (назначенном преподавателем) выделить все фракции примеси, руководствуясь стандартами на методы определения засоренности зерна. Подсчет сорной примеси ведут в два или три приема. В два приема его проводят, когда определение засоренности заканчивают разбором малой навески зерна. В этих случаях определяют:

1) процентное содержание крупных примесей в средней пробе зерна при просеивании его через сито с отверстиями диаметром 6 мм;

2) процентное содержание сорной примеси в навеске зерна, выделенной для разбора на засоренность. Сумма их показывает общее содержание сорной примеси в анализируемом зерне.

Если в зерне обнаруживаются вредные и особо учитываемые примеси и в связи с этим приходится выделять дополнительную увеличенную навеску, то окончательное процентное содержание сорной примеси в анализируемой средней пробе определяют так. К содержанию крупных примесей и сорной примеси в обычной принятой навеске прибавляют содержание вредных примесей, обнаруженных в дополнительной увеличенной навеске зерна, и из суммы вычитают содержание вредной примеси, найденное при разборе зерна на засоренность в малой навеске. Результаты исследований оформляют в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Результаты определения засоренности зерна

Культура	Содержание примесей, %		
	Зерновой	Сорной	
		всего	в том числе вредной

## 6 Определение дефектного зерна

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения дефектного зерна

### 6.1 Оборудование, приборы и материалы

Весы технические, делительный аппарат, разборные доски, шпатели, химические стаканы и колбы, электроплитка, лезвие, коллекция зерен, поврежденных морозом, клопами-черепашками, сушкой. Реактивы: 1-2 %-ный раствор смеси гипохлорита и хлорида натрия (жавелевая вода), 0,5 %-ный раствор углекислой соды.

## 6.2 Основные положения

Зерновая масса может содержать примесь зерна с измененными в той или иной степени свойствами, что снижает стойкость такого зерна при хранении и отражается на его семенном и технологическом достоинствах. Зерно пониженного качества получается в результате повреждения его морозом, клопами-черепашками, неправильных условиях хранения или неправильной сушки. Зерно может быть повреждено в различной степени в зависимости от длительности воздействия неблагоприятных факторов и состояния, в котором оно находилось во время действия этих факторов.

### 6.2.1 Морозобойное зерно

Морозобойным считают зерно физиологически созревшее и бывшее в колосе при наступлении заморозков сырым или влажным, а также зерно недозревшее, захваченное морозом в стадии молочной или восковой спелости. Качество морозобойного зерна резко ухудшенное. Хлеб из морозобойного зерна получается неудовлетворительного качества: с низким подъёмом, с потрескавшейся, бледной коркой, плохой пористостью и эластичностью мякиша, вкус хлеба сладковатый, часто со специфическим «травянистым» привкусом. Различают три степени повреждения зерна морозом.

Первая степень. Зерно с тусклым блеском, но выполненное, нормальной величины и формы. Имеется мелкая поперечная морщинистость (по спинке или по всей его поверхности).

Вторая степень. Зерно нормальной величины, выполненное, но без блеска, слабо потемневшее, с мелкой хорошо заметной поперечной морщинистостью. При перетирании зерна между пальцами верхний слой его иногда отслаивается и отпадает.

Третья степень. Форма зерна резко изменена: оно недоразвитое, деформированное, сморщенное, щуплое. Окраска ненормальная: зерно сильно потемневшее, зеленое, белесоватое. На поверхности зерна имеется резкая морщинистость, переходящая в складчатость. Путем перетирания зерна между пальцами верхний слой оболочки часто можно отделить.

Зерно с первой и второй степенями морозобойности объединяют и относят к основному зерну. Зерно третьей степени повреждения морозом относят к зерновой примеси.

### 6.2.2 Проросшее зерно

К основному зерну относят зерна с начавшимся процессом прорастания, т.е. только проклюнувшиеся, с лопнувшимися над зародышем оболочками, но с не вышедшим еще наружу корнем или ростком.

В зерновую примесь выделяют проросшие зерна с корнем или ростком, вы-

шедшими за пределы лопнувших над зародышем оболочек, независимо от их длины. К зерновой примеси также относят проросшие зерна, утратившие ростки и корни, но деформированные вследствие прорастания, с явно изменившимся цветом оболочки.

### 6.2.3 Зерно испорченное или поврежденное самосогреванием и сушкой

В результате самосогревания изменяется цвет зерна, оно становится светло-коричневым. Ядро имеет темный ободок и может быть затронутым, цвет его приобретает различные оттенки - от кремового до желтого.

Зерна поджаренные в сушилке имеют такой же вид, как и самосогревшиеся, но без ободка вокруг ядра, и, кроме того, они нередко более округлые (раздутые), с пустотами в разрезе. При всем этом цвет ядра может оставаться нормальным.

Зерна в слабой степени поврежденные самосогреванием или сушкой, по стандарту относят к основному зерну.

Зерна в слабой степени поврежденные самосогреванием или сушкой (поджаренные), с затронутым ядром и явно измененным цветом оболочек, по стандарту относят к зерновой примеси.

Зерна, доведенные самосогреванием или сушкой до полной порчи (обуглившиеся, с явно испорченным ядром), считают сорной примесью.

### 6.2.4 Зерно, поврежденное клопом-черепашкой

Клоп-черепашка повреждает все зерновые культуры, особенно пшеницу. Клоп-черепашка повреждает пшеницу на всех стадиях развития растения, питаясь вначале его соком, а затем содержимым зерна. По внешнему виду зерна различают три признака повреждений его клопами-черепашками:

1) на поверхности зерна имеется след укуса в виде темной точки, вокруг которой образуется светло-желтое пятно округлой или неправильной формы;

2) на поверхности зерна образуется такое же пятно, но в пределах этого пятна имеется вдавленность или морщинистость без следов укуса;

3) на поверхности зерна у зародыша образуется светло-желтое пятно без вдавленности или морщинистости и без следов укуса. Во всех случаях консистенция эндосперма в местах повреждения клопом-черепашкой мучнистая, пятно при надавливании легко разрушается. Эндосперм становится рыхлым, некоторые клетки лишаются белкового содержимого, крахмальные зерна деформируются. Зерна с желтыми пятнами, но без приведенных признаков повреждения клопом – черепашкой, считают желтобокими и относят к нормальному зерну.

## 6.3 Техника определения

### 6.3.1 Определение морозобойного зерна

Морозобойное зерно определяют одновременно с засоренностью. В случае необходимости установления только количества морозобойных зерен, выделяют две навески размером, установленным стандартом для определения засоренности.

Количество поврежденных морозом зерен выражают в процентах к исходной навеске. Для получения окончательного результата берут среднее из двух параллельных определений, разница, между которыми не должна превышать 5 %.

### 6.3.2 Определение проросших зерен

Проросшие зерна определяют одновременно с засоренностью. Если надо установить только количество проросших зерен выделяют две навески размером, установленным стандартом для определения засоренности (для пшеницы, ржи, овса, ячменя – 50 г). Количество проросших зерен выражают в процентах к исходной навеске.

### 6.3.3 Определение содержания испорченных и поврежденных зерен

Зерна, испорченные или поврежденные при сушке или в процессе самосогревания, выделяют одновременно с определением засоренности. Если в исследуемой навеске имеются таковые, то их количество более точно определяют после выделения из навески сорной и зерновой примесей. Для этой цели из чистого зерна основной культуры, оставшегося после определения засоренности выделяют методом крестообразного деления дополнительные навески (для пшеницы, ржи, ячменя – 10 г). Количество испорченных или поврежденных зерен в граммах, выделенных из дополнительной навески определяют по формуле

$$X = \frac{g_1 \cdot g_2}{g_3} \quad (2)$$

где  $g_1$ - масса испорченных или поврежденных зерен выделенных из дополнительной навески, г;

$g_2$ - масса основного зерна, оставшегося после выделения сорной и зерновой примесей из навески в 50 г, г;

$g_3$ - масса навески взятой из основного зерна для определения содержания испорченных или поврежденных зерен г.

Общее содержание испорченных или поврежденных зерен в 50 граммовой навеске в граммах равно



$$X = g + x = g + \frac{g_1 \cdot g_2}{g_3} \quad (3)$$

где  $g$ - масса испорченных зерен, выделенных при разборе навески в 50 г.

#### 6.3.4 Определение количества подгоревших зерен

Определение количества подгоревших (поджаренных) зерен визуально обычно не дает точных результатов, из-за трудности различения коричневого оттенка подгоревшего зерна от близкого к нему натурального цвета зерна. В связи с этим разработан химический метод определения подгоревших (поджаренных) зерен в кипящем растворе гипохлорита.

Навеску зерна в 10 г без примесей помещают в химический стакан и заливают 1-2 % - ным раствором смеси гипохлорита и хлорида натрия. Раствор должен покрывать все зерно. Затем раствор с навеской зерна нагревают до кипения и кипятят в течение 1 минуты. После этого горячий раствор сливают, зерно дважды промывают холодной водой, просушивают на фильтровальной бумаге и сортируют. Полноценные зерна полностью отбеливаются, приобретая белую роговидную окраску. Подгоревшие зерна, в зависимости от степени повреждения, совсем не отбеливаются (остаются потемневшими) или отбеливаются незначительно.

Здоровыми и полноценными считают только абсолютно белые зерна. Зерна даже со слабым оттенком относятся к неполноценным.

#### 6.3.5 Определение зерен поврежденных клопом-черепашкой

Для установления количества зерен, поврежденных клопом-черепашкой, из 50 г зерен, выделенных из средней пробы на делителе или вручную, после удаления примесей отвешивают две навески по 10 г целого зерна. Затем, путем осмотра, отбирают поврежденные клопом-черепашкой зерна, взвешивают их на технических весах с точностью до 0,01 г и результаты выражают в процентах по отношению к навеске.

Расхождения между двумя параллельными определениями допускаются в пределах 0,5 % при содержании поврежденных зерен до 5 % включительно и 1 % при содержании поврежденных зерен от 5 до 25 %.

Зерна, поврежденные клопом-черепашкой, более быстро можно определить с помощью диафаноскопа. Результаты определения содержания зерен поврежденных клопом-черепашкой выражают с точностью до 0,1 %.

Поврежденность зерна пшеницы клопом-черепашкой определяют также химическим методом (по стандарту на «Семена сельскохозяйственных культур»).

Две пробы по 250 шт взвешивают, помещают в химические стаканы или колбы и заливают 0,5 % раствором углекислой соды нагретым до температуры 80-90 °С. Через 5 минут раствор соды сливают, а семена помещают на 3 минуты в 0,1-0,2 % -

ый раствор нингидрина, подогретый до температуры 50-60 °С. В местах повреждения зерна клопом-черепашкой обозначается четкая темно-синяя точка, указывающая на место укола.

**6.4 Задание:** определить в образце зерновых культур, предложенном преподавателем, наличие морозобойных, проросших зерен, а также зерен, поврежденных или испорченных самонагреванием или сушкой, зерен, поврежденные клопом-черепашкой.

### 6.5 Порядок выполнения работы

Руководствуясь методами определений, каждому студенту необходимо выявить наличие в образце зерновых культур морозобойных, проросших, а также зерен, поврежденных и испорченных самонагреванием или сушкой и зерен, поврежденных клопом-черепашкой. Результаты определения заносят в таблицу 8

Таблица 8 – Результаты определений

Культура	Содержание зерна, %						Кол-во примесей, %	
	Основного	Морозобойного	Проросшего	Поврежденного самонагреванием или сушкой	Испорченного самонагреванием или сушкой	Поврежденного клопом черепашкой	Зерновой	Сорной

## 7 Определение обесцвеченности зерна пшеницы

**Цель работы:** ознакомиться с методом определения обесцвеченности зерна пшеницы.

### 7.1 Оборудование и материалы

Кассета пластмассовая с пятью ячейками, весы лабораторные технические, доска разборная, шпатель металлический, чашки, ГОСТ 10967-90

## 7.2 Основные положения

Обесцвечивание зерна пшеницы происходит в результате воздействия на него атмосферных осадков, резкого перепада температур ото дня к ночи (выпадение росы), а также при частой смене солнечных и пасмурных дней в процессе созревания, уборки, дозревания в валках и открытого хранения на токах. В последнее время закупки такой пшеницы ежегодно возрастают.

Исследованиями советских и зарубежных ученых установлено, что потеря цвета зерном мягкой и твердой пшеницы не только ухудшает товарный вид, но и приводит к значительному снижению всех основных показателей качества зерна и особенно смесительной ценности сильной пшеницы.

В связи с этим оценка зерна пшеницы по цвету является обязательной и учитывается в отечественных и зарубежных стандартах на товарное зерно.

В соответствии со стандартами основных стран, производящих товарное зерно, к высшим классам относят пшеницу, имеющую только естественный цвет, свойственный нормальному зерну данного типа, подтипа, сорта. Например, стандартами Канады в 1-м классе обесцвеченная пшеница не допускается, во 2-м классе допускается наличие умеренно обесцвеченных зерен. В других странах, в том числе в стандартах Европейского экономического сообщества, к высшим классам относят только здоровое зерно нормального цвета.

В действующем ГОСТ 9353-90 к 1-му и 2-му классам (сильная пшеница) допускается относить зерно I степени обесцвеченности, к 3-му – первая и вторая степени обесцвеченности и 4-му классу - любую обесцвеченную пшеницу без деления по степеням. При этом ежегодно разрешается закупать как сильную пшеницу II степени обесцвеченности при условии, что все другие показатели будут отвечать требованиям стандарта.

Специальными исследованиями ВНИИЗа установлено, что в каждой товарной партии находятся зерновки всех трех степеней обесцвеченности, а также необесцвеченное зерно. Чем больше в товарной партии зерновок II и III степени обесцвеченности, тем хуже ее технологические свойства. В таких партиях резко снижены физические свойства теста, качество хлеба, а у твердой пшеницы - макаронные свойства. Из большого числа исследованных товарных партий II и III степени обесцвеченности ни одна партия по физическим свойствам теста и качеству хлеба не отвечала требованиям, предъявляемым к сильной пшенице.

На основании проведенных ВНИИЗом исследований введено понятие «стадия обесцвеченности», характеризующее состояние отдельных зерновок в партии по обесцвеченности с определением в соответствии с ГОСТ 9353-90: I стадия - потеря блеска и обесцвечивание зерновок со стороны спинки; II стадия - потеря блеска и обесцвечивание зерновок со стороны спинки и бочков; III стадия - полное обесцвечивание всей поверхности зерновки. Уточнено понятие «степень обесцвеченности». Оно характеризуется, в частности, определенным соотношением в зерновой массе зерновок I, II и III стадий обесцвеченности.

В основу разделения товарных партий мягкой и твердой пшеницы по степеням обесцвеченности положено наличие в зерновой массе суммарного содержания зерновок II и III стадий обесцвеченности, в том числе III стадии.

Разработан эталонный метод определения степеней обесцвеченности товарных партий пшеницы разных типов с применением специальной кассеты, разработанной ВНИИЗом для удобства сличения испытываемой пробы с эталонными образцами. Метод включен в ГОСТ 10967-90 «Зерно. Методы определения запаха и цвета».

### 7.3 Техника определения степеней обесцвеченности пшеницы

#### 7.3.1 Подготовка зерна к испытанию

Влажность проб зерна, используемого для составления эталонов и определения степени обесцвеченности, должна быть не выше 17 %. Если влажность зерна выше 17 %, то его подсушивают до влажности 14,5-15,0 % на воздухе или в сушильном аппарате ЛСА, обеспечивающем сохранение исходного качества зерна.

#### 7.3.2 Определение степеней обесцвеченности с помощью эталонов

Сущность метода определения степеней обесцвеченности заключается в сличении испытываемой пробы, помещенной в центральную ячейку пластмассовой кассеты, с эталонными образцами зерна пшеницы разных степеней обесцвеченности и необесцвеченного, размещенными в периферийных ячейках.

Эталонные образцы для определения степеней обесцвеченности составляют для мягкой пшеницы в пределах типа и отдельно для твердой. Из отобранных проб зерна отдельно выделяют необесцвеченные зерна, а также зерна I, II и III стадий обесцвеченности, примерно по 70 г каждой фракции. После того как все фракции выделены, приступают к составлению эталонов зерна I, II и III степеней обесцвеченности, а также необесцвеченного зерна. Составление эталонов проводят в соответствии с таблицей 9, в которой указано соотношение необесцвеченных зерен, а также зерен каждой стадии обесцвеченности в 50-граммовой навеске в зависимости от степени обесцвеченности.

Таблица 9 - Составление эталонных образцов разных степеней обесцвеченности (масса 50 г)

Степень обесцвеченности зерна	Содержание зерен разных стадий обесцвеченности, г			
	необесцвеченные зерна	I стадия	Сумма II и III стадий	
			всего	в том числе III стадии
Нормальное зерно	43	5	2	0
I	5	33	12	1
II	2	23	25	7
III	0	5	45	25

После того как зерно каждой стадии обесцвеченности будет подготовлено в необходимом количестве, его тщательно перемешивают и помещают в ячейку кассеты, заполнив весь ее объем с указанием сбоку степени обесцвеченности.

После заполнения зерном всех четырех ячеек кассеты эталоны готовы к работе.

Испытуемую пробу зерна помещают в центральную ячейку кассеты и визуально сравнивают с четырьмя эталонными образцами зерна, находящимися в периферических ячейках кассеты. Сравнение проводят последовательно: вначале с эталонным образцом необесцвеченного зерна, затем с эталонным образцом обесцвеченного зерна I, II и III степени.

Сравнение проводят визуально при рассеянном дневном свете, а вечером - при освещении лампами накаливания с использованием рассеивателя. Рекомендуется при сравнении испытуемой пробы с одним из эталонных образцов три других эталона закрывать металлическим экраном.

По результатам сличения испытуемой пробе присваивают ту степень обесцвеченности, которая наиболее близка по цвету к данной испытуемой пробе. На такое визуальное определение степени обесцвеченности требуется 3-5 с.

В связи с тем, что данный метод является эталонным, т. е. глазомерным, при возникших разногласиях между отправителем и получателем необходимо пользоваться контрольным методом путем разбора навески.

### 7.3.3 Определение обесцвеченности путем разбора навески зерна по стадиям обесцвеченности (контрольный)

Из испытуемой пробы выделяют навеску массой 20 г. Всю навеску разбирают по стадиям обесцвеченности, а также отбирают необесцвеченные зерна и взвешивают каждую фракцию. Полученный результат выражают в процентах к исходной навеске по формуле

$$x = \frac{m \cdot 100}{20} \quad (4)$$

где  $x$  - содержание зерен каждой стадии обесцвеченности, %;

$m$  - масса зерен каждой стадии обесцвеченности, г;

100 - переводной коэффициент, %;

20 - масса исходной навески, г.

Вычисление в процентах производят с точностью до единицы.

Округление результатов проводят следующим образом: если первая из отбрасываемых цифр меньше пяти, ее отбрасывают, если же первая цифра больше или равна пяти, то последнюю цифру увеличивают на единицу.

Степень обесцвеченности в зависимости от полученного результата устанавливают, исходя из разработанной классификации, указанной в таблице 10.

Таблица 10 – Классификация пшеницы по степени обесцвеченности

Степень Обесцвеченности зерна	Содержание зерен (% , не более) по стадиям обесцвеченности		
	I	II + III	
		всего	в том числе III
Нормальное зерно	10	5	Не допускается
I	Не ограничивается	25	2
II	То же	Не ограничивается	15
III	То же	То же	16 м более

Если процентное содержание зерен III стадии больше, чем указано в соответствующей степени обесцвеченности, испытываемую пробу зерна относят к следующей (большей) степени обесцвеченности.

**7.4 Задание:** определить степень обесцвечивания образца пшеницы, предложенного преподавателем.

## 8 Изучение формы и размеров зерен и семян

**Цель работы:** ознакомиться с формой зерна и способами определения его линейных размеров

### 8.1 Оборудование и приборы

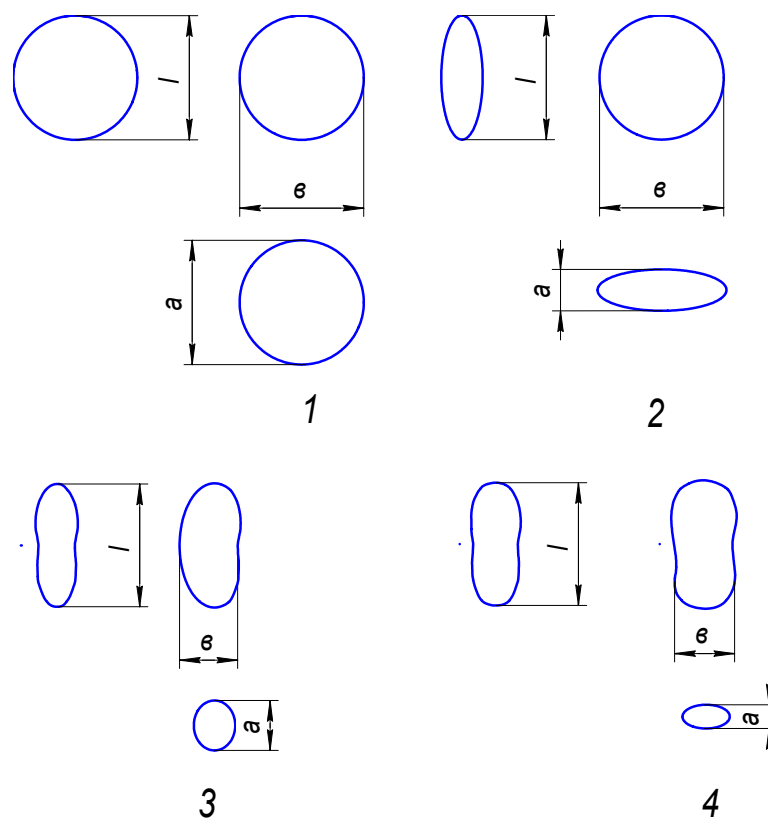
Весы технические с разновесом, наборы сит с круглыми отверстиями диаметром от 1 до 8 мм, с продолговатыми отверстиями размером от 1x20 до 5x20 мм, рассев лабораторный, чашечки для навесок, шпатели, пинцеты, микрометры или штангенциркули.

### 8.2 Основные положения

Форма зерна является особенностью рода, вида и сорта, поэтому она служит признаком, используемым для распознавания сорта культуры или характеризует особенности зерна, влияющие на технологию его очистки, сортирования и переработки.

Все разнообразие форм зерна и семян можно свести к нескольким основным типам: шарообразная, чечевицеобразная, эллипсоид вращения, форма с разными размерами в трёх направлениях: длина, ширина, толщина (рисунок 18)

Длина зерна - это расстояние между основанием и верхушкой, ширина - наибольшее расстояние между боковыми сторонами, толщина - наибольшее расстояние между спинной и брюшной сторонами.



$a$  - толщина;  $b$  - ширина;  $l$  - длина

1 - шарообразная форма; 2 - чечевицеобразная форма; 3 - эллипсоид вращения; 4 - все три размера зерна отличны друг от друга

Рисунок 18 - Основные формы зерна и семян

Шарообразная форма зерна характерна примерным совпадением измерений в трех направлениях. Такую форму имеют семена гороха, проса, сорго и некоторые сорта кукурузы.

При чечевицеобразной форме (форме двояковыпуклой линзы) длина семени равна ширине при значительно меньшей толщине. По форме к этому типу относятся семена чечевицы и семена некоторых сорняков из семейства бобовых.

Форма эллипсоида вращения отличается одинаковой шириной и толщиной, длина же значительно больше. Форму этого типа имеют семена многих бобовых культур.

Для зерна злаковых наиболее характерна форма, при которой все три размера различны. Форма зерна злаковых даже приближенно не совпадает ни с одной правильной геометрической фигурой. Им дают названия форм, характерные для определенной культуры: округло-овальная (пшеница), веретенообразная (рожь), почковидная (некоторые сорта бобов и фасоли) и т.д. Семена растений из семейства гречишных имеют форму трехгранной пирамиды.

Зерно, более приближающееся по форме к шару, дает больший выход муки, поскольку при такой форме на оболочечные частицы приходится относительно меньшая доля, чем при любой другой форме. Зерно шарообразной формы имеет более высокую объёмную массу, так как плотнее укладывается в мерке.

Линейные размеры зерна определяют двумя способами:

- 1) измерением их (микрометром, штангенциркулем, при помощи микроскопа);
- 2) просеиванием навески зерна на ситах с отверстиями различного сечения и формы.

Первый способ очень трудоёмкий, поэтому в производственных лабораториях его применяют очень редко.

### 8.3 Техника определения

#### 8.3.1 Измерение параметров зерна микрометром (толщиномером) или штангенциркулем

Перемешивают образец зерна на делители и выделяют навеску 100 г. Затем навеску высыплют на разборную доску. После отделения всех примесей навеску разравнивают на доске и отбирают подряд без выбора 100-300 зерен.

При помощи микрометра устанавливают с точностью до 0,01 мм размеры зерна по длине, ширине и толщине. В конце измерений по каждому из параметров выводят средний размер (как среднее арифметическое). Одновременно отмечают пределы колебаний каждого размера.

Для подсчета количества зерен определенного размера по каждому параметру (длина, ширина и толщина) строят вариационные ряды (ряды распределения изучаемой случайной величины). Для составления вариационного ряда распределения по каждому параметру, всю зону рассеивания, ограниченную крайними (минимальным и максимальным) значениями признака, подразделяют на группы, число которых рекомендуется от 8 до 15. Линейную разницу между группами (классами) зерен по размеру берут чаще всего в 0,2 или 0,5 мм.

Для расчета среднего арифметического значения  $\bar{X}$  распределения признака используют формулу

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot n_i}{N} \quad (5)$$

где  $X_i$ - текущее значение признака;

$n_i$ - частота данного значения признака;

$N$  - общее число измерений.



### 8.3.2 Измерение параметров зерна при помощи сит

Учитывая трудоёмкость замера размеров зерен микрометром, необходимо прямо выделять классы в определенном интервале просеиванием навески (100 г) зерна на наборе сит с интервалом в 0,2-0,5 мм.

Просеивание производится вручную или на лабораторном рассевке. Навеску зерна просеивают дважды: в наборе сит с круглыми отверстиями для разделения зерна по ширине и в наборе сит с продолговатыми отверстиями - для разделения зерна по толщине.

Массу зерен, оставшуюся на каждом сите, выражают в процентах - это будет частота классов вариационного ряда.

Длину зерен определяют только вручную с помощью штангенциркуля или микрометра.

Полученные вариационные ряды изображают затем графически. По вертикальной оси наносят число зерен в каждом классе, а по горизонтальной - границы классов. Нанесенные точки соединяют плавной кривой. Вариационные кривые распределения какого-либо признака можно описать аналитически (формулой), что имеет большое практическое значение.

### 8.4 Задание:

- 1) измерить линейные размеры зерен из образца, предложенного преподавателем;
- 2) составить по данным измерений вариационные ряды и вычертить кривые.

### 8.5 Порядок выполнения работы

Навеску чистого зерна (100 г) просеивают через набор сит с круглыми или продолговатыми отверстиями с интервалом в 0,2-0,5 мм. После просеивания остатки зерен на каждом сите взвешивают на технических весах и выражают в процентах к массе навески - это и будет частота классов вариационного ряда.

Результаты оформляют в виде таблицы 11.

Таблица 11 - Вариационный ряд распределения зерна пшеницы (по ширине, толщине, длине) и данные его обработки

Наименование показателя	Значение показателя					Сумма
Граничные значения интервалов, мм						
Среднее значение интервала $X_i$ , мм						
Частота $n_i$						100
$X_i \cdot n_i$						

По формуле 5 определяют среднее арифметическое значение данного признака. Полученные вариационные ряды для наглядности изображают затем графически.

## **9 Определение крупности и выравненности зерна**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения крупности и выравненности зерна

### **9.1 Оборудование и приборы**

Весы технические, делительный аппарат, комплекты сит с доньшком и крышкой, песочные часы, чашечки для зерна и примесей, шпатели.

### **9.2 Основные положения**

В партии зерна одновременно с определением засоренности, содержания мелких зерен определяют крупность и выравненность зерна. Выравненностью зерна называется степень однородности отдельных зерен составляющих зерновую массу по влажности, размерам, химическому составу, цвету и другим показателям. Практически наиболее часто приходится иметь дело с выравненностью зерновой массы по размерам зерен т.е. по крупности. Крупность и выравненность зерна определяют следующими методами:

- 1) непосредственным измерением линейных размеров зерен (длины, ширины, толщины);
- 2) сравнение массы 1000 зерен средних и массы 1000 зерен крупных;
- 3) просеиванием навески через набор сит.

Наиболее часто для определения выравненности и крупности зерна используется метод просеивания навесок через набор сит.

### **9.3 Техника определения**

Крупность, выравненность определяют одновременно просеиванием исследуемой навески, выделенной вручную или на делителе из средней пробы зерна предварительно очищенной от крупной примеси, получаемой сходом с сита с круглыми отверстиями диаметром 6 мм.

Для пшеницы, ржи и зерна крупяных культур навеску 100 г просеивают в течение трех минут через набор сит с продолговатыми отверстиями, размер которых приведен в таблице 12.

Просеивание ведут вручную, совершая продольно-возвратные движения в направлении длины отверстий сит, в течение трех минут при 10-12 движений в минуту или с помощью механического рассевка.

Таблица 12 – Размер отверстий сит, мм

Пшеница	Рожь	Овес	Ячмень	Гречиха	Просо
2,5x20	2,2x20		2,8x20	3,0x20	
2,2x20	2,0x20		2,5x20	2,0x20	1,7x20
2,0x20	1,8x20	2,2x20	2,2x20		1,6x20
1,7x20	1,4x20	1,8x20			1,4x20
					1,2x20

По окончании просеивания из остатков на ситах отбирают сорную и зерновую примесь с каждого сита согласно стандарту на соответствующую культуру, а также примесь посторонних культур и битые зерна, относимые к основному зерну.

Остатки чистого зерна с каждого сита и мелкое зерно из прохода нижнего сита взвешивают в отдельности и выражают в процентах к навеске чистого целого зерне данной культуры.

Выравненность зерна характеризуют:

- 1) массой наибольшего остатка на сите;
- 2) наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах.

В том и другом случае выравненность выражают в процентах, указывают также размеры отверстий сит, с которых взято оставшееся на них зерно. По сумме зерен оставшихся на двух соседних сортировочных ситах принято делить зерно по выравненности на три группы:

Таблица 13 – Показатели выравненности зерна

Выравненность	Наибольшая суммарная масса на двух соседних ситах, % к навеске целого зерна данной культуры (без примесей)
Высокая	Свыше 80
Средняя	От 70 до 80
Низкая	Ниже 70

Крупность зерна при просеивании навески выражают:

- 1) процентным содержанием мелких зерен;
- 2) определением группы зерна в зависимости от его крупности согласно данным (таблица 14).

**9.4 Задание:** дать заключение о крупности, выравненности зерна в образце зерна предложенном преподавателем.

### 9.5 Порядок выполнения работы

Из исследуемой средней пробы зерновых культур с помощью делителя или вручную выделяют навеску равную 100 г. Данную навеску просеивают через набор

Таблица 14 - Классификация зерна пшеницы, ржи, ячменя и овса по крупности

Культура	Группа зерна по крупности			
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая
	Зерно крупное	Зерно выше средней крупности	Зерно средней крупности	Зерно мелкое
Пшеница и овес крупяной	Остаток на сите 2,5x20 не менее 60 %	Остаток на сите 2,5x20 мм не менее 30 % и вместе с тем сумма остатков на ситах 2,5x20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5x20 и 2,2x20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5x20 и 2,2x20 мм не менее 70 %
Рожь	Сумма остатков на ситах 2,2x20 и 2,0x20 не менее 60 %	Сумма остатков на ситах 1,8x20 мм и выше не менее 70 %	Остаток на ситах 1,8x20 мм и выше не менее 30 %	Сумма остатков на ситах 1,8x20 и выше не менее 30 %
Ячмень крупяной	Сумма остатков на ситах 2,8x20 и 2,5x20 не менее 60 %	Сумма остатков на ситах 2,8x20 и 2,5x20 мм не менее 30 % и одновременно сумма остатков на ситах 2,5x20 и 2,2x20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5x20 и 2,2x20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5x20 и 2,2x20 мм не менее 70 %

сит с соответствующими размерами отверстий (таблица 12).

После просеивания из остатков на ситах выделяют примесь (сорную и зерновую). Оставшееся чистое зерно с каждого сита и мелкое зерно из прохода нижнего сита взвешивают в отдельности. Полученную на каждом сите массу выражают в процентах к навеске целого зерна данной культуры за исключением примесей. На основании анализа данных делают заключение о крупности, выравненности исследуемых зерновых культур.

Результаты работы оформляют в виде таблицы 15

Таблица 15 - Крупность и выравненность исследуемых зерновых культур

Культура	Крупность		Выравненность	
	Содержание мелких зерен %	Группа зерна по крупности	Наибольший остаток на сите %	Наибольшая суммарная масса остатков на двух смежных ситах, %

## **10 Определение влажности зерна основным стандартным способом и с помощью влагомеров**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения влажности зерна

### **10.1 Оборудование, приборы и материалы**

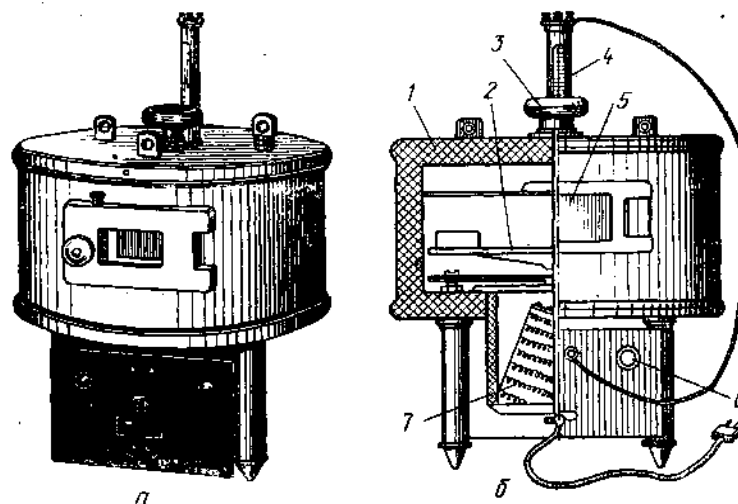
Шкаф сушильный электрический СЭШ-3М; мельница лабораторная; весы, бюксы металлические с крышками высотой 20 мм и диаметром 48 мм; сетчатые бюксы; электровлагомеры; эксикаторы; часы; охладитель типа АУО; ГОСТ 13586.5 – 93.

### **10.2 Основные положения**

Влажностью зерна называется количество содержащейся в нем гигроскопической воды (свободной и частично-связанной), выраженное в процентах к массе зерна вместе с примесями. Для определения влажности зерна в лабораториях применяют основной стандартный метод, заключающийся в высушивании навесок размолотого зерна в электрических сушильных шкафах СЭШ-1, СЭШ-3, СЭШ-3М и электровлагомерах различных типов. Принцип работы электровлагомеров основан на зависимости электрофизических свойств и поведения зерна в электромагнитном поле, от его влажности. Электровлагомеры быстро определяют влажность зерна, но менее точно, чем основной стандартный метод.

**Электрический сушильный шкаф СЭШ-1** (рисунок 19) представляет собой сушильную камеру с электрическим подогревом и автоматическим регулированием температуры при помощи контактного термометра (рисунок 20). Он имеет сверху четыре клеммы. От трех из них проведены в ртутный капилляр на разной высоте тонкие медные проволочки. Термометр позволяет устанавливать шкаф на высушивание навесок при температурах 105, 130 и 160 °С. Шкаф нагревается до тех пор, пока ртуть в термометре не соединится с концом проволочки, впаянной в капилляр. При соединении ртути с проволочкой включается реле, вследствие чего ток из сети выключается, и сушильный шкаф начинает остывать.

Ртуть в термометре опускается, что приводит к размыканию цепи контактного термометра и реле, линия вновь замыкается и шкаф нагревается. Таким образом, осуществляется автоматическое регулирование температуры в шкафу. Отклонение от заданной температуры должно быть не более  $\pm 2$  °С.



а - общий вид, б – разрез

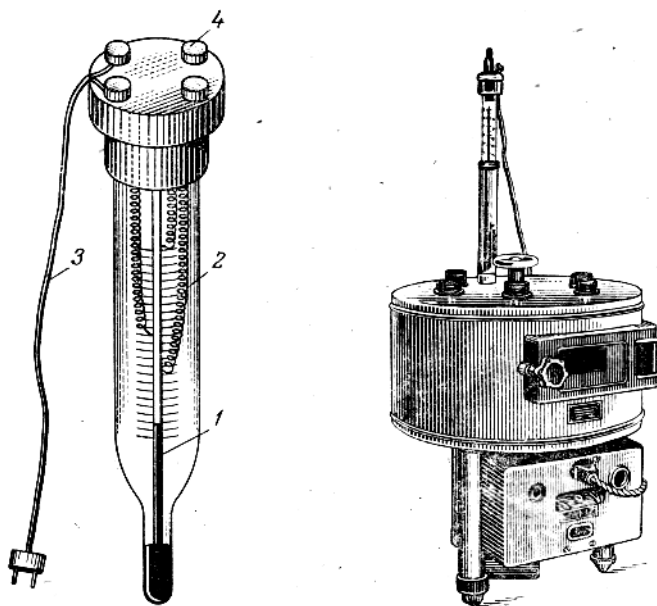
1 - корпус; 2 - поворотный стол; 3 – штурвал, 4 - контактный термометр; 5 - дверка; 6 - сигнальная лампа; 7 - электроподогреватель

Рисунок 19 - Сушильный электрический шкаф СЭШ-1

**Электрический сушильный шкаф СЭШ-3М** в отличие от сушильного шкафа СЭШ-1 имеет вращающийся стол (рисунок 20). Гнезда стола приспособлены к быстрой замене обыкновенных буюсов, в которых высушивается размолотое зерно или продукты его переработки, сетчатыми буюсами для предварительного подсушивания целого зерна влажностью выше 17 %. Интенсивный обмен воздуха в шкафу осуществляет вентилятор, установленный под сушильной камерой.

Контактный термометр устанавливают на нужную температуру, вращая магнитную скобу на верхней части термометра и наблюдая за положением овальной гайки на шкале термометра. Затем укрепляют магнитную скобу винтами. На панели шкафа расположены выключатели нагревателей и гнезда контактного термометра.

**Электронно-цифровой влагомер «Колос-1»** (рисунок 21) состоит из преобразователя цифрового с бункером 1 (датчиком емкостным), который является подвижной частью весового устройства. Бункер под действием массы засыпаемого из стакана 3 зерна двигается вниз, замыкает контакты и включает электропитание влагомера.



1 - капилляр; 2 – проводник; 3 – электрошнур; 4 – клемма

Рисунок 20 - Сушильный электрический шкаф СЭШ-3М и контактный термометр

Бункер выполнен в виде двух цилиндрических концентрических электродов, закрепленных на основании из диэлектрика. Центральный электрод в верхней части имеет конусную посадку для равномерного распределения зерна по бункеру.

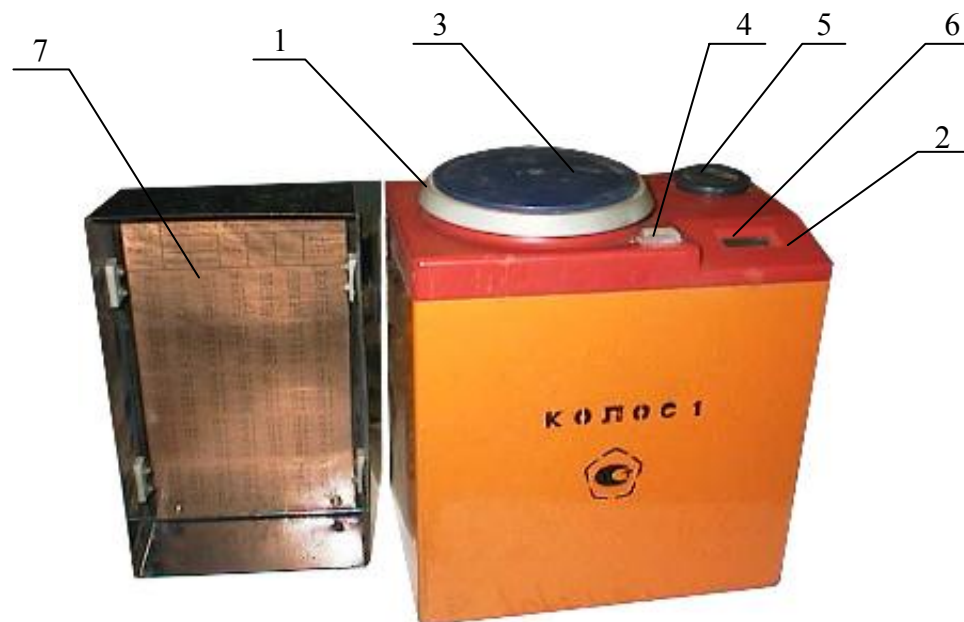
На панели преобразователя цифрового имеются: стопор 4, который обеспечивает стопорение подвижной части весового устройства в верхнем положении. Стопорение обеспечивается передвижением стопора в направлении белой точки на панели преобразователя цифрового; окно 6 цифрового индикатора; полость для установки батареи, полость закрыта резьбовой крышкой 5.

Для удобства переноски влагомер снабжен ремнем и крышкой. Ремень укреплен на кожухе влагомера. Крышку 7 устанавливают на панели преобразователя цифрового без крепления её к панели или кожуху. На крышке имеется градуировочная таблица для перевода показаний влагомера в абсолютные проценты влажности культур.

Диапазон измерения влажности от 8 до 35 %, дискретность отсчета 0,1 %. Индикация результатов измерения в цифровой форме в относительных единицах. Перевод в значения влажности в процентах осуществляется по градуировочной таблице, прилагаемой к влагомеру.

Предел допускаемой основной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не превышает

- в диапазоне от 8 до 18 %  $\pm 1,5\%$  -  $\pm 1$  ед. счета;
- в диапазоне от 18 до 35 %  $\pm 2\%$  -  $\pm 1$  ед. счета.



1 – бункер (датчик ёмкостной); 2 – панель цифрового преобразователя; 3 - стакан; 4 – стопор; 5 – резьбовая крышка; 6 – окно цифрового индикатора; 7 – крышка с градуировочной таблицей.

Рисунок 21 - Влагомер «Колос-1»

Масса контролируемого продукта, определяемая по встроенному во влагомер автоматическому весовому устройству от 200 до 204 г. Электропитание влагомера осуществляется от батареи «Крона ВЦ».

В данном влагомере используется диэлькометрический метод измерения влажности нормируемого количества контролируемого зерна с цифровым отсчетом измеренной величины.

Сущность метода заключается в раздельном преобразовании диэлектрической проницаемости влажного зерна в частоту и активной проводимости – в амплитуду выходного сигнала. Диэлектрическая проницаемость зерна определяется в основном его влажностью, а активная проводимость зависит от сорта, района и условий прораствания культуры. Кроме этого, на диэлектрические характеристики измеряемого продукта влияет температура. Поэтому многопараметровое преобразование позволяет учесть температуру и специфику измеряемого зерна и автоматически скорректировать результаты измерений.

### 10.3 Подготовка к испытанию

Из средней пробы выделяют навеску массой  $(300 \pm 10)$  г помещают в плотно закрывающийся сосуд, заполнив его на две трети объема. Выдерживают зерно в закрытом сосуде до температуры обычных лабораторных условий.

В выделенном зерне определяют влажность с помощью влагомеров. Если зерно имеет влажность до 17 %, определение проводят стандартным методом без пред-



варительного подсушивания. Для зерна с влажностью свыше 17 % определение проводят стандартным методом с предварительным подсушиванием. Для овса и кукурузы предварительное подсушивание проводят при влажности свыше 15,5 %.

#### **10.4 Техника определения влажности на влагомере «Колос-1»**

1) поставьте влагомер на горизонтальную плоскость, обеспечив его устойчивость и наклон не более 3°;

2) убедитесь в работоспособности влагомера, для чего установите движок «СТОПОР» на красную точку и нажмите рукой на весовое устройство. При этом на индикаторе должны появиться цифры. Кратковременное (менее 0,8 с) появление цифр на индикаторе указывают на разряд батареи «Крона ВЦ» и необходимость её замены;

3) установите движок «СТОПОР» на белую точку и освободите бункер от остатков зерна;

4) освободите засыпной стакан от остатков зерна;

5) установите движок «СТОПОР» на красную точку;

6) наполните засыпной стакан пробой зерна;

7) равномерно засыпайте пробу зерна в бункер с высоты 3...5 см над уровнем датчика в течение 10-12 с, обеспечив равномерность заполнения объема бункера, до включения влагомера (появления информации на индикаторе - первое показание влагомера);

8) через 30-35 с после включения зафиксируйте результат измерения (второе показание влагомера);

9) по таблице, прилагаемой к влагомеру, для соответствующей культуры определите влажность;

10) освободите стакан влагомера от зерна и установите движок «СТОПОР» на белую точку и освободите бункер влагомера от зерна.

Примечание: при температуре зерна, равной 20 °С, изменения показаний влагомера может не произойти (температурная поправка равна нулю).

#### **10.5 Техника определения влажности стандартным методом без предварительного подсушивания**

Из отобранной навески зерна выделяют 20 г и подвергают размолу на лабораторной мельнице. Зерно пшеницы, ржи, риса, гречихи и других культур измельчают 30 секунд, зерно ячменя, овса – 60 секунд.

Крупность помола контролируют просеиванием навесок на ситах № 1 и 08 на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 минут при 110-120 круговых движений в минуту или на лабораторном рассеве в течение 5 минут при частоте вращения 180-200 об/мин. При этом остаток на сите № 1 должен быть не более 5 %, проход через сито № 08 – не менее 50 %. Если регламентируемая крупность не обеспечи-

вается, следует увеличить продолжительность размола.

Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бюксы и взвешивают с точностью до второго десятичного знака. В каждую бюксу переносят измельченное зерно и массу каждой навески доводят до 5,00 г.

Контактный термометр переключают на температуру 130 °С и в шкаф быстро помещают бюксы с навесками размолотого зерна, причем сначала в гнездо ставят крышку, а на крышку – бюксу. Свободные гнезда шкафа заполняют пустыми бюксами. Измельченное зерно всех культур, кроме кукурузы, высушивают в течение 40 минут, измельченное зерно кукурузы – в течение 60 минут, стержни кукурузы – в течение 40 минут. После загрузки шкафа температура в нем обычно падает, на что указывает красный свет сигнальной лампочки. С момента установления в шкафу температуры 130 °С (отключение сигнальной лампочки) ведется отчет времени.

По истечении экспозиции высушивания бюксы с измельченным зерном извлекают из шкафа, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения примерно на 20 минут (не более 2 часов). Охлажденные бюксы взвешивают с точностью до 0,01 г и ставят в эксикатор до конца подсчетов.

Влажность зерна в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{100(m_1 - m_2)}{m_1 - m} \quad (6)$$

где  $m$  – масса бюксы с крышкой, г;

$m_1$  – масса бюксы с крышкой и навеской размолотого зерна до высушивания, г;

$m_2$  – масса бюксы с крышкой и навеской размолотого зерна после высушивания, г.

Допускаемое расхождение результатов двух параллельных определений не должно превышать 0,2 %. При превышении допускаемого расхождения испытание повторяют.

Влажность исследуемой пробы выводят как среднеарифметическое из двух определений и значение округляют до первого десятичного знака. Причем, если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не меняется; если равна или больше 5, то увеличивается на единицу.

При контрольных определениях влажности допускаемые расхождения (в процентах) между контрольным и первоначальными определениями не должны превышать: для зерновых культур (кроме кукурузы в зерне) – 0,5; для кукурузы в зерне и бобовых культур – 0,7.

В зависимости от содержащейся в зерне влаги в процентах к его общей массе зерно считают сухим, средней сухости, влажным или сырым.

Таблица 16 - Состояние зерна по влажности

Культура	Массовая доля влаги, %			
	Сухое	Средней сухости	Влажное	Сырое
Пшеница, рожь, ячмень, рис	14,0	14,0-15,5	15,5-17,0	17,0
Овес, горох, бобы, кукуруза	14,0	14,0-16,0	16,0-18,0	18,0
Кукуруза в початках, фасоль	16,0	16,0-18,0	18,0-20,0	20,0

### 10.6 Техника определения влажности с предварительным подсушиванием

Перед началом испытаний зерно из отобранной навески тщательно перемешивают и отбирают совком навеску зерна массой 20,0 г. Навеску помещают в сетчатую бюксу и взвешивают.

Бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф при температуре 110 °С и сушат при температуре 105 °С, для чего подвижный контакт термометра устанавливают на 105 °С. Свободные гнезда шкафа закрывают заглушками. Продолжительность восстановления температуры до 105 °С в камере СЭШ-3М после загрузки в нее бюкс с навесками не должна превышать 4 минуты. Продолжительность подсушивания навесок зерна устанавливают по таблице 17.

Таблица 17 - Продолжительность подсушивания навесок зерна

Наименование культуры	Продолжительность подсушивания (с момента восстановления температуры 105 °С в камере СЭШ-3М), мин, при влажности, %		
	до 25	от 25 до 35	более 35
Пшеница, рожь, овес, просо, сорго, гречиха, ячмень, рис-зерно	7	12	30
Кукуруза, фасоль, горох, нут	15	25	40
Чина, вика, чечевица	15	25	25

Примечание. При одновременном предварительном подсушивании зерна одной или нескольких культур с различной исходной влажностью допускается продолжительность подсушивания, установленная в таблице для испытуемого зерна с максимальной исходной влажностью. При этом предварительное подсушивание кукурузы, фасоли, гороха, нута с исходной влажностью свыше 35 % должно проводиться отдельно от всех других культур в течение, регламентированных 40 мин.

По окончании предварительного подсушивания бюксы с зерном вынимают и охлаждают с помощью охладителя типа АУО в течение 5 минут, после чего взвешивают и зерно измельчают. Зерно пшеницы, ржи, риса-зерна, проса, гречихи, сорго, кукурузы и других культур измельчают 30 с., зерно ячменя, овса – 60 с.

Крупность помола контролируют просеиванием навесок на ситах № 1 и 08 на

гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 минут при 110-120 круговых движений в минуту или на лабораторном рассеве в течение 5 минут при частоте вращения 180-200 об/мин. При этом остаток на сите № 1 должен быть не более 5 %, проход через сито № 08 – не менее 50 %. Если регламентируемая крупность не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола. Отвешивают две навески размолотого зерна по 5 г в предварительно взвешенные бюксы и высушивают их в сушильном шкафу стандартным методом.

Расчет влажности в зерне производят по формуле

$$W = 100 - (G \cdot g) \quad (7)$$

где  $W$  – влажность зерна, %;

$G$  – масса 20 г неразмолотого зерна после подсушивания, г;

$g$  – масса 5 г предварительно подсушенного и размолотого зерна после высушивания, г.

Формула эта выводится следующим образом. В результате высушивания 5 г предварительно подсушенного и размолотого зерна испарилось  $(5-g)$ , г влаги, а из всей 20 г навески  $\frac{G(5-g)}{5}$ , г. В 20 г навески сырого зерна содержалось влаги

$$W = (20 - G) + \frac{G(5-g)}{5} = 20 - \frac{G \cdot g}{5}, \text{ г} \quad (8)$$

Общее содержание влаги в процентах составит

$$W = (20 - \frac{G \cdot g}{5}) \cdot \frac{100}{20} = 100 - (G \cdot g) \quad (9)$$

**10.7 Задание:** определить влажность образцов зерновых культур, предложенных преподавателем, основным стандартным методом и на влагомере.

## **11 Определение массы тысячи зерен, плотности и объемной массы зерна**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения массы тысячи зерен, плотности и объемной массы зерна

### **11.1 Оборудование, приборы и материалы**

Технические и аналитические весы, разборные доски, шпатели, литровая пур-

ка с разновесом, пикнометры, ксилол или рафинированное растительное масло; ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77), ГОСТ 10840-64.

## 11.2 Основные положения

Масса тысячи зерен указывает на величину зерна, его крупность и выполненность (степень его налива, созревания). Чем крупнее зерно и чем лучше выполнено, тем больше масса 1000 зерен. Масса 1000 зерен характеризует также плотность зерна и, таким образом, при равном размере зерен, большая масса 1000 зерен свидетельствует о большем запасе питательных веществ.

**Плотность зерна** - отношение массы тела к его объему. Плотность указывает также на степень зрелости и выполненности зерен.

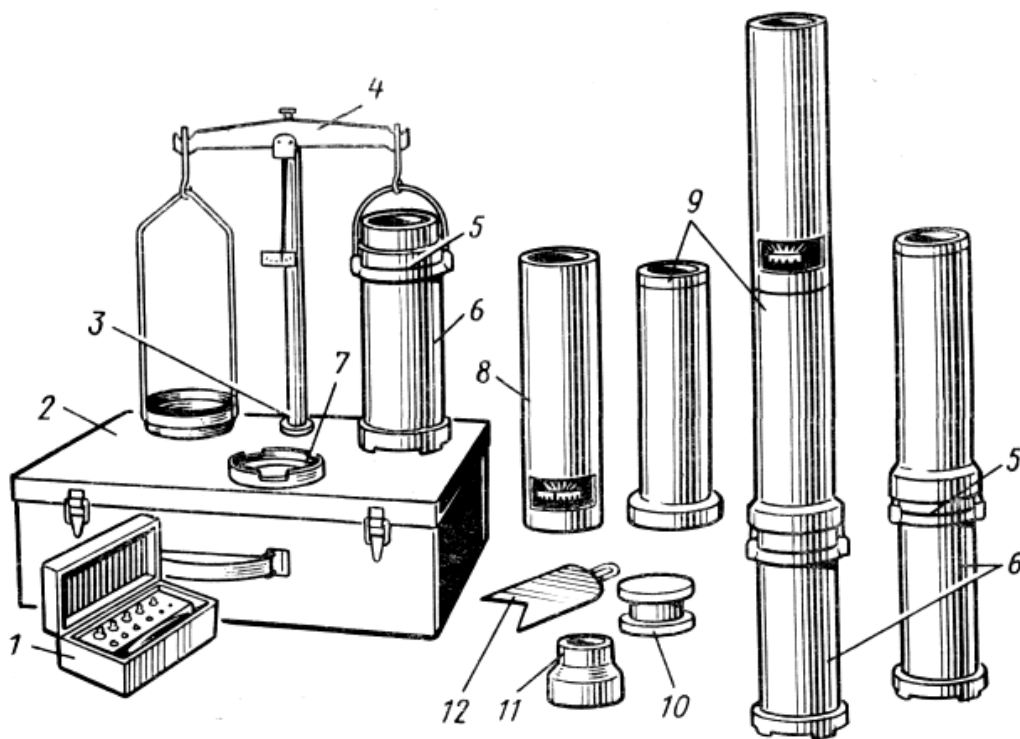
Зрелое и выполненное зерно имеет более высокую плотность, чем менее зрелое.

**Объемной массой зерна** называется масса одного литра, выраженная в граммах, а также масса одного гектолитра зерна, выраженная в килограммах.

Объемную массу зерна определяют на литровой пурке ПХ-1 (рисунок 22) с падающим грузом или на 20-литровой пурке, которую применяют для экспортируемых партий зерна. Чем выше объемная масса зерна, тем больше его масса в единице объема. Такое зерно богаче полезными веществами, в нем больше эндосперма и меньше оболочек. Из зерна с высокой объемной массой получается больший выход муки. На величину объемной массы влияют: примеси, состояние поверхности зерна, его форма, крупность, плотность, влажность и др.

С увеличением влажности объемная масса зерна чаще всего уменьшается, но это уменьшение наблюдается до определенных пределов, так как могут быть и другие соотношения между этими величинами, поскольку изменение влажности оказывает существенное влияние на физические свойства зерна (изменение объема, характера поверхности и др.) Наличие в зерне примесей может резко исказить величину объемной массы и связь её с мукомольными качествами зерна.

Если анализу подвергается пшеница твердых, сильных и наиболее ценных



1 - разновес; 2 - ящик-футляр для хранения частей пурки; 3 - нарезка для ввинчивания стойки весов; 4 - весы; 5 - щель в мерке; 6 - мерка; 7 - металлическое гнездо; 8 - цилиндр с воронкой; 9 - цилиндр-накопитель; 10 - падающий груз; 11 - воронка для надевания на цилиндр (в пурках старого образца); 12 - нож.

Рисунок 22 - Литровая пурка ПХ-1 с падающим грузом

сортов, то перед определением объемной массы, образцы обязательно пропускают через лабораторный сепаратор ЗЛС.

Объемная масса определяется только в четырех зерновых культурах: пшенице, ржи, ячмене, овсе. Для таких культур, как просо, гречиха, кукуруза и др. объемная масса в число показателей, характеризующих качество зерна, не включается, так как она недостаточно коррелирует с выполненностью.

Зерно по объемной массе подразделяют на три категории: с высокой объемной массой, средней и низкой (таблица 18).

Таблица 18 - Показатели объемной массы зерновых культур, кг/м<sup>3</sup>

Культура	Высокая	Средняя	Низкая
Пшеница	Свыше 785	746-785	745 и ниже
Рожь	Свыше 715	676-715	675 и ниже
Ячмень	Свыше 605	546-605	545 и ниже
Овёс	-* - 510	461-510	460 -* -

## 11.3 Техника определения

### 11.3.1 Определение массы 1000 зерен

Техника определения массы 1000 зерен сводится к следующему. Из средней пробы при помощи делителя или вручную выделяют навеску зерна, г: для пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи, риса, сорго, чечевицы мелкосемянной и вики - 50; для кукурузы, гороха, фасоли, чины и нута - 100; для проса - 25.

Навеску освобождают от сорной и зерновой примесей, высыпают на разборную доску и, тщательно перемешав зерно, распределяют ровным слоем в форме квадрата. Квадрат разделяют по диагоналям на четыре треугольника и из каждых двух противоположных треугольников отсчитывают подряд (без выбора) пробы по 500 целых зерен (по 250 зерен из каждого треугольника). При анализе овса, кориандра двойные зерна не разделяют.

Отобранные пробы по 500 зерен взвешивают отдельно на технических весах. Разница не должна превышать 5 % средней массы обеих проб. Если эта разница окажется больше, отсчет повторяют, предварительно перемешав зерно.

Суммируя массу двух проб по 500 зерен, устанавливают массу 1000 зерен при фактической влажности. Массу 1000 зерен выражают с точностью до 0,1 г.

Полученную массу 1000 зерен пересчитывают на сухое вещество в граммах по формуле

$$X = \frac{G(100-W)}{100} \quad (10)$$

где G - масса 1000 зерен при фактической влажности, г;

W - влажность исследуемого зерна, %.

### 11.3.2 Определение плотности зерна при помощи пикнометра

Пикнометр позволяет определить плотность наиболее точно. Определение плотности производится в следующей последовательности:

- 1) взвешивают на аналитических весах 2-3 г чистого зерна (это будет  $\gamma$ );
- 2) наполняют пикнометр точно до черты жидкостью, не впитывающейся зерном (толуол, ксилол или растительное масло). Растительное масло предварительно должно быть очищено. Очистку производят отстаиванием, декантацией и фильтрацией через бумажный фильтр;
- 3) устанавливают на аналитических весах массу Q пикнометра с жидкостью;
- 4) отлив часть жидкости, переносят в пикнометр навеску зерна  $\gamma$ . Вновь доливают пикнометр до черты жидкостью, удалив излишек жидкости фильтровальной бумагой. Необходимо следить, чтобы на зерне не оставалось пузырьков воздуха. Наличие их исказит результаты определения;

5) взвешивают на аналитических весах пикнометр вместе с жидкостью и зерном Р.

Плотность зерна рассчитывают по формуле

$$X = \frac{\gamma}{Q + \gamma - P} \cdot \delta \quad (11)$$

где  $\delta$  - плотность ксилола или другой жидкости, г/см<sup>3</sup>

### 11.3.3 Определение объемной массы зерна

Объемную массу зерна определяют на литровой пурке с падающим грузом после выделения из средней пробы крупных примесей на сите с диаметром отверстий 6 мм.

Литровая пурка состоит из следующих частей: весов, состоящих из штатива с кронштейном, подвески, коромысла, чашки для гирь, мерки цилиндрической формы с прорезью для ножа и круглым отверстием в дне для выхода воздуха, падающего груза, наполнителя цилиндрической формы, цилиндра с воронкой, разновеса (рисунок 24).

Определение объёмной массы на пурке осуществляется следующим образом. Ящик пурки устанавливают на ровную поверхность стола и вынимают из него части пурки.

Собирают весы: штатив ввинчивают в гнездо, на штатив подвешивают коромысло и на его левую часть, на призму, подвешивают на стержне тяжелую чашку. С правой стороны на призму вешают сережку, к которой присоединяют мерку с падающим грузом (без ножа), и проверяют, уравновешивают ли они друг друга. Если равновесия нет, необходимо отвернуть винт в нижней части чашки и в отверстие насыпать мелкую дробь, или, наоборот, высыпать из нее дробь до уравновешивания весов. Далее мерку снимают, вынимают из нее груз и устанавливают ее на ящике в специальное гнездо. Мерку устанавливают так, чтобы цифры на мерке были обращены в сторону работающего с пуркой. В щель мерки вставляют нож, вверх стороной, имеющей номер (на рукоятке), на нож кладут падающий груз и на мерку ставят наполнитель. В цилиндр с воронкой ровной струёй засыпают зерно до черты внутри цилиндра. Если в цилиндре черты нет, то зерно засыпают не до самого верха, а так, чтобы между поверхностью зерна и верхним краем цилиндра остался промежуток в 1 см. Наполненный зерном цилиндр ставят на наполнитель и открывают затвор воронки. Зерно пересыпается в цилиндр-наполнитель. Затем осторожно, без сотрясений прибора, вынимают нож из щели мерки, в результате чего груз и зерно падают в мерку. После чего нож вновь осторожно вставляют в щель. Нож отделяет излишек зерна сверх 1 л объёма. Цилиндр с воронкой снимают с наполнителя, мерку с надетым цилиндром-наполнителем вынимают из гнезда. Избыток зерна над ножом ссыпают че-



рез цилиндр-наполнитель в остаток средней пробы. Наполнитель снимают, удаляют задержавшиеся на ноже зерна и вынимают нож из щели.

Мерку подвешивают с правой стороны к коромыслу весов, взвешивают с точностью до 0,5 г и устанавливают объёмную массу. Объёмную массу выражают средней величиной, полученной на двух параллельных определениях. Расхождения между двумя параллельными определениями, а также при арбитражных анализах не должно превышать 5 г для всех культур, кроме овса, и для овса - 10 г. Точность выражения результатов до 1 г.

#### **11.4 Задание:**

- 1) определить плотность зерна и массу 1000 зерен на сухое вещество из образцов зерновых культур, предложенных преподавателем;
- 2) определить объёмную массу зерна пшеницы, ржи, ячменя и овса: чистого, увлажненного и с различными примесями.

#### **11.5 Порядок выполнения работы**

Руководствуясь изложенными методиками, определяют массу 1000 зерен, плотность и объёмную массу зерновых культур. Данные определения представляют в виде таблицы 19 и делают вывод о влиянии плотности зерна, его влажности, содержания примесей на величину объёмной массы зерна.

Таблица 19 - Влияние различных факторов на величину объёмной массы зерновых культур

Культура	Массовая доля влаги, %	Масса 1000 зерен, г	Плотность зерна, кг/м <sup>3</sup>	Объёмная масса, кг/м <sup>3</sup>

### **12 Определение стекловидности зерна**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения стекловидности зерна

#### **12.1 Оборудование, приборы и материалы**

Диафаноскоп, весы технические, разборные доски, шпатели, пинцеты, лезвия, ГОСТ 10987 - 76.

#### **12.2 Основные положения**

Консистенция эндосперма зерна пшеницы может быть стекловидной, частич-

но стекловидной и мучнистой.

Структура эндосперма, его стекловидность или мучнистость, зависят от количества, состава, свойств, размеров, формы и расположения крахмальных зерен, количества, свойств и распределения белковых веществ; характера и прочности связи между белковыми веществами и крахмалом.

От стекловидности зерна в значительной степени зависят: режим и схема помола, извлечение крупок и их качество, легкость просеивания через сита, степень увлажнения и время отволаживания после замачивания при кондиционировании. Стекловидное зерно пшеницы обычно содержит большое количество белковых веществ, чем мучнистое. Из стекловидного зерна получается более высокий выход муки, чем из мучнистого. Мука из мучнистого зерна обычно мягкая, мажущаяся (при растирании между пальцами), из стекловидного - крупитчатая, что очень ценится в хлебопечении. В мукомольном производстве принята следующая классификация пшеницы по стекловидности: менее 40 % - низкостекловидная (I группа), от 40 до 60 % - средней стекловидности (II группа) и свыше 60 % - высокостекловидная (III группа).

Стекловидность наблюдается в зерне пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса. Однако значение стекловидности, как показателя технологических свойств, твердо установлено только для зерна пшеницы. Для таких культур, как рожь, ячмень, кукуруза, данный показатель не используется. Редко устанавливают стекловидность у зерновок риса.

**Стекловидными** считают зерна с полностью стекловидным эндоспермом или с легким помутнением, а также зерна, имеющие мучнистую часть не более 1/4 площади поперечного разреза зерна.

**Мучнистыми** считают зерна с полностью мучнистым эндоспермом а также зерна, имеющие стекловидную часть не более 1/4 площади поперечного разреза зерна.

**Частично стекловидными** считают зерна, не относящиеся к указанным выше группам. Зерна пшеницы с явно выраженными мучнистыми пятнами – «желтобочки» по внешнему виду без разрезания относят к частично стекловидным.

Различают два вида выражения стекловидности: общая стекловидность и процент полностью стекловидных зёрен.

Общая стекловидность зерна пшеницы определяется как сумма процентов полностью стекловидных и половины частично стекловидных зерен.

В зарубежной практике о стекловидности пшеницы судят по процентному содержанию только полностью стекловидных зерен.

Наряду со стекловидностью, характеризующей структуру зерна, существует ложная стекловидность. При неумелом хранении и последующей неправильной сушке пшеницы и ржи рыхлый эндосперм получается ложно стекловидным или как ещё говорят, «закаленным», «остеклевшим».

Остеклевшая часть наиболее часто располагается по периферии, под алейроновым слоем, она более темная, чем периферийный слой эндосперма зерна нормальной стекловидности.

При замачивании остеклевший слой зерна переходит в мажущуюся или жидкую вязкую массу. Зерна с ложной стекловидностью при помоле с замочкой и отволаживанием замазывают вальцы и образуют прочные плоские лепешки.

### 12.3 Методы определения стекловидности зерна

Для определения стекловидности из зерна, очищенного от сорной и зерновой примесей, выделяют без выбора 100 целых зерен. Каждое из них разрезают бритвенным лезвием поперек (по его середине) и в зависимости от консистенции зерна, относят к той или иной группе. Желтобокие зерна, встречающиеся в зерне пшенице, не разрезают, а сразу относят по внешнему виду к частично стекловидным.

Необходимо различать желтобокие зерна, образовавшиеся в связи с условиями выращивания и зерна пшеницы с желтыми пятнами, возникшими в результате повреждения клопами вредной черепашки.

Зерна, пораженные клопами, легко отличить по желтым морщинистым или вдавленным пятнам, часто с черной точкой в месте укула клопа. Желтые пятна в зоне зародыша зерновки считаются результатом поражения клопами, даже если на них нет вдавленности или черной точки. Зерна, пораженные клопами вредной черепашки, в местах желтых пятен имеют рыхлое мучнистое строение (крошатся при надавливании), тогда как у желтобоких зерновок мучнистая часть зерна не крошится.

При определении ложной стекловидности отбирают две навески по 3 г: одну замачивают до влажности 18-20 %, вторую оставляют с естественной влажностью. Зерна из той и другой навески разрезают поперёк и срезы просматривают под лупой. В замоченных зернах с ложной стекловидностью появляется мажущая или тягучая вязкая масса, которую обнаруживают прикосновением препаровальной иглы. Количество зерен с ложной стекловидностью выражают в процентах.

Стекловидность зерна пшеницы можно определять и с помощью прибора диафаноскопа ДСЗ – 2 (просвечиванием). Зерна размещают в отверстиях металлической решетки прибора бороздкой вниз. Одновременно на решетке можно разместить 100 зерен. Решетку с зерном вставляют в прорезь корпуса прибора. Под решеткой находится матовое стекло и источник света (электролампа мощностью 55 Вт), а над решеткой - линза для увеличения изображения. Хорошо просвечивающиеся зерна считаются стекловидными, зерна, которые не просвечиваются и кажутся темными - мучнистыми. Частично стекловидные зерна выглядят полупрозрачными. Сомнительные зерна разрезают. Определение ведут в двух повторностях по 100 зерен в каждой. Стекловидность выражают с точностью до 1 %. Расхождение между двумя параллельными определениями общей стекловидности пшеницы (и при арбитраже) допускается не более 5 %.

**12.4 Задание:** определить стекловидность зерна пшеницы вручную и на дифаноскопе.

## **13 Определение количества и качества клейковины в пшенице**

**Цель работы:** ознакомиться с методами определения количества и качества клейковины в пшенице.

### **13.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы технические, прибор ИДК-1, мерный цилиндр на 25 см<sup>3</sup>, термометр для измерения температуры от 0 до 50 °С, фарфоровые ступки с крышкой, шпатели, полотенце, ГОСТ 13586.3-83.

### **13.2 Общие положения**

**Клейковина** – это высокогидратируемая растягивающаяся масса, отмываемая водой из мелко размолотого зерна. Различают клейковину сырую – количество клейковины вместе с поглощенной водой и сухую после высушивания. Сухое вещество клейковины состоит в основном из белков, небольшого количества крахмала, прочно удерживаемого белками клейковины, жиров и минеральных солей. Содержание клейковины выражают в процентах к взятой навеске размолотого зерна.

От содержания клейковины в муке, а также от её упругости и растяжимости зависят хлебопекарные свойства пшеничной муки. При наличии хорошей клейковины тесто делается пористым, пышным, легкопропекаемым. На качество клейковины и ее выход влияют: сорт, почвенно-климатические условия возделывания, повреждение зерна клопом-черепашкой, ранние заморозки, неправильные условия сушки и т.д. Так, в морозобойном зерне, клейковины содержится намного меньше, чем в зерне нормальном при этом качество ее значительно ниже. Хлеб из морозобойного зерна получается низкого качества. Клейковина из зерна, поврежденного клопами-черепашками, сильно тянется, рвется под собственной тяжестью. Хлеб из такой муки имеет низкий объёмный выход.

### **13.3 Техника определения**

#### **13.3.1 Определение количества сырой клейковины**

Из средней пробы зерна делителем или вручную выделяют навеску 30-50 г. Навеску зерна очищают от сорной примеси, за исключением испорченных зерен пшеницы, ржи и ячменя, и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы при просеивании через металлотканое сито № 067 остаток на нем не превышал 2 %, а проход через капроновое или шелковое сито № 38 составлял не менее 40 %. В про-

тивном случае, производят дополнительный размол продуктов, оставшихся на этих ситах. Продолжительность просеивания - не менее 1 мин.

При испытании зерна влажностью выше 18 % необходимо навеску зерна перед размолом подсушить до влажности не более 18 % при комнатной температуре или в термостате (сушильном шкафу) при температуре не выше 50 °С.

### Проведение испытания

Размолотое зерно (шрот) тщательно перемешивают и выделяют навеску 25 г или более с таким расчетом, чтобы обеспечить выход сырой клейковины не менее 4 г. Навеску помещают в фарфоровую чашечку или ступку и заливают водопроводной водой с температурой  $(18 \pm 2)$  °С. Количество воды для замеса теста в зависимости от массы навески должно быть следующее (таблица 20).

Таблица 20 – Количество воды для замеса

Масса навески, г	Количество воды, см <sup>3</sup>
25	14
30	17
35	20
40	22

После этого пестиком или шпателем замешивают тесто, пока оно не станет однородным. Приставшие к пестику или ступке частицы присоединяют к куску теста и хорошо проминают тесто руками. Скатывают тесто в шарик и помещают его в чашку, прикрывают стеклом или стаканчиком. Шарик теста оставляют для отлежки на 20 мин для того, чтобы частицы муки равномерно пропитались водой и белки, образующие клейковину, набухли. Отмывание клейковины ведут под слабой струей воды над густым шелковым или капроновым ситом или в большой чашке, куда наливают не менее 2л воды температурой  $(18 \pm 2)$  °С.

Тесто опускают в воду и разминают пальцами, при этом отделяются крахмальные зерна, частички оболочек и водорастворимые вещества. Промывную воду меняют несколько раз, процеживая через сито, чтобы избежать потери клейковины.

После того, как клейковина станет более вязкой и упругой, промывку ее ведут более энергично, до полного удаления крахмала и отрубей.

При определении клейковины в пшенице пониженного качества (пораженной клопом-черепашкой, морозобойной, проросшей и т.п.) отмывание производят медленно и осторожно, вначале в тазу.

Отмывание ведут до тех пор, пока оболочки не будут полностью отмыты, и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет почти прозрачной (без мути).

Клейковина, которая не отмывается, характеризуется термином «неотмывающаяся».

Полноту отмывания клейковины проверяют одним из способов:

1) выжимают из отмытой клейковины каплю воды и добавляют к ней каплю раствора йода в йодистом калии (2,2 г йодистого калия и 0,1 г кристаллического йода растворяют в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды). Отсутствие окрашивания в синий цвет указывает на полное удаление крахмала.

2) из отмытой клейковины выжимают 2-3 капли промывной воды в чистую воду, налитую в хорошо вымытый химический стакан. О полноте удаления крахмала из клейковины судят по отсутствию помутнения.

Закончив отмывание клейковины, ее отжимают между ладонями, которые время от времени насухо вытирают полотенцем, при этом клейковину выворачивают несколько раз пальцами.

Отжимают клейковину до тех пор, пока она не станет слегка прилипать к рукам. Затем ее взвешивают на технических весах и вновь промывают 2-3 мин, вновь отжимают и опять взвешивают.

Отмывание считается законченным, если разница между двумя взвешиваниями не больше 0,1 г. В случае небольшого расхождения, отмывание продолжают. Полученное количество клейковины вычисляют в процентах к взятой навеске.

При контрольных и арбитражных анализах расхождения в найденных количествах сырой клейковины допускаются в пределах  $\pm 2\%$ . Содержание сырой клейковины в пшенице выражают в целых процентах. Если десятичные доли равны 5 и более, то предшествующую цифру увеличивают на единицу, если же меньше 5, то её отбрасывают.

### 13.3.2 Определение качества сырой клейковины

Качество сырой клейковины оценивают упругими свойствами на приборе ИДК-1 (измеритель деформации клейковины). Для этого из окончательно отмытой и взвешенной клейковины отделяют с помощью смоченного водой предметного стекла или шпателя навеску массой 4г, обминают ее 3-4 раза пальцами, формуют ее в шарик и помещают на 15 минут в чашку или ступку с водой температурой  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ , после чего приступают к определению упругих свойств.

Если клейковина крошащаяся представляет собой после отмывания губчатую образную, легко рвущуюся массу и не формуется после обминания ее 3-4 раза в шарик, то ее относят к III группе без определения качества на приборе.

Если масса отмытой клейковины менее 4 г, необходимо увеличить навеску размолотого зерна (шрота) и заново отмыть клейковину.

Шарик клейковины после отлежки помещают в центр столика прибора, нажимают кнопку реле «Пуск» и держат ее в нажатом состоянии в течение 2-3 с, а затем отпускают. Пуансон опускается и начинается отсчет времени (30 с), в течение которого пуансон давит на клейковину.

После окончания выдержки времени зажигается лампочка «Отсчет». На шкале прибора стрелка показывает величину, характеризующую упругие свойства клейковины в условных единицах.

Показания прибора записывают с точностью до одного деления шкалы (5 условных единиц). Доли до половины деления шкалы отбрасывают, а доли равные половине деления шкалы прибора и более относят к следующему делению.

Градация клейковины по группам качества проводится на основе рекомендаций, изложенных в таблице 21.

Нажимают кнопку «Тормоз» и поднимают пуансон в верхнее положение. С опорного столика снимают образец клейковины и протирают сухой мягкой тканью диски пуансона и опорного столика.

Таблица 21 - Качество клейковины в условных единицах

Показания прибора, усл. ед	Группа качества	Характеристика клейковины
0-15	III	Неудовлетворительная крепкая
20-40	II	Удовлетворительная крепкая
45-75	I	Хорошая
90-100	II	Удовлетворительная слабая
105-120	III	Неудовлетворительная слабая

Для определения количества и качества клейковины разработан метод и комплекс механизированных средств [1] (рисунок 23). В основу метода положена механизация всех операций анализа с помощью следующих приборов:

1) сушильный аппарат ЛСА для подсушивания проб зерна пшеницы с влажностью свыше 18 %; сушка в аппарате гарантирует сохранение качества зерна, в первую очередь количества и качества клейковины. Аппарат одновременно может высушивать до 16 проб зерна массой 100 г в кипящем слое при температуре агента сушки не более 50 °С.

2) мельница лабораторная УИ-ЕМЛ, которая размалывает навеску зерна 30 - 60 г в течение 50 с, при гарантированной крупности размола (проход через сито из шелковой ткани № 38 60 – 70 %) без контроля ситами. В отличие от зарубежных (типа ZM1 западногерманской фирмы Retsch) в мельнице УИ-ЕМЛ предусмотрена автоматическая зачистка камеры и циклона.

3) стабилизатор состава воды УИ-ЕСС-60, предназначенный для получения стабильного по ионному составу раствора хлорида натрия в концентрации не более 0,1%, при общей жесткости не более 0,2 мг-экв/л. Принцип действия стабилизатора состава воды основан на ионообмене между питьевой водой и ионообменными смолами, которыми заполнены колонки стабилизатора. Он состоит из двух независимых друг от друга по функционированию ионообменных блоков: один работает в рабочем режиме, другой - в режиме регенерации. Это обеспечивает непрерывную подачу стабилизированного раствора для отмывания клейковины.

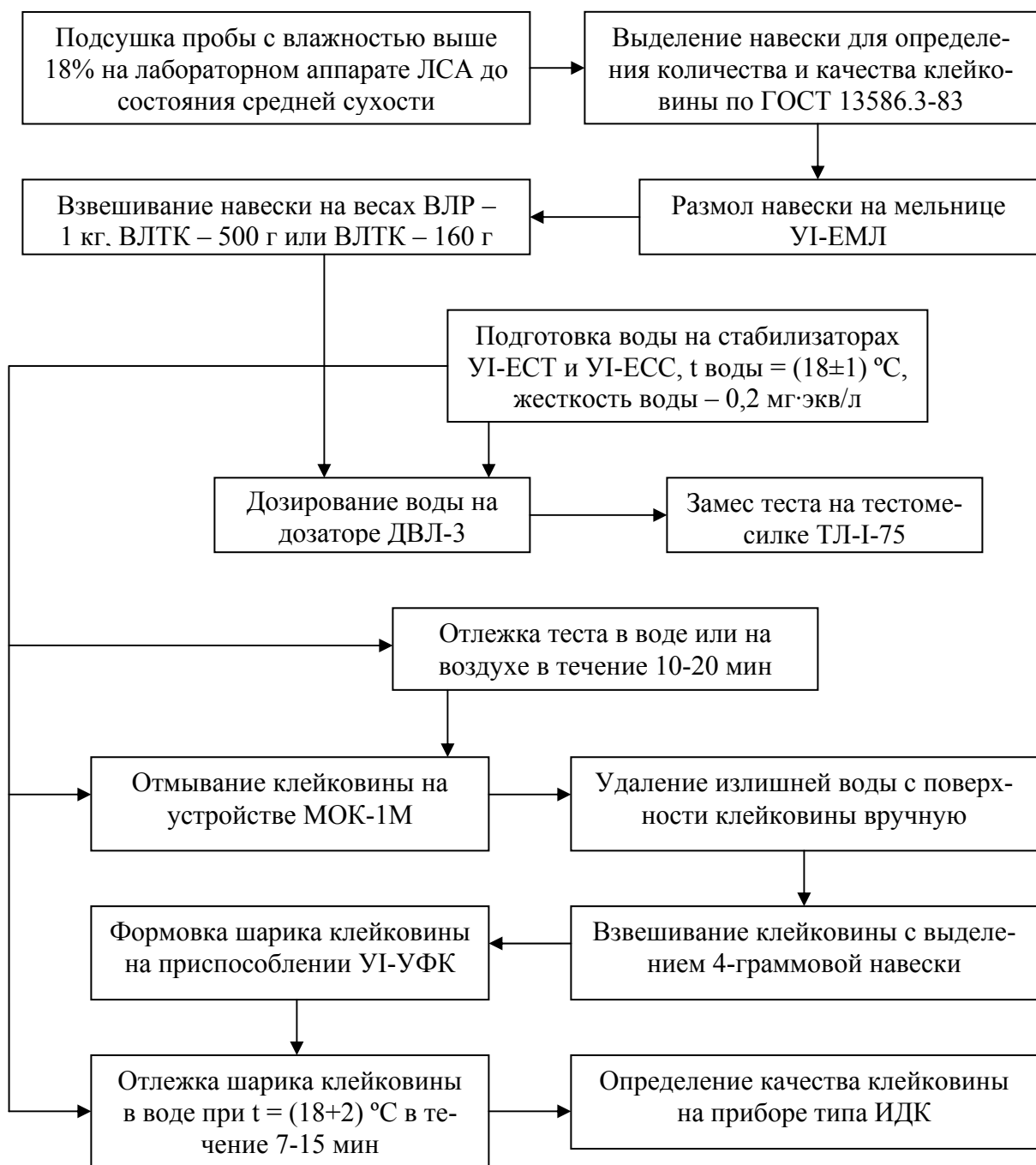


Рисунок 23 - Последовательность операций при определении количества и качества клейковины в зерне пшеницы при механизированном анализе

4) стабилизатор температуры воды УИ-ЕСТ, обеспечивающий в автоматическом режиме поддержание на выходе температуры воды  $18 \pm 1$  °С, на входе она может быть 5 – 35 °С. Время, необходимое для доведения порции воды (20 л) до заданной температуры: перед началом работы - при нагревании составляет 2-7 мин, при



охлаждении – 12-14 мин. Все процессы в стабилизаторе автоматизированы. Работа лаборанта заключается во включении прибора в сеть перед началом работы и по окончании работы - отключении от сети.

5) дозатор ДВЛ-3 предназначен для отмеривания и спуска в дежу тестомесилки необходимой порции воды с точностью 2,0 % от величины дозы при скорости дозирования 3-5 с.

6) тестомесилка ТЛ-І-75 предназначена для замеса теста из шрота и муки. Замес теста в ТЛ-І-75 происходит в результате перемещения с трением и смешивания помещенной в дежу массы шрота или муки, и воды с помощью штифтов, движущихся по эпициклоидам относительно неподвижных стенок дежи. Замес длится в зависимости от величины навески от 20 до 50 с. Масса замешиваемой пробы может варьировать от 10 до 50 г.

7) устройство МОК-1 или МОК-1М для отмывания и частичного отжима клейковины. Принцип работы устройства основан на вымывании из теста частиц оболочек и крахмала в результате механического воздействия вращающегося рабочего органа эллипсоидной формы с рифлями на поверхности при непрерывной подаче воды под давлением в герметически закрытую камеру. Устройство осуществляет механизированное отмывание клейковины, отжим ее от избытка воды и контрольное отмывание отрубей, попавших в ловушечные сита, предназначенные для извлечения кусочков клейковины, возможно вынесенных на них водой. Режим отмывания клейковины определяется частотой вращения рабочего органа ( $0,91 - 0,98 \text{ мин}^{-1}$ ), зазором (0,5; 1,5; 2 и 7 мм), расходом воды (0,1 - 0,6 л/мин), давлением (0,2 атм.) в камере, направлением подачи промывной воды (снизу вверх или сверху вниз) и продолжительностью механического воздействия (8 - 22 мин).

8) приспособление УІ-УФК позволяет отмытую и отжатую клейковину массой 4 г сформовать в виде шара. Принцип действия устройства основан на пропускании через фильеру конического сечения определенной формы и размеров предварительно раскатанной клейковины. При этом получается полусфера, ее закрепляют зажимом в шар и кладут в емкость с водой на отлежку.

9) прибор типа ИДК (ИДК-1, ИДК-1М, ИДК-2) предназначен для определения качества клейковины путем измерения величины деформации клейковины под действием нагрузки сжатия между плоскостями, верхняя из них (пуансон) свободно опускается на клейковину и воздействует на нее в течение 30 с.

При определении клейковины в муке используется то же оборудование, что и в зерне, за исключением сушильного аппарата ЛСА и мельницы УІ-ЕМЛ, которые в этом случае не требуются.

### 13.3.3 Определение количества сухой клейковины

Навеску сырой клейковины 4 г, после определения ее качества, помещают, в зависимости от способа высущивания, в бумажный пакетик (пластинку из алюминии-

вой фольги) или на часовое стекло (чашку Петри), распределяя ее тонким слоем равномерно по всей площади.

При высушивании клейковины на приборе ВНИИХП-ВЧ используют пакетик, изготовленный из слабопроклеенной бумаги типа ротаторной, газетной и т. п. Квадратный лист бумаги или пластинку из алюминиевой фольги (длина стороны 16 см) сгибают по диагонали в виде треугольника, загибая края бумаги примерно на 1,5 см. Приготовленный пакетик или пластинку предварительно сушат в приборе при температуре 160 °С в течение 3 мин, после чего переносят в эксикатор, охлаждают в течение 2 мин, затем взвешивают и снова помещают в эксикатор. Допускается держать пакеты в эксикаторе не более 2 ч.

Пакетик или пластинку с навеской сырой клейковины помещают в прибор при той же температуре и высушивают в течение 10 мин, после чего переносят в эксикатор, охлаждают в течение 2 мин, а затем взвешивают.

При использовании сушильного шкафа сырую клейковину, помещенную на предварительно высушенное и тарированное часовое стекло (чашку Петри), высушивают при температуре 103 – 105 °С в течение 3 - 4 ч, после этого стекло (или чашку Петри) с клейковиной переносят в эксикатор и охлаждают в течение 20 мин, затем взвешивают и снова ставят в сушильный шкаф при той же температуре на 1 ч. Стекло с клейковиной снова охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Если масса не изменилась, то высушивание прекращают, если масса уменьшилась, высушивание продолжают до достижения постоянного веса.

Массу сухой клейковины определяют по разности между массой пакетика (пластинки из алюминиевой фольги) или стекла (чашки Петри) с высушенной клейковиной и массой пустого пакетика или стекла. Массу сухой клейковины выражают в процентах к навеске исходного продукта.

**13.4 Задание:** определить количество и качество сырой клейковины в зерне пшеницы основного и дополнительных образцов (перегретого при сушке и поврежденного клопом-черепашкой).

### 13.5 Порядок выполнения работы

Согласно вышеописанным методам определяют количество и качество сырой клейковины в образцах пшеницы, предложенных преподавателем. Результаты работы оформляют в виде таблицы 22.

Таблица 22 – Результаты количественно-качественной оценки клейковины

Исследуемые образцы пшеницы	Количество клейковины, %	Показание прибора, усл. ед.	Группа качества клейковины	Характеристика клейковины

## **14 Определение числа падения**

**Цель работы:** ознакомиться с методом определения числа падения

### **14.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы технические, прибор для измерения числа падения ИЧП 1-2, пробирки вискозиметрические с внутренним диаметром (21,00±0,02) мм, наружным диаметром (23,80±0,25) мм, высотой внутренней части (220,0±0,3) мм, пробки резиновые № 22 для вискозиметрических пробирок, пипетки вместимостью 25 см<sup>3</sup>, ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82).

### **14.2 Основные положения**

Метод основан на измерении разжижения клейстеризованной водно-мучной суспензии под действием  $\alpha$ -амилазы путем определения времени свободного падения в ней шток-мешалки. Число падения – общее время в секундах, начиная с момента погружения вискозиметрической пробирки в кипящую воду, перемешивания суспензии мешалкой вискозиметра и падения её через эту суспензию. Метод применяется для определения числа падения в зерне пшеницы, ржи, а также в пшеничной и ржаной муке. Определение числа падения проводится в соответствии с ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82) «Зерновые культуры. Определение числа падения» на приборе ИЧП1-2 (измеритель числа падения).

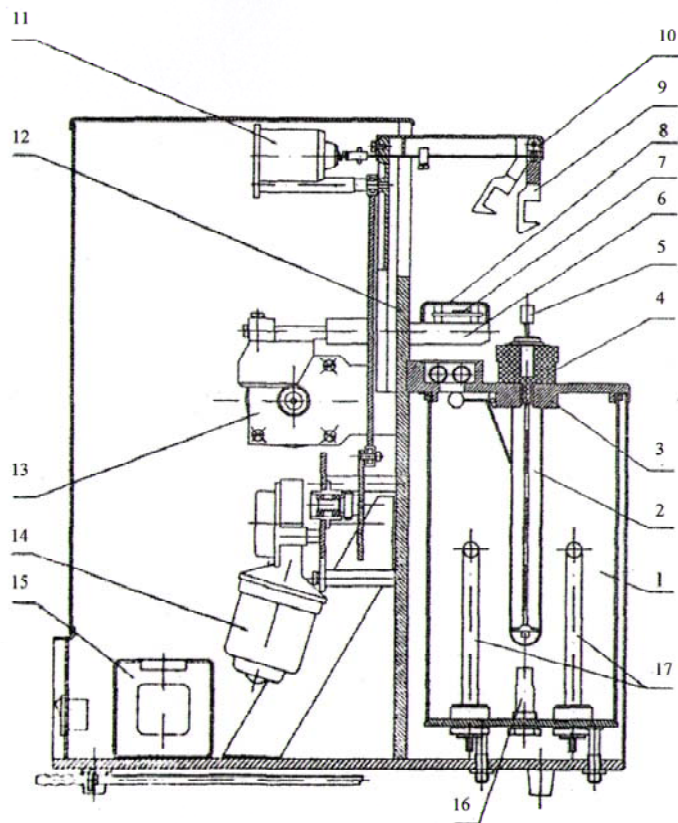
### **14.3 Устройство прибора ИЧП 1-2**

Прибор состоит из двух блоков: блок механического привода; блок управления.

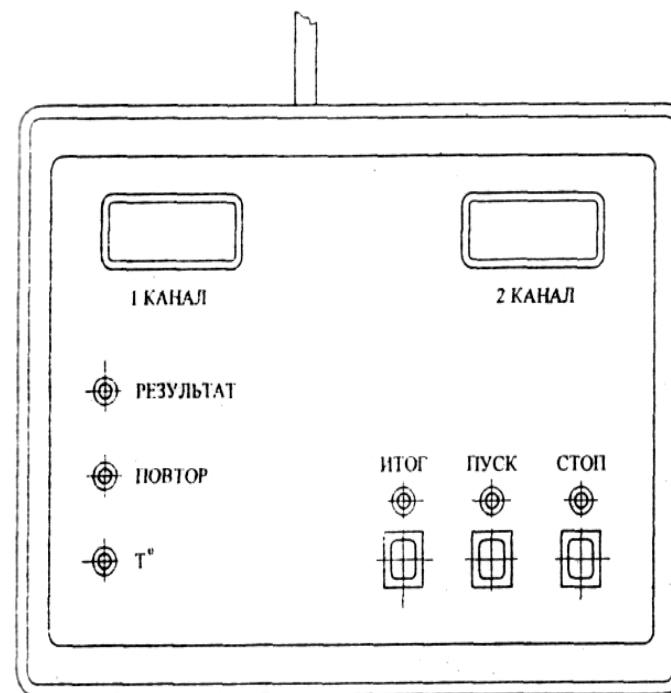
На блоке механического привода (рисунок 24) спереди установлена водяная баня 1, на кожухе которой справа установлен индикатор для визуального контроля уровня воды в бане, а сверху расположены гнезда 3 для установки кассеты 4 с пробирками 2.

Над крышкой водяной бани располагается устройство прижима 6 кассеты с пробирками. Устройство выдвигается и убирается автоматически по командам блока управления. В центре устройства прижима 6 имеются выступы 8, внутри которых смонтированы датчики нижнего положения 7 для фиксации момента достижения шток-мешалкой 5 своего нижнего положения.

Вверху над баней располагается коромысло 10 с двумя захватами 9, (изображено в двух положениях). Коромысло 10 по командам блока управления осуществляет колебательные движения вверх-вниз. Конструкция захватов 9 обеспечивает автоматический захват шток-мешалок 5 и их освобождение по команде блока управления. Внутри бани 1 установлен нагреватель 17 и датчик температур 16.



Блок механического привода



Блок управления

1 – водяная баня; 2 – пробирки; 3 – гнезда для кассеты; 4 – кассеты; 5 – шток-мешалка; 6 – прижим; 7 – датчики нижнего положения; 8 – выступы; 9 – захваты; 10 – коромысло; 11 – электромагнит управления захватами; 12 – вертикальная панель под кожухом; 13, 14 – электроприводы коромысла и прижима; 15 – плата электронных элементов; 16 – датчик температуры; 17 – нагреватели.

Рисунок 24 - Измеритель числа падения (ИЧП 1-2)

Электроприводы коромысла 13 и прижима 14 смонтированы на задней стороне вертикальной панели 12 под кожухом. Здесь же установлен электромагнит управления захватами 11 с датчиком верхнего положения.

Под кожухом блока механического привода также располагается плата электронных элементов 15.

На задней части блока располагается сетевой шнур, предохранители и разъем для соединения с блоком управления.

На лицевой панели блока управления (рисунок 24) расположены два трехразрядных цифровых индикатора («1 канал», «2 канал»), справа внизу – элементы управления (кнопки «ИТОГ», «ПУСК», «СТОП») и слева – элементы визуального контроля работы прибора (светодиоды «РЕЗУЛЬТАТ», «ПОВТОР» и «Температура Т°»).

Для отмеривания воды в вискозиметрическую пробирку, используют дозатор (рисунок 25). В корпусе 1 дозатора расположен стакан 5, в нижней части которого имеется мерная рабочая зона и отводной канал, соединенный с выходной трубкой 7. В исходном состоянии поршень располагается в стакане над рабочей зоной. При нажатии на ручку 3 дозатора поршень перемещается в рабочую зону и выдавливает по отводному каналу дозу воды ( $25 \pm 0,2$ ) см<sup>3</sup>.

#### 14.4 Подготовка к определению

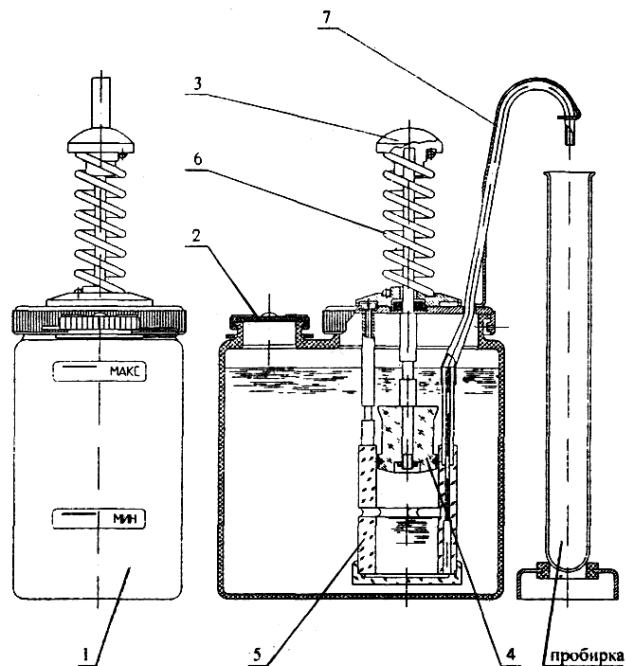
При определении числа падения в зерне из средней пробы отбирают 300 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают до крупности частиц зерна, согласно таблице 23.

Таблица 23 - Требования к крупности измельченного зерна при определении числа падения

Номер сетки по ГОСТ 6613-86 или ткани по ГОСТ 4403-91	Проход через сито, %
08 металлотканая	Не менее 99
05 металлотканая или № 15 шелковая	Не менее 95
№ 38 шелковая	Не более 80

При влажности зерна более 18 % его перед размолотом подсушивают на воздухе, или в аппарате ЛСА, или в сушильном шкафу при температуре не более 50 °С. В размолотом зерне определяют влажность по ГОСТ 13586.5-93.

Для параллельного определения из размолотого зерна выделяют две навески, массу которых в зависимости от влажности определяют по таблице 24.



1 – корпус дозатора; 2 – крышка корпуса; 3 – ручка; 4 – поршень; 5 – стакан;  
6 – пружина; 7 – отводная трубка

Рисунок 25 – Дозатор

Таблица 24 - Масса навески для анализа в зависимости от влажности

Влажность размолотого зерна или муки, %	Масса навески, г	Влажность размолотого зерна или муки, %	Масса навески, г
9,0-9,1	6,40	13,7-14,3	6,90
9,2-9,6	6,45	14,4-14,6	6,95
9,7-10,1	6,50	14,7-15,3	7,00
10,2-10,6	6,55	15,4-15,6	7,05
10,7-11,3	6,60	15,7-16,1	7,10
11,4-11,6	6,65	16,2-16,6	7,15
11,7-12,3	6,70	16,7-17,1	7,20
12,4-12,6	6,75	17,2-17,4	7,25
12,7-13,3	6,80	17,5-18,0	7,30
13,4-13,6	6,85		

### 14.5 Порядок выполнения работы

В водяную баню через отверстие для пробирок наливают дистиллированную воду. Уровень воды по уровнемеру должен достигать верхнего края сливной трубки.

Прибор включают в сеть, нажимают клавишу включения, находящуюся сзади блока механического привода. На блоке загорается индикатор блокировки «Т°», на блоке механического привода – индикатор включения сети красного цвета.

Через 30 мин (после погасания индикатора «Т°» и при наличии процесса кипения воды в бане) измеряют температуру кипящей воды термометром ТД-2 (через отверстие для пробирок). Если температура воды ниже  $(100 \pm 0,5)$  °С, то её доводят до 100 °С, добавляя в нее этиленгликоль или глицерин в соответствии с таблицей 25.

Таблица 25 - Повышение температуры кипения

Требуемое повышение температуры, °С	Количество добавляемого вещества, % (по объему)	
	этиленгликоль	глицерин
0,2	1,9	2,5
0,4	3,9	4,9
0,6	5,8	7,4
0,8	7,8	9,9
1,0	9,7	12,3
1,2	11,3	14,2
1,4	12,9	16,1
1,6	14,4	18,1
1,8	16,0	20,0
2,0	17,6	21,9

В вискозиметрическую пробирку помещают навеску зерна и заливают дистиллированной водой в количестве  $(25,0 \pm 0,2)$  г/см<sup>3</sup> и температурой  $(20 \pm 5)$  °С с помощью дозатора.

Пробирку закрывают резиновой пробкой и энергично встряхивают ее 20-25 раз для получения однородной суспензии. Вынимают пробку, колесиком шток-мешалки удаляют прилипшие частицы продукта со стенок в общую массу суспензии и устанавливают пробирку в кассету, стоящую на подставке. Те же операции повторяют со второй пробиркой.

Кассету с двумя пробирками со шток-мешалками быстро опускают в гнезда на крышке водяной бани и нажать кнопку «ПУСК». С этого момента начинается отсчет времени, которое индуцируется на двух трехразрядных индикаторах блока управления, для каждой пробирки свой канал.

Счет времени и работа прибора начинается только в случае кипения воды в бане (индикатор «Т°» на пульте управления не светится).

Через 5 с включается привод коромысла, происходит захват шток-мешалок и перемешивание содержимого пробирок.

На 60-й секунде, по команде с датчика верхнего положения, привод останавливает коромысло в верхнем положении и захваты освобождают шток-мешалки, которые под собственным весом начинают опускаться вниз. Длительность падения шток-

мешалок с высоты 68 мм определяется вязкостью клейстера, зависящей от активности  $\alpha$ -амилазы, разжижающей клейстер. Падение каждой из шток-мешалок продолжается до срабатывания соответствующего датчика нижнего положения, который останавливает счет времени по своему каналу. Кассета с пробирками освобождается.

Если после этого загорается индикатор «РЕЗУЛЬТАТ» - расхождение измерения в обоих каналах не превышает допустимого значения ( $\pm 5\%$ ), то в протокол измерений записывается среднее арифметическое число из показаний цифровых индикаторов двух каналов, которое определяется автоматически после нажатия кнопки «ИТОГ». В противном случае загорается индикатор «ПОВТОР».

При необходимости остановки процесса измерений в любой момент, достаточно нажать кнопку «СТОП».

Следует проверять уровень воды в бане и при необходимости доливать воду, поддерживая его в цветной зоне уровнемера. Не допускать работу при уровне воды ниже цветной зоны уровнемера.

**14.6 Задание:** определить число падения в предложенных преподавателем пробах зерна пшеницы и ржи

## **15 Определение твердой и мягкой пшеницы по зерну. Определение типового состава и класса пшеницы**

**Цель работы:** ознакомиться с методом определения типового состава и класса зерна пшеницы

### **15.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы технические, разборные доски, шпатели, химические стаканы, фарфоровые чашки, образцы-эталон пшеницы, ГОСТ 9353-90, реактивы: 5 %-ный раствор едкого натрия

### **15.2 Основные положения**

#### **15.2 1 Понятие «твердая и мягкая пшеница»**

Названия пшеницы «твердая» и «мягкая» представляют собой ботанические классификационные термины, их нельзя рассматривать как физические понятия. Твердая и мягкая пшеница требуют различных режимов в процессе переработки, и отличается по хлебопекарным показателям. На долю мягкой пшеницы в нашей стране приходится около 90 % всех посевов пшеницы.

Зерно мягкой и твердой пшеницы различают по внешним признакам: у зерна пшеницы мягкой верхний (противоположный зародышу) конец покрыт волосками,



образующими хохолок (бородку), хорошо заметный невооруженным глазом. У твердой пшеницы хохолка нет или он слабо развит. По форме зерно мягкой пшеницы, по сравнению с твердой, преимущественно короткое и круглое, разных оттенков, консистенция эндосперма от стекловидной до мучнистой.

Зерно твердой пшеницы имеет удлиненную форму, в поперечном разрезе - угловато-ребристую. Преобладающий цвет зерна - янтарно-желтый (темный или светлый), реже красный. Зерно, как правило, имеет стекловидный эндосперм.

Характер бородки и форма зерна являются наиболее постоянными признаками для распознавания твердой и мягкой пшеницы. Консистенция зерна меняется в зависимости от сорта и условий выращивания растений, поэтому ее считают малоустойчивым признаком.

У мягкой пшеницы колосья остистые и безостые, ости обычно не длиннее колоса, расходящиеся. С двурядной стороны колоса заметен не прикрытый колосками стержень.

Твердая пшеница остистая, безостых форм нет. Ости длиннее колоса, параллельные или слабо расходящиеся. Стержень колоса прикрыт колосками и не заметен у твердой пшеницы и близких к ней видов.

#### 15.2.2 Типовой состав пшеницы

Пшеницу по ботаническим и биологическим признакам, цвету и стекловидности подразделяют на типы и подтипы, указанные в таблице 24.

Пшеницу, содержащую примесь зерен пшеницы других типов более норм, установленных в таблице 26, определяют как «смесь типов» с указанием состава в процентах.

Пшеницу 1-4 подтипов I и IV типов, соответствующую требованиям данного подтипа по стекловидности, но не отвечающую требованиям по его цвету, относят к тому подтипу, которому она отвечает по стекловидности.

Если пшеница по цвету относится к какому-то определенному подтипу, но имеет отклонения по стекловидности, добавляют наименование «нетипичная» с указанием в документах типа, подтипа и стекловидности.

Пшеницу, потерявшую в результате неблагоприятных условий созревания, уборки или хранения свой естественный цвет, определяют как «потемневшая» (при наличии темных оттенков) или как «обесцвеченная» с указанием номера подтипа и степени обесцвеченности.

В стандарте предусмотрены три степени обесцвеченности: первая – начальная, потеря блеска и обесцвечивание со стороны спинки, что появляется при нахождении в колосе или на токах при незначительном увлажнении; вторая – изменение цвета при более длительном увлажнении (потеря блеска, обесцвечивание зерна на спинке и боковых сторонах); третья – полное обесцвечивание всей поверхности зерновки в результате длительного увлажнения зерна в колосе или на токах

### 15.2.3 Классы пшеницы

Заготавливаемую и поставляемую пшеницу подразделяют на классы в соответствии с требованиями, указанными в таблицах 27, 28.

Мягкая и твердая пшеница всех классов, кроме 5-го класса, предназначена для использования на продовольственные цели, а пшеница 5-го класса – на непродовольственные цели.

Класс пшеницы определяют по наихудшему значению одного из показателей качества зерна, указанного в соответствующей таблице.

Все сорта мягкой пшеницы разделяют на три группы (сильная, средняя и слабая) по хлебопекарному достоинству или, как говорят хлебопеки, по силе муки – её способностям, которые проявляются в тестоведении и, в конечном счете, определяют качество хлеба.

Сильная пшеница характеризуется большим содержанием белка (не ниже 14 % на сухое вещество), высокой стекловидностью (не ниже 60 %), большим содержанием клейковины (не менее 28 %), обладающей хорошими упругими свойствами. Хлеб из сильной муки получается большого объёма с хорошей пористостью. Сильная пшеница используется как улучшитель слабой.

Средняя пшеница характеризуется средним содержанием белка (менее 14 %), более низкой стекловидностью, меньшим содержанием клейковины (не менее 25 %), пониженной упругостью клейковины. Хлеб из такой пшеницы получается нормального качества и без добавки сильной пшеницы.

Слабая пшеница отличается малым содержанием белка (менее 11 %), пониженным содержанием клейковины (менее 25 %), клейковина низкого качества (малопругая). Хлеб из слабых пшениц получается низкого качества. Для выпечки хорошего хлеба к такому зерну необходимо добавить зерно сильной пшеницы.

## 15.3 Техника определения

### Определение типового состава пшеницы

Для определения типового состава пшеницы после удаления из образца зерна сорной и зерновой примесей, выделяют навеску в 20 г. Навеску помещают на разборную доску и путем разборки вручную определяют в ней количество зерен мягких и твердых, краснозерных и белозерных пшениц, относящихся к различным типам.

Для определения цвета зерна мягкой пшеницы в случае неявно выраженной окраски применяют специальную обработку 5 %-ным раствором едкого натрия (5 г NaOH на 100 см<sup>3</sup> воды). Зерна с сомнительной по цвету окраской подсчитывают и взвешивают на технических весах, затем переносят в стакан и заливают раствором щелочи. Через 15 минут белозерная пшеница приобретает светло-кремовую окраску, а краснозерная - красно-бурую.

Допускается также обработка зерна кипячением в воде. Сомнительные зерна помещают в химический стакан или фарфоровую чашку с заранее налитым кипятком и кипятят в течение 20 минут. После такой обработки краснозерная пшеница буреет, а белозерная остается светлой.

Количество твердой, мягкой, краснозерной и белозерной пшеницы выражают в процентах к взятой навеске.

Биологическую форму пшеницы устанавливают по документам. Для определения подтипа пшеницы определяют ее стекловидность, затем, руководствуясь таблицей 24, устанавливают тип и подтип данной пшеницы.

Подтипы зерна пшеницы определяют также сравнением анализируемого образца с эталонами, изготовленными согласно стандарту на пшеницу.

**15.4 Задание:** определить типовой состав и класс образца пшеницы, руководствуясь вышеизложенными методами определений.

## **16 Определение пленчатости и лужистости**

**Цель работы:** ознакомиться с методом определения пленчатости и лужистости

### **16.1 Оборудование и приборы**

Весы технические с разновесом, шелушители ГДФ и другие, ступки с пестиком, сетки металлические для ступок, сита с продолговатыми отверстиями размером в мм: 1,2x20; 1,8x20; 2,2x20 с поддоном и крышкой, разборные доски, шпатели, пинцеты, чашечки для навесок, ГОСТ 10843-76, ГОСТ 10855-64.

### **16.2 Основные положения**

Пленчатостью называется процентное содержание в зерне цветковых оболочек (ячмень, просо, рис, овес), плодовых (гречиха) или семенных оболочек (клещевина). При характеристике семян масличных культур (подсолнечника, сафлора) пленчатость заменяется лужистостью.

Содержание оболочек характеризует ценность зерна для переработки. Чем больше содержание оболочек, тем относительно меньше в нем питательных веществ. Наличие оболочек усложняет и удорожает переработку пленчатых культур. От плотности и массы оболочек зависит выход крупы. Величина пленчатости изменяется по культурам. Она неодинаковая у различных сортов одной и той же культуры, а в пределах сорта колеблется по районам произрастания и годам.

Пленчатость и лужистость определяют снятием с зерен пленок, т.е. шелушением зерен на шелушителях или вручную с последующим взвешиванием пленок и вычислением их содержания в исследуемой навеске в процентах.

Согласно ГОСТ 10843-76 пленки с зерен риса и проса отделяют на шелушителях ГДФ, ЛУР-1М, ЛШ-1 или вручную пленки с зерен гречихи снимают вручную; пленки с зерен овса – вручную выдавливанием ядра.

### 16.3 Техника определения

#### 16.3.1 Подготовка к испытанию

Из средней пробы выделяют навеску: овса, гречихи, риса - массой 50 г; проса - массой 25 г. Навески массой 25 г и более взвешивают до десятых долей грамма.

Выделенную навеску зерна освобождают от сорной и зерновой примесей; овес, кроме того, освобождают от мелких зерен в соответствии с характеристикой по ГОСТ 28673-90; у острого риса обламывают ости. Оставшееся зерно смешивают и берут две навески целых зерен:

- 1) при обрушивании вручную:
  - гречихи и проса - массой по  $(2,5 \pm 0,01)$  г.;
  - риса и овса - массой по  $(5 \pm 0,01)$  г.;
- 2) при обрушивании на ГДФ:
  - риса - массой по  $(10 \pm 0,01)$  г.;
  - проса - массой по  $(5 \pm 0,01)$  г.

#### 16.3.2 Отделение пленок на шелушителе или вручную

Отделение пленок с зерен риса и проса на шелушителе осуществляют в соответствии с прилагаемой к нему инструкцией.

Оставшиеся после отделения пленок на шелушителе единичные необрушенные зерна обрушивают вручную.

При применении шелушителей, не обеспечивающих разделение пленок и обрушенных зерен, эту операцию проводят вручную.

Навеску зерна помещают в фарфоровую ступку и, слегка надавливая на зерно пестиком и вращая его, отделяют пленки, избегая раздавливания зерен. Для лучшего отделения пленок пестик обтягивают тонкой металлической сеткой. Такую же сетку кладут на дно ступки.

Для облегчения отделения пленок полученный после шелушения продукт просеивают через сита с отверстиями размером: для проса -  $1,4 \times 20$  или  $1,2 \times 20$  мм; для риса -  $2,2 \times 20$  или  $1,8 \times 20$  мм.

Оставшиеся необрушенные зерна отделяют от обрушенных, помещают в ступку и шелушат до полного обрушивания.

Аналогично поступают со второй навеской.

Полученные в результате механического или ручного шелушения пленки взвешивают до сотых долей грамма.

Показатель пленчатости выражают до сотых долей процента по отношению к массе взятой навески.

Расхождения между результатами двух параллельных определений, а также при контрольных и арбитражных определениях не должны превышать 1,0 %.

За конечный результат испытания принимают среднее арифметическое показателей двух параллельных определений.

Результаты определения пленчатости в документах о качестве указывают до десятых долей процента.

Округление результатов испытаний производят следующим образом: если цифра, следующая за установленным пределом точности больше 5, то предшествующую цифру увеличивают на единицу; если цифра меньше 5, то ее отбрасывают; если цифра равна 5, то последнюю сохраняемую цифру увеличивают на единицу, если она нечетная, и оставляют без изменений, если она четная или нуль.

### 16.3.3 Определение лужистости семян масличных культур

Лужистость масличных семян определяют путем обрушивания их ручным способом по ГОСТ 10855-83. Для этого из средней пробы семян предварительно очищенных от примесей, берут две навески: для семян подсолнечника и сафлора – по 10 г., арахиса и клещевины – по 20 г., и взвешивают их с точностью до 0,01 г. Семена каждой навески обрушивают с помощью пинцета. Отделенные от ядра плодовые оболочки (лузгу) взвешивают с точностью до 0,01 г.

Результаты определения лужистости выражают в процентах к массе взятой навески. Разница между параллельными определениями допускается не более 1 %. В противном случае определение повторяют.

### 16.4 Задание:

- 1) Определить пленчатость проса (риса) с помощью шелушителя ГДФ и вручную;
- 2) Определить лужистость семян подсолнечника.

Таблица 26 - Классификация зерна пшеницы на типы и подтипы

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Характеристика подтипов		
		всего	в том числе	Номер	Цвет	Общая стекловидность, %
1	2	3	4	5	6	7
I- Мягкая яровая крас- нозер- ная	Алтайская 81, Ботани- ческая 2, Ершовская 32, Новоси- бирская 81, Омская 9, Омская 17, Саратовская 29, Целинная 21, Целинная 60	10	5 - твердой	1	Темно-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 75
				2	Красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 60
				3	Светло-красный или желто-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 40
				4	Преобладают желтые и желтобокие зерна, придающие всей партии желтый оттенок	Менее 40

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7
II- Твердая яровая	Алмаз, Безенчукская 139, Оренбургская 2, Оренбургская 10, Светлана, Харьковская 3, Харьковская 46	15	10 - белой зерной	1	Темно-янтарный. Допускается наличие побелевших, потускневших, обесцвеченных, мучнистых зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 70
				2	Светло-янтарный. Допускается наличие побелевших, потускневших, обесцвеченных, мучнистых зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не ограничивается
III- Мягкая яровая белозерная	Новосибирская 67, Саратовская 42, Саратовская 46	10	-	1	-	Не менее 60
				2	-	Менее 60

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7
IV- Мягкая озимая краснозерная	Безостая 1, Донская безостая, Краснодарская 57, Мирановская 808, Обрий, Одесская 51, Олимпия, Тарасовская 29	10	5 - твердой	1	Темно-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 75
				2	Красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 60
				3	Светло-красный или желто-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного тона	Не менее 40
				4	Преобладают желтые и желтобокие зерна, придающие всей партии желтый оттенок	Менее 40



V- Мягкая озимая бело- зерная	Альбидум 114 Армянка 60	10	-	-	-	Не ограничивается
---	-------------------------------	----	---	---	---	-------------------

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7
VI- Твер- дая озимая	Бахт Коралл одес- ский Мугань Миршабир- ская 50 Парус	15	-	-	-	Не ограничивается

Таблица 27 - Характеристика мягкой пшеницы по классам

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для заготавливаемой и поставляемой мягкой пшеницы по классам						
	высшего	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го	
1	2	3	4	5	6	7	
Типовой состав	1-3-й подтипы I, IV типов 1-й подтип III типа и V тип Сорта пшеницы, включенные в список «сильных»			Все подтипы I, III, IV типов и V тип. Сорта пшеницы, включенные в списки «сильных» или «наиболее ценных по качеству»		Все подтипы I, III, IV типов, V тип и смесь типов	
Состояние	Негреющаяся, в здоровом состоянии						
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну пшеницы (без затхлого, солодового, плесневого, постороннего запахов)						
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну данного типа						
	Допускается первая степень обесцвеченности			Допускается первая и вторая степень обесцвеченности		Допускается любая степень обесцвеченности и потемневшая	
Массовая доля клейковины, %, не менее	36,0	32,0	28,0	23,0		18,0	Не ограничивается
Качество клейковины, группа, не ниже	I	I	I	II		II	То же
Число падения, с	Более 200	Более 200	Более 200	200-151		150-80	Менее 80
Стекловидность, %, не менее	60	60	60	Не ограничивается			
Натура, г/л, не менее	На уровне базисной нормы			710		710	Не ограничивается

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5	6	7
Трудноотделимая примесь (овсюг, татарская гречиха), относимая к сорной примеси, %, не более	2,0	2,0	2,0	В пределах ограничительной нормы общего содержания сорной примеси		
Проросшие зерна, которые относятся к зерновой примеси, %, не более	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	5,0

Таблица 28 - Характеристика твердой пшеницы по классам

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для заготавливаемой и поставляемой твердой пшеницы по классам				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
1	2	3	4	5	6
Типовой состав	1-й и 2-й подтипы II типа и IV тип				
					Допускается нетипичная
Зерна пшеницы других типов, %, не более	10	15	15	15	Не ограничивается
в том числе белой зерновой пшеницы	2	4	8	10	
Состояние	Незреющая, в здоровом состоянии				

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну пшеницы (без затхлого, солодового, плесневого постороннего запахов)				
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну данного типа				
	Допускается первая степень обесцвеченности	Допускается первая и вторая степень обесцвеченности		Допускается любая степень обесцвеченности	
Массовая доля клейковины, %, не менее	28,0	25,0	22,0	18,0	Не ограничивается
Качество клейковины, группа, не ниже	II	II	II	II	То же
Стекловидность, %, не менее	85	85	70	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	770	745	745	710	Не ограничивается
Зерна ржи, ячменя и проросшие (по совокупности), относимые к зерновой примеси, %, не более	2,0	2,0	4,0	4,0	В пределах ограничительной нормы общего содержания сорной примеси
в том числе проросшие зерна	0,5	0,5	3,0	3,0	5,0

## **Список использованных источников**

1 Мартянова А.И. Метод и комплекс средств для механизированного определения количества и качества клейковины /А.И. Мартянова, Г.Е. Гришин.– М: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1986.- 6 с.

2 Авдусь Н.Б. Определение качества зерна, муки и крупы /Н.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова.- М: Колос, 1986.- 250 с.

3 Казаков Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства /Е.Д. Казаков.- М.: Колос, 1973.- 352 с.

4 Казаков Е.Д. Методы определения качества зерна /Е.Д. Казаков.- М: Колос, 1987.- 215 с.

5 Мясникова А.В. Практикум по товароведению зерна и продуктов его переработки /А.В. Мясникова, Ю.С. Ралль.- М: Колос, 1981.- 279 с.

6 Мартянова А.И. Методы и приборы для определения качества заготавливаемого и поставляемого в переработку зерна /А.И. Мартянова, Т.И. Очеретенко, А.И. Рыжова, И.Э. Жупахина.- М: ВНИИЗ, 1992.- 132 с.