

# Лабораторная работа 1. Оценка качества товарного зерна

## 1.1. Оценка свежести зерна

**Цель работы** – изучить методику определения показателей свежести товарного зерна и провести их практическое определение.

**Теоретическая часть.** Состояние зерна по цвету и запаху получило название свежести зерна. Эти показатели включены в группу обязательных. Оценка качества любой партии зерна начинают с их определения. Отклонение цвета зерна от нормального может быть связано с жизнедеятельностью микроорганизмов и вредителей, нарушением приемов подработки, неблагоприятными метеоусловиями во время его созревания и уборки. Например, так называемое морозобойное зерно имеет белесоватый оттенок и сетчатую поверхность, суховейное зерно характеризуется отсутствием блеска, морщинистой поверхностью. Нарушение тепловых режимов сушки приводит к потемнению зерна, а самосогревание при хранении – к появлению плесени, потемнению и пятнистости. Как правило, зерно с отклонениями от нормального цвета относят к фракциям зерновой или сорной примеси.

Зерну и семенам каждой культуры присущ свой запах. Так, слабый («хлебный»), едва осязаемый запах присущ зерну злаков, специфический сильный – семенам эфиромасличных культур. По своей природе все не свойственные зерну запахи подразделяются на две группы: сорбционные и запахи разложения. Появление сорбционных запахов обусловлено капиллярно-пористой структурой зерновки, обеспечивающей возможность проникновения паров и газов в плодую и семенную оболочки зерна, а иногда и в эндосперм. В практике хранения зерна чаще всего встречаются следующие запахи, являющиеся следствием его сорбционных свойств: полынный, дымный, головневый (селечный), запах нефтепродуктов, мышьяный. Хлебозаготовительным предприятиям разрешено принимать зерно с некоторыми сорбционными запахами, которые могут быть удалены при его переработке и не переходят в готовые продукты (муку, крупу, хлеб). Не принимается зерно с запахами нефтепродуктов (дизтоплива, бензина).

Запахи разложения обусловлены активными физиологическими и микробиологическими процессами, протекающими в хранящемся зерне повышенной влажности. К наиболее распространенным запахам разложения относятся следующие: амбарный, затхлый и плеснево-затхлый, солодовый, гнилостный. Зерно с запахами разложения считается дефектным и не подлежит приемке, кроме зерна, обладающего амбарным запахом.

**Задание.** Изучить методику определения цвета и запаха зерна. Определить показатели свежести нормального и дефектного зерна различных культур.

**Материалы и оборудование:** учебные пособия, стандарты, образцы нормального и дефектного зерна, лабораторная мельница, химические стаканы, чайник с горячей водой, стеклянные пластинки, фарфоровые чашки.

**Ход работы.** Цвет зерна определяют путем осмотра образца при рассеянном дневном свете, сравнивая его с эталонными образцами типов и подтипов зерна или характеристикой этого признака, описанной в стандартах на отдельные культуры.

Запах определяют как в целом, так и в размолотом зерне. Для этого из средней пробы выделяют навеску зерна массой 100 г, помещают в чашку и устанавливают запах.

Для усиления ощущения запаха необходимо вызвать десорбцию летучих веществ, его обуславливающих. Для этого зерно засыпают в стакан и заливают горячей водой (температура 60–70 °С) и, покрыв стакан стеклом, оставляют на 2–3 мин, затем воду сливают и определяют запах. Для этой же цели можно зерно прогреть паром в течение 2–3 мин на сетке над кипящей водой, после чего его высыпают на лист чистой бумаги и определяют запах.

Результаты, полученные в процессе работы, записать в табл. 23 и указать причины отклонения показателей свежести зерна от нормы.

Таблица 23. Показатели свежести зерна

Культура	Цвет	Запах	Причины возникновения

## 1.2. Методы определения влажности зерна

**Цель работы** – освоить стандартную методику определения массовой доли влаги в товарном зерне различных сельскохозяйственных культур.

**Теоретическая часть.** Под влажностью зерна понимают содержание в нем физико-химически и механически связанной с тканями воды, удаляемой в стандартных условиях определения, выраженное в процентах.

Определение этого показателя является обязательным при оценке качества зерна и семян любого целевого назначения. Этот показатель обуславливает стойкость зерна при хранении. Избыточное содержание влаги в зерне повышает интенсивность протекающих физиологических и биохимических процессов, способствует развитию в зерновой массе микроорганизмов и вредителей, что может привести к большим потерям при хранении.

В связи с этим каждый агроном знает, что хранить зерно и семена различных сельскохозяйственных культур продолжительное время без потерь массы и качества можно только с определенным уровнем их влажности, а именно – в сухом состоянии. Этот уровень влажности определяется химическим составом зерна.

Поэтому действующими стандартами на качество зерна и семян различных сельскохозяйственных культур устанавливаются четыре состояния по влажности. Например, для пшеницы, ржи, ячменя, гречихи и риса эти состояния характеризуются следующими данными: сухое – содержит влаги до 14,0 %, средней сухости – более 14,0 до 15,5 %, влажное – более 15,5 до 17,0 % и сырое – свыше 17,0 %.

Кроме того, избыточное содержание влаги в зерне (свыше 15,5–16 %) сказывается при его переработке. Такое зерно плохо размалывается, производительность измельчающих машин резко падает.

Наконец, при проведении расчетов за реализуемое товарное зерно фактическое значение показателей сравнивается с базисным и в случае отклонения от расчетной нормы содержания влаги производят натуральные или весовые скидки или надбавки (процент за процент). Кроме того, с поставщиков будет взиматься дополнительная плата за сушку зерна.

Все методы определения влажности зерна можно разделить на две группы: прямые и косвенные. К первой группе относятся методы, при помощи которых содержание влаги в зерне определяют путем измерения ее объема после предварительной отгонки в специальных приборах – дистилляторах.

Наибольшее значение получили косвенные методы определения влажности зерна. К ним относятся:

1. Определение влажности зерна приборами (влагомерами), принцип действия которых основан на изменении электропроводности, диэлектрической проницаемости продукта в зависимости от его влажности.

2. Определение количества влаги высушиванием навески целого или размолотого зерна (по сухому остатку).

Сущность основного или стандартного метода определения влажности товарного зерна заключается в высушивании проб размолотой навески массой 5 г в двухкратной повторности в сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 40 мин. В дальнейшем по снижению ее массы (усушке) рассчитывают процент содержания влаги в зерне.

**Задание.** Определить с помощью электровлагомеров влажность зерна различных культур. Определить влажность культур воздушно-тепловым методом без предварительного подсушивания в электрическом сушильном шкафу, а также с помощью влагоанализатора.

**Материалы и оборудование:** зерно различных культур, лабораторная мельница, бюксы, эксикатор, тигельные щипцы, технические весы, влагомеры, сушильный шкаф, влагоанализатор, стандарты.

**Ход работы.** Из средней пробы выделяют  $300 \pm 10$  г зерна. Для выбора варианта метода и определения продолжительности подсушивания проводят предварительное определение влажности на влагомерах. Если влажность зерна более 17 %, то применяют метод с предварительным подсушиванием. Для этого навеску зерна массой 20 г подсушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение определенного времени (табл. 24). Взвешивание производят до и после подсушивания. Подсушенную навеску измельчают в лабораторной мельнице (пшеница, рожь – 30 с, ячмень, овес – 60 с). Две навески размолотого зерна массой по 5 г помещают в предварительно

взвешенные до второго десятичного знака бюксы и сушат в сушильном шкафу в течение 40 мин при температуре 130 °С, после высушивания производят взвешивание.

Таблица 24. **Время предварительного подсушивания навесок зерна**

Наименование культуры	Продолжительность подсушивания (с момента восстановления температуры 105°С в камере сушильного шкафа), мин, при влажности, предварительно определенной влагомером, %		
	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% проводят отдельно от всех других культур в течение 40 мин.

Влажность зерна при определении с предварительным подсушиванием вычисляют по формуле:

$$X_1 = 100 - m_1 \times m_2,$$

где  $X_1$  – влажность зерна, %;

$m_1$  – масса пробы целого зерна после предварительного подсушивания, г;

$m_2$  – масса навески размолотого зерна после высушивания, г.

При определении влажности без предварительного подсушивания из средней пробы выделяют 300±10 г зерна, перемешивают его и выделяют навеску массой 20 г, измельчают в лабораторной мельнице. Дальнейший порядок определения влажности такой же, как и в методе с предварительным подсушиванием зерна.

Влажность зерна в этом случае вычисляют по формуле:

$$X_2 = 20 (m_1 - m_2),$$

где  $X_2$  – влажность зерна, %;

$m_1$  – масса навески размолотого зерна до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески размолотого зерна после высушивания, г.

Метод высушивания навески используется также при определении влажности зерна с помощью влагоанализаторов. На начальной стадии измерения прибор точно определяет массу навески, помещенной на платформу для взвешивания. Затем следует быстрый нагрев и сушка образца инфракрасными лампами. Во время тестирования прибор постоянно фиксирует уменьшение массы навески и по окончании сушки отражает результат на дисплее.

Влагоанализатор МАС 50 (рис. 53) может производить сушку образца в различных режимах (быстрый, плавный, ступенчатый и т.п.) с использованием сокращенного меню или библиотек программ сушки.



Рисунок 53. Анализатор влажности MAC 50

После включения прибора и выбора нужных параметров работы для начала процесса сушки необходимо по очереди нажать кнопки Start/Stop, Tara, открыть сушильную камеру, поместить навеску (достаточно ~2-4 г) на платформу прибора и закрыть сушильную камеру. Процесс сушки начнется автоматически. Нажимая в процессе сушки кнопку Display, можно изменять отображаемые текущие сведения: влажность, сухой остаток, соотношение влаги/сухой массы, процент изменения массы. По окончании анализа прибор подает звуковой сигнал. Для досрочной остановки процесса сушки необходимо нажать кнопку Start/Stop и кнопку Print/Enter.

Результаты, полученные при определении влажности зерна, записать в табл. 25. По полученным результатам, пользуясь действующими стандартами, установить состояние зерна по влажности: сухое, средней сухости, влажное, сырое.

Таблица 25. Влажность зерна, %

Культура	Повторность	Номер бюкса	Масса пустого бюкса, г	Масса навески, г	Масса бюкса с навеской, г		Усушка, г	Влажность, %	Средняя влажность, %
					до сушки	после сушки			

### 1.3. Определение засоренности товарного зерна

**Цель работы** – освоить методику и научиться определять засоренность товарного зерна различных сельскохозяйственных культур.

**Теоретическая часть.** Засоренность – общее количество примесей, выявленных (содержащихся) в навеске зерна, взятой для анализа, в процентах от ее массы.

Примеси снижают потребительские достоинства зерна. Они повышают экономические затраты при переработке и снижают выход готовой продукции. Многие примеси, помимо ухудшения качества зерна, делают его нестойким при хранении. Наличие в зерне вредных примесей (головня, спорынья и др.) делает его не пригодным для использования на продовольственные и кормовые цели.

В товарном зерне примесь делят на две группы: сорную и зерновую. В партиях семян масличных культур последний термин заменяется словосочетанием «масличная примесь». В основу деления примесей на указанные группы положено неодинаковое влияние их на потребительские достоинства зерна, его сохранность и качество продуктов, вырабатываемых из данной партии.

К сорной примеси относят такие компоненты зерновой массы, которые резко ухудшают потребительские свойства продукта и не могут быть использованы по целевому назначению вместе с

зерном основной культуры. Они, как правило, снижают и стойкость зерна при хранении.

По своему составу сорная примесь весьма разнообразна.

К ней относят:

- 1) проход через сито с отверстиями диаметром 1,0 – 1,5 мм (в зависимости от культуры), или мелкий сор;
- 2) органическую примесь (ости, полосу, части растений);
- 3) минеральную примесь (песок, пыль, камешки, комочки земли);
- 4) сорные семена (семена дикорастущих растений, а также культурных растений, не отнесенные к зерновой примеси и основному зерну);
- 5) целиком испорченное зерно основной культуры (сгнившее, обуглившееся, с явно испорченным эндоспермом);
- 6) вредную примесь (рожки или склерозии спорыньи, головневые мешочки, фузариозное зерно, ядовитые семена сорных растений и др.).

К зерновой примеси относят такие компоненты зерновой массы, которые близки по химическому составу к основному зерну и, следовательно, могут использоваться в известных пределах по целевому назначению вместе с основным зерном.

Фракции зерновой примеси можно подразделить на три группы:

- зерна основной культуры с отклонениями от нормы (проросшие, морозобойные, поврежденные сушкой или самосогреванием, зеленые, щуплые);
- битые и изъеденные зерна основной культуры, если осталось менее половины зерновки;
- зерна других культур, которые могут быть использованы по целевому назначению основной партии, например, зерна ржи и ячменя в партиях пшеницы.

К основному зерну относят:

- 1) нормально развитые зерна (крупные и мелкие);
- 2) битые и изъеденные зерна, сохранившие более половины эндосперма;
- 3) зерна, наклюнувшиеся при прорастании, но с корешком или ростком, не вышедшими наружу.

Действующими стандартами на качество зерна и семян четко нормируется состав сорной и зерновой примесей в зависимости от культуры и целевого назначения партии.

**Задание.** Определить фактическую засоренность товарного зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса (по заданию преподавателя).

**Материалы и оборудование:** стандарты, весы лабораторные, рассев, доска лабораторная, скальпель, шпатель, совочек, комплект лабораторных сит, магнит, лупа зерновая, образцы зерна.

**Ход работы.** Выделяют крупную сорную примесь (колосья, солому, комки земли, крупные семена сорняков и т.д.). Для этого среднюю пробу зерна просеивают на сите с отверстиями диаметром 6 мм. Сход с этого сита взвешивают отдельно по фракциям, учитываемым при определении сорной примеси конкретной культуры, и выражают в процентах к массе средней пробы. Расчет производят по формуле:

$$X_{кр} = \frac{m_1 \cdot 100}{m},$$

где  $X_{кр}$  – содержание крупной сорной примеси, %;

$m_1$  – масса фракций крупной сорной примеси, г;

$m$  – масса средней пробы зерна, г.

В дальнейшем для определения сорной и зерновой примесей из средней пробы, освобожденной от крупной сорной примеси, выделяют навеску массой от 2 до 200 г в зависимости от культуры. Так, для зерна кукурузы и большинства бобовых культур выделяют навеску в 100 г, для зерна основных злаковых культур – в 50 г.

Определение содержания вредных и особо учитываемых примесей, если они обнаружены при анализе, проводят дополнительно в более крупных навесках зерна. Состав вредной и особо учитываемой примесей, а также масса навесок при их определении указаны в действующем стандарте.

При определении содержания явно выраженной сорной и зерновой примесей выделенную для анализа навеску просеивают в течение 3 мин через сита, размер отверстий которых указан в стандарте, для выделения мелкого сора, который целиком относят к сорной примеси. Для облегчения разборки навески используют дополнительные сита, согласно стандарту. Каждую фракцию примесей взвешивают с точностью до 0,01 г. После взвешивания содержание каждой фракции примесей

выражают в процентах к взятой навеске по формуле:

$$X = \frac{m_n}{m_H} \times 100,$$

где X – содержание фракции сорной примеси, %;

$m_n$  – масса примеси, г;

$m_H$  – масса навески, г.

К соответствующим фракциям сорной примеси прибавляют ранее выделенные из средней пробы крупные примеси в процентах.

Общее содержание сорной, зерновой примесей и основного зерна выражают с точностью до 0,1 %.

Если в партии обнаружены металлические примеси, то их определяют в навеске массой 1 кг по методике, изложенной в стандарте, и выражают в миллиграммах на 1 кг зерна.

Полученные при определении засоренности зерна результаты записать в табл. 26 и сделать выводы о их соответствии заготовительным кондициям.

Таблица 26. Засоренность зерна

Культура	Фракции	Содержание	
		г	%
	Сорная примесь в т.ч. крупная средняя мелкая		
	Зерновая примесь		
	Основное зерно		

#### 1.4. Определение зараженности товарного зерна вредителями хлебных запасов

**Цель работы** – научиться определять зараженность товарного зерна вредителями хлебных запасов.

**Теоретическая часть.** Под зараженностью зерна понимают наличие живых вредителей (насекомых и клещей) в партиях зерна. Выражается зараженность количеством экземпляров живых вредителей в 1 кг зерна (шт./кг). Этот показатель включен в группу обязательных и определяется при оценке качества зерна всех культур любого целевого назначения, так как наибольшие потери в массе и качестве зерна при его хранении происходят именно в результате развития вредителей. Наибольшую опасность представляют рисовый и амбарный долгоносики, малый мучной хрущак, притворяшка-вор, зерновой точильщик, рыжий мукоед, хлебная моль. Из клещей встречаются мучной, узкий, обыкновенный, полосатый, но они менее вредоносны.

Действующими базисными и ограничительными кондициями не допускается наличие в партиях зерна насекомых вредителей, а зараженность клещами допускается только ограничительными нормами.

Различают явную и скрытую формы зараженности. Явная форма предполагает наличие живых вредителей в разных стадиях развития в межзерновых пространствах, а скрытая – внутри зерна.

По наиболее распространенным вредителям установлены степени зараженности (по их числу в 1 кг зерна). Например, клещи: I степень – от 1 до 20 экземпляров; II степень – свыше 20 экземпляров; III степень – клещи образуют сплошной войлочный слой. Долгоносики: I степень – от 1 до 5 экземпляров; II степень – от 6 до 10 экземпляров; III степень – свыше 10 экземпляров.

**Задание.** Изучить методику определения зараженности зерна вредителями хлебных запасов согласно действующему стандарту. Провести анализ на зараженность среднего образца зерна различных культур.

**Материалы и оборудование:** образцы зерна, комплект сит с ячейками диаметром 2,5 и 1,5 мм, лупа с увеличением 4–4,5, разборные доски с черным и белым стеклом, пинцеты, скальпели, мягкая кисточка, стандарты, набор реактивов, прибор оптического определения клещей.

**Ход работы.** При определении явной формы зараженности 1 кг зерна просеивают вручную через

набор сит с круглыми отверстиями (нижнее сито с диаметром 1,5 мм, верхнее – 2,5 мм) в течение 2 мин при 120 круговых движениях в минуту. Следует иметь в виду, что при температуре ниже 5 °С вредители находятся в оцепенении. Чтобы вывести их из этого состояния, образцы зерна прогревают при температуре 25–30 °С в течение 10–20 мин.

Для определения зараженности зерна крупными вредителями (мавритуанской козявкой, большим мучным и смоляно-бурым хрущачками, вором-притворяшкой, их личинками) сход с сита с отверстиями диаметром 2,5 мм помещают на разборную доску, разравнивают тонким слоем, тщательно просматривают и разбирают вручную. Сход с сита с отверстиями диаметром 1,5 мм просматривают на белом стекле на предмет обнаружения долгоносиков, мукоедов и других мелких насекомых. Для обнаружения зараженности зерна клещами проход через сито с отверстием диаметром 1,5 мм анализируют на разборной доске с черным стеклом и при помощи лупы подсчитывают количество клещей. Степени зараженности клещами можно установить и при помощи прибора для оптического определения клещей.

Мертвых вредителей относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают.

Развитие амбарных и рисовых долгоносиков проходит внутри зерна, поэтому наряду с явной зараженностью определяют скрытую. Для этого из среднего образца берут 50 целых зерен и раскалывают их скальпелем вдоль по бороздке. Расколотые зерна рассматривают под лупой. Зерна, в которых обнаружены личинки, куколки или взрослые насекомые, подсчитывают и выражают в процентах к количеству взятых зерен.

Скрытую форму зараженности определяют также методом, основанным на окрашивании пробочек, которыми самка жука заделывает углубления в зерновке по месту кладки яиц. Для этого из среднего образца выделяют и взвешивают 15 г зерна, освобождают его от сорной и зерновой примесей, битых и поврежденных вредителями зерен и помещают на ситечко с мелкой сеткой. Для набухания пробочек ситечко с зерном прогревают в сосуде с водой, подогретой до 30° в течение 1 мин. Затем ситечко с зерном переносят на 20–30 с в чашку с 1%-ным раствором марганцовокислого калия. После этого зерно промывают в холодной чистой воде или растворе серной кислоты с перекисью водорода (на 100 мл 1%-ного раствора серной кислоты 1 мл 3%-ной перекиси водорода), погружая ситечко с зерном в сосуд с водой или с указанным раствором на 20–30 с. В растворе серной кислоты и перекиси водорода зерно приобретает свой нормальный цвет, а пробочки на зараженных зернах становятся более заметными, выделяясь черной окраской, выпуклостью и округлой формой.

После обработки зерна реактивами немедленно приступают к подсчету поврежденных зерен. Для этого зерно высыпают на фильтровальную бумагу, отдельно откладывают зерна с черными точками (зараженные) и зерна здоровые. Скрытую зараженность долгоносиком пересчитывают на 1 кг зерна, для этого полученное при анализе навески в 15 г число скрыто зараженных зерен делят на 3 и умножают на 200.

По полученным результатам установить степень зараженности зерна клещами и долгоносиками и сделать выводы о соответствии его качества по этому показателю требованиям кондиций. Полученные данные записать в табл. 27.

Таблица 27. **Определение зараженности зерна**

Культура	Вид вредителя	Обнаружено вредителей в 1 кг зерна	Степень зараженности

### **Лабораторная работа 1.5. Определение природы зерна**

**Цель работы** – изучить методику определения природы товарного зерна хлебных злаков.

**Теоретическая часть.** Натура – это масса 1 л (1 дм<sup>3</sup>) зерна, выраженная в граммах. Натуру обычно определяют в литровой пурке с падающим грузом. Чем выше натура зерна, тем больше в нем содержится полезных веществ. Натура дает представление о выполненности зерна, имеющей большое технологическое значение. Высоковыполненное зерно хорошо развито, у него большой процент приходится на долю эндосперма. При неблагоприятных условиях формирования зерна масса его оболочек (по сравнению с массой эндосперма) возрастает, а масса эндосперма снижается, что ведет, в свою очередь, к снижению выхода готовой продукции (муки, крупы и т. п.).

Натура связана с засоренностью зерна и зависит от количества и характера примесей. Легкие

примеси (органические) заметно снижают натуру, а минеральные – увеличивают ее. Однако в подавляющем большинстве партий зерна наличие примесей в целом уменьшает натуру.

При увлажнении натура зерна уменьшается, так как происходит увеличение объема зерна за счет его набухания. Кроме того, повышенная влажность снижает сыпучесть зерна, что влечет за собой более рыхлое заполнение объема и снижает натуру.

Натура зависит от состояния поверхности зерна: шероховатая поверхность снижает плотность его укладки и, следовательно, уменьшает натуру. Форма зерна также отражается на натуре: зерно округлое укладывается плотно, а удлиненное – более рыхло.

Учитывая влияние многих факторов на натуру, этот показатель дает полную оценку качества зерна в комплексе с другими, такими как масса 1000 зерен, влажность и засоренность.

На натуру влияет плотность укладки зерна: чем она больше, тем выше натура. Для исключения этого субъективного фактора при определении натуре пользуются пуркой, в которой независимая от исполнителя плотность укладки достигается при помощи цилиндра-наполнителя, цилиндра с воронкой и падающего груза.

**Задание.** Определить натуру зерна хлебных злаков.

**Материалы и оборудование:** зерно, пурка, сито с отверстиями диаметром 6 мм.

**Ход работы.** Перед определением натуре зерно очищают от крупных примесей, просеивая его на сите с отверстиями диаметром 6 мм, и тщательно перемешивают. Собирают пурку, приводя ее в рабочее состояние (рис. 54).

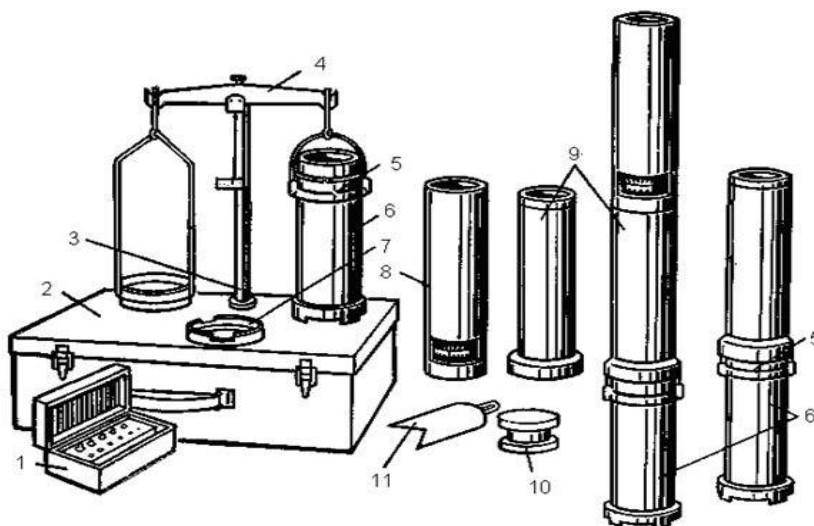


Рисунок 54. Литровая пурка ПХ-1:

1 – разновесы; 2 – ящик; 3 – стойка весов; 4 – коромысло весов; 5 – прорезь мерки; 6 – мерка; 7 – гнездо для мерки; 8 – цилиндр с воронкой; 9 – цилиндр-наполнитель; 10 – падающий груз; 11 – нож

В щель мерки вставляют нож, на который помещают падающий груз. На мерку надевают цилиндр-наполнитель, на который устанавливают цилиндр с воронкой (уровень зерна в цилиндре не должен доходить до верхнего края цилиндра на 1 см). Открывают задвижку воронки и, после пересыпания зерна в цилиндр-наполнитель, цилиндр с воронкой снимают. Быстро вынимают нож из щели мерки и после того, как груз вытеснит воздух и упадет вниз, в мерку поступает зерно. Нож снова вставляют в щель, отделяя таким образом ровно 1 дм<sup>3</sup> зерна. Мерку с цилиндром-наполнителем вынимают из гнезда ящика, придерживая нож, переворачивают, высыпая излишки зерна из цилиндра-наполнителя. Снимают цилиндр-наполнитель и сбрасывают с ножа оставшиеся отдельные зерна. Вынимают нож из щели и взвешивают мерку с зерном. Зерно взвешивают с точностью  $\pm 0,5$  г, а результат выражают с точностью до  $\pm 1$  г.

При использовании пурки Несто (рис. 55) принцип работы аналогичен. Снимающий нож вставляют в пурку, на нож помещают груз и заполняют пурку зерном. Затем быстро достают нож, груз и зерно падают в нижнюю часть пурки, нож вставляют обратно и высыпая лишнее зерно, оставшееся над ножом. Нож вынимают, зерно из пурки пересыпают в емкость и взвешивают на электронных весах. Натуру определяют по прилагаемой поправочной таблице.



Рисунок 55. Пурка Несто

Полученные результаты занести в табл. 28. Сделать заключение о их соответствии требованиям базисных кондиций.

Таблица 28. **Натура зерна зерновых культур**

Культура	Масса 1 л зерна, г		Среднее значение показателя, г/л	Натура по базисным кондициям
	1-е определение	2-е определение		
Пшеница				
Рожь				
Тритикале				
Ячмень				
Овес				

### Лабораторная работа 1.6. Определение стекловидности зерна пшеницы

**Цель работы** – изучить методику определения стекловидности зерна и научиться определять общую стекловидность товарного зерна пшеницы.

**Теоретическая часть.** По стекловидности зерна судят о строении и консистенции эндосперма. В зависимости от степени стекловидности зерно делят на стекловидное, частично стекловидное и мучнистое (рис. 56).



Рисунок 56. Структура эндосперма зерна:

1 – стекловидная; 2 – частично стекловидная; 3 – мучнистая.

Стекловидные зерна имеют прозрачную консистенцию с роговидной структурой в разрезе, а мучнистые – непрозрачную консистенцию, рыхлые, белые в разрезе. К стекловидным зернам относят зерна полностью стекловидные или с легким помутнением. Стекловидные зерна могут содержать

мучнистые зерна, но не выше 1/4 части. Мучнистыми считаются зерна как полностью мучнистые, так и частично стекловидные при условии, что у последних стекловидная часть занимает не более 1/4 плоскости поперечного разреза зерна. Частично стекловидными считаются зерна пшеницы, не отнесенные к указанным двум группам.

Стекловидные зерна пшеницы содержат больше белковых веществ, чем мучнистые. Стекловидные зерна крупнее и тяжелее мучнистых, они отличаются большей механической прочностью.

Консистенция зерна в очень большой степени зависит от почвенно-климатических условий произрастания злака и количества осадков.

Формированию стекловидной структуры эндосперма способствуют недостаток влаги при выращивании и созревании зерна, большое содержание азота в почве, а также континентальный климат с жарким летом и знойными ветрами. Стекловидность – важный показатель качества зерна, так как характеризует определенные технологические свойства зерна, его целевое назначение. Стекловидность, как показатель качества, оценивается в зерне пшеницы, ржи, ячменя, риса и кукурузы. Стекловидная пшеница особенно ценится для производства макаронной муки, так как в ней больше белков, образующих клейковину хорошего качества. Мука из мучнистых пшениц используется для производства мучных кондитерских изделий.

Стекловидному рису, ячменю отдают предпочтение при производстве круп, так как такие крупы меньше развариваются, не теряют при варке свою форму. И наоборот, в пивоваренной промышленности выше ценятся мучнистые сорта ячменя, а в крахмалопаточной промышленности – мучнистая кукуруза.

В мукомольной промышленности стекловидность зерна учитывается при определении режимов и схем помола. Стекловидные зерна легче вымалываются, чем мучнистые, т. е. полнее отделяется эндосперм от отрубистых частиц, что позволяет получать большие выходы лучших сортов муки (крупчатка, мука высшего и первого сортов), состоящих практически из чистого эндосперма.

При делении пшеницы на классы учитывается ее стекловидность. Для мягкой пшеницы высшего, первого и второго классов ее стекловидность должна быть не менее 60 %; для третьего, четвертого и пятого классов – без ограничений. Для твердой пшеницы первого и второго классов стекловидность должна быть не менее 85 %; для третьего – не менее 70 %; для четвертого и пятого – без ограничений.

**Задание.** Определить общую стекловидность товарного зерна пшеницы.

**Материалы и оборудование:** зерно пшеницы, лезвия, диафаноскоп, разборные доски.

**Ход работы.** Из очищенного зерна выделяют без выбора 100 целых зерен. Каждое зерно разрезают поперек и в зависимости от консистенции среза относят его либо к той или иной группе по стекловидности. На поверхность сомнительных по стекловидности зерен наносят тонкий слой растительного или минерального масла. Через 10–15 с четко проявляются различия между стекловидной и мучнистой частями эндосперма.



Рисунок 57.  
Диафаноскоп ДСЗ-2М

Стекловидность определяют на диафаноскопе, основной частью которого является кассета со 100 ячейками, расположенными в 10 рядов (рис. 57).

Ячейки заполняют зерном и помещают кассету в прибор. При включенной лампе просматривают зерна каждого ряда в проходящем свете. Стекловидные зерна полностью просвечиваются, полустекловидные – просвечиваются частично, а мучнистые – не просвечиваются совсем.

Стекловидность пшеницы характеризуется общей стекловидностью и выражается в процентах по отношению к 100 зернам. При вычислении процента общей стекловидности к количеству (проценту) полностью стекловидных зерен прибавляют половину количества (процентов) частично стекловидных.

$$O_c = P_c + \frac{Ч_c}{2},$$

где  $O_c$  – общая стекловидность;

$P_c$  – полностью стекловидные зерна;

$Ч_c$  – частично стекловидные зерна.

Полученные результаты занести в табл. 29 и установить их соответствие требованиям ТНПА на качество товарного зерна пшеницы.

Таблица 29. Стекловидность зерна пшеницы, %

Группа по стекловидности	Количество зерен, шт.		Общая стекловидность	
	по срезу	на диафаноскопе	по срезу	на диафаноскопе
Стекловидные				
Частично стекловидные				
Мучнистые				

При использовании электронного диафаноскопа «Янтарь» (рис. 58), в зависимости от алгоритма работы, зерна могут помещаться в кассету с ячейками (100 зерен) или без ячеек (произвольное количество).



Рисунок 58. Диафаноскоп «Янтарь»

Кассета помещается в диафаноскоп, в нижней части которого находится источник света, а в верхней – камера, передающая изображение на компьютер. В ручном режиме работы на экране компьютера необходимо выбрать зерна, относящиеся к стекловидным и мучнистым, общая стекловидность высчитывается программой. В автоматическом режиме (с использованием установленных калибровок) подсчет зерен и определение общей стекловидности полностью автоматизировано.

### 1.7. Определение количества и качества сырой клейковины в зерне пшеницы

**Цель работы** – научиться определять содержание сырой клейковины в зерне пшеницы, а также оценивать ее качество.

**Теоретическая часть.** Клейковина – это комплекс белковых веществ, остающихся после отмывания из теста большей части крахмала, отрубей, клетчатки, водорастворимых веществ. Она представляет собой плотную резиноподобную массу обычно светлого цвета. Название это обусловлено способностью белков пшеницы давать с водой клейкую, вязкую и упругую массу.

Отмытая клейковина содержит до 70 % воды и поэтому называется сырой. Она состоит преимущественно из белков глиадина и глютеина, на долю которых приходится 82–85 % сухого вещества клейковины. Другими постоянными компонентами клейковины являются крахмал, сахара, жиры, минеральные соединения. Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется от 15 до 50 %. У сильных мягких пшениц содержание клейковины должно быть не ниже 28 %. Клейковина хорошего качества должна обладать вязкостью, растяжимостью, упругостью и способностью к набуханию, т. е. водопоглотительной способностью.

Роль клейковины в хлебопечении исключительно велика. Она образует так называемый скелет, или остов, хлеба, обуславливает способность теста удерживать углекислый газ, образующийся во время брожения. При наличии хорошей клейковины тесто делается пористым, пышным и легко пропекаемым.

Качество клейковины и ее выход зависят не только от сортовых особенностей, но и от природно-климатических условий и различных воздействий на зерно. Так, под действием высоких температур при самосогревании зерна или при перегреве его в процессе неправильной сушки происходит коагуляция белков, вследствие чего они теряют способность набухать и давать клейковину хорошего качества. Морозобойное зерно содержит клейковины намного меньше, чем нормальное зерно, при этом качество ее значительно ниже. Мука, полученная из морозобойного зерна, характеризуется повышенным содержанием водорастворимых веществ, пониженным содержанием белкового азота, высокой активностью ферментов и высокой кислотностью. Хлеб из такого зерна получается низкого качества. Клейковина из зерна, поврежденного клопами-черепашками, резко изменяет свои свойства. Она сильно тянется и рвется под собственной тяжестью. Хлеб из такой муки имеет низкий объемный выход.

**Задание.** Определить количество и качество сырой клейковины в зерне пшеницы.

**Материалы и оборудование:** весы теххимические, лабораторная мельница, сушильный шкаф, эксикатор, проволочное сито № 067, капроновое или шелковое сито № 38, термометр со шкалой от 0 до 50 °С, мерный цилиндр на 25 мл, посуда для воды, фарфоровая или металлическая кружка емкостью 0,5–1 л, химические стаканы на 200–250 мл, шпатели или пестики, двухлитровые эмалированные тазы, зерно пшеницы, прибор ИДК, сборник ТНПА на методы испытаний.

**Ход работы.** Для определения количества и качества сырой клейковины из средней пробы зерна пшеницы отбирают навеску в 50 г и выделяют из нее сорную примесь, размалывают зерно на лабораторной мельнице. Влажность зерна перед размолотом должна быть не более 18 %. Крупность помола должна быть такой, чтобы при просеивании его через проволочное сито № 067 остаток на нем не превышал бы 2 %, а проход через капроновое или шелковое сито № 38 составлял бы не менее 40 %.

Из размолотого зерна (шрота) после тщательного перемешивания отбирают навеску не менее 25 г, помещают ее в фарфоровую чашку и заливают водопроводной водой (14 мл), имеющей температуру 18±20 °С. Пестиком или шпателем замешивают тесто до однородной консистенции. Полученное тесто проминают руками, скатывают в шарик и кладут на 20 мин в чашку, которую накрывают стеклом или химическим стаканом. Отлежка необходима для набухания белков, образующих клейковину. После отлежки отмывают клейковину под слабой струей воды над густым или капроновым ситом или в большой чашке, куда наливают не менее 2 л воды, при этом воду меняют несколько раз, сливая через густое сито для того, чтобы не потерять оторванные кусочки клейковины. Отмывку клейковины прекращают, когда стекающая при ее отмывке вода совершенно прозрачна, а в клейковине при растяжении не заметны частицы оболочек.

Отмытую клейковину отжимают между ладонями для удаления избытка влаги. Периодически ладони рук вытирают сухим полотенцем. Отжимание длится до тех пор, пока клейковина не станет слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину скатывают в шарик и взвешивают с точностью до 0,01. После взвешивания клейковину снова промывают в течение 2–3 мин, отжимают и снова взвешивают. Разница между взвешиваниями не должна превышать 0,1 г, иначе промывку придется повторить. Полученное количество клейковины вычисляют в процентах к взятой навеске шрота.

Для механизированного отмывания клейковины в устройстве У1-МОК-1МТ (рис. 59) отбор и подготовку проб зерна, замес теста проводят так же, как и для ручного отмывания. После замеса теста его сразу же раскатывают в пластину толщиной 1,5–2,0 мм и помещают на 10 минут в емкость с водой. При отмывании шрота, полученного из зерна, поврежденного клопом-черепашкой, тесто, не раскатывая, помещают на 10 минут в закрытую емкость без воды и после этого на 2 минуты в воду. После отлежки пластину извлекают из воды, сжимают рукой в комок и делят на 5–6 произвольных кусочков, которые закладывают в предварительно смоченную водой отмывочную камеру по кругу, не закрывая центральное отверстие. После этого опускают и закрепляют рабочий орган, закрывают отмывочную камеру, устанавливают параметры работы устройства для 1-го этапа отмывания (зазор, время, положение клапана слива, расход воды) в соответствии с инструкцией по эксплуатации, запускают прибор, нажимают кнопку «Звук». После срабатывания звукового сигнала (окончание этапа), не выключая двигатель, устанавливают параметры следующего этапа и нажимают кнопку «Звук».



Рисунок 59. Устройство для механизированного отмывания клейковины У-МОК-1МТ

По окончании последнего этапа отмывания устройство останавливают нажатием кнопки «Стоп». Поворотом ручки «Вода» перекрывают доступ воды в камеру, ручку «Слив» устанавливают в положение 2 для стока воды, открывают камеру, поднимают верхнюю деку и рабочий орган и извлекают клейковину из камеры. Также собирают кусочки клейковины (при наличии) с сита сливного шланга. Отмытую клейковину также отжимают между сухими ладонями и взвешивают. Количество сырой клейковины выражают в процентах к массе навески муки (шрота).

Содержание сухой клейковины ( $M_{\text{сух. к.}}$ ) рассчитывают по формуле:

$$M_{\text{сух. к.}} = M_{\text{сыр. к.}} (100 - W_{\text{сыр.к.}}) / 100,$$

где  $M_{\text{сыр.к.}}$  – содержание сырой клейковины, %;

$W_{\text{сыр.к.}}$  – массовая доля влаги клейковины, %.

Как указывалось ранее, клейковина хорошего качества обладает связностью, растяжимостью и упругостью. Упругие свойства клейковины определяют на приборе ИДК (измеритель деформации клейковины). Для этой цели из отмытой и взвешенной клейковины отделяют навеску в 4 г, которую 3–4 раза обминают пальцами, формируют из нее шарик и помещают его на 15 мин в чашку с водой, температура которой  $18 \pm 2$  °С, после чего определяют упругие свойства клейковины.

Принцип работы прибора ИДК заключается в измерении способности клейковины сопротивляться деформирующей нагрузке (120 г) между двумя плоскостями в течение определенного времени (30 с).

Для этого шарик клейковины помещают в центр столика прибора и подвергают воздействию деформирующей нагрузки свободно опускающегося груза, для этого нажимают кнопку «пуск», при этом груз свободно опускается на клейковину. По истечении 30 с реле времени срабатывает, деформирующая нагрузка прекращается и на шкале прибора появляется определенное значение. Упругие свойства клейковины выражают в условных единицах шкалы прибора и в зависимости от этого клейковину относят к соответствующей группе качества (табл. 30).

Таблица 30. Группы качества и характеристика клейковины

Показания прибора ИДК (индекс деформации клейковины)	Характеристика клейковины	Группа качества
0–15	неудовлетворительная, крепкая	3
20–40	удовлетворительная, крепкая	2
45–75	хорошая	1
80–100	удовлетворительная, слабая	2
105–120	неудовлетворительная, слабая	3

Полученные при выполнении лабораторной работы результаты записать в табл. 31 и сделать выводы о их соответствии требованиям ТНПА.

Таблица 31. Количество и качество сырой клейковины зерна пшеницы

Образец	Содержание сырой клейковины		Качество клейковины	
	г	%	ИДК	группа качества