

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

В. А. Рылко, Н. В. Винникова

# **ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства в качестве  
учебно-методического пособия для студентов учреждений,  
обеспечивающих получение высшего образования I ступени  
по специальности 1-74 02 01 Агрономия*

Горки  
БГСХА  
2023

УДК 664:631.56(075.8)

ББК 36.91я73

P95

*Рекомендовано методической комиссией  
агрономического факультета 28.06.2022 (протокол № 10)  
и Научно-методическим советом БГСХА 29.06.2022 (протокол № 10)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. А. Рылко*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. В. Винникова*

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент *С. И. Будай*;  
кандидат сельскохозяйственных наук *Д. Д. Фицуро*

**Рылко, В. А.**

P95      Технология хранения и переработки продукции растениеводства : учебно-методическое пособие / В. А. Рылко, Н. В. Винникова. – Горки : БГСХА, 2023. – 115 с.  
ISBN 978-985-882-344-3.

Приведены теоретический минимум и задания для выполнения лабораторных работ по оценке качественных характеристик растениеводческой продукции, изучению приемов послеуборочной доработки, размещению и учету продукции на хранении, а также переработке зерна, плодов, овощей и технического сырья.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальности 1-74 02 01 Агрономия.

УДК 664:631.56(075.8)

ББК 36.91я73

**ISBN 978-985-882-344-3**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2023

## ВВЕДЕНИЕ

На современном предприятии агропромышленного комплекса страны должны применяться прогрессивные технологии не только при производстве зерна, картофеля и плодоовощной продукции, но и при проведении операций по обработке, доработке, подготовке отдельных видов продукции к хранению, а также при организации их хранения. Поэтому специалист агрономического профиля должен хорошо ориентироваться в вопросах качества продукции растениеводства, знать природу порчи, причины потерь зерновой и сочной продукции, организацию оптимального хранения разных видов продукции, а также рациональные способы обработки и переработки растениеводческого сырья.

Цель учебной дисциплины – получение будущими специалистами агропромышленного комплекса необходимых знаний, умений и навыков, профессиональных компетенций по технологическим основам хранения и основным методам переработки растительного сырья.

В рамках дисциплины необходимо изучить: виды порчи и причины потерь продукции при хранении, пути их снижения или устранения; теоретические основы хранения растениеводческой продукции; характеристику современных хранилищ для зерновой и плодоовощной продукции; основные режимы и способы хранения разных видов растениеводческой продукции; системы наблюдения и контроля за хранящейся продукцией; основные производственные операции современных технологий переработки зерна, плодоовощной продукции и технического сырья; современные ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии хранения и переработки основных видов растительного сырья.

Данное пособие призвано обеспечить получение практических навыков по указанным вопросам.

## Раздел 1. ХРАНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

### Лабораторная работа 1.1. Определение линейных размеров зерна и фракционного состава зерновой массы

**Цель работы:** ознакомиться с методикой определения линейных размеров зерновок, крупности и выравненности зерен в партии.

Под *линейными размерами* подразумеваются длина, ширина и толщина. Длина – расстояние между основанием и верхушкой зерна. Ширина – наибольшее расстояние между боковыми сторонами. Толщина – расстояние между спинной и брюшной сторонами. Зерно после оплодотворения семени сначала разрастается в длину, затем – в поперечном направлении и в последнюю очередь – в толщину. Процесс формирования и созревания зерна в разных частях колоса происходит неодновременно. Наиболее крупные зерна находятся в средней части. Рост зерна и увеличение его объема также зависят от сорта и условий произрастания.

Размеры зерен являются основными параметрами, по которым происходит их разделение на решетках. В зависимости от особенностей линейных размеров зерен применяют решета с отверстиями разной формы и размеров.

Размеры зерен в производственных условиях определяют решетным анализом. Для этого навеску просеивают на наборе лабораторных решет вручную. Полученные фракции зерна взвешивают и анализируют на содержание примесей.

Просеивание на лабораторных решетках позволяет составить качественную характеристику зерна по размерам, выявить содержание крупных и мелких зерен, определить выравненность зерна.

Зерна по размерам можно условно разделить на крупные, средние и мелкие. Средней по размерам следует считать ту фракцию, которая составляет основную массу зерна в партии. Зерна больше средних размеров являются крупными, а меньше – мелкими. Крупность зерна определяется совокупностью его линейных размеров (длины, ширины и толщины).

Для определения крупности и содержания мелких зерен установлены стандартные размеры отверстий решет по культурам (табл. 1).

При очистке семенного зерна мелкие и щуплые зерна идут в отход. Согласно нормативам стандарта для их выделения определены следующие размеры отверстий решет (мм):

- для пшеницы и ячменя – 1,7×2,0;
- для ржи, овса, риса игольчатого – 1,5×2,0;
- для кукурузы – 2,5×2,0.

Таблица 1. Лабораторные решета для определения крупности, содержания мелких зерен, прохода сорной примеси

Культура	Размер отверстий, мм		
	для выделения мелких зерен	для выделения прохода, относимого к сорной примеси	для определения крупности (сход)
Пшеница	1,7×2,0	1,0	–
Рожь	1,4×2,0	1,0	–
Ячмень	2,2×2,0	1,5	2,5×2,0 (для пивоваренного)
Овес	1,8×2,0	1,5	–
Гречиха	–	3,0	4,0
Горох	5,0	2,5	6,0–7,0 (по типам)

**Выравненность** называется степень однородности отдельных зерен, составляющих зерновую массу, по влажности, размерам, химическому составу, цвету и другим показателям. Выравненность нельзя путать с крупностью. Зерно может быть выравненным и одновременно мелким; может быть крупным и невыравненным. Выравненное зерно облетает дальнейшую переработку его и использование.

**Задание.** Определить линейные размеры зерна разных культур. Найти средние значения и определить размеры наибольших отклонений от средней величины. В предложенных образцах определить крупность, выравненность и содержание мелких зерен.

**Материалы и оборудование:** наборы лабораторных сит, штангенциркуль, образцы зерна различных культур.

**Ход выполнения.** При определении линейных размеров зерен продолговатой формы (пшеница, рожь, овес и т. д.) определяют их длину, ширину и толщину; шаровидной формы (горох, люпин) – наименьший диаметр; треугольной формы (гречиха) – длину грани. Из проб зерна отбирают 30 зерен. Размеры зерен измеряют с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Находят среднее значение полученных измерений и отклонение размеров зерен от среднего.

Для определения крупности, выравненности и содержания мелких зерен отбирают из партии зерна навеску массой 100 г. Сепарирование зерна проводят с помощью лабораторных решет, размеры которых указаны в табл. 1. Разделение зерновой массы делают вручную колебательными движениями вдоль отверстий в течение 3 мин при 100–120 круговых движениях в минуту с амплитудой колебания при-

мерно 10 см. Просеивать следует без встряхиваний. После просеивания фракции зерна взвешивают и выражают в процентах.

Полученные данные занести в табл. 2, 3. На основании анализа результатов сделать заключение о качестве партии зерна и целесообразности его использования.

Таблица 2. **Линейные размеры зерна**

Культура	Длина, мм		Толщина, мм		Ширина, мм	
	размер	отклонение от среднего	размер	отклонение от среднего	размер	отклонение от среднего

Таблица 3. **Определение крупности, выравненности и содержания мелких зерен**

Культура	Размеры решет, мм	Масса зерна (сход с решета), г	Крупность, %	Выравненность, %	Содержание мелких зерен, %

По окончании анализа обобщить полученные результаты и сделать выводы.

## **Лабораторная работа 1.2. Подбор решет для зерноочистительных машин**

**Цель работы:** изучить виды очистки зерна и семян и правила подбора решет для зерноочистительных машин.

Присутствие в зерновой массе примесей значительно ухудшает качество хранящегося зерна, так как они, как правило, обладают повышенной влажностью и обсеменены патогенными микроорганизмами. Очистка зерна преследует следующие цели: повышение семенных свойств; улучшение условий хранения; снижение транспортных расходов; снижение зараженности вредителями хлебных запасов; создание благоприятных условий для сушки.

Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2 %, зерновой – не более 5 и вредной – не более 0,2 %.

Очистка и сортирование зерновой массы основаны на различии физико-механических свойств зерна и примесей. Используя эти различия, зерно очищают по следующим признакам: аэродинамическим

свойствам; ширине и толщине зерна; длине зерна; плотности зерна; форме и состоянию поверхности зерна; металломагнитным свойствам.

Если указанные физико-механические свойства зерна и примесей различны, то их можно очень легко разделить на соответствующих зерноочистительных машинах. Если примеси по физико-механическим свойствам сходны с зерном основной культуры, их называют трудноотделимыми. Полностью очистить зерновую массу от трудноотделимых примесей очень сложно.

Зерна основной культуры и между собой имеют некоторые различия по всем показателям, поэтому зерно можно сортировать на фракции на специальных сортировочных машинах, в которых также используют различие физико-механических свойств зерна. При этом операции разделения зерна в сортировочной машине можно проводить последовательно, параллельно или комбинированно.

Чтобы очистить семена до 1-го класса семенных кондиций, необходимо вести обработку по так называемой развитой схеме технологического процесса. Она включает разнообразный набор сепарирующих машин, обеспечивающих разделение семенной массы по различным признакам и свойствам компонентов. В развитой схеме предусмотрен фракционный метод очистки. Он заключается в том, что после предварительной очистки семена разделяют на фракции по крупности и каждую из них обрабатывают самостоятельно. Универсальная схема очистки семян включает следующие основные операции: предварительная очистка в ворохоочистителях; формирование партий в вентилируемых бункерах; сушка; первичная очистка; вторичная очистка; разделение на фракции по крупности; фракционная очистка в триерах; фракционная очистка от трудноотделимых примесей; протравливание.

Одна из основных причин недостаточной очистки зерна и семян от примесей – неправильный подбор сит. Обычно в инструкциях, прилагаемых к зерноочистительным машинам, приведена таблица подбора сит для очистки семян разных культур. Однако в таблицах помещены лишь ориентировочные данные, так как размеры семян культурных и сорных растений изменяются в широких пределах, поэтому в каждом конкретном случае надо подбирать сита путем пробных очисток.

В воздушно-решетных зерноочистительных машинах отечественного производства приняты следующие условные обозначения решет:

$B_1$  – фракционное. Делит поступивший поток зерна на две равные части. Сходом с решета идут крупное зерно и крупные примеси, а про-

ходом через отверстия решета – более мелкое зерно и все мелкие примеси;

$B_2$  – колосовое. Размер его отверстий подбирают так, чтобы все поступившее зерно было выделено проходом, а крупные примеси, включая колосья, сходом с решета выделялись в отдельную фракцию. Чтобы крупные зерна основной культуры не попадали в отход, площадь поверхности решета  $B_2$  должна быть покрыта зерном лишь на 0,6–0,8 части его длины;

$B$  – подсевное. Это первое решето нижнего яруса, которое воспринимает поток зерна, прошедший через отверстия фракционного решета  $B_1$ . На этом решете необходимо выделить большую часть мелких примесей, но без зерен основной культуры. Средние и мелкие семена основной культуры сходом направляются на смежное сортировочное решето  $\Gamma$ ;

$\Gamma$  – сортировочное. Размер его отверстий больше, чем у решета  $B$ . На этом решете проходом выделяются мелкие и щуплые зерна основной культуры, а сходом – очищенное зерно, которое соединяется с потоком очищенного зерна с решета  $B_2$ .

В воздушно-решетных машинах первичной очистки решета располагаются в два яруса (рис. 1).

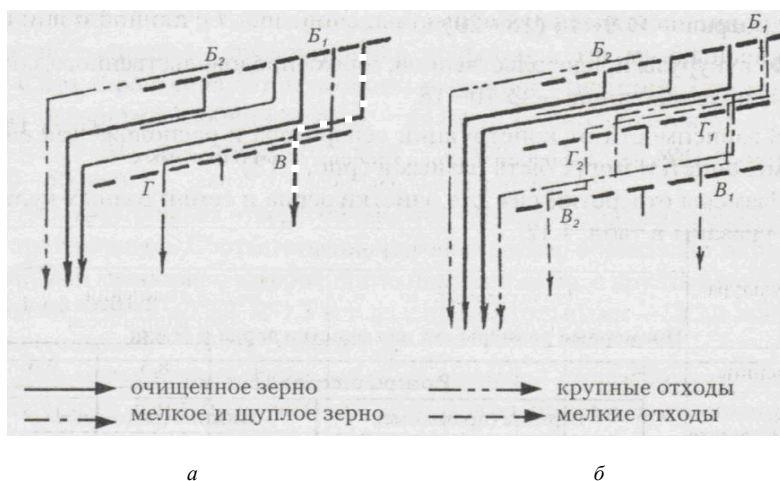


Рис. 1. Схема расположения решет в зерноочистительных машинах:  
а – первичная очистка; б – вторичная очистка



В первом ярусе – решета  $B_1$  и  $B_2$ , во втором –  $V_1$  и  $\Gamma_1$ . В машинах вторичной очистки устанавливают дополнительное подсевное  $V_2$  и сортировочное  $\Gamma_2$  решета. В этих машинах решета расположены в три яруса. В первом –  $B_1$  и  $B_2$ , во втором –  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , в третьем –  $V_1$  и  $V_2$ . При трехъярусном расположении решет расширяется площадь подсеваемых и сортировочных решет, улучшается качество выделения мелких примесей, а также мелкого, битого и щуплого зерна основной культуры.

Форму и размер отверстий решет подбирают в зависимости от размеров семян и находящихся в них примесей. Таблицы наборов решет приводятся в техническом паспорте на каждую зерноочистительную машину.

Для обеспечения наибольшего эффекта сепарирования каждый раз необходимо подбирать решета применительно к особенностям партии зерна. В производственных условиях это делают пробным просеиванием зерновой массы на лабораторных решетках, а при их отсутствии – на рабочих решетках. Подбирают решета индивидуально для каждой партии с учетом ее влажности, наличия примесей и возможного выхода семенной фракции.

Размер отверстий проходных решет для машин предварительной очистки берется несколько большим, чем для решет машин вторичной очистки.

**Задание.** Подобрать решета для очистки конкретных партий. Для этого произвести пробное просеивание зерна на лабораторных ситах, взвесить сход с сит, выбрать оптимальный размер отверстий решет.

**Материалы и оборудование:** табличный материал, плакаты, задания для расчетов, образцы зерновой массы, наборы лабораторных сит, весы.

**Ход выполнения.** Из средней пробы выделяют навеску зерна массой 100 г и проводят пробное просеивание на лабораторных ситах. По табличным данным находят рекомендуемый размер отверстий для фракционного решета  $B_1$  и навеску зерна сепарируют на лабораторном сите данного размера. В проход должно пройти примерно 50 % зерна. Для подбора колосового сита  $B_2$  просеиванию подвергается сход с сита  $B_1$ . После просеивания на сите должны остаться только крупные примеси (без зерна). Для подбора подсевного сита  $V$  просеивают на лабораторном сите проход зерна через фракционное решето  $B_1$ . На данном сите необходимо выделить большую часть мелких примесей. Сортировочное сито  $\Gamma$  подбирается просеиванием схода с решета.

та В. Данное сито должно выделять мелкое и щуплое зерно основной культуры. Размер отверстий сортировочного сита Г должен быть больше, чем подсевного сита В.

Полученные результаты записать в табл. 4.

Таблица 4. Подбор решет зерноочистительных машин

Культура	Сход с сита, г									Размеры отверстий решет, мм			
	3,0	2,8	2,5	2,2	2,0	1,7	1,5	1,2	1,0	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	В	Г
Пшеница													
Рожь													
Ячмень													
Овес													

По результатам работы обосновать форму и размер отверстий в подобранных ситах для каждой партии зерна, выданной согласно заданию. Сформулировать собственные выводы по наиболее целесообразному использованию данных партий зерна.

### Лабораторная работа 1.3. Расчет фактической производительности зерноочистительных машин

**Цель работы:** изучить правила расчета фактической производительности очистительных машин при проведении очистки зерна и семян.

Производительность очистительных машин зависит не только от технических характеристик и параметров их работы, но и в значительной мере от вида обрабатываемой культуры, уровня засоренности и влажности партии, ее назначения.

За условную единицу производительности (паспортную производительность) очистительных машин принята производительность машины при очистке продовольственной пшеницы с исходной влажностью до 16 % и засоренностью до 10 %. В результате предварительной очистки удаляется 40–50 % примесей из зернового вороха.

Фактическая расчетная производительность ( $P_{\phi}$ , т/ч) машин по очистке зерна и семян определяется по формуле

$$P_{\phi} = P_{п} \cdot K_3 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot A,$$

где  $P_{п}$  – паспортная производительность машин (агрегата), т/ч;

$K_3$  – коэффициент эквивалентности культуры;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий исходную влажность зерна (семян);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий исходную засоренность зерна (семян);

$A$  – коэффициент, учитываемый при очистке семенных партий.

Для пересчета производительности зерноочистительных машин при очистке различных культур к производительности при очистке пшеницы вводится специальный коэффициент эквивалентности  $K_3$ . Для ржи, кукурузы, зернобобовых он равен 1; ячменя, гороха – 0,8; овса, гречихи – 0,7; проса – 0,3; льна, рапса, клевера, люцерны – 0,2; тимофеевки – 0,12; семян овощных культур – 0,1.

Паспортная производительность и коэффициент  $A$  указаны в табл. 5.

Таблица 5. Паспортная производительность зерноочистительных машин и коэффициент  $A$

Машины	Вид очистки	Паспортная производительность ( $\Pi_n$ ), т/ч	Коэффициент $A$
МПО-50	Предварительная	50	0,6
К-527	Предварительная	50	0,5
К-523	Предварительная	30	0,5
ЗВС-20	Первичная	20	0,5
К-522	Первичная	15	0,5
СВУ-5	Вторичная	5	1
К-545	Вторичная	7	1
К-531/1	Вторичная	2,5	1

Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  рекомендуется использовать с учетом вида очистки. При предварительной очистке их определяют по табл. 6, при первичной и вторичной очистке и сортировании – по табл. 7.

Таблица 6. Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  при предварительной очистке зерна (семян)

Влажность, %	$K_1$	Засоренность, %	$K_2$
22	0,9	16	0,98
24	0,8	17	0,96
26	0,7	18	0,94
28	0,6	19	0,92
30	0,5	20	0,90
32	0,4	22	0,86
34	0,3	24	0,82

Таблица 7. Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  при первичной и вторичной очистке зерна (семян)

Первичная и вторичная очистка		Первичная очистка		Вторичная очистка	
Влажность, %	$K_1$	Засоренность, %	$K_2$	Засоренность, %	$K_2$
16	0,95	12	0,96	6	0,98
17	0,90	14	0,92	7	0,96
18	0,85	16	0,88	8	0,94
19	0,80	18	0,84	9	0,92
20	0,75	20	0,80	10	0,90
21	0,70	22	0,76	11	0,88
22	0,65	24	0,72	12	0,86
23	0,60	26	0,68	13	0,84

**Изменение массы зерна при очистке.** При очистке из зерновой массы удаляются сорная и зерновая примеси, в результате изменяется физическая масса обрабатываемой партии, которая определяется по формуле

$$Y = \frac{a - b}{100 - b} \cdot 100,$$

где  $Y$  – убыль массы, %;

$a$  – начальная засоренность партии, %;

$b$  – засоренность партии после очистки, %.

**Задание.** Определить фактическую производительность очистительных машин и убыль массы зерна при очистке зерновой массы определенного целевого назначения в соответствии с индивидуально выданным заданием.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Используя приведенные формулы и справочный материал, рассчитать фактическую производительность очистительных машин и убыль массы зерна при очистке. Результаты занести в табл. 8, 9.

Таблица 8. Определение фактической производительности очистительных машин

Культура, назначение партии	Влажность, %	Засоренность, %	Зерноочистительная машина, марка	$\Pi_n$	Поправочные коэффициенты				$\Pi_{\phi}$ , т/ч
					$K_1$	$K_2$	$K_3$	A	

Таблица 9. Расчет убыли массы зерна (семян) после очистки

Культура	Исходная засоренность, %	Вид очистки	Конечная засоренность, %	Убыль массы, %

### Лабораторная работа 1.4. Установление режимов сушки зерна и семян

**Цель работы:** ознакомиться с технологией сушки зерна и семян на современных зерносушилках, научиться устанавливать режимы сушки различных партий.

Сушка является основной технологической операцией по приведению зерна и семян в стойкое для хранения состояние. Сушке подлежат все партии зерна с влажностью выше критического уровня. Наиболее эффективно проводить сушку сразу после уборки. Зерновой ворох, имеющий высокую засоренность, перед сушкой необходимо очистить на зерноочистительных машинах предварительной очистки. При этом влажность зерна снижается на 1–2 % за счет удаления более влажных примесей, улучшаются сыпучесть и воздушная проницаемость. В настоящее время используются шахтные, колонковые, рециркуляционные, карусельные, камерные и другие зерносушилки.

Процесс сушки основан на сорбционных свойствах зерна, на его способности испарять влагу при давлении паров воды в зерне выше, чем давление паров воды в окружающей среде. Влагоотдача усиливается при увеличении разности давления паров воды в зерне и воздухе, что достигается за счет повышения их температуры. В современных зерносушилках используются конвективный и конвективно-контактный способы сушки. Теплоносителем при конвективной сушке является нагретый воздух или смесь воздуха с продуктами сгорания топлива.

Под режимом сушки понимают рекомендуемую температуру нагрева воздуха и предельно допустимую температуру нагрева зерна и семян. Оптимальный режим сушки устанавливают с учетом влажности зерна (семян), культуры, целевого назначения партии, разового съема влаги и конструкции сушилки.

При сушке семян зерновых культур на сушилках шахтного типа допускается снимать не более 4–5 % влаги за один пропуск через сушилку и не более 6 % влаги у партий продовольственного назначения, у зернобобовых культур – 2–3 % и 4 % влаги соответственно.

При сушке масличных культур независимо от назначения партии за один пропуск допускается снимать не более 2–3 % влаги.

Температура теплоносителя при сушке продовольственных и фуражных партий зерна на шахтных сушилках может превышать показатели, рекомендуемые для семян соответствующей влажности зерна, на 40–50 °С. Температура нагрева зерна повышается на 7–10 °С в сравнении с сушкой семенных партий соответствующей влажности. Режимы сушки семенных партий на шахтных сушилках указаны в табл. 10.

Таблица 10. Режимы сушки семян на шахтных сушилках

Культура	Группа по влажности	Влажность семян до сушки, %	Пропуск семян через сушилку	Температура предварительного нагрева семян, °С	Максимальная температура теплоносителя, °С
Пшеница Рожь Ячмень Овес	1	До 18	1	45	70
	2	19–20	1	43–45	65
	3	21–26	1	42–43	60
			2	43–44	65
	4	Свыше 26	1	40	55
			2	41–43	60
			3	42–44	65
Люпин Горох Вика	1	До 18	1	38–40	50–60
	2	19–20	1	35–38	45–50
			2	38–40	50–55
	3	21–25	1	30–33	35–38
			2	33–35	45–50
			3	35–38	50–60
	Гречиха Просо	1	До 18	1	40
2		19–20	1	40	55
3		21–25	1	38	50
			2	40	55
4		Свыше 25	1	35	45
			2	40	55

**Задание.** Установить режим сушки зерна определенного целевого назначения в соответствии с индивидуально выданным заданием.

**Материалы и оборудование:** плакаты, табличный материал, задания для расчетов.

**Ход выполнения.** Выписать из табличного материала классификацию культур по группам влажности и температуры теплоносителя и семян. Установить режимы сушки для партий зерновых, зернобобовых и масличных культур различного целевого назначения.

По результатам работы заполнить табл. 11 и сделать заключение об установленных режимах сушки и количестве пропусков через сушилку.

Таблица 11. Режим сушки семян на шахтных сушилках

Культура	Влажность семян, %	Пропуск через сушилку	Температура, °С	
			семян	теплоносителя

### Лабораторная работа 1.5. Расчет фактической производительности зерносушилок

**Цель работы:** научиться рассчитывать фактическую производительность сушилок и убыль массы зерна после сушки.

Производительность зерносушилок при оптимальном режиме сушки зависит от начальной и конечной влажности и вида зерна. Для сушилок разных систем установлены единые часовые нормы выработки в так называемых плановых (условных) тоннах. Плановой единицей считается 1 т просушенного зерна продовольственной пшеницы при снижении влажности на 6 % (с 20 до 14 %).

Производительность сушилок зависит не только от конструктивных особенностей самой сушилки, но и от особенностей обрабатываемой партии (культура, назначение, изменение параметров влажности).

Фактическая расчетная производительность сушилки ( $P_{\phi}$ , т/ч) определяется по формуле

$$P_{\phi} = \frac{P_{п} \cdot K_3 \cdot K_{ц}}{K_{п}}$$

где  $P_{п}$  – паспортная производительность сушилки, т/ч;

$K_3$  – коэффициент эквивалентности культуры, который показывает влагоотдающую способность культуры по отношению к пшенице;

$K_{ц}$  – коэффициент целевого назначения партии;

$K_{п}$  – коэффициент перевода высушенного зерна из физических в плановые тонны в зависимости от влажности партии до и после сушки (табл. 12).

Таблица 12. Коэффициенты перевода массы просушенного зерна в плановые тонны

Влажность, %		Коэф-фициент	Влажность, %		Коэф-фициент	Влажность, %		Коэф-фициент
до сушки	после сушки		до сушки	после сушки		до сушки	после сушки	
16	14	0,54	21	17	0,69	24	14	1,46
17	14	0,67	21	18	0,52	24	15	1,29
17	15	0,49	22	14	1,20	24	16	1,15
18	14	0,80	22	15	1,12	24	17	1,01
18	15	0,62	22	16	0,96	24	18	0,91
19	14	0,92	22	17	0,82	24	19	0,80
19	15	0,74	22	18	0,68	25	15	1,43
20	14	1,00	22	19	0,51	25	16	1,23
20	15	0,87	23	14	1,31	25	17	1,13
20	16	0,72	23	15	1,17	25	18	1,00
20	17	0,54	23	16	1,10	25	19	0,93
21	14	1,10	23	17	0,93	25	20	0,78
21	15	0,97	23	18	0,80	25	16	0,39
21	16	0,85	–	–	–	–	–	–

Влагоотдающая способность пшеницы принята за 1,0. Влагоотдающая способность других культур определяется с помощью коэффициента  $K_v$ . Для овса, подсолнечника, ячменя он равен 1,0; ржи – 1,1; гречихи – 1,25; пшеницы сильной и ценных сортов – 0,8; кукурузы – 0,6; ячменя пивоваренного – 0,6; проса – 0,8; гороха – 0,5; бобов, люпина, фасоли – 0,1–0,2.

При сушке семенных партий производительность сушилок рассчитывают по коэффициенту  $K_{ц}$ , который равен 0,5. Для продовольственно-фуражных партий он равен 1.

Убыль массы зерна при сушке (усушка) определяется по формуле

$$Y = \frac{a - b}{100 - b} \cdot 100,$$

где  $Y$  – процент убыли массы зерна после сушки;

$a$  – влажность зерна до сушки, %;

$b$  – влажность зерна после сушки, %.

Убыль массы зерна при сушке определяется по каждому пропуску зерна в отдельности.

**Задание 1.** Рассчитать фактическую производительность и время сушки различных партий зерна и семян, заполнить табл. 13.



Таблица 13. Расчет фактической производительности и времени сушки

Сушилка, марка	Культура	Целевое назна- чение партии	Масса зерна, т	Влажность, %		Коэффициенты			Фактическая производитель- ность, т/ч	Время сушки, ч
				до сушки	после сушки	$K_n$	$K_c$	$P_n$		

**Задание 2.** Рассчитать убыль массы зерна при сушке по выданному преподавателем заданию и заполнить табл. 14.

Таблица 14. Убыль массы зерна при сушке

Культура	Целевое назначение	Масса зерна до сушки	Номер пропуска	Влажность, %		Убыль		Масса зерна после сушки
				до сушки	после сушки	%	т	

**Материалы и оборудование:** табличный материал, задания для расчетов.

**Ход выполнения.** Ознакомьтесь с формулой для определения фактической производительности сушилок. Согласно выданному заданию рассчитать фактическую производительность сушилки при сушке зерна и семян определенного целевого назначения и время, необходимое для сушки данной партии. Рассчитать убыль массы зерна при сушке.

Обосновать полученные в результате расчетов данные. Сформулировать собственные выводы по расчетам.

### Лабораторная работа 1.6. Определение целесообразности проведения активного вентилирования зерновых масс атмосферным воздухом

**Цель работы:** изучить правила установления и основные параметры режимов активного вентилирования с различными целями, приобрести практические навыки определения целесообразности активного вентилирования с целью охлаждения.

При соприкосновении с воздухом зерно приобретает равновесную влажность, соответствующую влагонасыщенности воздуха. Равновесная влажность – влажность зерна, при которой влагообмен между воз-

духом и зерном прекращается. Равновесная влажность устанавливается при определенных параметрах воздуха – его температуре, влагонасыщенности, давлении. Максимальная равновесная влажность зерна, устанавливающаяся при его пребывании в условиях, где воздух насыщен водяными парами (относительная влажность 100 %), является тем пределом, до которого зерно может сорбировать пары воды из воздуха. Дальнейшее увлажнение может происходить только в результате впитывания капельно-жидкой влаги.

Практическая равновесная влажность зерна всех злаковых культур и гречихи колеблется в пределах от 7 до 33–36 %. Влажность зерна в 7 % является равновесной при влажности воздуха 15–20 %. В условиях относительной влажности воздуха 75 % равновесная влажность злаковых находится на уровне 15–16 %.

Поэтому перед вентилированием необходимо определить, будет зерно подсушиваться или увлажняться при данных параметрах наружного воздуха. При охлаждении зернового вороха влажностью 15–20 % с целью консервирования, чтобы не увлажнять семена за счет сорбции водяных паров из воздуха, перед каждой обработкой определяют целесообразность продувания зерна атмосферным воздухом. Активное вентилирование целесообразно только в том случае, если оно не сопровождается увлажнением зерна. Таким образом, если установившаяся в результате вентилирования равновесная влажность зерна будет ниже его исходной влажности, то проведение вентилирования целесообразно, так как будет происходить подсушивание. Также решается вопрос о любом другом способе проветривания зерна (открывание дверей складов, перемешивание зерна с помощью транспортеров и т. д.).

Во время охлаждения на установках активного вентилирования следует контролировать температуру и влажность зерна. При использовании для охлаждения атмосферного воздуха следует предварительно определить целесообразность данного приема для конкретных условий. Охлаждение ночным воздухом эффективно лишь в том случае, если зерно не будет поглощать влагу из нагнетаемого воздуха и увлажняться. Определить целесообразность охлаждения зерна можно, используя специальные номограммы (рис. 2, 3).

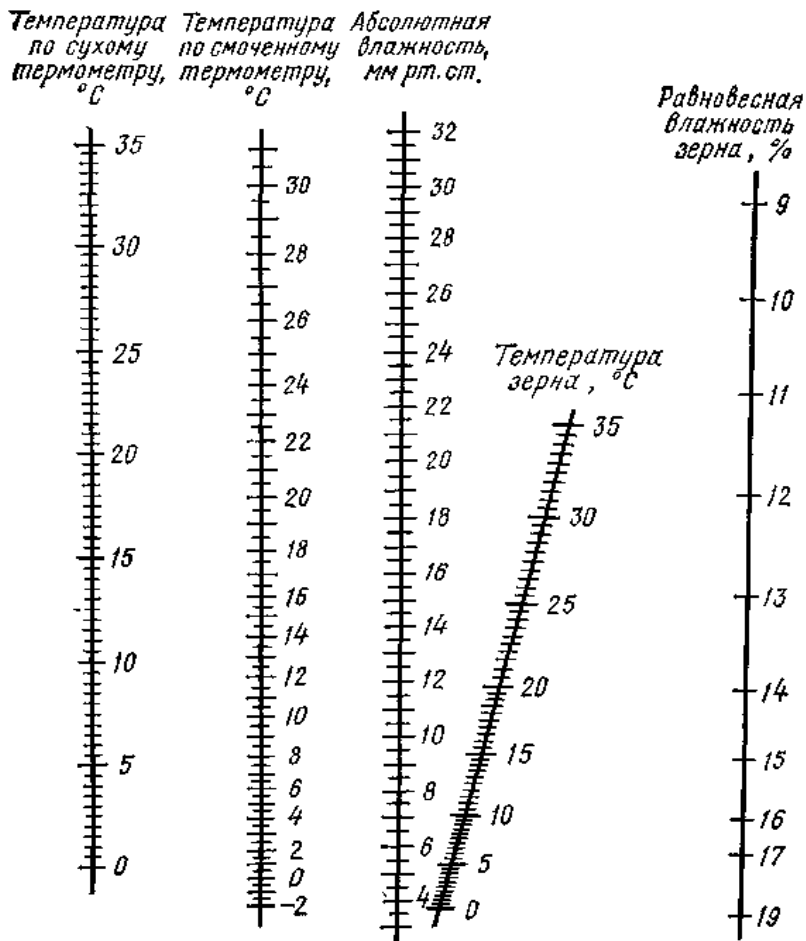


Рис. 2. Номограмма для определения возможности вентилирования зерна при положительных температурах

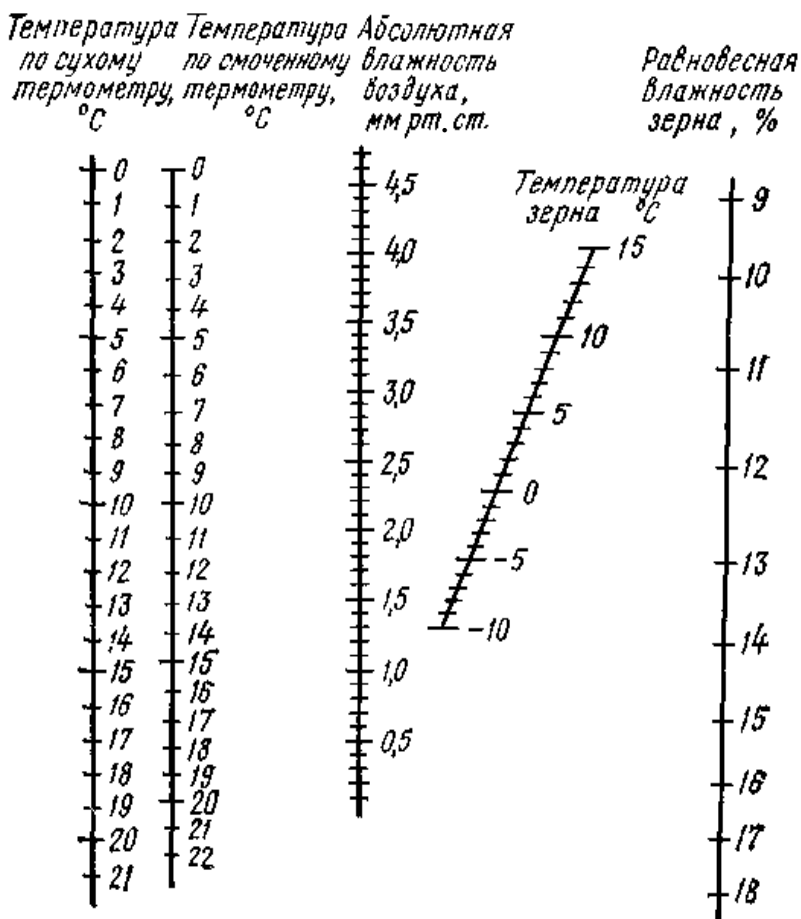


Рис. 3. Номограмма для определения возможности вентилирования зерна при отрицательных температурах

**Задание.** Определить целесообразность вентилирования зерновой массы по данным выданного задания.

**Материалы и оборудование:** табличный и плакатный материал, номограммы, линейки, задания для расчетов.

**Ход выполнения.** Для определения равновесной влажности необходимо выполнить следующие действия. С помощью линейки нужно

соединить показания сухого и смоченного термометров, отложенные на шкалах 1 и 2. Затем в точке пересечения полученной линии со шкалой 3 найти абсолютную влажность воздуха. Далее соединить с помощью линейки найденную точку на шкале 3 с точкой, соответствующей температуре зерна на шкале 4. Продолжение прямой, соединяющей эти показания, пересекает шкалу равновесной влажности зерна. Это и есть искомая равновесная влажность зерна. Полученную равновесную влажность зерна сопоставляют с фактической и судят о возможности вентилирования. Вентилирование с целью охлаждения можно проводить, если фактическая влажность зерна больше или равна равновесной.

По результатам работы заполнить табл. 15 и сделать выводы о возможности проведения активного вентилирования зерна.

Таблица 15. Целесообразность вентилирования зерна

Температура воздуха по термометру		Абсолютная влажность воздуха, мм рт. ст.	Температура зерна, °С	Влажность зерна, %	Равновесная влажность, %	Заключение
сухому	смоченному					

### Лабораторная работа 1.7. Определение времени активного вентилирования зерна

**Цель работы:** научиться рассчитывать время, необходимое для охлаждения или сушки зерновых масс на установках активного вентилирования.

Одной из основных задач, которая решается с помощью активного вентилирования, является временная консервация свежееубранного зерна повышенной влажности. Предварительно очищенный зерновой ворох обрабатывается воздушным потоком для снижения его температуры, некоторого выравнивания влажности между отдельными компонентами и участками зерновой насыпи.

Консервирование свежееубранного зерна активным вентилированием позволяет в 3–4 раза увеличить срок безопасного хранения зерна до сушки. В условиях Республики Беларусь за счет суточных перепадов температуры воздуха можно охладить семена (зерно) до 10–12 °С в августе и до 5–7 °С в сентябре. Скорость охлаждения зависит от

удельной подачи воздуха в насыпь, разности температур между семенами и воздухом, высоты насыпи, допустимого срока вентилирования и состояния зерна (семян).

Для охлаждения зерновой массы атмосферным воздухом необходимо вентилирование проводить тогда, когда температура воздуха ниже температуры зерна. Чем эта разница больше, тем быстрее идет охлаждение.

Вентилирование для охлаждения зерна проводят для повышения устойчивости его при хранении, снижая температуру зерна до 10 °С и ниже. При такой температуре затормаживаются все физиологические процессы в зерновой массе, прекращается развитие насекомых, возрастают сроки безопасного хранения. Поэтому этот прием целесообразен почти для всех хранимых партий.

При вентилировании только определенное количество воздуха может предохранить зерно от порчи. Если в насыпь подается недостаточное количество воздуха, то зерно охлаждается медленно, а отдельные, наиболее удаленные от входа воздуха слои могут отпотевать и увлажняться. В таких условиях быстро развиваются микроорганизмы, зерно плесневеет и портится. Поэтому охлаждать зерновые массы рекомендуется не более 1–2 сут.

Активное вентилирование может применяться для сушки зерновых масс с использованием атмосферного или подогретого воздуха.

Скорость сушки зависит от насыщенности воздуха водяными парами, температуры воздуха, влагоотдающей способности зерна и семян, удельной подачи воздуха, допустимой продолжительности сушки.

Для сушки зерна вентилированием летом и ранней весной используют теплый атмосферный воздух с относительной влажностью не более 65–70 %. Такая сушка идет медленно и требует большого расхода воздуха. Чтобы не испортить зерно и семена, сушить их более 6–10 сут не рекомендуется, а поэтому удельная подача воздуха при сушке должна быть значительно больше, чем при охлаждении.

**Задание.** По условиям задания, выданного преподавателем, определить скорость охлаждения и скорость сушки партий зернового вороха.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Для определения времени вентилирования с целью охлаждения учитывают удельную подачу воздуха в зерновую массу и разность температур зерна и нагнетаемого воздуха (табл. 16). Эти данные позволяют определить среднюю скорость охлаждения массы в

градусах за час (табл. 17). Разделив разность температур зерна и воздуха на скорость охлаждения, получают время охлаждения.

Таблица 16. Режимы охлаждения на установках активного вентилирования

Влажность семян, %	Подача воздуха, не менее, м <sup>3</sup> /(т · ч)	Возможная высота насыпи, м	Время охлаждения, ч	Условия охлаждения
До 20	60–80	2,0–3,0	24–36	Эффективно вентилирование при температуре воздуха ниже температуры зерна на 4–5 °С в ясную и на 8–10 °С в пасмурную погоду
21–24	100–120	1,0–1,5	15–20	Возможно круглосуточное вентилирование, в дождливую погоду вентилятор необходимо отключать
25–26	160–200	1,0–1,2	10–15	Круглосуточное вентилирование при любой погоде
Более 26	300–500	0,8–1,0	4–6	
Греющиеся семена	400–500	0,8–1,0	4–5	

Таблица 17. Средняя скорость охлаждения зерна

Разность температур зерна и воздуха, °С	Подача воздуха на 1 т, м <sup>3</sup> /ч							
	20	40	60	80	100	120	140	160
	Средняя скорость охлаждения зерна (в градусах) за 1 ч							
5	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32
10	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64
15	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96
20	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28
25	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60
30	0,24	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92
35	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24
40	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,56	2,56

Чтобы определить время сушки партии на установках активного вентилирования, учитывают удельную подачу воздуха и температуру воздуха, нагнетаемого в зерновую массу (табл. 18), и находят среднюю скорость сушки (табл. 19). Разделив процент влаги, который необходимо удалить, на скорость сушки, получают время сушки.

Таблица 18. Режимы сушки семян на установках активного вентилирования

Культуры	Влажность, %	Подача воздуха, м <sup>3</sup> /(т · ч)	Предельная температура, °С		Высота насыпи на напольных установках, м	Продолжительность сушки, сут	Периодичность и условия вентилирования
			семян	теплоносителя			
Зерновые	До 20	200–1500	40–45	45–50	0,7–0,8	0,5–1	Возможно круглосуточное вентилирование подогретым воздухом, после сушки необходимо охлаждение
	21–25	1500–1700	35–40	40–45	0,6–0,7	1–2	
	Свыше 25	1700–2000	30–35	35–40	0,4–0,5	2 и более	
Бобовые	До 20	800–1000	35–36	38–40	0,6–0,7	1–2	Периодическое, по 20–30 мин, вентилирование атмосферным воздухом, после сушки необходимо охлаждение
	21–25	1000–1200	30–35	35–36	0,5–0,6	2–3	
	Свыше 25	1200–1500	28–32	30–35	0,4–0,5	3 и более	

Таблица 19. Средняя скорость (%/ч) сушки зерна в зависимости от удельной подачи воздуха и его температуры

Фактическая удельная подача воздуха, м <sup>3</sup> /(т · ч)	Температура воздуха на входе в зерновую насыпь, °С						
	15	20	25	30	35	40	45
100	0,003	0,010	0,018	0,025	0,032	0,040	0,047
200	0,006	0,021	0,035	0,050	0,065	0,080	0,095
300	0,009	0,031	0,053	0,075	0,097	0,120	0,142
400	0,012	0,041	0,071	0,100	0,130	0,160	0,189
500	0,015	0,052	0,089	0,126	0,162	0,200	0,240
600	0,018	0,062	0,106	0,151	0,195	0,240	0,280
700	0,021	0,072	0,124	0,176	0,230	0,280	0,330
800	0,024	0,083	0,142	0,200	0,260	0,320	0,380
900	0,027	0,093	0,160	0,230	0,290	0,360	0,430
1000	0,030	0,103	0,177	0,250	0,320	0,400	0,470
1100	0,033	0,114	0,195	0,280	0,360	0,440	0,520
1200	0,036	0,124	0,210	0,300	0,390	0,480	0,570

По результатам расчетов заполнить табл. 20, 21.



Таблица 20. Продолжительность охлаждения зерна

№ п/п	Культура	Влажность зерна, %	Температура, °С		Минимальная удельная подача воздуха, м <sup>3</sup> /(т · ч)	Средняя скорость охлаждения, °С/ч	Время охлаждения зерна, ч
			зерна	наружного воздуха			

Таблица 21. Продолжительность сушки зерна

№ п/п	Культура	Влажность зерна, %	Температура воздуха, °С	Удельная подача воздуха, м <sup>3</sup> /(т · ч)	Средняя скорость снижения влажности зерна (семян), %/ч	Время сушки зерна до критической влажности, ч

Обосновать полученные в результате расчетов данные. Сформулировать собственные выводы по расчетам.

### Лабораторная работа 1.8. Определение угла естественного откоса зерновой массы

**Цель работы:** ознакомиться с методикой определения угла естественного откоса зерновой массы; изучить влияние различных факторов на сыпучесть зерновой массы.

Зерновая масса представляет собой совокупность различных компонентов: зерна основной культуры, примесей, микроорганизмов, воздуха межзерновых пространств, насекомых и клещей (зараженное зерно). Наличие в зерне столь различных по своей природе компонентов придает ему специфические свойства, которые необходимо учитывать при хранении. Так как зерновая масса содержит разнообразные твердые компоненты (зерно, примеси), она обладает хорошей сыпучестью. Это свойство имеет большое практическое значение. Благодаря сыпучести возможно транспортирование зерновой массы норями, транспортерами, самоподавателями и другими машинами, а также загрузка зерна в бункеры, силосы и выгрузка из них самотеком. С учетом сыпучести зерновой массы определяют минимальный угол наклона самотечных труб, днищ бункеров и силосов на элеваторах, мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах. Ее учитывают при расчетах зернохранилищ на прочность. Сыпучесть зерновой массы снижается в процессе хранения и служит косвенным показателем состояния зерна при хранении.

Показателями сыпучести являются угол естественного откоса и угол трения зерна о поверхность материала.

**Угол естественного откоса**, или угол ската зерновой массы, – это угол между боковой стороной насыпи и горизонтальной поверхностью, на которой она находится.

**Угол трения** зерновой массы о поверхность – это наименьший угол, при котором зерно начинает самотеком двигаться по наклонной поверхности.

На степень сыпучести зерновой массы влияет гранулометрический состав и гранулометрическая характеристика твердых частиц зерновой массы: форма, размер, характер и состояние поверхности зерна и примесей, их влажность, содержание и состав примесей, а также материал, форма и состояние поверхности скольжения. Наибольшей сыпучестью и наименьшим углом естественного откоса обладают зерновые массы, состоящие из семян шарообразной формы с гладкой поверхностью (просо, горох, соя и др.). При отклонении зерен от шарообразной формы уменьшается сыпучесть. Примеси в зерновой массе изменяют ее сыпучесть, причем легкие примеси (солома, мякина и др.) значительно снижают ее. Увеличение влажности зерновой массы снижает сыпучесть и увеличивает угол естественного откоса. Угол естественного откоса зерновой массы можно определить методом высыпания зерна из воронки, установленной на определенной высоте от горизонтальной плоскости.

**Задание.** Определить угол естественного откоса зерновой массы разных культур.

**Материалы и оборудование:** штатив, воронка, зерновая масса, транспортир.

**Ход выполнения.** Угол естественного откоса зерновой массы определяют при помощи устройства (рис. 4), состоящего из воронки 1, штатива 2 для крепления воронки и линейки 3 с транспортиром и ответом для измерения угла. Воронку, через которую высыпается зерно, укрепляют на определенной высоте  $h$  от горизонтальной плоскости и заполняют доверху исследуемым зерном. При высыпании из воронки на плоскость зерновая масса образует конус. Угол между образующей и диаметром основания конуса есть угол естественного откоса  $\varphi$ . Необходимо зафиксировать с помощью линейки образующую конуса, полученного при свободном падении зерновой массы на горизонтальную плоскость.

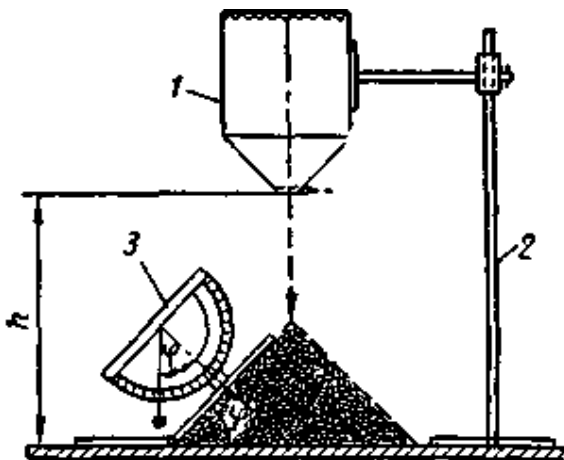


Рис. 4. Прибор для определения угла естественного откоса зерна при высыпании из воронки:

1 – воронка; 2 – подставка;

3 – линейка с транспортиром и отвесом

Величину угла измеряют транспортиром. Измерения проводят в трехкратной повторности. Результаты измерений записывают в табл. 22.

Таблица 22. Угол естественного откоса зерновых масс

Культура	Влажность, %	Сорная примесь, %	Угол естественного откоса, град			
			повторность			средний
			1	2	3	
Пшеница						
Рожь						
Тритикале						
Ячмень						
Овес						
Горох						
Рапс						

По результатам определений сделать заключение о влиянии ряда факторов на сыпучесть зерна.

## Лабораторная работа 1.9. Определение скважистости и плотности укладки зерновой массы

**Цель работы:** освоить методику определения скважистости, плотности укладки и обеспеченности зерновой массы воздухом.

Зерновая масса при размещении на складах или в силосах не образует плотной массы. Между ее твердыми компонентами (зерном, примесями) остаются свободные промежутки, заполненные воздухом. Объем воздуха в межзерновом пространстве, выраженный в процентах от общего объема зерновой массы, называется скважистостью. Плотность укладки – показатель, обратный скважистости, т. е. это объем зерна и примесей, выраженный в процентах от общего объема зерновой массы.

Плотность укладки зерна и скважистость имеют большое практическое значение при хранении. Наличие воздуха в межзерновом пространстве влияет на изменение температуры и влажности зерновой массы и определяет характер протекающих в ней физиологических процессов. Воздух межзерновых пространств, перемещаясь по скважинам, способствует передаче тепла путем конвекции и перемещению влаги в зерновой массе в виде пара.

Скважистость может быть неодинакова в разных участках зерновой массы в результате ее самосогревания. Это приводит к неравномерной обеспеченности воздухом отдельных участков зерновой массы и другим нежелательным явлениям.

Практическое значение скважистости зерна огромно. Благодаря этому свойству возможны сушка и охлаждение зерна активным вентилированием, газация зерновых насыпей большой высоты, поддержание нормальной жизнедеятельности хранимых запасов зерна и семян. Но скважистость может быть явлением и отрицательным. При поступлении в хранилище влажного или «отравленного» воздуха из-за высокой газопроницаемости порче подвергается вся зерновая масса, а не только ее поверхностные слои.

Скважистость зерновой массы имеет большое значение для сохранения жизнеспособности семян, что очень важно при сохранении семенных партий. Плотность укладки и скважистость зерновой массы в хранилище зависят от формы, упругости, размеров и состояния поверхности твердых компонентов зерновой массы, количества и вида примесей в ней, от размера партии и влажности зерновой массы, формы и размеров хранилища, метода его заполнения, а также от срока

хранения. Поэтому значения плотности укладки и скважистости зерновой массы могут изменяться в довольно значительных пределах.

Если в составе зерновой массы имеются крупные и мелкие зерна, то она будет иметь меньшую скважистость, укладываться более плотно. Выравненные зерна, а также шероховатые или с морщинистой поверхностью укладываются менее плотно. При других равных условиях тонкие и короткие зерна укладываются более плотно, чем зерна другой формы.

Крупные примеси обычно увеличивают скважистость, мелкие – легко размещаются в межзерновых пространствах и уменьшают ее. С увеличением влажности зерновой массы возрастает и ее скважистость. Зерно, увлажненное уже в хранилище, набухает, увеличивается в объеме, и поэтому зерновая масса несколько уплотняется. В результате значительно снижается сыпучесть, создаются предпосылки к слеживанию.

Плотность укладки и скважистость определяются по формулам:

$$t = \frac{V}{V_1} \cdot 100, \quad S = \frac{V_1 - V}{V_1} \cdot 100,$$

где  $t$  – плотность укладки, %;

$V$  – истинный объем твердых компонентов зерновой массы, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – общий объем зерновой массы, см<sup>3</sup>;

$S$  – скважистость, %.

Наблюдения показали, что более точные и сравнимые данные  $t$  и  $S$  получаются, если берут зерновую массу, состоящую из 1000 твердых частиц (зерна и другие частицы), выделенных подряд из навески по методу определения массы 1000 зерен (ГОСТ 10842–76).

Общий объем зерновой массы  $V_1$  можно выразить через натуру, пользуясь формулой для определения объема любой сыпучей массы:

$$V_1 = \frac{P \cdot 1000}{\gamma},$$

где  $P$  – масса 1000 частиц, выделенных из зерновой массы, г;

$\gamma$  – натура зерна, г/л (определяется с помощью литровой пурки).

Скважистость (%) зерновой массы вычисляют по формуле

$$S = 100 - t.$$

Определив  $P$ ,  $V$ ,  $\gamma$  и рассчитав  $V_1$ , находят плотность, скважистость и обеспеченность зерновой массы воздухом.

Одной из важных характеристик зерновой массы является обеспеченность воздухом, или объем воздуха, находящегося в 1 т зерновой массы. Зная объем воздуха в 1 т зерна и умножив его на массу хранящейся партии зерна, определяют величину одного обмена воздуха. Этот показатель используют при активном вентилировании зерна. Обеспеченность зерновой массы воздухом ( $\text{см}^3/\text{г}$  или  $\text{м}^3/\text{т}$ ) определяют по формуле

$$F = \frac{V_1 - V}{P},$$

где  $V_1 - V$  – объем воздуха в зерновой массе, состоящей из 1000 частиц,  $\text{см}^3$ ;

$P$  – масса 1000 частиц, г.

Фактический объем воздуха в межзерновом пространстве в зернохранилищах зависит не только от величин  $P$ ,  $V$  и  $\gamma$ , но и от плотности укладки зерновой массы, зависящей, в свою очередь, от продолжительности и условий ее хранения.

**Задание.** Определить массу 1000 частиц ( $P$ ), истинный объем твердых компонентов зерновой массы ( $V$ ) и натуру зерна ( $\gamma$ ) для основных зерновых культур и по ним рассчитать плотность укладки ( $t$ ), скважистость ( $S$ ) и обеспеченность воздухом ( $F$ ).

**Материалы и оборудование:** зерновой делитель, весы, литровая пурка, мерные цилиндры, разборные доски, шпатели, совочки, исследуемое зерно, керосин.

**Ход выполнения.** Из исследуемой пробы зерна в соответствии с ГОСТ 13586.3–83 выделить навеску для определения массы 1000 частиц с помощью зернового делителя.

Убедившись в правильности определения абсолютной массы, определить истинный объем твердых частиц и натуру зерна.

Истинный объем 1000 частиц определяют погружением их в мерный цилиндр, заполненный до определенного ( $10\text{--}50 \text{ см}^3$ ) объема несмачивающей жидкостью – керосином. Применять воду не следует, это может привести к искажению результатов, так как некоторое количество воды поглотится зерном, а также произойдет неполное смачивание зерен и вытеснение воздуха из зерновой массы. Увеличение объема жидкости в цилиндре после погружения в нее 1000 частиц дает искомую величину  $V$ .

По результатам расчетов заполнить табл. 23. Сделать выводы об обеспеченности зерновой массы конкретной культуры воздухом, зависимости скважистости, плотности укладки зерна от вида культуры, влажности и засоренности партии.

Таблица 23. Показатели параметров зерновой массы основных зерновых, зернобобовых и масличных культур

Культура	$P$ (масса 1000 зе- рен), г	$V_1$ (общий объем), см <sup>3</sup>	$V$ (истин- ный объем), см <sup>3</sup>	$\gamma$ (объемная масса), г/л	$S$ жи- стость), %	$t$ (плот- ность укладки), %	$F$ (обеспе- ченность возду- хом), см <sup>3</sup> /г

На основании полученных результатов расчетов сделать собственные выводы.

### Лабораторная работа 1.10. Размещение зерна при хранении

**Цель работы:** изучить правила размещения зернового вороха на току и в хранилище, приобрести практические навыки составления проекта плана размещения и хранения зерна и семян.

При временном хранении зернового вороха на току в процессе его послеуборочной обработки партии обычно размещают в виде бунтов с шириной по основанию 3–5 м. Чтобы рационально использовать площадь тока, следует составить план размещения поступающих партий.

Исходя из величины накопления зернового вороха, с учетом культур рассчитывают длину бунта для каждой партии. Для этого учитывают ширину бунта и угол естественного откоса культуры, по которому через тангенс угла находят высоту сечения, так как площадь поперечного сечения бунта (насыпи) представляет равнобедренный треугольник. Определив площадь поперечного сечения вороха и объемную массу зерна, рассчитывают массу одного погонного метра насыпи. Длина бунта каждой партии определяется как частное от деления зерновой массы каждой культуры на массу погонного метра этой культуры. При расчете длины бунта можно пользоваться средними данными, приведенными в табл. 24.

Таблица 24. Параметры зерновой насыпи некоторых культур

Культуры	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, град		Высота бунта зерновой массы при ширине, м		Высота бунта зерна при ширине, м	
		Зерновая масса	Зерно	3	5	3	5
Озимая рожь	0,65–0,75	38	23	1,2	1,9	0,6	1,1
Озимая пшеница	0,73–0,80	38	30	1,2	1,9	0,9	1,4
Яровая пшеница	0,75–0,85	38	25	1,2	1,9	0,7	1,2
Ячмень	0,55–0,65	45	28	1,5	2,5	0,8	1,3
Овес	0,40–0,55	30	24	0,9	1,4	0,7	1,1
Горох	0,75–0,80	35	22	1,1	1,8	0,6	1,0
Люпин	0,73–0,85	28	20	0,8	1,3	0,55	0,9
Рапс, горчица	0,55–0,63	20	17	0,55	0,9	0,5	0,8
Тимофеевка	0,71–0,77	24	20	0,7	1,1	0,55	0,9

Зерно и семена хранят в специальных хранилищах, так как только в них можно выдержать заданные режимы хранения. В сельском хозяйстве чаще применяются склады с горизонтальными полами и хранилища бункерного типа. Последние применяются для консервации влажной зерновой массы и временного хранения. Склады с горизонтальными полами чаще всего используются для стационарного хранения сухих партий семян и зерна.

В настоящее время специализированные и универсальные хранилища строят по типовым проектам вместимостью 500, 1000, 1500, 2000, 2300, 2500, 5000 т и др. Как правило, все хранилища имеют секционный тип. Вместимость одной секции – 500 т в пересчете на пшеницу.

Зерно и семена в хранилищах размещают в таре (мешках) или насыпью. Чтобы определить площадь для размещения семян в таре, надо знать их общую массу и количество мешков, необходимых для этих целей. Размер заполненного стандартного мешка – 70×35×30 см. Кроме того, учитывают массу 1 м<sup>3</sup> семян и число рядов мешков.

Для расчета потребности площади при хранении насыпью на полу учитывают массу 1 м<sup>3</sup> зерна и высоту насыпи.

С этой целью массу 1 м<sup>3</sup> умножают на высоту, а на произведение делят массу зерна, предназначенного для хранения. При хранении семян в закромах рассчитывают потребное количество закромов на основании размеров одного закрома, высоты семян в закроме и массы 1 м<sup>3</sup> семян.



При определении площади для хранения семян в мешках учитывается способ укладки мешков в штабеля, площадь, занимаемая штабелями, и площадь проходов между штабелями.

Существуют следующие способы укладки мешков в штабеля: двойником (сквозной), тройником, пятериком, колодцем. Между штабелями оставляют проходы 1,0–1,5 м, расстояние между стенами хранилищ и штабелями – не менее 0,75 м.

Размещают зерновые массы по партиям с учетом целевого назначения и исходного качества. Для предупреждения смешивания и засорения одних семян другими высоту насыпи зерна устанавливают на 15–20 см ниже высоты стенок закрома. Запрещается складировать в смежные закрома или укладывать в один штабель семена двух сортов одной культуры, а также трудноотделимые культуры, такие как пшеница и ячмень, овес и ячмень, рожь и озимая пшеница.

С момента поступления зерна или семян в хранилище в течение всего периода их хранения должно быть организовано систематическое наблюдение за температурой и влажностью зерновой массы, показателями свежести (цвет, запах, внешний вид) и состоянием по зараженности вредителями. Температуру в насыпи навалом или в закромах определяют на разной глубине: при высоте насыпи 1–1,5 м – на глубине 20–30 см; более 2 м – на глубине 60–75 см от поверхности насыпи. В нижнем слое в зависимости от высоты насыпи температуру в массе зерна определяют соответственно на глубине 25–30 и 40–50 см от пола склада.

Для расчета потребной складской емкости по каждой культуре учитывается масса 1 м<sup>3</sup> семян (табл. 25), высота насыпи или число рядов мешков в штабеле (табл. 26).

Таблица 25. Объемная масса семян

Культура	Масса 1 м <sup>3</sup> , кг	Культура	Масса 1 м <sup>3</sup> , кг
Пшеница	730–800	Гречиха	550–650
Рожь	650–750	Бобы, фасоль	700–800
Ячмень	550–650	Люпин	730–850
Овес	400–550	Лен	580–680
Кукуруза	680–800	Клевер луговой	800–850
Просо	670–730		

Таблица 26. **Высота насыпи и число рядов мешков в штабеле при хранении зерна и семян**

Культуры	Время года			
	холодное		теплое	
	Высота насыпи, м	Число рядов мешков	Высота насыпи, м	Число рядов мешков
Пшеница, ячмень, рожь, овес, гречиха, тритикале	3,0	8	2,5	8
Горох, кормовые бобы, люпин, вика, фасоль	2,5	8	2,0	6
Просо	2,0	6	1,5	4
Горчица	1,5	6	1,0	4
Конопля, рапс, подсолнечник	1,0	6	1,0	5

Чтобы определить площадь ( $\Pi$ , м<sup>2</sup>) для хранения зерна (семян) насыпью, надо массу партии ( $M$ , т) разделить на произведение объемной массы культуры ( $O$ , т/м<sup>3</sup>) и высоты насыпи ( $B$ , м):

$$\Pi = \frac{M}{O \cdot B}.$$

**Задание.** Рассчитать потребность в складской площади при тарном размещении и в закромах семенного фонда и фуражного зерна.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Используя справочные материалы и приведенную формулу, рассчитать потребность в складской площади и закромах для размещения зерна. Заполнить табл. 27.

Таблица 27. **Потребность в складской площади для хранения зерна**

Культура	Целевое назначение	Способ хранения	Масса партии, т	Высота насыпи, м	Объем закрома (мешка), м <sup>3</sup>	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	Масса зерна (семян) в закроме (мешке), т	Потребность	
								в складской площади, м <sup>2</sup>	в закромах, шт.

Обосновать полученные в результате расчетов данные и сформулировать собственные выводы.

## Лабораторная работа 1.11. Определение убыли массы зерна при хранении

**Цель работы:** изучить правила проведения расчетов по определению убыли массы зерна и семян при хранении.

Изменение массы, качества зерна и семян при хранении происходит: а) за счет увеличения или снижения влажности; б) увеличения или снижения сорной примеси; в) естественной убыли.

При определении убыли хранящейся продукции допускается списание только в пределах норм естественной убыли (табл. 28). Предварительное списание естественной убыли не допускается. Потери продукции при хранении свыше допустимых норм списываются как сверхнормативные по специальным актам.

Таблица 28. **Нормы естественной убыли зерна и семян при хранении, % от хранимой массы**

Продукция	Срок хранения, мес	На складе		На приспособленных площадках
		насыпью	в таре	
Пшеница, рожь	До 3	0,07	0,04	0,12
Ячмень	До 6	0,09	0,06	0,16
	До 12	0,12	0,09	–
Овес	До 3	0,09	0,05	0,15
	До 6	0,13	0,07	0,20
	До 12	0,17	0,09	–
Гречиха, рис	До 3	0,08	0,05	–
	До 6	0,11	0,07	–
	До 12	0,15	0,10	–
Горох, бобы, вика	До 3	0,07	0,04	–
	До 6	0,09	0,06	–
	До 12	0,12	0,08	–
Масличные культуры	До 3	0,10	0,08	–
	До 6	0,13	0,11	–
	До 12	0,17	0,14	–
Клевер, люцерна, донник	От 3 до 6	–	0,15	–
	Свыше 6	–	0,20	–
Тимофеевка, мятлик луговой, полевица белая	От 3 до 6	–	0,14	–
	Свыше 6	–	0,22	–
Пырей, овсяница красная	От 3 до 6	0,15	0,10	–
	Свыше 6	0,20	0,15	–
Люпин	От 3 до 6	0,26	0,18	–
	Свыше 6	0,32	0,24	–

В нормы естественной убыли зерна и семян включаются потери их массы вследствие дыхания, испарения влаги и других физиологических и биохимических процессов. В эти нормы не входят потери, образующиеся в результате нарушения технологии хранения, стихийных бедствий, повреждения и уничтожения продукции грызунами, насекомыми и другими вредителями, а также брак и отходы, получаемые при хранении и обработке зерна, семян, продуктов переработки.

Размер фактической убыли определяется по каждой партии путем сопоставления данных о фактических остатках продукции, выявленных при инвентаризации и других проверках, с остатками по данным бухгалтерского учета.

При списании норм естественной убыли учитывается фактический срок хранения продукции. Если продукция хранится до трех месяцев, то списание проводится по числу дней хранения, а при большем сроке хранения – из расчета фактического числа месяцев хранения. За каждый последующий год хранения сверх одного года естественная убыль принимается в размере 0,04 % с пересчетом на фактическое число месяцев хранения.

Норма естественной убыли зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур исчисляется по формуле

$$y = \frac{\frac{1}{2} O_n + \sum O_d + \frac{1}{2} O_k}{K_c \cdot 100} \cdot (N_{k.c} - N_{n.c}),$$

где  $y$  – естественная убыль продукции по норме, т (кг);

$\frac{1}{2} O_n$  – половина остатка продукции на начало срока хранения, т;

$\sum O_d$  – сумма остатков продукции на установленные даты внутри срока хранения, т;

$\frac{1}{2} O_k$  – половина остатка продукции на конец срока хранения, т;

$K_c$  – фактический календарный срок хранения продукции, дн. (мес);

$N_{k.c}$  – норма естественной убыли, соответствующая конечному сроку хранения продукции, %;

$N_{n.c}$  – норма естественной убыли, соответствующая исходному сроку хранения продукции, %.

Норма естественной убыли семян трав увеличивается на 15 %, если они подвергаются очистке на электромагнитных машинах.

**Задание.** Рассчитать убыль изменяющейся массы зерна заданной культуры при хранении.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Сначала рассчитывается убыль массы зерна за первые три месяца хранения (табл. 29), затем с учетом рассчитанной убыли – за последующие месяцы (табл. 30).

Культура \_\_\_\_\_

Таблица 29. Расчет убыли массы зерна за 3 мес хранения

Число, месяц	Движение зерна, т	Хранимая масса зерна, т	Количество дней хранения	Сумма остатков зерна за данный промежуток времени, т

Таблица 30. Расчет убыли массы зерна за последующий период

Месяц	Движение зерна, т	Остаток на конец месяца, т

Общая убыль за период хранения ( $Y_1 + Y_2$ ) \_\_\_\_\_

### Лабораторная работа 1.12. Определение лежкоспособности отдельных видов сочной продукции

**Цель работы:** освоить методику прогнозирования лежкости отдельных видов сочной продукции.

Лежкоспособность можно определить как способность плодов, овощей и картофеля сохраняться в течение определенного времени без значительных потерь массы, поражения болезнями и физиологических расстройств, ухудшения товарных, пищевых и семенных качеств. Ухудшение качества и потери плодов и овощей в период хранения могут быть вызваны многими причинами, в том числе и различного рода заболеваниями, как инфекционными (грибными, бактериальными), так и физиологическими, возникающими без участия инфекции.

Устойчивость плодов и овощей к заболеваниям связана с их способностью активно противостоять развитию патогенных микроорганизмов. Она определяется комплексом признаков: строением и развитием покровных тканей, способностью залечивать повреждения, активным противодействием инфекции путем образования веществ фунгитоксического действия, реакцией сверхчувствительности.

Высокое содержание в сочной продукции воды и питательных веществ создает при определенных условиях благоприятную среду для развития патогенных микроорганизмов.

Многие инфекционные заболевания начинают развиваться еще в саду или в поле (в период вегетации), а также во время сбора урожая, при подготовке его к транспортировке или закладке в хранилище. В зависимости от вида болезни, и главным образом от особенностей ее возбудителя, одни заболевания медленно развиваются или совсем прекращают развитие в период хранения, другие, наоборот, начинают быстро развиваться и легко распространяются на другие экземпляры продукции при прямом контакте или по воздуху.

К числу болезней, заражение которыми происходит в период вегетации (чаще всего незадолго до уборки), а развитие продолжается уже в период транспортировки или хранения, особенно при несоблюдении режимов хранения, т. е. в условиях, приводящих к физиологическим нарушениям и снижению естественной устойчивости плодов и овощей, относятся все гнили моркови (белая, серая, черная, фомозная), гниль донца и серая шейковая гниль лука, фитофтороз, макроспориоз, антракноз и фомоз картофеля, антракноз, фузариоз и другие гнили яблок. Большинство из этих болезней не только продолжают развиваться в пределах зараженного экземпляра плода или овоща, но и распространяются на окружающие.

Существует группа болезней, возникновение и развитие которых происходят главным образом (или исключительно) в период хранения. Возбудителями их в основном являются сапрофитные грибы и бактерии, развивающиеся только на мертвых или очень сильно ослабленных растительных тканях. Внутрь ткани они проникают, как правило, через различные механические повреждения. К этой группе относятся все плесневые гнили, вызываемые грибами рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, мокрые бактериальные гнили, вызываемые грибами рода *Erwinia*, сухая фузариозная гниль клубней картофеля и др.

Для определения лежкоспособности различных видов сочной продукции используется термомикробиологический метод. Его суть заключается в создании провокационных условий развития патогенной микрофлоры определенного вида продукции. Через определенное время происходит проявление инфекций, возбудители которых находились на продукции при закладке на хранение.

**Задание.** Изучить термомикробиологический метод определения лежкоспособности отдельных видов и сортов сочной продукции.

Определить лежкоспособность клубней картофеля и моркови по заранее приготовленным пробам.

**Материалы и оборудование:** образцы сочной продукции, полиэтиленовые мешочки без перфорации, полиэтиленовые мешочки с перфорацией, весы, термостат.

**Ход выполнения.** Для определения лежкоспособности клубней картофеля в полиэтиленовые мешочки с перфорацией и без нее помещают по 5 кг продукции. Подготовленные пробы помещают в термостат с температурой  $(20 \pm 1)$  °С и хранят 14 сут. По истечении нужного срока пакеты вынимают из термостата, вскрывают и оценивают картофель на поражение мокрой гнилью. Отдельно клубни оценивают на фузариозную и бурую гниль, фитофтороз. Заболевшие клубни взвешивают по фракциям отдельно из перфорированных и неперфорированных мешочков и вычисляют процент поражения картофеля болезнями.

Ожидаемую при дальнейшем хранении поврежденность мокрой гнилью вычисляют по формуле

$$X = \frac{4A + B}{8},$$

где  $X$  – ожидаемая поврежденность мокрой гнилью, %;

$A$  – среднее количество заболевших клубней в перфорированных мешочках, %;

$B$  – среднее количество заболевших клубней в неперфорированных мешочках, %;

4 и 8 – переводные коэффициенты.

При получении результата ожидаемого повреждения мокрой гнилью 15–20 % партию не рекомендуется закладывать на длительное хранение.

Для определения пригодности конкретной партии картофеля к закладке на длительное хранение также можно воспользоваться и другим методом. Для этого сразу после уборки от партии отбирают 100 клубней, помещают их в полиэтиленовые пакеты, плотно завязывают и выдерживают при температуре 15–20 °С в течение двух недель. По истечении срока производится подсчет клубней, пораженных гнилями. Партии, в которых удельный вес пораженных клубней по результатам анализа составляет более 10 %, считаются непригодными для длительного хранения и требуют быстрого использования. Партии с поражением 5–10 % считаются условно пригодными для длительного

хранения. Они требуют применения перевалочной технологии закладки на хранение – с временным хранением и переборкой клубней, а в период хранения за ними требуется тщательный контроль. Партии, в которых поражение гнилями не превышает 5 %, при соблюдении температурно-влажностного режима хранятся хорошо без дополнительной переборки.

Для прогнозирования лежкоспособности столовой моркови пробы массой 3 кг без видимых следов механических и микробиологических повреждений помещают в герметические упаковки и выдерживают при температуре 15–20 °С и повышенной относительной влажности воздуха в течение 15 сут.

Степень поражения склеротинией (белой гнилью) моркови определяют по количеству размягченных корнеплодов. Поврежденные экземпляры взвешивают и рассчитывают процент поражения болезнью.

При зараженности партии более 3 % ее не рекомендуется складывать на длительное хранение, при зараженности 1–2 % срок хранения устанавливают не более 2–3 мес, при зараженности 3 % – не более 1–2 мес.

По результатам проведенного анализа сделать выводы о возможности длительного хранения анализируемых образцов.

### **Лабораторная работа 1.13. Определение скважистости насыпи сочной продукции**

**Цель работы:** ознакомиться с методикой определения скважистости сочной продукции, уяснить значение этого показателя.

В хранящейся продукции между отдельными экземплярами существуют промежутки-скважины, заполненные воздухом. Они составляют значительную часть объема насыпи. Запас воздуха в скважинах существенно влияет на физиологические процессы, происходящие в продукции при хранении. Величина скважистости зависит от размеров и формы отдельных экземпляров продукции, а также от степени ее загрязнения и наличия примесей. Воздух, циркулирующий по скважинам, способствует передаче тепла и перемещению паров воды, что в значительной степени влияет на создание оптимального режима хранения продукции. Количество воздуха в штабеле продукции влияет на его теплофизические характеристики, такие как тепло- и температуропроводность, теплоемкость, скорость охлаждения и т. д. Скважистость



продукции широко используется для продувания ее воздухом при активном вентилировании.

В связи с самосортированием продукции при транспортировке и загрузке на хранение скважистость в разных участках массы может быть неодинаковой, что приводит к неравномерному распределению воздуха в насыпи. При большой высоте насыпи продукция уплотняется и скважистость уменьшается.

Для большинства овощей скважистость находится на уровне 40–50 %. Если удалены примеси, то она для многих видов продукции довольно постоянна. Так, скважистость в партии картофеля составляет 42–45 % (при средней массе клубней 50–125 г), свеклы – 50–55, моркови – 51–53 %. Чем больше скважистость, тем меньше объемная масса. Например, у картофеля она колеблется в пределах 630–700 кг/м<sup>3</sup>, свеклы – 500–650, моркови – 550–580 кг/м<sup>3</sup>.

Скважистость не является постоянной величиной, обычно она уменьшается к концу хранения.

**Задание.** Определить скважистость предлагаемых образцов сочной продукции. Изучить влияние различных факторов (культура, сорт, размер продукции, форма, травмированность и т. д.) на изменение величины скважистости.

**Материалы и оборудование:** образцы плодов и овощей, ящики для определения объемной массы (50×50×50 см<sup>3</sup>), мерный цилиндр, широкий сосуд, в который должна поместиться продукция, поддон, в который помещается вышеуказанный сосуд, весы.

**Ход выполнения.** Величина скважистости рассчитывается по формуле

$$C = \left(1 - \frac{O}{\Pi}\right) \cdot 100,$$

где С – скважистость, %;

О – объемная масса штабеля продукции, т/м<sup>3</sup>;

Π – плотность продукции, т/м<sup>3</sup>.

Объемную массу (О) штабеля продукции определяют взвешиванием ее в таре определенного объема. Для этого определяют объем предложенного ящика, перемножив его высоту, длину и ширину. Заполняют ящики продукцией полностью, затем взвешивают. Из массы заполненного ящика вычитают массу пустого ящика и находят массу продукции. Учитывая объем ящика, определяют объемную массу штабеля продукции в тоннах на кубический метр.

Плотность (П) тканей данного вида плодов или овощей определяют следующим образом. Сначала взвешивают отдельные экземпляры продукции или вырезанные из них части. Затем определяют объем тех же самых экземпляров или вырезок. Для этого их погружают в сосуд подходящих размеров, наполненный до самого края водой, и устанавливают в другой широкий сосуд с низкими бортами (поддон). Пористую продукцию, такую как кочаны капусты, перед погружением нужно обернуть тонкой пленкой, так как вода будет проникать между листьями, что приведет к искажению результата. В поддон при погружении продукта из первого сосуда выльется вода, объем которой будет равен объему продукта. Воду переливают в мерный цилиндр и определяют ее объем.

Определение объемной массы штабеля продукции и плотности плодов и овощей проводят несколько раз для получения наиболее точных результатов. Скважистость продукции определяется по вышеуказанной формуле. Скважистость картофеля, например, рассчитанная по этой формуле, при средней объемной массе штабеля картофеля  $0,66 \text{ т/м}^3$  и плотности клубней  $1,1 \text{ т/м}^3$  будет равна 40 %. Для лежкого сорта капусты при объемной массе штабеля  $0,45 \text{ т/м}^3$  и плотности кочанов  $0,9 \text{ т/м}^3$  она составит 50 %. Чтобы правильно рассчитать величину скважистости, следует помнить, что  $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$  ( $1000 \text{ см}^3$ ). Следовательно,  $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$ . Следует иметь в виду, что при равной скважистости продукции сопротивление прохождению воздуха при активном вентилировании бывает разным, потому что оно зависит не только от процента пустот (скважин) в общем объеме штабеля продукции, но и от их размера. Чем больше этот размер, тем сопротивление меньше и наоборот.

Провести анализ полученных данных и сделать заключение о факторах, влияющих на величину скважистости сочной продукции. Полученные результаты записать в табл. 31.

Таблица 31. Определение скважистости насыпи сочной продукции

Культура	Проба	Масса продукции в ящике, кг	Объемная масса штабеля продукции, $\text{т/м}^3$	Масса одного экземпляра продукции, кг	Объем одного экземпляра продукции, $\text{см}^3$	Плотность продукции, $\text{т/м}^3$	Скважистость, %

## Лабораторная работа 1.14. Расчет вместимости хранилищ

**Цель работы:** научиться определять фактическую вместимость хранилищ и камер холодильника.

Вместимость хранилищ и камер холодильника рассчитывают при составлении плана размещения партий картофеля, овощей и плодов на хранение. При хранении навалом общую вместимость хранилища или его частей определяют умножением величины объемной массы на высоту загрузки и площадь, занимаемую продукцией. При хранении в контейнерах и ящиках, когда какой-то объем занимает тара, а также промежутки между упаковками, оставленные для вентиляции, применяется понятие «грузовой объем». За единицу вместимости  $1 \text{ м}^3$  грузового объема принята масса условной продукции в 300 кг. Такой грузовой объем свойствен белокочанной капусте, чесноку, луку-выборку, яблокам при хранении в ящиках на поддонах в холодильнике.

Примерная масса продукции в единице грузового объема в зависимости от ее вида и вместимости тары, пересчитанная по соответствующим коэффициентам на условную вместимость  $1 \text{ м}^3$  грузового объема камер при хранении условной продукции массой 300 кг, приведена в табл. 32.

Таблица 32. Примерная масса продукции в  $1 \text{ м}^3$  грузового объема, кг

Наименование продукции	Масса, кг в $1 \text{ м}^3$		Коэффициент пересчета на условную вместимость $1 \text{ м}^3$ грузового объема при хранении	
	в контейнерах	в ящиках на поддонах	в контейнерах	в ящиках
Картофель	500	450	1,67	1,50
Капуста: белокочанная краснокочанная	330	300	1,10	1,00
	360	320	1,20	1,67
Свекла, брюква	460	400	1,53	1,33
Морковь, репа, пастернак	360	320	1,20	1,67
Петрушка, сельдерей	300	200	1,00	0,67
Лук-репка	380	345	1,27	1,15
Чеснок, лук-выборок	–	300	–	1,00
Дыни, арбузы	460	400	1,53	1,33
Огурцы свежие	–	270	–	0,90
Томаты свежие	–	18	–	0,60
Яблоки, груши	–	340	–	1,03
Цитрусовые:				
в фанерных ящиках	–	320	–	1,09
в картонных ящиках	–	300	–	1,17

При расчете грузового объема хранилища (камеры) нужно учитывать минимальные расстояния: между ящиками – 2 см; между поддонами и контейнерами – 5–10 см.

Грузовая площадь – это площадь хранилища или камеры холодильника, на которой непосредственно размещена плодоовощная продукция. При хранении навалом грузовая площадь равна площади помещения для хранения. Ее определяют, измерив или установив по типовому проекту длину и ширину помещения. При хранении овощей и картофеля в закромах грузовую площадь определяют, умножив площадь, занимаемую одним закромом, на число их в хранилище. Для этого измеряют длину и ширину закрома.

При хранении в таре грузовой площадью является площадь всех штабелей продукции. При расчетах учитывают, что размеры каждого штабеля не должны превышать 10–12 м в длину и 5–7 м в ширину. Штабеля следует располагать таким образом, чтобы между ними и стенами хранилища или камеры холодильника, а также колоннами было свободное пространство шириной 0,3 м. Между штабелями оставляют проход шириной 0,6–0,7 м. Вдоль хранилища или крупных камер холодильника оставляют центральный проезд шириной 4 м.

Высота складирования или загрузки зависит от особенностей плодоовощной продукции и способа ее хранения (табл. 33).

Таблица 33. Высота загрузки и объемная масса продукции

Вид продукции	Способ хранения	Максимальная высота загрузки или складирования, м	Объемная масса продукции, т/м <sup>3</sup>
Картофель	Навалом	4,0	0,65
	В контейнерах	5,5	0,50
Морковь	Навалом	2,8	0,55
	В контейнерах	5,0	0,36
Лук репчатый	Насыпью	2,8	0,60
	В ящиках на поддонах	5,0	0,38
Капуста	Навалом	2,8	0,40
	В контейнерах	5,5	0,30
Свекла	Навалом	4,0	0,60
	В контейнерах	5,5	0,46

При определении высоты складирования необходимо учитывать, что расстояние от низа выступающих несущих конструкций хранилища или камеры холодильника до верха штабеля продукции должно

быть не менее 0,5 м, а до верха насыпи картофеля или овощей – не менее 0,8 м.

**Задание.** Определить вместимость хранилища и камеры холодильника для конкретного вида сочной продукции. Исходные данные предоставляются преподавателем.

**Материалы и оборудование:** табличный материал, задания для расчетов.

**Ход выполнения.** Для определения вместимости хранилища или камеры холодильника вначале необходимо определить их грузовой объем ( $m^3$ ), т. е. объем, занимаемый продукцией. Грузовой объем хранилища (камеры) определяется умножением грузовой площади на грузовую высоту (высоту складирования или загрузки), которая определяется как расстояние от пола хранилища до верха штабеля или насыпи продукции по формуле

$$V_{\Gamma} = S_{\Gamma} \cdot H_c,$$

где  $S_{\Gamma}$  – грузовая площадь,  $m^2$ ;

$H_c$  – высота складирования или загрузки, м.

Вместимость хранилища или камеры холодильника ( $B$ ) определяется по формуле

$$B = V_{\Gamma} \cdot E,$$

где  $V_{\Gamma}$  – грузовой объем,  $m^3$ ;

$E$  – вместимость  $1 m^3$  грузового объема (объемная масса продукции),  $t/m^3$ .

Обосновать полученные в результате расчетов данные и сформулировать собственные выводы.

### **Лабораторная работа 1.15. Установление режимов хранения плодов и овощей**

**Цель работы:** изучить параметры основных режимов хранения плодов и овощей.

Фрукты и овощи – это многочисленная группа объектов, существенно различающихся по биологическим особенностям. К ним относятся двулетние овощи и картофель, для которых характерна особенность находиться после уборки в состоянии более или менее выраженного покоя, что и обуславливает их лежкость. Продолжительность периода

покою зависит от вида продукции, в разрезе вида – от сортовых особенностей. На сохранность этой группы продукции оказывают влияние сроки сева и уборки, условия выращивания, погодные условия. Плоды и плодовые овощи отличаются способностью к послеуборочному дозреванию, темпами которого определяется их лежкость. Зеленные овощи не обладают природной лежкостью, их сохранность полностью зависит от созданных условий хранения.

Сохранность плодов и овощей зависит от условий хранения: температуры, влажности и газового состава среды. Существуют два режима хранения сочной продукции: поддержание определенной температуры и влажности воздуха (табл. 34) и создание специальной газовой среды.

По отношению к температуре хранения плоды и овощи делятся на три группы:

1) хранящиеся при температуре ниже 0 °С – лук, капуста, некоторые сорта яблок, груш, слив;

2) хранящиеся при низкой положительной температуре, близкой к 0 °С – картофель, корнеплоды, некоторые сорта яблок;

3) хранящиеся при температуре значительно выше 0 °С – бурые томаты, некоторые сорта яблок и груш, лук.

При установлении режима хранения надо учитывать сортовые особенности, степень зрелости продукции, цель использования партии, поврежденность, период хранения и т. д.

Специфичным является отношение плодов и овощей к влажности среды при хранении. Нельзя допускать как увядания продукции (при низкой влажности среды), так и ее отпотевания, что способствует развитию фитопатогенных микроорганизмов (при высокой влажности среды). Обычно рекомендуется поддерживать относительную влажность воздуха (ОВВ) в пределах 85–95 % и чуть выше для капустных и зеленных овощей. Для лука и чеснока нужно поддерживать ОВВ не выше 75–80 %.

**Задание.** Изучить режимы хранения плодов и овощей.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Изучить и законспектировать основные режимы хранения плодоовощной продукции; установить режим хранения для конкретной партии продукции по заданию преподавателя.

Таблица 34. **Оптимальные температурно-влажностные режимы хранения картофеля, овощей и плодов (основной период хранения)**

Вид продукции	Температура хранения, °С	Относительная влажность воздуха, %	Возможная продолжительность хранения, сут
Картофель:			
продовольственный	+4...+6	85–90	240
семенной	+2...+4	85–90	210
на картофель фри	+6...+8	85–90	100/240*
на чипсы и сухое пюре	+10...+12	85–90	90/210*
Свекла, брюква, турнепс, редька, пастернак	0...+2	90–95	300
Морковь, репа, сельдерей, петрушка, хрен	0...+1	93–98	240
Капуста белокочанная	-0,8...+1	90–95	200
Лук репчатый:			
продовольственный	-3...-1	70–80	270
лук-матка	+3...+10	60–80	240
лук-севок: теплый способ	+18...+20	60–70	270
холодный способ	-3...-1	60–70	270
Чеснок: продовольственный	-3...-1	70–80	210
семенной (яровой): в начале	+18...+20	60–70	180
в конце	+2...+5	60–70	45
Зеленные овощи: в пакетах без пакетов	0...+1	90–95	60–120 5–10
Огурцы: открытого грунта	+7...+10	90–95	10–15
закрытого грунта	+10...+14		
Яблоки: ранние	-1...+1	85–95	60–120
поздние	-1...+4		150–240
Груши: ранние	-1...+3	85–95	30–60
поздние			90–120
Вишня	-1...0	90–95	10–15
Черешня	-1...0	90–95	10–20
Сливы	-1...0	90–95	20–30
Абрикосы	-1...0	90–95	15–30
Персики	-1...0	90–95	5–20
Виноград	-1...+2	90–95	90–120
Малина, земляника	-1...0	85–90	4–5
Смородина, крыжовник	-1...0	85–90	10–15

\*При обработке ингибиторами прорастания.

## **Лабораторная работа 1.16. Оценка хранилищ по технико-экономическим показателям**

**Цель работы:** изучить правила хранения сочной продукции в стационарных хранилищах, провести анализ типовых проектов хранилищ и дать им оценку по технико-экономическим показателям.

Хранилища классифицируют по их назначению, вместимости, системам поддержания режимов хранения, механизации и способам размещения продукции.

Сочную продукцию хранят в закромах с естественной вентиляцией, в закромах с активной вентиляцией, навалом с активной вентиляцией, в контейнерах, ящиках на поддонах и в лотках. При составлении плана размещения продукции в хранилище учитывают, что при хранении навалом вместимость хранилища или частей его определяют умножением величины плотности продукции на высоту и площадь загрузки.

Хранилища сельскохозяйственной продукции – это здания и сооружения, посредством которых осуществляется технологический процесс хранения. В зависимости от вида хранящейся в них продукции хранилища подразделяют на здания и сооружения для хранения картофеля, лука и чеснока, капусты, клубнеплодов, овощей и фруктов. Имеются также комбинированные хранилища для размещения различных видов продукции. По назначению хранилища делятся на здания для хранения семенной, продовольственной и фуражной продукции. Во всех типах хранилищ продукция может размещаться насыпью и в специальной таре.

По способу поддержания требуемого температурного режима различают охлаждаемые хранилища, в которых используется холод, получаемый в специальных машинных отделениях – холодильниках, и неохлаждаемые, в которых используется охлаждающая способность наружного воздуха. Машинные отделения оборудуются компрессорными холодильными машинами, которые позволяют в любой период года поддерживать в хранилище расчетный температурный режим. Использование наружного воздуха для охлаждения продукции сокращает сроки хранения, которые в этом случае зависят от климатической зоны размещения сооружения.

Эффективность поддержания температурного режима в охлаждаемых и неохлаждаемых хранилищах в значительной степени зависит от способа побуждения движения воздуха. По этому признаку хранилища подразделяют на здания с естественной и искусственной вентиляцией.



В первом случае циркуляция воздуха в помещении (а значит, и охлаждение продукции) осуществляется за счет взаимного перемещения воздушных масс, имеющих различную температуру. Во втором случае движение воздуха организовывается с помощью вентиляторов, воздуховодов и воздухораспределителей. Это позволяет целенаправленно и активно воздействовать на температуру продукта. Воздух может подаваться целенаправленно в насыпь (слой) продукции. Такая система вентиляции называется активной. Вентиляция помещений для хранения, при которой осуществляется только замена воздуха в свободном пространстве хранилищ, называется общеобменной.

По способу размещения продукции хранилища делятся на навалы (продукция размещается насыпью) и контейнерные (продукция размещается в контейнерах или ящиках).

По размещению относительно поверхности земли здания и сооружения для хранения подразделяют на наземные, полузаглубленные (заглубленные в грунт до половины высоты) и заглубленные. Особую группу составляют хранилища, представляющие собой одноэтажные здания с подвалом.

Разнообразие типов хранилищ затрудняет их технологическую и экономическую оценку. Однако можно выделить основные группы показателей, по которым следует проводить описание и оценку хранилищ:

- общая характеристика хранилища;
- строительно-конструктивные показатели;
- система вентиляции;
- механизация работ по загрузке, выгрузке и товарной обработке продукции;
- контроль за режимом хранения;
- основные экономические показатели.

Общая характеристика хранилищ включает: описание хранилищ по виду хранящейся продукции, вместимости, коэффициенту использования объема помещения; оценку местоположения. Здесь же указывают наименование проектной организации, номер типового проекта, год возведения хранилища.

Важным экономическим показателем хранения является коэффициент использования объема хранилищ. Он показывает отношение объема помещения к загрузочной вместимости ( $m^3/t$ ). Чем ниже значение коэффициента, тем более эффективно используется объем хранилища. Так, коэффициент использования объема при хранении карто-

феля в контейнерах равен 8–10, в закромах – 5–7, навалом без разделения на закрома – 3–4.

В характеристике местоположения хранилища указывают ориентацию по странам света, близость к местам производства и реализации продукции, наличие и состояние подъездных путей.

Наиболее важным конструктивно-строительным показателем является планировка хранилищ. Чаще всего закрома располагают вдоль продольных стен хранилищ, а посередине устраивают проезд или проход. Это позволяет использовать транспорт, доставляющий продукцию для загрузки и выгрузки продукции.

В плодохранилищах чаще всего встречается другая планировка: проезд устраивают сбоку от камер для хранения. Такой коридор с окнами используют для товарной обработки продукции.

Рассмотрение конструктивно-строительных особенностей хранилищ включает описание устройства стен, перекрытий, крыши, пола. При этом указывают материал, из которого они сооружены, толщину теплоизоляционного слоя, его марку, тип перекрытия.

При характеристике системы вентиляции указывают принцип ее действия. Характеризуя естественную вентиляцию, определяют сечение приточных и вытяжных труб и расстояние по вертикали между их входными отверстиями. Эти показатели позволяют сравнить эффективность работы системы естественной вентиляции в однотипных хранилищах. Основной характеристикой принудительной вентиляции является кратность воздухообмена, т. е. количество полных замен воздуха в хранилище на наружный в течение 1 ч. В современных хранилищах устанавливают вентиляторы такой производительности, чтобы обеспечить 20–30-кратный воздухообмен. В этом случае воздух в хранилище подается с помощью вентилятора, а удаляется по принципу естественной вентиляции.

При активном вентилировании воздух продувают через массу продукции снизу вверх. Во всей массе хранящихся картофеля или овощей устанавливаются одинаковые оптимальные условия, так как при этом способе воздух «омывает» каждый экземпляр штабеля продукции. Основным показателем системы активного вентилирования является удельная подача воздуха, т. е. то его количество, которое проходит через каждую тонну хранящейся продукции за 1 ч. В условиях Республики Беларусь удельная подача воздуха в картофеле- и корнеплодохранилищах должна быть 50–80 м<sup>3</sup>/(т·ч), в лукохранилищах – 70–100, в капустохранилищах – 100–120 м<sup>3</sup>/(т·ч). На равномерность

вентиляции влияют конструкция и размещение воздухораспределителей, высота слоя насыпи, скважность штабеля, наличие в продукции примесей.

Наибольшее распространение получили две системы механизации загрузки и выгрузки продукции в хранилищах: применение транспортеров-загрузчиков при размещении продукции насыпью и штабелеров-погрузчиков при тарном хранении продукции. В современных хранилищах установлены машины и поточные линии по товарной обработке, фасовке и упаковке плодоовощной продукции. При характеристике системы механизации работ в хранилище описывают организацию работ по загрузке и выгрузке плодов и овощей: способ доставки, фронт разгрузки, продолжительность полной загрузки хранилища. Здесь указывают также марки и производительность машин и поточных линий, количество обслуживающего персонала.

При описании средств контроля и регулирования режима хранения указывают количество и место размещения в хранилище термометров, термодатчиков, психрометров, газоанализаторов, разбирают порядок записи измерений этих показателей в журнал.

Дальнейшую оценку хранилищ проводят по следующим экономическим показателям: проектная и фактическая стоимость строительства хранилища с указанием стоимости здания, системы вентиляции и механизации, внутреннего оборудования в расчете на вместимость хранилища (на 1 т и на 1 м<sup>3</sup> помещения); затраты труда по загрузке и выгрузке продукции по расчетным и фактическим данным; потери продукции за период хранения, в том числе убыль массы.

Технико-экономическую оценку различных хранилищ можно провести также по следующим показателям: коэффициент использования объема помещений для хранения; рабочая площадь, приходящаяся на 1 т хранящейся продукции, капитальные затраты на строительство хранилища, приходящиеся на 1 т закладываемой продукции, и т. п.

**Задание.** Проанализировать конкретное хранилище, дать оценку по различным показателям.

**Материалы и оборудование:** проекты плодо- и овощехранилищ, справочный материал.

**Ход выполнения.** Посетить хранилище на сельскохозяйственном предприятии, изучить проект хранилища, определить основные параметры сооружения, проанализировать состав технологического оборудования. На основании собранных данных дать описание хранилища, привести схему хранилища.

## Лабораторная работа 1.17. Расчет вентиляции хранилища

**Цель работы:** освоить методику расчета вентиляции хранилища.

Вентиляция является действенным средством регулирования условий для хранения плодов и овощей. В современных хранилищах применяют различные ее системы: естественную, принудительную, активную.

Чтобы не затруднять и без того слабое движение воздуха при естественной вентиляции, приточные и вытяжные трубы делают с гладкими внутренними стенками. Вытяжные трубы монтируют в коньке перекрытия, где собирается теплый и влажный (отработанный) воздух. Нижний конец труб не должен выступать внутрь хранилища, иначе воздух в верхнем ярусе будет застаиваться. Верхний конец труб поднимают над перекрытием как можно выше, чтобы тяга была больше. Вентиляционные трубы хорошо утепляют. Вытяжные трубы рекомендуется делать двухслойными с прокладкой между досками теплоизоляционного материала, чтобы в них не происходила конденсация паров и вода не стекала в хранилище. Вентиляционные трубы оборудуют заслонками или клапанами. С наступлением морозов заслонки приточных труб закрывают, а снаружи трубы затыкают мешковиной, соломой или другим материалом. Клапанами вытяжных труб, которые с помощью тяг можно открывать и закрывать изнутри хранилища, иногда пользуются и зимой. Поэтому их тщательно подгоняют и утепляют.

Из-за разницы температур в штабеле хранящейся продукции при естественной вентиляции возможно отпотевание в верхнем слое. На увлажненных экземплярах продукции создаются благоприятные условия для прорастания спор микроорганизмов. Даже при пониженной температуре хранения может произойти порча продукции. Чтобы устранить отпотевание, штабель продукции укрывают каким-либо материалом, хорошо поглощающим влагу (стружками, соломой и т. д.). Когда он увлажняется, его заменяют.

Наиболее важной характеристикой естественной вентиляции является величина сечения приточных и вытяжных труб ( $S_{\text{прит}}$  и  $S_{\text{выт}}$ ) и соотношение этих показателей. Обычно сечение приточных труб бывает меньше, чем вытяжных, а в малых хранилищах приточные трубы вообще не устраивают. В таких хранилищах приток холодного воздуха осуществляется через неплотности в воротах, люках.

Основной показатель принудительной вентиляции – кратность воздухообмена. В хранилище объемом  $1000 \text{ м}^3$  подается в течение часа  $15000 \text{ м}^3$  воздуха, следовательно, обеспечивается 15-кратный воздухообмен. Если воздух подается в хранилище, то показатель воздухообмена берется со знаком «+»; если удаляется, то со знаком «-». Кратность воздухообмена при принудительной вентиляции устанавливается из расчета поддержания оптимальной для хранения данного вида плодов и овощей температуры и влажности воздуха. Обычно проектируется 15–30-кратный воздухообмен.

В современных типовых проектах картофеле- и овощехранилищ предусматривается главным образом система активного вентилирования. Это наиболее совершенная система вентиляции хранилищ, которая позволяет:

- осушить мокрые партии картофеля и овощей, убранных в дождливую погоду;
- ускорить дозревание овощей, образование защитных тканей на механически поврежденных клубнях картофеля;
- охладить продукцию и поддерживать в ее массе оптимальные условия хранения;
- предотвратить отпотевание продукции;
- увеличить слой загрузки, например, картофеля с 1,8–2,0 до 3,0–3,5 м и более.

Систему активного вентилирования рассчитывают исходя из необходимости выполнения наиболее важной задачи – быстрого охлаждения продукции в осенний период и поддержания оптимальных для хранения параметров среды в штабеле.

Суммарное количество удаляемого тепла обуславливается главным образом теплоемкостью и тепловыделением продукции. В точных расчетах учитываются тепловыделения от источников света и электродвигателей. Однако тепловыделения от этих источников малы и ими можно пренебречь.

Количество тепла ( $\Sigma Q$ , кДж), которое необходимо удалить при охлаждении продукции, в общем виде вычисляют по формуле

$$\Sigma Q = [c \cdot (t_n - t_k) + q \cdot \tau] \cdot m,$$

где  $c$  – теплоемкость продукции, кДж/(кг · °С);

$t_n$  – температура продукции в начале периода охлаждения, °С;

$t_k$  – температура продукции в конце периода охлаждения, °С;

$q$  – среднее тепловыделение продукции при средней температуре в период охлаждения, равной  $\frac{t_n + t_k}{2}$ , кДж/(кг · сут);

$\tau$  – период охлаждения, сут;

$m$  – масса охлаждаемой продукции, кг.

Теплоемкость плодов и овощей обусловлена в основном высоким содержанием в них воды, теплоемкость которой равна 4,1868 кДж/(кг · °С). Теплоемкость других веществ состава плодов и овощей по сравнению с водой невелика, к тому же во многих случаях не превышает 10 %. Поэтому для практических расчетов теплоемкость плодов и овощей принимают равной теплоемкости содержащейся в них воды. Так, если содержание воды в клубнях картофеля составляет 80 %, то теплоемкость его можно считать равной 3,3494 кДж/(кг · °С). Если содержание воды в кочанах капусты составляет 94 %, то ее теплоемкость ориентировочно равна 3,9346 кДж/(кг · °С). Интенсивность тепловыделения основных видов плодов и овощей приведена в табл. 35.

При расчетах производительности систем вентиляции учитывают и возможные изменения влажности и состава газовой среды, но основное значение имеет расчет поддержания оптимальной температуры хранения.

Количество воздуха ( $V$ , м<sup>3</sup>/сут), которое нужно пропустить через хранилище для удаления тепла, рассчитывают по формуле

$$V = \frac{\sum Q}{0,77 \cdot \Delta t \cdot \tau},$$

где  $\sum Q$  – количество тепла, которое нужно удалить, кДж;

0,77 – средняя теплоемкость воздуха, кДж/(м<sup>3</sup> · °С);

$\Delta t$  – разница температур воздуха, выходящего из хранилища и подаваемого в хранилище, °С;

$\tau$  – период охлаждения, сут.

Удельная подача воздуха (УПВ, м<sup>3</sup>/(т · ч)) рассчитывается по формуле

$$\text{УПВ} = \frac{V}{m \cdot 24},$$

где  $m$  – масса охлаждаемой продукции, т.

Таблица 35. Интенсивность тепловыделения основных видов плодов и овощей, кДж/(кг·сут)

Продукция	Температура хранения, °С					
	0	2	5	10	15	20
Картофель	0,92–2,26	0,92–2,09	1,05–1,67	1,41–1,88	1,67–3,18	2,09–3,76
Капуста:						
белокочанная	1,25–2,09	1,46–2,51	1,88–3,55	3,13–4,50	5,01–6,89	9,14–10,45
краснокочанная	1,25–1,59	1,34–2,09	1,88–2,09	2,51–3,34	4,39–5,01	8,78–1,03
савойская	3,97–5,43	5,01–5,85	6,48–7,52	13,37–15,67	22,36–25,29	33,44–37,62
брюссельская	4,18–5,85	4,80–6,69	9,19–11,70	14,42–19,64	21,53–25,50	42,22–44,72
цветная	2,09–5,43	3,00–6,06	4,59–6,68	10,65–11,91	16,72–22,33	26,33–34,69
Морковь	0,83–2,42	1,88–2,92	2,42–3,34	2,71–3,76	6,27–8,36	7,73–11,70
Свекла	1,00–1,67	1,25–2,42	2,71–2,92	4,38–5,22	6,06–10,03	12,74–18,39
Шпинат	5,22–7,10	6,68–10,24	11,07–17,13	17,97–22,96	36,57–45,14	54,34–77,33
Огурцы	1,63–1,75	1,67–2,09	2,09–2,92	4,38–5,22	8,15–10,45	13,16–15,04
Лук-репка	1,00–1,67	1,08–1,83	1,33–2,17	1,96–2,92	2,71–3,97	3,97–5,01
Лук-перо	30,05–4,59	5,01–9,61	11,07–13,16	23,61–24,66	36,15–41,59	46,81–50,99
Чеснок	1,88	2,70	3,97	6,06	11,07	13,16
Томаты	1,17–1,50	1,37–1,67	1,67–2,29	2,71–3,55	4,59–7,52	6,89–8,77
Дыни	1,17–1,67	1,50–2,00	1,88–2,29	3,55–3,97	4,59–6,06	8,15–8,77
Салат	2,71–3,34	2,92–3,76	3,55–4,83	6,06–8,77	9,40–16,30	21,73–29,26
Редька	1,58–2,29	1,58–2,50	1,75–3,34	4,80–5,85	8,56–10,03	14,63–15,46
Яблоки:						
поздние	0,45–0,91	0,91–1,17	1,17–1,42	1,75–2,67	2,38–5,01	3,76–6,18
ранние	0,83–1,58	1,21–1,79	1,33–2,71	3,51–5,22	4,59–7,94	5,05–10,65
Груши:						
поздние	0,66–0,91	0,91–1,92	1,50–3,59	2,00–4,76	7,10–10,86	8,15–18,81
ранние	0,66–1,25	1,12–2,25	1,88–3,97	2,50–5,43	8,77–13,79	10,03–22,99

Продукция	Температура хранения, °С					
	0	2	5	10	15	20
Виноград	0,41–0,83	1,00–1,46	1,42–2,09	2,04–3,13	3,09–4,18	4,18–6,68
Апельсины	0,41–0,91	0,54–1,08	0,91–1,63	1,79–3,00	3,13–4,76	5,81–5,93
Лимоны	0,50–0,83	0,62–1,12	0,91–1,67	1,46–2,80	2,04–4,05	2,67–5,01
Абрикосы	1,33–1,46	1,63–2,29	2,84–4,80	5,35–8,77	7,31–13,37	11,70–17,13
Персики	1,08–1,63	1,50–1,88	2,17–3,51	5,55–7,90	7,52–11,36	12,12–15,76
Сливы	1,58–1,83	1,92–3,00	3,21–5,64	5,39–10,86	7,10–16,09	12,12–20,27
Вишня	1,33–1,83	1,50–2,67	2,38–3,88	3,30–8,56	6,89–14,21	13,37–19,01
Земляника	2,92–4,01	3,46–5,47	3,80–7,94	7,73–15,42	11,28–20,90	15,04–25,91
Бананы	–	–	3,42–5,05	5,60–10,11	7,52–14,25	8,15–20,90



Теоретическими расчетами и опытом эксплуатации хранилищ установлены следующие удельные подачи воздуха ( $\text{м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$ ) систем активного вентилирования: картофелехранилищ – 50–60, корнеплодохранилищ – 40–60, капустохранилищ – 80–100, лукохранилищ – 70–100.

Исходя из этих показателей, рассчитывают производительность вентиляторов и подбирают их типы, подходящие по конструкции и параметрам, выпускаемые промышленностью.

**Задание.** Рассчитать количество тепла, которое следует удалить из хранилищ для различных видов продукции, и необходимую для этого производительность вентиляции (УПВ).

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход выполнения.** Произвести расчеты по заданию преподавателя, результаты внести в табл. 36.

Таблица 36. Расчет вентиляции хранилища

Продукция	Масса продукции $m$ , кг	Теплоемкость продукции $c$ , кДж/(кг·°С)	Период охлаждения $\tau$ , сут	Температура продукции, °С		Тепловыделение продукции $q$ , кДж/(кг·сут)	Количество тепла, которое нужно удалить, $\sum Q$ , кДж	Количество воздуха для удаления тепла $V$ , $\text{м}^3/\text{сут}$	Удельная подача воздуха (УПВ), $\text{м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$
				начальная $t_n$	конечная $t_k$				

### Лабораторная работа 1.18. Расчет параметров полевого способа хранения картофеля и овощей

**Цель работы:** изучить правила хранения картофеля и овощей в типовых буртах.

Бурт – это валообразная насыпь картофеля или овощей, уложенная на грунт (на поверхности земли или в неглубоком котловане) и укрытая каким-либо термо- и гидроизоляционным материалом. При соблюдении всех правил закладки продукции в бурты и надлежащем уходе за ними хранение может быть вполне успешным.

Площадь для размещения буртов определяют исходя из вместимости одного бурта и площади, которую он занимает. Вместимость одного бурта равна произведению его объема на массу  $1 \text{ м}^3$  продукции (табл. 37).

Таблица 37. Средняя масса  $1 \text{ м}^3$  овощной продукции, кг

Наименование продукции	Объемная масса
Картофель	650
Капуста белокочанная	400
Свекла	600
Морковь	560
Лук	560
Чеснок	420

Объем бурта определяют по формулам простейших геометрических тел. Котлованы уподобляются параллелепипеду или призме с основанием в виде трапеций, наземная часть буртов – призма с основанием в виде равнобедренного треугольника.

Объем наземного бурта (без котлована) вычисляют по формуле

$$O = \frac{D \cdot Ш \cdot В}{2},$$

а общий объем бурта с котлованом – по формуле

$$O = \frac{D \cdot Ш \cdot В}{2} + D \cdot Ш \cdot Г,$$

где  $O$  – объем бурта,  $\text{м}^3$ ;

$D$  – длина бурта, м;

$Ш$  – ширина бурта, м;

$В$  – высота бурта, м;

$Г$  – глубина котлована, м.

Высоту бурта (при угле естественного откоса около  $45^\circ$ ) можно определить по формуле

$$В = Б \cdot 0,7,$$

где  $Б$  – длина боковой стороны бурта, м, определяемая по формуле

$$Б = \frac{Ш}{1,4}.$$

При определении вместимости буртов вносят поправку на торцевой откос штабеля, поэтому длину бурта, измеренную по основанию, при вычислении наземной части уменьшают на один метр. Кроме того, при расчетах объема продукции в бурте учитывают объем, занимаемый вентиляционными трубами, для этого объем бурта уменьшают на 3–5 %.

Определение размера бурта с естественной вентиляцией необходимо начинать с расчета коэффициента удельной вентиляционной поверхности  $K_v$ . Данный коэффициент показывает состояние хранимой в бурте продукции. Для вычисления коэффициента находят площадь всех сторон, через которые может осуществляться вентиляция ( $\Pi$ ,  $m^2$ ), и делят на объем, занимаемый продукцией ( $O$ ,  $m^3$ ):

$$K_v = \frac{\Pi}{O}.$$

Размеры бурта будут оптимальными, если коэффициент удельной вентиляционной поверхности будет равен величинам, указанным в табл. 38.

**Таблица 38. Коэффициенты удельной вентиляционной поверхности, необходимые для хранения в условиях естественной вентиляции**

Продукция	Коэффициент удельной вентиляционной поверхности
Картофель продовольственный:	
лежкие сорта	2,65
слаболежкие сорта	3,00
Картофель семенной:	
лежкие сорта	3,00
слаболежкие сорта	4,00
Свекла	3,00
Брюква	3,20
Морковь лежких сортов, петрушка, рапс, сельдерей	7,50
Белокочанная капуста:	
продовольственная	4,33
маточники	6,00
Лук репчатый (продовольственный), маточник, выборки:	
лежкие сорта	12,00
менее лежкие сорта	17,00
Лук-севок лежких сортов	20,00 и более

**Задание.** Рассчитать массу продукции в буре и коэффициент удельной вентиляционной поверхности.

**Материалы и оборудование:** справочные материалы.

**Ход выполнения.** По заданию преподавателя рассчитать количество продукции в буре и коэффициент удельной вентиляционной поверхности. Оценить условия хранения продукции. Результаты записать в табл. 39, 40.

Таблица 39. Расчет массы продукции в буре

Продукция	Размеры бурта, м				Объем бурта, м <sup>3</sup>	Масса продукции, т
	Ширина	Длина	Высота	Заглубление		

Таблица 40. Расчет коэффициента удельной вентиляционной поверхности

Продукция	Размеры бурта, м	Площадь вентилируемых граней, м <sup>2</sup>			Общая вентиляционная поверхность, м <sup>2</sup>	Загрузочный объем, м <sup>3</sup>	Коэффициент удельной вентиляционной поверхности
		боковых сторон	торца	верха и низа			

### Лабораторная работа 1.19. Определение убыли массы сочной продукции при хранении

**Цель работы:** изучить правила расчета величины убыли массы сочной продукции при хранении.

Величина убыли массы сочной продукции зависит от качества заложенного материала, сорта, степени механической поврежденности и условий хранения.

Убыль при хранении складывается из суммы нормируемых потерь, или естественной убыли (потери на дыхание и испарение), и сверхнормативных потерь (абсолютного отхода, технического брака, ростков).

*Абсолютный отход* представляет собой отдельные экземпляры продукции, полностью пораженные болезнями или с физиологическими расстройствами, т. е. непригодные части продукции. В отличие от естественной убыли, которую выражают в процентах к первоначальной массе партии продукции, абсолютный отход устанавливают в процентах к конечной массе.

*Технический брак* – это продукция, частично поврежденная при хранении болезнями и вредителями, подмороженная, сильно увядшая и т. д. После соответствующей подготовки ее можно использовать на переработку или на корм скоту. Величину технического брака определяют, как и абсолютный отход, в процентах к конечной массе при товароведном анализе в соответствии с действующими стандартами.

Под *естественной убылью* свежих плодов, овощей и картофеля понимают уменьшение их массы в процессе хранения вследствие потерь сухих веществ на дыхание и испарения влаги. В нормы естественной убыли не входят потери, образующиеся вследствие повреждения тары, а также брак и отходы, получаемые при хранении и товарной обработке. Нормы естественной убыли установлены на стандартные плоды, овощи и картофель. Они дифференцированы с учетом вида продукции, типа хранилища, режима и срока хранения (табл. 41).

Таблица 41. **Нормы естественной убыли сочной продукции, %**

Продукция	Способ хранения	Месяц хранения										
		сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль
Картофель	1	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
	2	1,3	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	1,8	2,0	–
	3	1,4	1,0	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	1,5	–	–
Свекла, редька,	1	1,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	–
	2	1,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,1	1,9	–
	3	1,5	1,0	0,7	0,6	0,3	0,3	0,6	0,9	2,0	–	–
Морковь	1	2,2	1,3	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	–
	2	2,3	2,0	1,3	0,8	0,7	0,8	1,0	1,2	2,4	–	–
	3	1,5	1,3	1,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	2,0	–	–
	4	1,2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	1,2	–	–
Капуста белокочанная (п)	1	–	2,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,8	1,8	–
	2	–	2,8	2,1	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	–	–	–
	3	–	2,8	1,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	–	–	–
Лук репчатый	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5
	2	1,7	1,2	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,7	–	–
Чеснок	1	1,6	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5
	2	3,0	2,0	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	–	–	–
Яблоки: осенние	1	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	–	–	–	–	–
	2	2,0	1,2	1,2	1,0	1,0	–	–	–	–	–	–
зимние	1	1,0	0,4	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	–
	2	1,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	–	–	–	–

Примечание. 1 – хранилище с искусственным охлаждением; 2 – хранилище без искусственного охлаждения; 3 – бург; 4 – хранение с переслойкой песком.

Установленные нормы являются предельными, и их применяют только в том случае, если при проверке фактического наличия продукции оказывается недостача по сравнению с учетными данными. Списывается естественная убыль только после инвентаризации продукции на основе соответствующего расчета. Размер фактической естественной убыли определяют по каждой партии отдельно, сопоставляя данные о количестве продукции при полном израсходовании партии или фактических остатков, выявленных при инвентаризации, с остатками по данным бухгалтерского учета. Предварительное списание естественной убыли не допускается.

Естественную убыль можно списывать только после инвентаризации продукции на основе соответствующего расчета. При хранении сочной продукции убыль исчисляют к средней массе за каждый месяц хранения. При меняющейся массе продукции среднемесячный остаток определяют по данным на 1, 11 и 21-е число отчетного месяца и 1-е число следующего месяца. При этом берется  $\frac{1}{2}$  остатка на 1-е число учитываемого месяца, полные остатки на 11, 21-е число того же месяца и  $\frac{1}{2}$  остатка на 1-е число последующего месяца. Затем сумма остатков делится на 3. Естественная убыль исчисляется в процентах к среднему остатку. Окончательный размер естественной убыли определяется как сумма ежемесячных начислений убыли.

Списание сверхнормативных потерь производится комиссией на основе специального акта, в котором указываются причины потерь. Сверхнормативные потери исчисляются в процентах к исходной массе продукции.

**Задание 1.** Рассчитать допустимую естественную убыль массы продукции при длительном хранении.

**Материалы и оборудование:** нормы убыли.

**Ход выполнения.** По заданию преподавателя рассчитать величину нормативной естественной убыли продукции при длительном хранении. Результаты занести в табл. 42.

Таблица 42. Расчет естественной убыли массы продукции при хранении

Месяц	Поступило продукции		Масса продукции при хранении		Средняя масса за месяц, т	Естественная убыль		Остаток на конец месяца, т
	дата	т	дата	т		%	т	

**Задание 2.** Определить размер и структуру убыли массы продукции при длительном хранении по заранее заложенным образцам.

**Материалы и оборудование:** образцы продукции после длительного хранения, весы.

**Ход выполнения.** Взвесить образцы продукции и определить естественную убыль по разнице массы пробы до и после хранения. Разобрать пробы и взвесить отдельно фракции: абсолютный отход, технический брак, ростки. Рассчитать выход товарной продукции. Результаты занести в табл. 43.

Таблица 43. **Определение размера и структуры убыли продукции при хранении**

Образец	Масса продукции, г		Потери								Выход товарной продукции, %		
			Естественная убыль		Абсолютный отход		Технический брак		Ростки			Общая убыль	
	до хранения	после хранения	г	%	г	%	г	%	г	%		г	%

## **Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

### **Лабораторная работа 2.1. Экспресс-оценка технологических качеств зерна методом спектрального анализа**

**Цель работы:** провести оценку качества зерна и семян различных культур методом спектрального анализа.

Во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и в растениеводстве, одной из главных задач является исследование состава и качества продукции. Эти сведения необходимы для определения стоимости продукции, идентификации и обнаружения фальсификации образцов, оптимизации технологического процесса (сокращение расхода сырья, повышение качества продукции). Далеко не всегда традиционные методы контроля качества отвечают современным требованиям из-за низкой производительности, высоких затрат времени при значительной доле ручного труда и применения химических реактивов, что определяет высокую стоимость анализов.

Для решения данной проблемы в настоящее время все чаще используют методы, основанные на спектральном анализе в ближней инфракрасной (БИК) области, которые широко применяются во многих странах мира для оперативного (экспрессного) анализа целого ряда показателей качества сельскохозяйственной продукции. Инструментальной базой спектрального анализа являются специальные приборы: инфракрасные анализаторы (ИК-анализаторы) и спектрофотометры. Метод спектроскопии основан на том, что спектры поглощения молекул являются характерными для каждого вещества, а интенсивность поглощения связана с содержанием данного вещества в облучаемом объекте. Метод требует минимальной подготовки проб. Процесс ИК-анализа сводится к заполнению кюветы исследуемым материалом, установке ее в измерительную камеру прибора и получению результата в требуемых единицах измерения. Непосредственно процесс измерения и расчетов занимает от 5 с до 2 мин в зависимости от конструкции прибора, характера объекта и вида анализа.

В мировой практике ИК-анализаторы достаточно широко используются для анализа качества сельхозпродукции: зерна, семян масличных и бобовых культур, продуктов их переработки (муки, комбикормов и т. д.). Так, анализ зерна пшеницы позволяет оперативно определить его влажность, содержание протеина, сырой и сухой клейковины,



а также актуальные на мировом рынке показатель силы муки, индекс Зелени (седиментации).

Во многих странах для определения силы муки используется интегрированный показатель  $W$ . Европейские производители указывают это значение на пачках с мукой. Чем выше показатель  $W$ , тем дольше может ферментироваться тесто, что даст выпечке более насыщенный вкус.

Сила муки характеризуется двумя основными свойствами: влагопоглощение и газодержание. Данный показатель измеряется при помощи альвеографа. В зависимости от того, из какой пшеницы была изготовлена мука, этот показатель может достигать 500 ед. и более.

Сильная мука при замесе теста хорошо поглощает жидкость и хорошо удерживает в тесте углекислый газ, который появляется в процессе брожения. Таким образом, изделия, приготовленные из сильной муки, хорошо поднимаются и имеют высокую пористость. Мука считается сильной при показателе  $W$ , равном 350 ед. и более.

Слабая мука значительно хуже поглощает влагу и слабо удерживает углекислый газ при замесе, а блюда, приготовленные из такой муки, имеют малый объем. Значение  $W$  составляет 100–150 ед. Слабую муку рекомендуется использовать для недрожевого теста и кондитерских изделий, например песочного или слоеного теста.

Среднюю по силе муку ( $W = 200\text{--}300$ ) используют для приготовления хлеба с недлительным процессом брожения.

Индекс Зелени (седиментации) является комплексным показателем как количества, так и качества клейковины. Это число, показывающее выраженный в кубических сантиметрах (или миллилитрах) объем осадка, полученного при определенных условиях из суспензии испытуемой муки, выработанной из пшеницы, в растворе молочной кислоты. Показатель основывается на способности белка, содержащегося в муке, разбухать в кислой среде. Чем лучше набухание клейковины, тем выше число седиментации (табл. 44). Этот параметр на практике выражается в объемах выпечки.

Таблица 44. Значение индекса седиментации для пшеницы

Значение индекса седиментации, мл	Качество зерна (муки)
Менее 20	Неудовлетворительное
20–34	Удовлетворительное
35–50	Хорошее
Более 50	Очень хорошее

Индекс седиментации позволяет определить ценность пшеницы и ее целевое назначение на этапе заготовки, также этот показатель используют для оценки качества зерна в селекции. Из зерна с высоким показателем седиментации производится мука, которая является идеальной для производства хлебобулочных изделий высокого качества. Показатель замедленной седиментации позволяет определить поврежденность муки.

**Задание.** Провести оценку качества зерна и семян различных культур с помощью ИК-анализатора.

**Материалы и оборудование:** образцы зерна и семян, инфракрасный анализатор зерна и зернопродуктов.

**Ход выполнения.** Для выполнения работы используется ИК-анализатор Infraneo Junior французской компании Chopin, в котором установлены калибровки для оценки качества пшеницы, ржи, ячменя, рапса, сои, кукурузы, льна, пшеничной муки, сухой клейковины, отрубей, шрота. Результаты анализа отображаются на сенсорном экране, сохраняются в памяти устройства, могут экспортироваться на съемный носитель или по сети, распечатываться на прилагающемся принтере.

Для включения анализатора необходимо нажать клавишу On/Off на задней панели. Прибор выполняет ряд команд для проверки правильности работы в течение примерно 15 с. Затем в течение 10 мин происходит предварительный нагрев аппарата, по окончании которого производится быстрая самонастройка сканера и открывается главное окно. Если в это время выдвижная ячейка для зерна (челнок) не была вставлена в прибор, на экране появится требование вставить ячейку. Ячейка (пустая) с легким усилием вставляется в отверстие в правой части прибора до захвата ее магнитом (до щелчка).

Для проведения анализа выдвижная ячейка заполняется исследуемым зерном (не ниже уровня боковых стекол), которое рекомендуется утрамбовать прилагающимся инструментом. В комплекте прибора имеются три выдвижные ячейки (челноки) различной ширины для мелкосемянных (лен, рапс), среднесемянных (зерновые) и крупносемянных (бобовые) культур, а также универсальный челнок с комплектом для работы с мелкодисперсными продуктами (мука и т. п.).

Ячейка с материалом вставляется в аппарат до захвата ее магнитом, на сенсорном экране в главном меню программы выбирается анализируемый продукт, нажимается кнопка «АНАЛИЗ». В появившемся окне вводится имя образца, комментарий (необязательно) и снова нажимается кнопка «АНАЛИЗ». По окончании теста результат появляется в

главном окне программы, челнок с материалом освобождается. Если принтер подключен и активирован, результат также распечатывается в виде чека.

По окончании анализа обобщить полученные результаты в виде табл. 45 и сделать выводы.

Таблица 45. Показатели качества зерна

Образец	Влажность, %	Содержание протеина, %	Содержание сырой клейковины, %	Содержание сухой клейковины, %	Сила муки W, ед.	Индекс Зелени, ед.

## **Лабораторная работа 2.2. Изучение изменения стекловидности зерна при холодном кондиционировании**

**Цель работы:** изучить влияние режимов холодного кондиционирования на изменения стекловидности зерна пшеницы и структуры эндосперма.

Кондиционирование зерна, обработка его водой и теплом перед размолотом производится с целью изменения его структурно-механических и биохимических свойств. В результате кондиционирования зерна улучшаются его мукомольные качества, так как оболочки становятся более вязкими и эластичными, чем эндосперм (что способствует более легкому их отделению), и хлебопекарные свойства муки вследствие воздействия тепла на белковый комплекс увлажненного зерна. Кроме того, клейковина становится более упругой, возрастает активность ферментов, что является положительным фактором при брожении теста. При холодном кондиционировании основными факторами, влияющими на изменение структурно-механических и биохимических свойств зерна, являются влага и продолжительность взаимодействия зерна с водой.

Стековидность зерна отражает особенности микроструктуры эндосперма. Она характерна обычно для пшеничного зерна. Однако этот показатель хорошо характеризует и свойства зерна ржи и тритикале. При формировании зерна в эндосперме накапливаются запасные питательные вещества, главным образом крахмал и белок. Крахмал формируется в виде гранул сферической, эллипсоидальной или ограненной формы, промежутки между которыми полностью или частично запол-

нены белковыми веществами, образующими матрицу для гранул крахмала и цементирующими их.

Зерно различных культур заметно отличается по крупности гранул крахмала. Крахмальные зерна настоящих хлебов имеют диаметр в пределах от 1 до 60 мкм, риса – от 2 до 10, сорго – от 4 до 12, гречихи – от 3 до 12, проса – от 0,5 до 5 мкм. У пшеницы эндосперм представлен в виде развитой белковой матрицы. У ржи связь крахмальных гранул с белковой матрицей непрочная, между гранулами не везде есть белковые прослойки. Крахмальные гранулы ячменя, так же как и гранулы пшеницы, плотно упакованы в белковую матрицу. Эндосперм овса характеризуется рыхлой микроструктурой, гранулы слабо связаны друг с другом и с белковой матрицей. У риса, гречихи и проса гранулы крахмала собраны в сложные образования. В зерне риса белок формируется в виде отдельных телец, также имеющих форму гранул размером 1–4 мкм, однако белка недостаточно для образования непрерывной матрицы. Этим обусловлена невысокая прочность его ядра.

Микроструктура крахмалистой части эндосперма имеет важное технологическое значение, особенно при сортовых помоях. Изменение исходных технологических свойств зерна в требуемом направлении является основной целью гидротермической обработки. Поступающее в подготовительное отделение зерно незначительно различается по структурно-механическим свойствам эндосперма и оболочек. Вследствие этого разделить их трудно и результаты переработки такого зерна невысокие.

В процессе проведения гидротермической обработки (ГТО) стремятся достичь больших различий в прочности эндосперма и оболочек, что существенно повысит эффективность технологического процесса переработки зерна. По мере поступления влаги внутрь зерновки в ней развиваются различные физико-химические процессы. Следствием их является изменение плотности зерна, его объема и стекловидности. Все это приводит к разрыхлению эндосперма. В нем образуются микротрещины вследствие особого механизма внутреннего переноса влаги и сложной структуры зерна. Эти изменения физико-химических свойств зерна обусловлены тремя основными факторами: набуханием белков, частичным гидролизом углеводов и белков вследствие активации ферментного комплекса зерна, разрушением исходной плотной структуры эндосперма, приводящим к микротрещинам. Но главным фактором разрыхления эндосперма является процесс образования микротрещин, который возникает вследствие особого механизма взаимо-

действия зерна с водой. В результате появления микротрещин стекловидность зерна снижается.

Изменение стекловидности зерновки может наблюдаться и при размещении скошенных хлебов в валках до обмолота, если зерно подвергалось воздействию увлажнения (выпадение осадков) – подсушивания (воздушно-солнечная сушка). Аналогичные изменения стекловидности могут наблюдаться при увлажнении – подсушивании зерна при размещении его на току до сушки. В связи с вышесказанным важно знать, как влияют различные факторы на стекловидность зерна.

**Задание.** Изучить изменение стекловидности зерна, подвергшегося воздействию неблагоприятных условий в период уборки и послеуборочной обработки, в процессе различной степени увлажнения и отволаживания.

**Материалы и оборудование:** образцы зерна пшеницы и тритикале, влагомеры, часы, лабораторная посуда, диафаноскоп, разборная доска, скальпель.

**Ход выполнения.** Определение стекловидности зерна проводят по стандартным методикам. Используют два метода: просмотр на диафаноскопе и осмотр поперечных срезов зерен. Для наглядности контроля изменений стекловидности регистрируют отдельно полностью стекловидные, полустекловидные и мучнистые зерна.

Для установления влияния степени увлажнения зерна и продолжительности его отволаживания на изменение стекловидности предварительно подготавливают по два образца зерна разной влажности. Кроме этого анализируется зерно с разной продолжительностью отволаживания (например, через 2, 4, 6, 8, 12, 14, 16 ч и т. д.). Регистрируя результаты развития процесса изменения стекловидности зерна с течением времени отволаживания, строят графики изменения этого показателя. Также графически отражают изменение стекловидности зерна при разной степени его увлажнения.

На основе полученных данных и построенных графиков определяют интенсивность происходящих в зерне преобразований по изменению структуры эндосперма.

Таким же образом проводят анализ образцов зерна различных культур, партий зерна, подвергшегося увлажнению – высушиванию в естественных условиях в валках в поле, в кучах на зернотоку.

Анализ изменения стекловидности каждого образца проводят двумя методами, сравнивая полученные результаты.

### Лабораторная работа 2.3. Изучение ассортимента и определение качества муки

**Цель работы:** ознакомиться с ассортиментом муки и основными показателями ее качества.

Под выходом муки понимают отношение массы полученной муки к массе зерна, поступившего на измельчение, выраженное в процентах. Каждый сорт муки различается зольностью и крупностью помола. Из пшеницы вырабатывают следующие сорта муки: крупчатку, высшего сорта, первого, второго, а также обойную. Из ржи и тритикале вырабатывают обойную, обдирную, сеяную муку.

Мука разных выходов и сортов различается питательностью и усвояемостью. Мука пшеничная высшего и первого сортов содержит меньше белков и витаминов, чем обойная и второго сорта. Мука обойная и второго сорта содержит большее количество минеральных веществ, витаминов группы В, каротина и клетчатки. Чем больше выход муки, тем ниже ее усвояемость.

*Крупчатка* вырабатывается при макаронном помоле пшеницы в результате уменьшения выхода муки высшего сорта в количестве до 10 %. Для этой муки характерны относительно крупные частицы с высокой их однородностью, высокое содержание белка и клейковины. Мука содержит до 0,15 % клетчатки, зольность ее не должна превышать 0,6 %.

Муку *высшего сорта* получают при трехсортном помоле с выходом 10–35 % и при двухсортном – с выходом 10–40 %. Она состоит из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма, отличается белым цветом, содержит 78–80 % крахмала, 10–14 % белков, выход сырой клейковины составляет примерно 28 %, зольность – не более 0,55 %. Мука содержит минимальное количество клетчатки – 0,10–0,15 %.

Мука *первого сорта* состоит из тонкоизмельченных частиц эндосперма и небольшого количества (3–4 % от массы муки) измельченных оболочечных частиц. Ее получают при односортном помоле с выходом 72 %, при двухсортном – с выходами 33–50, 40–60, 32–62 % и при трехсортном помоле с выходами 30–50 %. В муке первого сорта несколько больше сахаров (до 2 %) и жира (1 %), чем в муке высшего сорта, зольность ее не более 0,75 %, клетчатка (в среднем) составляет 0,27–0,30 %, крахмал (в среднем) – 75 %, выход сырой клейковины –

30 %, в ней относительно много (13–15 %) белка. Цвет муки от чисто-белого до белого с желтоватым или сероватым оттенком.

Муку *второго сорта* вырабатывают при одно-, двух- и трехсортных помолах. Она состоит из измельченных частиц эндосперма со значительной примесью (8–10 % от массы муки) оболочечных частиц. Мука содержит 70–72 % крахмала, 13–16 % белка, 1,5–2,0 % сахаров, около 2,0 % жира, 0,7 % клетчатки, зольность ее составляет 1,1–1,2 %, выход сырой клейковины – не менее 25 %. Цвет муки от светлого с желтоватым оттенком до более темного (серого и коричневатого). Эта мука обладает невысокими потребительскими свойствами, однако имеет большую биологическую ценность из-за высокого содержания витаминов, макро- и микроэлементов. Обойную муку получают при односортном помоле с выходом 96 %. Она сравнительно крупная и неоднородная по размеру частиц. Ее химический состав близок к составу зерна. Обойная мука обладает высокой влагоемкостью и сахаробразующей способностью.

Наиболее высокий по качеству сорт ржаной муки – *сеяная* мука. Она состоит из тонкоизмельченного эндосперма с небольшой примесью частиц алейронового слоя и оболочек. Получают ее при односортном (63%-ный выход) и двухсортном (выход 15–30 %) помоле. Эта мука богата крахмалом, содержит значительное количество водорастворимых веществ, небольшое количество белка (8–10 %) и немного клетчатки (0,3–0,5 %).

*Обдирную* ржаную муку вырабатывают при односортном помоле (выход 87 %) или при двухсортном (выход 50–65 %) после отбора сеяной муки. Она богата водорастворимыми веществами, сахарами, но содержит меньше белка (10–12 %) и клетчатки (0,9–1,1 %).

*Обойную* ржаную муку получают при односортном 95%-ном помоле. Она богата водорастворимыми веществами, сахарами, содержит больше по сравнению с сеяной мукой белка (12–14 %) и клетчатки (2,0–2,5 %). Зольность обойной муки несколько ниже зольности зерна, но значительно выше зольности сеяной муки.

**Задание.** Провести оценку качества муки разных сортов с помощью ИК-анализатора.

**Материалы и оборудование:** образцы муки, инфракрасный анализатор зерна и зернопродуктов.

**Ход выполнения.** Для выполнения работы используется ИК-анализатор Infraneo Junior французской компании Chorin. Принцип работы прибора описан в лабораторной работе 2.1. Для проведе-

ния анализа используется универсальный челнок с комплектом для работы с мелкодисперсными продуктами (мука, отруби и т. п.). В челнок вставляется картридж, заполненный исследуемым образцом муки.

По окончании анализа заполнить табл. 46 и сделать выводы.

Таблица 46. Показатели качества муки

Показатель	Образец		
	1	2	3
Влажность, %			
Содержание протеина, %			
Содержание золы, %			
Содержание сырой клейковины, %			
Белизна, ед.			
Водопоглощительная способность (ВПС), %			
Индекс Зелени, ед.			
Сила муки $W$ , ед.			

#### Лабораторная работа 2.4. Подбор и расчет состава помольной смеси

**Цель работы:** ознакомиться с методикой подбора и определения состава помольной смеси.

Формирование помольных смесей перед измельчением позволяет рационально использовать партии зерна повышенного качества (твердые и сильные пшеницы). Смешивание зерна разных партий перед размолотом позволяет также частично использовать зерно пониженного продовольственного качества, при отдельной переработке которого нельзя получить муку, соответствующую требованиям государственных стандартов. Эффективность смешивания заключается в повышении стабильности технологических свойств зерна. При составлении помольной смеси может проводиться корректировка по одному или нескольким показателям качества зерна: содержанию клейковины, стекловидности, зольности, качеству клейковины и др. Состав помольной смеси определяют расчетным путем, основываясь на качестве зерна. Обычно помольную смесь составляют из двух-трех компонентов. Кроме того, смешивание партий зерна, характеризующихся разными технологическими свойствами, повышает эффективность технологического процесса. Операцию смешивания партий зерна проводят после основного отволаживания. Под закромами для отволаживания



устанавливают дозаторы и шнековые смесители. Чаще всего смешивание осуществляется на элеваторах.

**Задание.** На основании задания преподавателя обосновать и рассчитать состав помольной смеси.

**Материалы и оборудование:** стандарты на зерно, справочная литература.

**Ход выполнения.** При формировании помольной смеси из двух компонентов составляют следующее уравнение:

$$M \cdot \bar{X} = m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2, \quad M = m_1 + m_2.$$

Отсюда находят массу исходных компонентов:

$$m_1 = \frac{M \cdot (\bar{X} - x_2)}{x_1 - x_2}, \quad m_2 = M - m_1,$$

где  $M$  – масса итоговой помольной смеси, т;

$\bar{X}$  – средневзвешенное значение показателя качества зерна;

$m_1, m_2$  – масса отдельных компонентов помольной смеси, т;

$x_1, x_2$  – индивидуальное значение показателя качества зерна для каждого из компонентов смеси.

Проверяют правильность расчета, определяя средневзвешенное значение стекловидности для полученной помольной партии:

$$\bar{X} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2}{M}.$$

Для помольной партии из трех компонентов расчеты состава ее смеси могут быть произведены лишь при условии равенства масс двух из них. В таком случае, приняв  $m_2 = m_3$ , получим:

$$m_1 = M \cdot \left( \bar{X} - \frac{x_2 + x_3}{2} \right) : \left( x_1 - \frac{x_2 + x_3}{2} \right),$$

$$m_2 = m_3 = \frac{M - m_1}{2}.$$

Провести расчеты в соответствии с выданным заданием и сделать собственные выводы.

## Лабораторная работа 2.5. Изучение ассортимента и определение выхода крупы

**Цель работы:** изучить ассортимент крупы и определить ее выход.

Крупа является вторым по значимости после муки продуктом питания. Она характеризуется высокой питательностью и хорошей усвояемостью белков и углеводов зерна. Предпочтительнее крупы из гречихи, риса, овса и бобовых, поскольку их белки обладают повышенной биологической ценностью. При учете пищевой ценности крупы как продукта повседневного потребления принимается во внимание не только общее количество в ней белка, но и его качественный состав, т. е. содержание незаменимых аминокислот. По содержанию метионина, треонина и лизина первое место занимает крупа из гречихи, затем из риса, ячменя, проса и кукурузы.

Ассортимент крупы весьма разнообразен, что объясняется использованием для ее производства многих зерновых культур и применением различных способов механической и гидротермической обработки.

По виду крупы различаются в зависимости от культуры, из зерна которой они получены: гречневая, рисовая, овсяная, ячневая, пшеничная, кукурузная и др. (табл. 47).

Таблица 47. Виды круп

Культура	Виды крупы
Гречиха	Ядрица первого и второго сортов, продел
Овес	Овсяная недробленая первого и второго сортов, овсяная дробленая, толокно, хлопья «Геркулес»
Ячмень	Перловая пяти номеров, ячневая трех номеров, ячменная плющенная
Горох	Горох целый и колотый первого и второго сортов, горох полированный
Пшеница	Манная, «Полтавская», «Артек», булгур
Просо	Пшено шлифованное первого, второго и третьего сортов
Кукуруза	Крупа шлифованная пятиномерная, крупа крупная для хлопьев, крупа мелкая для палочек, воздушная кукуруза
Рис	Крупа шлифованная и полированная высшего, первого, второго и третьего сортов, крупа дробленая, рисовые хлопья, рис воздушный

Крупа может быть цельной, дробленой и плющенной.

Цельная крупа бывает нешлифованной, шлифованной и полированной; дробленая – нешлифованной и шлифованной.

Крупа той или иной разновидности подразделяется на более мелкие классификационные группы: сорта (по чистоте), номера (по размеру частиц), марки (в зависимости от типа зерна).

В настоящее время на крупозаводах для производства крупы, как правило, используются восемь – десять зерновых и зернобобовых культур. Три культуры – гречиху, просо и рис – называют собственно крупяными, так как они используются в основном для производства крупы. Кроме того, крупу вырабатывают из зерна ячменя, овса, пшеницы, гороха, кукурузы, а в некоторых регионах – из чечевицы и чумизы.

**Задание.** Изучить ассортимент крупы. Оценить органолептические показатели основных видов круп в сравнении с требованиями государственных стандартов. Определить выход крупы из зерна гречихи (ячменя) при разных режимах работы оборудования (зазор, время).

**Материалы и оборудование:** ассортимент крупы, стандарты на продукцию, крупорушка, лабораторный шелушитель, зерно гречихи, ячменя, набор сит, весы, мерные емкости.

**Ход выполнения.** Анализируя образцы крупы, устанавливают органолептические показатели качества и сравнивают с требованиями стандартов на продукцию.

Для определения выхода крупы на примере гречихи подготовленное зерно сортируют по размеру на фракции. Каждую фракцию обрабатывают на шелушильной установке отдельно. Зерно взвешивают до шелушения. Отдельным вариантом изучается выход крупы из зерна, прошедшего гидротермическую обработку. Устанавливается зазор на шелушильной установке и производится шелушение. Полученную смесь продуктов разделяют на наборе лабораторных сит, взвешивают и рассчитывают выход в процентах по фракциям: целое ядро (ядрица), дробленое ядро (продел), лузга, мучка кормовая. Выход крупы (В) определяется по формуле

$$B = \frac{m_k}{m_3} \cdot 100,$$

где  $m_k$  – масса крупы после шелушения, г;

$m_3$  – масса подготовленного зерна, поступившего на шелушение, г.

При определении выхода крупы из зерна ячменя используется универсальный лабораторный шелушитель зерна УШЗ-1, удаляющий оболочку зерна методом шлифования. Для работы выделяют навеску предварительно очищенного от примесей зерна массой 50–100 г (не более 200 мл) и засыпают в приемную камеру. Затем устанавливают время шелушения следующим образом:

– нажать кнопку «УСТАНОВКА»;

– когда на табло начнут мигать первые две цифры (количество минут), кнопками «+» и «–» установить необходимое количество минут (2–5 мин в зависимости от массы навески);

– нажать кнопку «УСТАНОВКА»;

– когда на табло начнут мигать следующие две цифры (количество секунд), кнопками «+» и «–» установить необходимое количество секунд;

– нажать кнопку «УСТАНОВКА».

После того как цифры перестанут мигать, нажать кнопку «ПУСК». По окончании заданного времени прозвучит сигнал. Необходимо отключить прибор, открыть дверцы шелушильной камеры и очистить сито кистью, вынуть заслонку под шелушильной камерой, чтобы крупа высыпалась в центральный контейнер. В боковых контейнерах скапливаются побочные продукты шелушения (мучка). Выход крупы определяется по вышеуказанной формуле.

Операцию провести с различным временем шелушения. Результаты внести в табл. 48.

Таблица 48. Выход крупы и побочных продуктов

Культура (образец)	Масса зерна, г	Время шелушения, мин	Крупа		Лузга		Мучка	
			г	%	г	%	г	%

### Лабораторная работа 2.6. Определение пленчатости и содержания ядра у зерна овса

**Цель работы:** провести оценку качества зерна овса и установить его пригодность для производства крупы.

Партии зерна, поступающие на предприятия перерабатывающей промышленности, могут существенно различаться по технологическим свойствам, которые характеризуются в итоге выходом и качеством получаемой продукции. Технологические свойства зерна зависят от многих факторов: морфологических и биологических особенностей культуры и сорта, применяемых технологий производства и послеуборочной обработки зерна, условий внешней среды, подготовки зерна к переработке. На технологические свойства зерна оказывают существенное влияние показатели его качества, которые можно условно разделить на две группы: характеризующие общее состояние партии

(влажность, засоренность, свежесть, крупность) и присущие данной культуре (форма зерна, прочность ядра и др.).

Важным показателем зерна, предназначенного для производства крупы, является его *пленчатость*. Зерно с явно выраженными цветковыми или плодовыми оболочками называют пленчатым. К таким культурам относят ячмень, овес, гречиху, рис. Под пленчатостью понимают удельную массу оболочек по отношению к массе чистого без примесей зерна.

Важное значение в крупяном производстве имеет также такой показатель, как *содержание ядра*. Этот показатель характеризует содержание ядра в процентах по отношению к зерну (учитывается вместе с присутствующей примесью). Содержание ядра показывает, сколько крупы можно получить при переработке данной партии зерна овса. Содержание ядра в партии зерна будет тем больше, чем меньше содержится в ней примесей и мелкого зерна и чем меньше пленчатость овса. В овсе крупяном содержание ядра должно быть не менее 62 %.

В крупяном производстве важное значение также имеют такие показатели, как выравненность, однородность, стекловидность, окраска плодовых и семенных оболочек, натура зерна.

Выравненной считается партия, в которой зерна имеют близкие размеры. Эффективность переработки выравненного зерна значительно выше, проще устанавливать режимы работы зерноочистительных и шелушильных машин.

Разные типы зерна и сорта культурных растений характеризуются разными свойствами. Смешивать разные партии зерна нежелательно, так как эффективность их переработки снижается.

Стекловидность зерна характеризует его технологические и потребительские качества. Стекловидное зерно содержит больше белков. Зерно со стекловидным эндоспермом обладает высокой прочностью, меньше разрушается при шелушении и шлифовании. При производстве крупы из такого зерна получается меньше мучки и дробленки.

Чем интенсивнее окраска оболочек, тем больше усилий требуется для обработки ядра, что повышает его дробление.

Натура характеризует объемную массу зерна и его выполненность. При переработке зерна с более высокой натурой повышается выход крупы. Рекомендуется иметь натуру зерна: для пшеницы – не менее 775 г/л, для овса – не менее 490, для ячменя – не менее 630 г/л.

**Задание.** Определить пленчатость и содержание ядра у зерна овса.

**Материалы и оборудование:** образцы зерна овса, набор лабораторных сит, весы, разборная доска, шпатель, пинцеты.

**Ход выполнения.** Навеску овса массой 50 г просеивают через сита с отверстиями размерами 1,8×20 и 1,5×20 мм. Из прохода через сито с отверстиями диаметром 1,8 мм и схода с сита с отверстиями диаметром 1,5 мм выделяют сорную и зерновую примеси. Весь оставшийся проход через сито с отверстиями 1,8 мм считают мелким зерном. Проход через сито с отверстиями размером 1,5 мм относится к сорной примеси. Результаты определения прохода мелких зерен в документах о качестве зерна проставляются с точностью до 0,1 %.

Содержание мелких зерен ( $X$ ) в партии овса рассчитывается по формуле

$$X = \frac{m \cdot 100}{M},$$

где  $m$  – масса мелких зерен (проход через сито с отверстиями 1,8×20 мм), г;

$M$  – масса зерна, оставшегося в навеске после освобождения его от сорной и зерновой примесей, г.

Для определения пленчатости овса основное зерно, оставшееся после определения засоренности и содержания мелких зерен (остаток на сите с отверстиями 1,8×20 мм), тщательно перемешивают на разборной доске и из разных мест отбирают две навески целых зерен по 5 г каждая. Навески взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Выделенные зерна шелушат вручную. Для этого зерно укладывают на указательный палец левой руки, большим пальцем выдают со стороны зародыша ядро, которое берут пинцетом, находящимся в правой руке. Пленки взвешивают отдельно по каждой навеске. Пленчатость выражают в процентах к массе взятой навески, для чего массу пленок умножают на 20. Расхождение между двумя параллельными определениями допускается не более 1 %.

Содержание ядра  $X_{\text{я}}$  определяется по формуле

$$X_{\text{я}} = \frac{[100 - (C_{\text{п}} + Z_{\text{п}} + M_3)] \cdot (100 - \Pi)}{100} + K \cdot O,$$

где  $C_{\text{п}}$  – содержание сорной примеси, %;

$Z_{\text{п}}$  – содержание зерновой примеси, %;

$M_3$  – содержание мелких зерен, %;

П – пленчатость зерна, %;

К – коэффициент использования шелушенных зерен (0,7);

О – содержание шелушенных зерен в сходе сит с отверстиями размером 1,8×20 мм.

Результаты определения пленчатости и содержания ядра выражают с точностью до 0,1 %.

После проведения анализа заполнить табл. 49 и сделать вывод о возможности использования данной партии для производства крупы.

Таблица 49. Показатели качества крупяного овса

Образец	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Содержание мелких зерен, %	Пленчатость, %	Содержание ядра, %

### Лабораторная работа 2.7. Приготовление пшеничного хлеба

**Цель работы:** изучить технологический процесс производства и рецептуру хлебобулочных изделий; ознакомиться с ассортиментом продукции.

Хлеб является важнейшим продуктом питания человека. Он содержит значительное количество белков и углеводов. Велика и энергетическая ценность хлеба. Используемое в хлебопечении сырье очень разнообразно. Его делят на две группы: основное и дополнительное. К основному сырью относят муку, воду, дрожжи или закваски, соль. Дополнительное сырье вводится в рецептуру для повышения пищевых достоинств хлеба: молоко, сахар, яйца, маргарин, масло, крахмальная патока, мед, орехи, пряности и др.

Технология производства хлебобулочных изделий состоит из следующих этапов: прием и хранение сырья, подготовка сырья к производству; приготовление теста и его разделка; выпечка и хранение хлеба. Каждый из этапов, в свою очередь, состоит из отдельных последовательно выполняемых производственных операций (рис. 5).

Традиционными способами производства пшеничного хлеба являются опарный и безопарный. Опарный способ производства – двухфазный. Сначала замешивается опара из части пшеничной муки (25–70 %), воды и всего количества дрожжей (0,5–2,0 %), которая подвергается брожению в течение 180–300 мин, а затем на выброженной опаре замешивается тесто, добавляется остальное сырье, необходимое по рецептуре. Тесто бродит 30–150 мин.

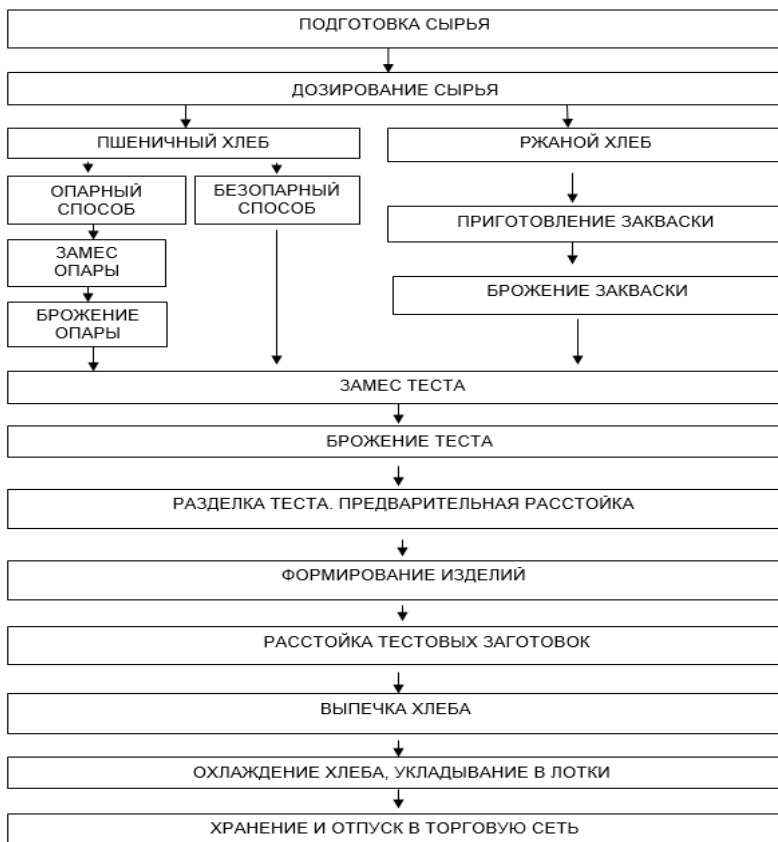


Рис. 5. Технологическая схема производства хлеба

При безопарном способе при замесе теста вносят все сырье, предусмотренное по рецептуре, в том числе и 2–3 % хлебопекарных прессованных дрожжей. Продолжительность брожения теста составляет 150–180 мин при температуре 28–30 °С.

При приготовлении ржаного теста важное значение имеет содержание в муке не белков, а пентозанов, крахмала и других углеводов. От них зависит водопоглощительная способность ржаной муки и вязкость теста – чрезвычайно важные показатели хлебопекарных достоинств ржи. Поэтому ржаное тесто не обладает свойством упругости и



легко расплывается, а во время выпечки в хлебе могут накапливаться в большом количестве декстрины, делающие мякиш липким, влажным на ощупь.

Приготовить ржаное тесто с удовлетворительными свойствами за один-два приема нельзя. Только многоступенчатое приготовление ржаного теста с многократным введением в него свежих порций муки в сочетании с длительным сроком брожения позволяет повысить его газодерживающую способность и формоустойчивость. Для замедления действия ферментов и улучшения физических свойств теста ржаной хлеб производится с повышенной кислотностью. В связи с этим ржаное тесто готовят, как правило, на заквасках, представляющих собой комплекс молочнокислых бактерий и дрожжей. Общее время приготовления ржаного теста составляет 10–12 ч и более.

**Задание.** Приготовить пшеничный хлеб в лабораторной хлебопечке безопасным способом.

**Материалы и оборудование:** пшеничная мука высшего сорта, хлебопекарные дрожжи, соль, сахар, растительное масло, вода, лабораторная хлебопечка, инструкция к хлебопечке.

**Ход выполнения.** Просеивают 2–3 раза муку через сито, воду подогревают до температуры 30–35 °С. Все ингредиенты помещают в форму хлебопечки в количестве, соответствующем выбранной рецептуре (см. инструкцию к хлебопечке). Сначала в форму необходимо влить воду, затем добавить соль, масло и примерно половину муки. После этого по поверхности муки рассыпают сухие дрожжи и сахар и добавляют остальное количество муки. Форму помещают в хлебопечку и закрепляют. После этого хлебопечку закрывают, включают в сеть, устанавливают нужный режим выпечки и нажимают кнопку «ПУСК» («START»). В хлебопечке автоматически производится замес теста, его брожение и расстойка, а затем выпечка. Весь процесс длится около 3 ч в зависимости от режима. По окончании выпечки и охлаждения хлеб извлекают из формы, из нижней части хлеба необходимо извлечь мешалку.

## **Лабораторная работа 2.8. Расчет питательности комбикормов**

**Цель работы:** научиться составлять рецептуру комбикорма для различных видов животных и рассчитывать их питательность.

В организации кормления сельскохозяйственных животных и птицы исключительно важное значение имеют комбикорма. Эффективное

ведение современного животноводства невозможно без использования концентратов. В настоящее время комбикормовые предприятия республики выпускают продукцию, состоящую из 10–12 компонентов, по 20–30 основным рецептам.

В связи с тем что производимые на государственных предприятиях комбикорма по-прежнему очень дороги и фактически недоступны многим хозяйствам, необходимо увеличивать производство объемных комбикормов для взрослого скота рядовых хозяйств в цехах сельскохозяйственных предприятий – там, где находится основная сырьевая база, а сложные микродобавки производить на госпредприятиях. В этом случае резко сокращаются затраты на транспортные работы, появляется возможность лучше использовать собственные наполнители.

Комбикорма представляют собой сложную однородную смесь различных кормовых средств, предварительно очищенных, измельченных до определенной крупности и подобранных по научно обоснованным рецептам для наиболее эффективного использования животными питательных веществ.

В зависимости от назначения различают полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, кормовые смеси, белково-витаминные добавки, премиксы, карбамидный концентрат.

*Комбикорма-концентраты* содержат повышенное количество сырого протеина, минеральных веществ и микродобавок. Их используют для кормления крупного рогатого скота и овец. Комбикорма-концентраты предназначаются для приготовления кормовых смесей совместно с зерновыми, сочными и грубыми кормами. В состав комбикормов-концентратов может входить зерновое сырье, жмыхи и шроты, корма животного происхождения, белковые продукты микробиологического синтеза (кормовые дрожжи, гаприн, эприн), витамины, минеральные добавки. В состав некоторых из них входят премиксы, ферменты и другие биологически активные вещества.

*Полнорационные комбикорма* полностью обеспечивают потребность определенного вида животных во всех необходимых питательных веществах. Их скармливают без добавок других видов кормов. Полнорационные комбикорма используют для кормления птицы, свиней, лошадей, крупного рогатого скота, нутрий. В качестве ингредиентов в их состав могут включать кроме традиционных зерновых компонентов (ячменя, овса, пшеницы, гороха, люпина) отходы мукомольной промышленности, костную, рыбную, мясо-костную муку, травяную муку, поваренную соль, кормовые фосфаты, премиксы.

*Кормовые смеси* представляют собой однородный продукт, который состоит из кормовых средств и не содержит полного набора питательных веществ для животных. Для взрослых жвачных животных кормовые смеси готовят из грубых кормов, используют зерновые отходы, мучки, шроты, минеральное сырье.

*Белково-витаминные добавки (БВД)* – это однородные смеси измельченных до необходимой крупности высокобелковых кормовых средств, микродобавок и витаминов. Они предназначены для производства комбикормов непосредственно в хозяйствах на основе собственного зернового сырья. Их вводят в состав основной зернофуражной смеси в количестве от 5 до 30 % по массе. Часть зерна при этом может быть заменена высококачественной травяной мукой, зерноотходами, отрубями. В состав БВД кроме традиционных высокобелковых концентратов (жмыхов, шротов, кормовых дрожжей, мясо-костной и рыбной муки) включаются витамины А, D, группы В, биомидин, премиксы, микроэлементы, травяная мука, семена зернобобовых культур.

*Карбамидный концентрат* содержит около 600 г протеина в 1 кг. Его производят путем смешивания 75–85 % дробленого зерна (кукурузы, ячменя и др.) с 10–25 % карбамида и 5 % бентонита. В пресс-экструдере под воздействием высоких температур (135–160 °С) карбамид плавится и обволакивается желатинизированным крахмалом зерна. В таком виде скорость растворения его в рубце жвачных и гидролиз до аммиака замедляются, повышается эффективность использования для синтеза бактериального белка и восполнения дефицита протеина в кормлении животных.

В комбикорма для молочных коров его можно вводить в количестве 5–6 %, для крупного рогатого скота на откорме – до 12 % по массе. В комбикормах для крупного рогатого скота старше 6-месячного и овец старше 3-месячного возраста карбамидным концентратом можно частично или полностью заменять жмыхи, шроты и другие высокобелковые корма.

*Премиксы* представляют собой однородную смесь измельченных до необходимого размера биологически активных веществ, обеспечивающих наиболее полную усвояемость питательных веществ корма, повышающих устойчивость животных к заболеваниям, обеспечивающих высокое качество получаемых продуктов питания животного происхождения.

В состав премиксов входят витамины, микроэлементы, антибиотики, ферментные препараты, аминокислоты, вкусовые добавки и другие

биологически активные вещества; их перемешивают с наполнителем, в качестве которого обычно используют отруби, кормовые дрожжи, соевый шрот, зерно пшеницы тонкого помола в соотношении 1:9.

Норма ввода премикса в комбикорма составляет 1 % по массе, в БВД – в 4–5 раз выше.

*Заменители цельного молока (ЗЦМ)* – это специальные кормосмеси, приготовленные из высококачественных продуктов: сухого обезжиренного молока, сухой молочной сыворотки, животных и кулинарных жиров, растительных масел, витаминных и вкусовых добавок; применение их позволяет частично или полностью заменять цельное молоко при выращивании телят, поросят и ягнят. ЗЦМ выпускается в виде сухого порошка и перед скармливанием разбавляется теплой (50–60 °С) водой в соотношении 1,25:8,75. Температура готового ЗЦМ перед скармливанием должна быть 36–38 °С. Питательность 1 кг восстановленного ЗЦМ соответствует 1 кг цельного молока.

Питательная ценность комбикорма определяется рядом показателей, таких, как содержание кормовых единиц, обменной энергии, сырого и переваримого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, фосфора, кальция, натрия, ряда аминокислот.

Комбикорма вырабатывают с учетом вида и возраста животных по утвержденным рецептам. Нумерация рецептов имеет два числа (первое означает вид и группу животных, второе – порядковый номер рецепта). Рецепты (по первому числу) от 1 до 9 предназначены для кур, от 10 до 19 – для индеек, 20–29 – для уток, 30–39 – для гусей, 40–49 – для других видов птицы, 50–59 – для свиней, 60–69 – для крупного рогатого скота, 70–79 – для лошадей, 80–89 – для овец, 90–99 – для нутрий и кроликов, 100–109 – для пушных зверей, 110–119 – для рыбы, 120–129 – для лабораторных животных.

**Задание.** Рассчитать питательность комбикорма по заданной рецептуре.

**Материалы и оборудование:** справочный материал, стандарты.

**Ход выполнения.** В соответствии с выданным заданием выбирают рецептуру комбикорма для конкретного вида животных. Необходимо рассчитать питательную и биологическую ценность комбикорма. В соответствии с рецептурой устанавливают, какое количество каждого компонента находится в 100 кг комбикорма (по рецепту) и рассчитывают его питательность: содержание кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии.

Расчеты по всем видам сырья и полученные данные записать в табл. 50. Полученные результаты сравнить с требованиями стандарта.

Таблица 50. Расчет питательности комбикорма

Вид сырья	Рецепт комбикорма, %	Содержание в сырье кормовых единиц, к. ед.		Содержание в сырье сырого протеина, кг		Содержание в сырье обменной энергии, МДж	
		в 1 кг	в рецепте	в 1 кг	в рецепте	в 1 кг	в рецепте
Итого...		–		–		–	

### Лабораторная работа 2.9. Определение степени замачивания ячменя при производстве солода

**Цель работы:** изучить методики определения степени замачивания пивоваренного ячменя.

Производство солода включает несколько этапов: замачивание и соложение ячменя, сушка, отделение ростков и созревание солода. Влажность ячменя, который находится на хранении, составляет 14–15 %. Активные же жизненные процессы в зародыше начинаются при влажности 30 %, при 38 % ячмень прорастает быстро и равномерно, хорошее растворение эндосперма и накопление ферментов наблюдается при влажности 44–48 % и выше. Поэтому основная цель замачивания – увлажнение зерна до оптимальной для проращивания влажности.

Скорость замачивания в значительной степени зависит от температуры воды. Оптимальной считается температура 10–12 °С, так как при более низкой температуре сильно тормозится развитие зародыша, а при более высокой возрастает опасность инфицирования солода. Скорость замачивания зависит также от размера зерен. Крупное зерно замачивают дольше, чем мелкое.

При замачивании зерна выполняют следующие операции: мойку, удаление неполноценных зерен, дезинфекцию, увлажнение, которое сопровождается аэрированием и удалением образовавшегося диоксида углерода.

Существуют следующие способы замачивания:

1) водяной с воздушными паузами (6 ч в воде, 4 ч на воздухе в течение 48–72 ч) и без них;

2) воздушно-оросительный в различных модификациях в зависимости от сочетания между временем орошения и отлежки слоя зерна;

3) в непрерывном токе воды и воздуха – в течение 36 ч.

Степень замачивания ячменя должна быть в пределах 45–50 %.

**Задание.** Определить степень замачивания пивоваренного ячменя по массе 1000 зерен и с помощью сетчатого стакана.

**Материалы и оборудование:** образцы зерна пивоваренных сортов ячменя, весы, шпатели, влагомер, стакан сетчатый.

**Ход выполнения.** *Определение степени замачивания по массе 1000 зерен.* Определяют исходную влажность образца пивоваренного ячменя при помощи влагомера. На весах определяют массу 1000 зерен ячменя до замачивания и после. Степень замачивания ( $W_3$ , %) определяют по формуле

$$W_3 = 100 - \frac{a}{b} \cdot (100 - V),$$

где  $a$  – масса 1000 зерен ячменя до замачивания, г;

$b$  – масса 1000 зерен ячменя после замачивания, г;

$V$  – влажность ячменя до замачивания, %.

*Определение степени замачивания ячменя с помощью сетчатого стакана.* В предварительно высушенный и взвешенный сетчатый стакан насыпают 100 г ячменя с известной влажностью, закрывают крышкой и ставят на замачивание в общей партии. По истечении срока замачивания стакан вынимают, встряхивают для удаления воды с поверхности зерен и стакана и просушивают ткань, затем взвешивают на весах. Степень замачивания ( $W_3$ , %) рассчитывают по формуле

$$W_3 = \frac{(a + V) \cdot 1000}{100 + a},$$

где  $a$  – увеличение массы стакана с зерном после замачивания, г;

$V$  – влажность ячменя до замачивания, %.

Сравнить результаты, полученные при определении степени замачивания ячменя различными методами. Сделать выводы.

## **Лабораторная работа 2.10. Приготовление квашеной капусты**

**Цель работы:** изучить технологию квашения капусты.

Микробиологические методы консервирования (квашение, соление овощей) основаны на образовании естественного консерванта – мо-

лочной кислоты, образующейся в результате сбраживания сахаров молочнокислыми бактериями. Образующаяся при брожении молочная кислота создает неблагоприятные условия для развития многих вредных микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов. Количество образующейся молочной кислоты зависит от количества сахара и соли в среде, наличия молочнокислых бактерий, температуры при ферментации и хранения продукта. Молочная кислота тормозит развитие многих микроорганизмов, начиная от концентрации 0,5 %, но это ее количество не задерживает развития дрожжевых и плесневых грибов. При квашении и солении овощей протекает не только процесс молочнокислого, но и спиртового брожения. Эти два процесса идут параллельно, но спиртовое брожение заканчивается быстрее.

Положительная роль поваренной соли в процессе квашения заключается в том, что она, кроме вкусового эффекта, вызывает плазмолиз клеток и облегчает выделение клеточного сока, ослабляет деятельность маслянокислых бактерий, слабо действуя на молочнокислые.

Молочнокислое брожение может возникать самопроизвольно под влиянием микроорганизмов, находящихся на поверхности сырья. Однако применение чистых культур молочнокислых бактерий способствует большему накоплению молочной кислоты и получению готового продукта более высокого качества. На процесс молочнокислого брожения оказывают непосредственное влияние условия внешней среды. Этот процесс нормально протекает в анаэробных условиях. Оптимальной температурой в начальный период квашения принято считать 15–20 °С.

Ассортимент квашеной капусты зависит от способов приготовления и рецептурной закладки сырья. В зависимости от способов приготовления квашеную капусту готовят следующих видов: шинкованную, рубленую, кочанную с шинкованной, кочанную с рубленой, цельнокочанную. Согласно рецептурной закладке сырья ассортимент шинкованной или рубленой квашеной капусты может изменяться в широких пределах: с морковью, с яблоками, с брусникой и клюквой, с тмином и т. д.

Для квашения наиболее пригодны позднеспелые высокосахаристые сорта капусты с белыми или бело-зелеными листьями кочана. Содержание сахаров в капусте должно быть не менее 4,7 %, водорастворимых сухих веществ – не менее 8,5 %, витамина С – не менее 45 мг на 100 г.

Технологический процесс приготовления квашеной капусты состоит из следующих операций: подготовка и измельчение сырья, укладка измельченных компонентов по рецептуре в подготовленную тару, уплотнение капусты и использование гнета, ферментация и хранение. Готовность квашеной капусты характеризуется количеством накопленной молочной кислоты, которой в готовом продукте должно быть не менее 0,7 %.

При подготовке капусты к квашению потери составляют: зачищенной свежей капусты – 8–12 %, моркови – 16, лаврового листа – 1, яблок свежих, нарезанных дольками – до 16, клюквы – 10 %.

Убыль массы при ферментации капусты шинкованной, рубленой, кочанной с шинкованной и кочанной с рубленой в больших емкостях составляет не более 7 %, а цельнокочанной – не более 4,7 %.

**Задание.** Изучить технологию квашения капусты. При квашении использовать различные рецептурные закладки сырья.

**Материалы и оборудование:** образцы сырья и готовой продукции, ножи, шинковки, тара для шинкования и укладки сырья (эмалированные кастрюли, тазы, стеклянные банки), весы.

**Ход выполнения.** Для квашения используют капусту поздних сортов. Капусту взвешивают, зачищают, удаляют поврежденные и загрязненные листья, кочерыгу срезают вровень с кочаном, затем еще раз взвешивают и по разности массы определяют количество отходов в процентах. После очистки капусту моют, затем шинкуют или рубят.

В чистую, хорошо подготовленную тару небольшого объема загружают шинкованную (или рубленую) капусту и добавляют 2,5–3,0 % от массы подготовленной капусты поваренной соли и от 2 до 3 % моркови, предварительно вымытой, очищенной и измельченной на кружки, кубики или в виде лапши. Кроме моркови возможно добавление яблок поздних сортов кисло-сладкого вкуса до 8 %, клюквы, брусники 3 % и более. Также согласно выбранной рецептуре добавляют пряности (тмин, укроп, лавровый лист). При загрузке в тару капусту смешивают с солью и другими компонентами и хорошо утрамбовывают. Сверху капусту покрывают промытыми капустными листьями и марлей, на которые укладывают чистые, промытые кипятком деревянный круг и груз массой до 10 % от массы сырья. Брожение проходит при температуре 18–20 °С. На первом этапе брожения происходит довольно интенсивное выделение газов, образуется пена, которую нужно удалять. Затем рассол мутнеет, начинается собственно молочнокислое брожение. За ходом его необходимо следить ежедневно, отбирая про-



бы сока и определяя его кислотность. При накоплении 0,5–0,7 % кислот (в пересчете на молочную) емкости с квашеной капустой помещают в холодное помещение для хранения с температурой около 0–2 °С во избежание развития в кислой среде плесеней и пленчатых дрожжей.

В рабочих тетрадях описать схему технологического процесса. По результатам наблюдений сделать собственные выводы.

### **Лабораторная работа 2.11. Оценка качества квашеной капусты**

**Цель работы:** определить выход и качество квашеной капусты.

Квашеная капуста, соответствующая требованиям стандарта, должна быть сочной, упругой, хрустящей при раскусывании, светлосоломенного цвета с желтовато-зеленым оттенком, с ароматным запахом, характерным для квашеной капусты, с ароматом от приправ и пряностей. Вкус ее должен быть приятным кисло-солоноватым, без горечи и постороннего привкуса.

Содержание готового продукта (после свободного стекания сока) в процентах к общей массе с соком в шинкованной капусте должно быть 88–90 %, в рубленой и в смеси кочанной и шинкованной – 85–88 %. В квашеной капусте 1-го сорта содержание поваренной соли должно быть 1,2–1,8 %, кислотность (в пересчете на молочную кислоту) – 0,7–1,3 %. В капусте 2-го сорта допускается содержание соли до 2 %, а кислотность до 1,8 %. В правильно заквашенной капусте сохраняется значительная часть витамина С, содержание которого обычно колеблется в пределах 20–35 мг/%.

При нарушении технологии квашения капусты и последующего ее хранения отмечается ухудшение качественных показателей, происходит ее порча. Самый распространенный дефект квашения – потемнение, вызванное такими причинами, как окисление кислородом воздуха в случае вытекания рассола, действие посторонней микрофлоры при очень высокой температуре брожения, химические реакции между дубильными веществами, извлекаемыми из тары, и железом, содержащимся в поваренной соли в виде примеси, гниение верхних слоев капусты, порозовение под действием дрожжевых грибов.

Оценку качества квашеной капусты проводят по органолептическим и физико-химическим показателям. В зависимости от состояния

и величины определяемых показателей капуста может быть оценена 1-м или 2-м сортом.

К органолептическим показателям относят внешний вид, консистенцию, запах, вкус и цвет. При оценке внешнего вида контролируют равномерность шинковки, форму и размеры частиц капусты, наличие и количество раздробленных частиц, равномерность распределения приправ и пряностей, наличие плесени, степень мутности сока. Различия между 1-м и 2-м сортом по внешнему виду состоят в том, что для 1-го сорта масса раздробленных частиц не должна превышать 10, а для 2-го – 20 %; у 1-го сорта сок должен быть слегка мутноватым, тогда как у 2-го сорта допускается мутный сок. Вкус квашеной капусты должен быть кисло-солоноватым, причем у 2-го сорта он может быть более резко выраженным. Светло-соломенный с желтоватым оттенком цвет свойствен капусте 1-го сорта, тогда как у 2-го сорта он может быть светло-желтым с зеленоватым оттенком. Физико-химические показатели квашеной капусты должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 51.

Таблица 51. Физико-химические показатели качества капусты

Показатель	1-й сорт	2-й сорт
Массовая доля капусты (после свободного стекания сока) по отношению к общей массе с соком, %:		
шинкованной	88–90	88–90
рубленной	85–88	85–88
кочанной	85–88	85–88
Массовая доля поваренной соли, %	1,2–1,8	1,2–2,0
Титруемая кислотность в пересчете на молочную кислоту, %	0,7–1,3	0,7–1,8

**Задание.** Произвести органолептическую оценку качества квашеной капусты. Определить количество рассола в квашеной капусте.

**Материалы и оборудование:** образцы квашеной капусты, блюда или тарелки, шпатели, разделочные доски, металлические эмалированные лотки, весы, стандарты.

**Ход выполнения.** Оценка качества квашеной капусты начинают с определения массовой доли капусты по отношению к общей массе с соком. Для этого емкость, в которой находится капуста, взвешивают на рычажных весах с точностью до 10 г. Затем капусту выгружают на разделочную доску, которую устанавливают в металлический эмалированный лоток в наклонном положении. Пустую емкость взвешива-

ют. Разница между первым и вторым взвешиванием составляет массу капусты с соком. После того как сок полностью стечет, капусту вновь помещают в ту же емкость и проводят ее взвешивание. Разница между первым и вторым взвешиванием составляет массу свободно стекаемого сока. Массовую долю капусты рассчитывают как отношение массы капусты без сока к массе капусты с соком и выражают в процентах.

После этого приступают к определению внешнего вида и органолептических показателей качества капусты. Вкус, запах, консистенцию и цвет устанавливают непосредственной дегустацией продукта. Мутность сока определяют по степени его прозрачности. Для этого небольшое количество сока наливают в химический стакан так, чтобы слой сока в стакане составлял 1–2 см. Стакан ставят на лист бумаги с напечатанным на нем текстом. Если при просмотре текста через слой сока строчки и буквы различимы, то такой сок считают слегка мутноватым, если нет, то мутным.

Полученные результаты занести в табл. 52 и сопоставить их с нормами качества. Сделать заключение о сорте образца.

Таблица 52. **Органолептические показатели качества капусты**

Вид капусты	Массовая доля капусты, %	Внешний вид, характер и равномерность измельчения	Консистенция	Цвет	Запах	Вкус

### **Лабораторная работа 2.12. Определение выхода плодовоовощных соков**

**Цель работы:** определить выход сока из плодовоовощного сырья.

Фруктовые, ягодные и овощные соки обладают высокой пищевой и биологической ценностью. Они содержат в легкорастворимой форме сахара, витамины, минеральные и биологически активные вещества. При производстве соков используют высокопроизводительное оборудование, поэтому в период уборки можно быстро переработать сырье и получить ценный готовый продукт или полуфабрикаты.

Соки получают практически из всех видов плодов и ягод, а также из многих овощей: томатов, тыквы, моркови, свеклы. Овощные соки часто вырабатывают в смеси с фруктовыми и ягодными: свекло-яблочный, морковно-яблочный, морковно-виноградный и т. д.

Соки подразделяются на натуральные (без каких-либо добавлений) – полученные из одного вида сырья; с сахаром, который добавляют к соку с повышенной кислотностью для получения гармоничного кисло-сладкого вкуса; купажируемые (смешанные) – при их смешивании недостатки одного сока восполняют достоинствами других; газированные (сагурированные) – насыщенные диоксидом углерода; сброженные – полученные частичным или полным сбраживанием сахара при спиртовом брожении; сброженно-спиртованные – к сброженному соку добавляют спирт; концентрированные (сгущенные) – полученные из натуральных соков увариванием. Кроме того, различают осветленные и неосветленные соки. Особое внимание уделяют выпуску соков с мякотью. Их пищевая ценность особенно высока, так как эти соки содержат не только растворимые, но и нерастворимые вещества (например, клетчатку, полуклетчатку, протопектин, жирорастворимые пигменты и др.).

Для выработки соков используют не только культурные плоды и ягоды, но и дикорастущие (алычу, барбарис, шиповник, ежевику, малину). Дикорастущие яблоки и груши применяют только для купажа.

Плоды, ягоды и овощи, предназначенные для производства соков, должны находиться в оптимальной степени зрелости. Недозревшие плоды и ягоды имеют слабую окраску, повышенную кислотность и пониженную сахаристость, дают небольшой выход сока. Использование перезревшего сырья также уменьшает выход сока. В результате гидролиза пектина образуется метиловый спирт, сок плохо фильтруется и трудно осветляется. Размер плодов и ягод существенной роли не играет. Сырье с механическими повреждениями допускается к переработке, загнившее – нет.

Желательно, чтобы сырье было с повышенным содержанием сахаров, витаминов, красящих, ароматических и других веществ. При производстве марочных соков к сырью предъявляют более высокие требования. Эти соки можно вырабатывать из высококачественных плодов и ягод районированных сортов.

Соки без мякоти получают прессованием. Выход сока зависит от степени измельчения сырья, количества пектиновых веществ и других факторов. Поэтому у каждого вида сырья свои особенности дробления и подготовки перед прессованием.

**Задание.** Получить сок из различного плодовоовощного сырья и определить его выход.

**Материалы и оборудование:** плодоовощное сырье, соковыжималка, весы, ножи.

**Ход выполнения.** Взвешивают сырье. Проводят подготовку сырья в зависимости от его вида: сортировку, мойку, очистку. Взвешивают подготовленное к переработке сырье. С помощью соковыжималки получают сок из различных видов сырья и определяют его выход (В, %) по отношению к исходному и подготовленному сырью по формуле

$$B = \frac{m_{\text{сока}}}{m_{\text{сырья}}} \cdot 100.$$

Полученные результаты занести в табл. 53.

Таблица 53. Выход сока из различных видов сырья

Вид сырья	Исходная масса сырья, г	Масса подготовленного сырья, г	Масса полученного сока, г	Выход сока, %	
				от исходного сырья	от подготовленного сырья

### Лабораторная работа 2.13. Определение содержания растворимых сухих веществ в соках

**Цель работы:** научиться определять содержание растворимых сухих веществ (СВ) рефрактометрическим методом.

Сок является наиболее ценной составной частью плодов и ягод. Он содержит много витаминов, водорастворимых и легкоусвояемых веществ. Для производства соков можно использовать плоды и ягоды почти всех возделываемых культур, а также дикорастущих. Все более широко начинают производиться соки из овощей, а также ассорти – плодово-овощные. Некоторые из соков имеют лечебное значение.

Наиболее широко для производства соков в республике используется такое сырье, как яблоки, груши, сливы, земляника, малина, крыжовник, смородина, вишня, морковь, томаты, свекла, капуста. Кроме того, для производства некоторых видов соков, нектаров и напитков применяются виноград, персики, абрикосы.

В зависимости от вида сырья и желания получить продукцию того или иного качества вырабатывают осветленные или неосветленные соки, с мякотью (частичками тканей используемого сырья) или без нее. Кроме того, в соки могут добавлять сахар, насыщать их диоксидом

углерода (сатурировать). Иногда соки сгущают, выпаривая часть воды. Такие соки называют экстрактами.

Качество соков регламентируется государственными стандартами. В них приводятся требования, предъявляемые к сокам, а именно: содержание сухих растворимых веществ, титруемая кислотность, органолептические показатели, присутствие солей тяжелых металлов. В натуральные соки не добавляют сахар, искусственные красители, синтетические ароматические и консервирующие вещества и кислоты, за исключением аскорбиновой и сорбиновой.

Один из основных показателей, учитываемый стандартом при определении пригодности плодов и ягод для выработки соков, – содержание сухих веществ. Этот показатель должен составлять (%): для голубики, клюквы, черники, калины, земляники, красной смородины, малины – 7, для брусники, ежевики, облепихи – 8, для айвы, черешни – 9, для яблок – 9,5, для груш, слив, черной смородины – 10, для барбариса, вишни – 11, для алычи, крыжовника, рябины – 12.

Содержание растворимых сухих веществ определяется при помощи рефрактометра. Растворы различных веществ, в частности сахаров, тем сильнее преломляют свет, чем больше в них растворимых сухих веществ. А показатель преломления света измеряется рефрактометром. Его шкала градуирована по содержанию растворимых сухих веществ в процентах. Чем однороднее раствор, тем точнее определение. Поскольку в соках плодов и овощей большая часть растворимых веществ приходится на сахара, то рефрактометрический метод в этом случае является наиболее подходящим. Этот метод широко применяется в селекционной работе, а также для оценки сырья и готовой продукции в перерабатывающих цехах хозяйств и на консервных заводах.

**Задание.** Определить содержание растворимых сухих веществ с помощью рефрактометра в соке, получаемом из различных плодов и овощей.

**Материалы и оборудование:** рефрактометр, сок трех-четырех видов.

**Ход выполнения.** Проверяют правильность настройки рефрактометра. Для этого открывают подвижную обойму с заключенной в ней призмой. На неподвижную призму наносят 1–2 капли дистиллированной воды температурой около 20 °С. Закрывают подвижную призму и наблюдают через окуляр границу темного и светлого полей, которая должна быть расположена точно на нулевой отметке шкалы. После этого вытирают призму сухой чистой марлей и на неподвижную приз-

му наносят стеклянной палочкой 1–2 капли сока. Касаться призмы стеклянной палочкой нельзя, чтобы предотвратить появление царапин, изменяющих оптические свойства призмы.

Капли исследуемого сока помещают на призму. Закрывают подвижную призму и наблюдение ведут через окуляр, который рычагом может перемещаться вдоль шкалы. Окуляр перемещают снизу вверх до тех пор, пока не совместят риску (перекрещивающиеся линии) с границей темного и светлого полей. Для фокусировки имеется специальная головка. При работе с прозрачными растворами свет направляют зеркалом через отверстие в оправе верхней призмы, при работе с окрашенными растворами (например, сок черноплодной рябины) – через отверстие в оправе нижней призмы.

В окуляр рефрактометра видны две шкалы, на которых слева нанесены значения показателя преломления, а справа – процент растворимых сухих веществ. На этой шкале в пределах от 0 до 50 % каждое деление соответствует 0,2 %, а от 50 до 95 % – 0,1 %. При необходимости получения особо точных значений показателя через кожух, в который заключены призмы, пропускают воду, имеющую постоянную температуру 20 °С. По каждому виду сока проводят два параллельных исследования. Результаты записывают в табл. 54.

Таблица 54. Содержание растворимых сухих веществ в соках

Образец	Содержание растворимых СВ, %		
	1-я повторность	2-я повторность	среднее

## Лабораторная работа 2.14. Сушка плодоовощной продукции

**Цель работы:** изучить теоретические основы, технологию и приобрести навыки тепловой и инфракрасной сушки плодоовощной продукции и ягод.

Сушка плодов и овощей – распространенный способ переработки, при котором из них удаляется большая часть влаги, и концентрация клеточного сока увеличивается во много раз. Создающееся при этом высокое осмотическое давление в клетках растительной ткани препятствует развитию микроорганизмов и деятельности ферментов. При правильном ведении сушки получается продукт высокого качества, затраты на перевозку которого значительно меньше, чем свежих плодов и овощей.

Сушка плодов и овощей не может быть сведена к физическому процессу свободного испарения воды. При сушке происходят сложные физико-химические изменения, от которых зависит качество готового продукта.

Влага в ягодах, плодах и овощах связана с их тканями по-разному. Влага крупных межклетников (свободная) удерживается слабо и испаряется при сушке со скоростью, близкой к испарению со свободной поверхности. Влага мелких капилляров (гигроскопическая) удаляется труднее, так как она удерживается адсорбирующей способностью продукции. Химически связанная (структурная) вода при сушке не удаляется.

В первый период по мере нагревания продукта скорость сушки увеличивается, происходит испарение влаги с его поверхности и из крупных межклетников наружных зон (внешняя диффузия влаги). Затем температура продукта и скорость сушки устанавливаются на постоянном уровне. По мере испарения влаги с поверхности она передвигается из внутренних зон продукции к периферии (внутренняя диффузия влаги).

Происходит и обратная диффузия влаги – от более нагретых поверхностных зон к менее нагретым внутренним (термодиффузия). Однако при сушке преобладает внутренняя диффузия влаги от внутренних зон с высоким содержанием влаги к внешним, из которых влага испаряется. В период постоянной скорости сушки интенсивность внешней и внутренней диффузии влаги примерно одинакова при определенной для каждого вида плодов и овощей температуре. Чрезмерное повышение температуры воздуха (теплоносителя) может привести к неравномерности внешней и внутренней диффузии влаги, к пересушиванию и перегреванию наружных зон продукции, к образованию корочек и трещин. Происходят нежелательные изменения в химическом составе – образование темноокрашенных соединений, изменение вкуса и аромата, разрушение витаминов С, Р, каротина.

Особенно большое значение имеет температура в заключительный период, когда удаляется гигроскопическая влага и влага набухания. Испарение с поверхности уменьшается и не может возместить приток тепла с теплоносителем, температура продукта повышается, что нежелательно. Повышение температуры на заключительной стадии при убывающей скорости сушки является причиной значительной деформации и усадки продукции, потери набухаемости и развариваемости, аромата, изменения цвета и вкуса, иногда появляется горький вкус.



Для правильного ведения сушки главное значение имеет совпадение скорости поступления влаги из центральных зон высушиваемого объекта и ее испарения с поверхности. Если испарение с поверхности идет интенсивнее, то на ней образуется корочка, а иногда и трещины, скорость сушки замедляется. Если поступающая из внутренних зон влага не успевает испаряться, то это может привести к запариванию продукта и ухудшению его качества.

При тепловой сушке плодов и овощей рекомендуется поддерживать температурный режим, указанный в табл. 55.

Таблица 55. Температурный режим сушки плодоовощной продукции

Продукция	Температура в начале сушки, °С	Температура в середине и конце сушки, °С
Картофель	70	80
Свекла	75	60
Морковь	65	60
Петрушка и сельдерей	60	62
Белокочанная капуста	55	60
Лук	55	60
Яблоки, груши	70	60
Сливы	50	70
Ягоды	50	60

Влажность высушенной продукции должна быть для картофеля 12 %, овощей 14 %, яблок и груш не более 20 %, для других плодов и ягод в зависимости от вида 16–25 %. Высушенную продукцию хранят в герметической упаковке.

В настоящее время для искусственной сушки ягод, плодов и овощей используются сушилки разных типов: паровые, ленточные, конвейерные, вальцовые, шкафные, распылительные, сублимационные, инфракрасные.

Инфракрасная сушка относится к сушке влажного материала с применением энергетических полей. При данной сушке подвод тепла к объекту сушки осуществляется от генераторов инфракрасного излучения. В качестве таких генераторов используются высокотемпературные излучатели. Инфракрасное излучение выгодно тем, что:

- энергия слабо рассеивается и коллоидные вещества прогреваются на всю глубину;
- для инфракрасных лучей не представляет препятствий слой паровоздушной смеси, адсорбируемой на поверхности высушиваемого

продукта. Молекулы этого слоя затрудняют передачу теплоты продукту, который подвергается сушке от подогретого воздуха, так как конвективная передача теплоты осуществляется за счет теплового движения молекул нагретого воздуха, передающих энергию молекулам нагреваемого тела;

- нагревание изделий инфракрасными лучами идет в десятки раз интенсивнее, чем при передаче им тепла от подогретого воздуха при тепловой сушке;

- при инфракрасной сушке вода выпаривается последовательно: сначала из крупных протоков, а затем из капилляров и клеток. Мембрана клеток не разрушается, поэтому после непродолжительного размачивания получаем продукцию почти такого же качества, как была перед сушкой;

- в продукте, высушенном инфракрасным методом, сохраняется до 90 % биологически активных веществ. При хранении сушеного продукта количество биоактивных веществ не меняется в течение двух лет (рекомендованный срок хранения);

- инфракрасная сушка обеспечивает снижение степени зараженности микрофлорой по сравнению со свежей продукцией в тысячи раз.

К недостаткам инфракрасной сушки можно отнести следующее: если влага удаляется слишком быстро, то это может привести к растрескиванию изделий. Именно поэтому рекомендуется применять осциллирующие режимы с отволаживанием.

Время сушки зависит от свойств подлежащих сушке продуктов. Так, при сушке зелени до рекомендуемой влажности 7–14 % требуется 20–60 мин, а для слив, абрикосов, моркови, лука – 4–6 ч. Кроме того, время сушки зависит от толщины высушиваемого слоя продукции, величины измельченных частиц продукта, влажности воздуха в помещении.

**Задание.** Провести сушку различных видов сочной продукции на сушилке. Определить отходы при подготовке плодов и овощей к сушке, выход продукции после сушки.

**Материалы и оборудование:** сушилка для овощей и фруктов, сырье (плоды, овощи), разборные доски, ножи, 1%-ный раствор NaCl или 0,5%-ный раствор лимонной кислоты.

**Ход выполнения.** Для сушки отбирают здоровые качественные продукты. Сырье сортируют по размерам и степени зрелости, тщательно моют (избыточная влага должна стечь). Если нужно, очищают от кожуры (картофель, морковь, свеклу, яблоки с грубой кожурой).

Овощи измельчают на кубики, столбики, лапшу с поперечным размером несколько миллиметров. Яблоки и груши после удаления семенного гнезда режут на кусочки перпендикулярно продольной оси толщиной примерно 5 мм. Также поступают с луком после удаления сухих чешуек, шейки и донца.

Большую часть плодов и овощей перед сушкой подвергают специальной обработке – бланшированию, сульфитации (0,1–0,2%-ный раствор сернистой кислоты), выдержке в 1%-ном растворе NaCl, 0,5%-ном растворе лимонной кислоты или в 1,5%-ном растворе Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. При этом инактивируются окислительные ферменты и продукт при сушке не темнеет, остается светлым. Овощи бланшируют в кипящей воде или паром для размягчения и предотвращения потемнения.

Подготовленное сырье раскладывают тонким слоем на сита. Для мягких или очень сочных продуктов на поддон (сито) рекомендуется подкладывать слой марли. На блоке управления устанавливают необходимую для сушки данного продукта температуру. Поддоны размещают в сушильной камере. Окончание сушки определяют визуально. Поддоны с продукцией вынимают, сушилку отключают. Высушенную продукцию хранят в герметической упаковке (полиэтиленовая упаковка, стеклянная банка).

Выход готовой продукции (В, %) рассчитывается по формуле

$$B = \frac{m_{\text{продукции}}}{m_{\text{сырья}}} \cdot 100.$$

Результаты, полученные в процессе работы, записать в табл. 56.

Таблица 56. Выход высушенной продукции

Вид продукции	Масса сырой продукции, кг		Масса высушенной продукции, кг	Выход готовой продукции, %	
	всего	после подготовки к сушке		к сырой продукции	к подготовленной к сушке

### Лабораторная работа 2.15. Определение содержания крахмала в клубнях картофеля

**Цель работы:** определить крахмалистость клубней различных сортов картофеля.

Крахмал является важнейшей составной частью клубней картофеля. В свежесобранных клубнях картофеля содержание крахмала колеблется от 10 до почти 30 % (70–80 % от всех сухих веществ). Крахмалистость клубней – сортовой признак: у поздних сортов она выше, чем у ранних. В верхушечных частях клубня крахмалистость ниже на 2–3 %, чем в основании. Наименьшим содержанием крахмала отличаются мелкие клубни, наибольшей – средние клубни массой 50–100 г.

Крахмалистость клубней зависит от метеорологических условий (температура воздуха, количество осадков, продолжительность светового дня, освещенность листьев и др.), складывающихся в процессе вегетации и агротехники. Недостаток влаги в летний период и дождливая осень снижают крахмалистость клубней перед уборкой. Крахмалистость клубней одного и того же сорта в различные годы может колебаться в пределах  $\pm 9$  %. Крахмалонакопление в клубнях картофеля, выращенного на торфяниках, тяжелых глинистых, переувлажненных холодных и недостаточно пористых почвах примерно на 3 % ниже, чем в клубнях картофеля, полученных на легкосуглинистых почвах. Внесение органических удобрений, азот- и хлорсодержащих калийных минеральных удобрений снижает крахмалистость клубней. Фосфор-, магний-, бор-, марганец- и цинксодержащие удобрения стимулируют крахмалонакопление.

В процессе хранения количество крахмала в клубнях уменьшается в результате гидролитического распада его до сахаров. В большей мере снижается содержание крахмала при температурах, близких к нулю: процессы распада крахмала резко преобладают над его синтезом и в клубнях накапливается повышенное содержание сахаров (до 8 %).

Определение содержания крахмала в клубнях картофеля прямым методом представляет некоторые трудности и требует много времени. Поэтому на практике обычно пользуются косвенными методами, которые дают быстрые, хотя и менее точные результаты. К одному из таких способов относится определение содержания крахмала в клубнях по плотности (удельной массе) клубней при помощи весов Парова ВП-5 или их аналогов.

В основе этого метода лежит известное правило: чем больше в клубнях картофеля крахмала, тем больше их плотность, т. е. они тяжелее и быстрее тонут в воде (так как крахмал тяжелее воды).

**Задание.** Определить содержание крахмала в клубнях разной величины разных сортов картофеля на крахмальных весах.

**Материалы и оборудование:** крахмальные весы, ведро 10-литровое, клубни картофеля разных сортов и размеров, лабораторные весы.

**Ход выполнения.** Перед работой с весами в бак наливают воду до отмеченного уровня. Температура воды должна быть 17 °С, при отклонении температуры в показатель крахмалистости вносят поправку.

Для анализа отбирают клубни здоровые, неповрежденные, непозеленевшие. Пробу отмывают, взвешивают 1 кг ( $\pm 5$  г) клубней, которые помещают в корзину. Корзину опускают в бак с водой и подвешивают на серьгу крахмальных весов. Показания снимают со шкалы весов в процентах и записывают в табл. 57. Для получения объективных результатов измерение проводят в 3–4-кратной повторности.

Таблица 57. Содержание крахмала в клубнях картофеля

Образец	Содержание крахмала, %			
	1-я повторность	2-я повторность	3-я повторность	среднее

### Лабораторная работа 2.16. Определение выхода картофельного крахмала

**Цель работы:** изучить технологию получения картофельного крахмала из клубней картофеля разных по спелости сортов. Определить выход сырого крахмала и его влажность.

Картофель является важным источником получения крахмала. Крахмалистость клубней картофеля составляет 10–28 % и зависит от сорта картофеля, размера клубней, продолжительности вегетации, влияния погодных факторов, агротехники. Крахмал откладывается в клетках в виде крахмальных зерен. Крахмальные зерна картофеля значительно крупнее зерен крахмала других растений. Их размер составляет в среднем 20–40 мкм. Крахмальные зерна нерастворимы в спирте, эфире, холодной воде (в последней набухают, а при температуре выше 50 °С наблюдается клейстеризация крахмала). Плотность крахмала равна 1,5–1,6. В воде крахмальные зерна тонут, и этот факт используется для их выделения из измельченной кашки.

Производство крахмала является одним из старейших видов переработки картофеля. Технологическая схема должна обеспечивать максимальное извлечение крахмала из измельченных клубней картофеля

и получение конечного продукта высокого качества. Она включает следующие основные операции: подготовка картофеля к переработке (подача в производство, мойка, взвешивание), измельчение картофеля на картофелетерке (получение кашки), выделение картофельного сока, вымывание крахмала из кашки путем ситования, выделение соковой воды из крахмальной суспензии, рафинирование крахмальной суспензии (очистка от мелкой мезги), вымывание крахмала из мелкой мезги, промывание крахмала. Конечным продуктом данной технологической схемы является сырой картофельный крахмал, служащий сырьем для производства сухого крахмала, патоки, глюкозы и других крахмалопродуктов. К отходам производства относят мезгу и сок.

**Задание.** Приготовить в лабораторных условиях крахмал из клубней картофеля, определить выход сырого крахмала и его влажность.

**Материалы и оборудование:** терки, сита, посуда большой вместимости, фильтровальная бумага, весы, картофель.

**Ход выполнения.** Клубни картофеля измельчают на ручных кухонных терках. Измельченную массу помещают на чистое сито и промывают ее холодной водой, собирая промывные воды в посуду большой вместимости – кастрюлю, ведро. На сите остается картофельная мезга, в промывных водах – крахмальные зерна. Если необходимо, можно пропустить массу через два сита: первое – с большим диаметром отверстий, второе – с малым.

Крахмал осаждается на дне сборной емкости. После отстаивания сливают мутную воду, добавляя новую порцию холодной воды, крахмал взмучивают и снова дают ему осесть. Таким образом промывают крахмал несколько раз, пока он не станет почти белым. Остатки воды удаляют, раскладывая полученный крахмал на фильтровальной бумаге, сложенной в несколько слоев.

После такой обработки получается сырой крахмал с влажностью примерно 50 %. Его взвешивают и определяют выход сырого крахмала ( $X$ ) в процентах к массе взятых на переработку клубней по формуле

$$X = \frac{a \cdot 100}{A},$$

где  $a$  – масса полученного крахмала, кг;

$A$  – масса взятого сырья, кг.

На основании полученных данных заполнить табл. 58.

Таблица 58. Выход крахмала из клубней картофеля

Образец	Количество взятого картофеля, кг	Выход сырого крахмала	
		кг	%

Для определения чистого выхода крахмала нужно предварительно определить в нем содержание влаги. Для определения влажности крахмала применяют следующие расчеты. Плотность абсолютно сухого крахмала равна  $1,65 \text{ г/см}^3$ . Объем 100 г такого крахмала будет равен:

$$100 : 1,65 = 60,6 \text{ см}^3.$$

Если 100 г абсолютно сухого крахмала поместить в колбу определенного объема, например 250 мл, то для того, чтобы наполнить ее водой до метки, придется добавить

$$250 - 60,6 = 189,4 \text{ мл (или г) воды.}$$

Содержимое колбы в этом случае будет весить

$$100 + 189,4 = 289,4 \text{ г.}$$

Если крахмал имеет влажность, например, 20 %, то в 100 г его содержится 20 г воды и 80 г абсолютно сухого крахмала, который займет объем

$$80 : 1,65 = 48,5 \text{ см}^3.$$

Вместе с содержащейся в крахмале водой 100 г такого крахмала займет объем

$$48,5 + 20 = 68,5 \text{ см}^3.$$

Для заполнения колбы вместимостью 250 мл до метки с 100 г такого крахмала потребуется добавить

$$250 - 68,5 = 181,5 \text{ мл воды.}$$

Содержимое колбы в этом случае будет весить

$$100 + 181,5 = 281,5 \text{ г.}$$

На основе подобных расчетов составлена специальная таблица для определения влажности крахмала (табл. 59).

Таблица 59. **Определение влажности крахмала по массе содержимого колбы**

Масса содержимого колбы, г	Влажность крахмала, %	Масса содержимого колбы, г	Влажность крахмала, %	Масса содержимого колбы, г	Влажность крахмала, %	Масса содержимого колбы, г	Влажность крахмала, %
289,40	0	283,10	16	276,80	32	270,50	48
289,00	1	282,70	17	276,30	33	270,10	49
288,60	2	282,30	18	276,00	34	269,70	50
288,20	3	281,90	19	275,60	35	269,30	51
287,80	4	281,50	20	275,20	36	268,90	52
287,40	5	281,10	21	274,80	37	268,50	53
287,05	6	280,75	22	274,40	38	268,10	54
286,65	7	280,35	23	274,05	39	267,75	55
286,25	8	279,95	24	273,65	40	267,35	56
285,85	9	279,55	25	273,25	41	266,95	57
285,45	10	279,15	26	272,85	42	266,55	58
285,05	11	278,15	27	272,45	43	266,15	59
284,65	12	278,35	28	272,05	44	265,75	60
284,25	13	277,95	29	271,65	45		
283,90	14	277,80	30	271,25	46		
283,50	15	277,20	31	270,90	47		

### **Лабораторная работа 2.17. Дегустационная оценка столовых качеств клубней картофеля**

**Цель работы:** освоить методику дегустационной оценки качества клубней картофеля.

В зависимости от сорта и условий произрастания клубни картофеля в своем составе могут содержать 15–35 % сухих веществ (в том числе крахмала 10–30 %), 1,5–2,5 % азотистых веществ, 1,4–1,5 % сахаров, 1,0 % клетчатки, 0,1 % жиров, 0,6 % пектиновых веществ, 1,8 % прочих органических соединений, 1,1 % минеральных веществ, а также витамины С, РР, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, Е, Н, β-каротин и др. Столовые качества клубней, особенно аромат и вкус, формируются благодаря сложным сочетаниям многих биохимических компонентов и зависят от многих факторов.

Определяющее влияние на формирование потребительских свойств продукции, таких как содержание крахмала, сахара, вкус, запах, степень разваримости и т. д., оказывают сортовые особенности картофеля.

К условиям выращивания, влияющим на столовые качества картофеля, относится большое количество факторов: зона выращивания,



почвенные условия, погодные условия (температура во время вегетации, количество осадков, относительная влажность воздуха). При этом реакция сортов на условия выращивания неодинакова.

На легких по механическому составу почвах (песчаные и супесчаные) при достаточном запасе питательных веществ и влагообеспечении получают хороший урожай стандартных клубней с отличным вкусом. Обычно отмечают ухудшение кулинарных качеств картофеля при возделывании его на торфяно-болотной почве в сравнении с дерново-подзолистой. Происходит ухудшение вкусовых качеств, внешнего вида, разваримости, увеличивается мучнистость вареного картофеля, консистенция его становится вязной, сама мякоть влажной.

Для интенсивного накопления в клубнях картофеля крахмала и формирования хорошего вкуса требуется не только теплая, но и умеренно влажная погода. Избыток осадков отрицательно влияет на дегустационные качества клубней.

Большое влияние на столовые качества картофеля оказывают элементы технологии возделывания культуры: дозы, виды и сроки внесения удобрений, защитные мероприятия, орошение и т. д. Увеличение доз удобрений, особенно азотных, снижает крахмалистость и вкусовые качества картофеля. Аналогичное влияние оказывают и хлорсодержащие калийные удобрения. Немаловажное значение имеет при этом соотношение элементов питания. Положительное влияние оказывают внекорневые подкормки картофеля микроэлементами.

**Задание.** Провести дегустационную оценку столовых качеств клубней картофеля разных сортов, определить кулинарный тип сорта.

**Материалы и оборудование:** клубни картофеля разных сортов, тара для варки клубней, столовые тарелки и вилки, стаканы для воды.

**Ход выполнения.** Клубни картофеля подвергают варке в кожуре без соли. После варки оценивают их разваримость. Затем клубни нарезают на кусочки и предлагают для дегустации каждому индивидуально с использованием следующей шкалы в баллах:

***Консистенция мякоти клубня:***

7 – мягкая (нежная);

5 – умеренно плотная;

3 – плотная;

1 – волокнистая (в особенности у столонного следа).

***Мучнистость мякоти клубня*** определяется визуально:

9 – очень мучнистая, зернистая, иногда с блеском;

7 – очень мучнистая, мелкозернистая;

- 5 – умеренно мучнистая;
- 3 – слабо мучнистая;
- 1 – немучнистая.

***Водянистость мякоти клубня:***

- 1 – очень водянистая;
- 3 – водянистая;
- 5 – умеренно водянистая;
- 7 – слабо водянистая;
- 9 – неводянистая.

***Запах клубня:***

- 1 – очень неприятный, резкий;
- 3 – неприятный;
- 5 – удовлетворительный;
- 7 – приятный;
- 9 – очень приятный.

***Вкус клубня:***

- 1 – плохой (неприятный, горьковатый);
- 3 – невкусный, пресный;
- 5 – удовлетворительный;
- 7 – хороший;
- 9 – отличный.

***Разваримость клубня:***

- 1 – не разваривается;
- 3 – слабо разваривается;
- 5 – средне разваривается;
- 7 – сильно разваривается;
- 9 – очень сильно разваривается.

***Потемнение сырой и вареной мякоти*** определяется по скорости и степени: вареного картофеля – через 20 мин и 2 ч, сырого – через 24 ч:

- 1 – темнеет очень сильно;
- 3 – темнеет сильно по всей поверхности;
- 5 – темнеет умеренно;
- 7 – темнеет слабо;
- 9 – не темнеет.

По разваримости определить кулинарный тип сорта (табл. 60).

Таблица 60. Кулинарные типы картофеля

Признак	<i>A</i> – салатный	<i>B</i> – отваренный, супы, поджаривания	<i>C</i> – отваренный, пюре	<i>D</i> – отваренный, пюре, для запекания
Разваримость	Не разваривается	Слабо разваривается	Сильно разваривается	Очень сильно разваривается
Консистенция	Плотная	Умеренно плотная	Мягкая	Мягкая
Мучнистость	Отсутствует	Слабомучнистая мякоть	Умеренно мучнистая мякоть	Очень мучнистая мякоть
Водянистость	Водянистая мякоть	Умеренно водянистая мякоть	Слабо водянистая мякоть	Неводянистая мякоть

Результаты оценки внести в табл. 61.

Таблица 61. Столовые качества клубней картофеля

Сорт (образец)	Дегустационные показатели								
	Консистенция	Мучнистость	Водянистость	Запах	Вкус	Разваримость	Потемнение мякоти		Кулинарный тип
							Сырой (24 ч)	Вареный (20 мин/2 ч)	

### Лабораторная работа 2.18. Производство картофелепродуктов

**Цель работы:** изучить технологию производства хрустящего картофеля.

Промышленная переработка картофеля на продукты питания позволяет сократить потребность в хранилищах, транспортные перевозки, ликвидировать потери картофеля при хранении. Ассортимент выпускаемых картофелепродуктов очень разнообразен: сушеные картофелепродукты (нарезанный сухой картофель, сухое картофельное пюре в виде хлопьев, крупки, гранул и порошка), быстрозамороженные продукты (гарнирный картофель, палочки, биточки и котлеты картофельные, клецки), обжаренные продукты (хрустящий картофель, чипсы, палочки).

Картофель, предназначенный для промышленного производства продуктов питания, должен иметь определенные вкусовые качества, консистенцию, количество и глубину глазков, содержание сухих веществ, крахмала, редуцирующих сахаров, а также удельную массу

клубней, а в ряде случаев и форму. Сорта для промышленной переработки на пищевые цели должны содержать не менее 22 % сухих веществ, не более 0,4 % редуцирующих сахаров, иметь нетемнеющую мякоть и давать небольшие отходы при очистке клубней. Наиболее пригодным для переработки является картофель массой 80–120 г, размером 5–6,5 см в наибольшем поперечном измерении. Лучшим для промышленной переработки считается картофель, имеющий округлую форму с гладкой поверхностью. Предпочтение при переработке отдают клубням, имеющим не более пяти глазков при неглубоком их залегании (не более 1 мм). Содержание крахмала в картофеле должно быть среднее.

Хрустящий картофель – продукт в виде соломки или тонких лепестков (чипсов), обжаренный в растительном масле до полной готовности. Он содержит около 7 % влаги и 35–40 % жира. Технологическая схема производства хрустящего картофеля включает мойку, калибровку, механическую очистку, резку на пластины, мойку и отделение мелочи, резку на соломку, мойку, подсушку и обжарку. Для улучшения вкуса хрустящего картофеля рекомендуется добавлять к нему различные вкусовые добавки и специи: соль, белковый обогатитель пищи (8 %), гвоздику (0,4 %), красный перец (1 %) и др.

**Задание.** Приготовить хрустящий картофель (чипсы).

**Материалы и оборудование:** картофель, растительное масло, ножи, шинковки, тара для обжарки, весы.

**Ход выполнения.** Картофель моют, взвешивают и очищают. Очищенный картофель нарезают на пластины, промывают в воде для удаления с поверхности свободного крахмала и сахаров. Промытые пластины картофеля нарезают на столбики (соломку) с поперечным сечением 4×4 мм. Столбики картофеля промывают в теплой воде и обсушивают. Затем картофель на металлической сетке помещают в посуду с нагретым растительным маслом и обжаривают до готовности. Полученный продукт взвешивают и определяют выход готовой продукции к сырью (подготовленному и неподготовленному).

Выход готовой продукции (В, %) рассчитывается по формуле

$$В = \frac{m_{\text{продукции}}}{m_{\text{сырья}}} \cdot 100.$$

Результаты, полученные в процессе работы, записать в табл. 62.

Таблица 62. Выход картофелепродукта

Образец (сорт)	Масса сырой продукции, г		Масса карто- фелепродукта, г	Выход картофелепродукта, %	
	всего	после подго- товки		к сырой про- дукции	к подготовлен- ной продукции

### Лабораторная работа 2.19. Определение выхода льноволокна

**Цель работы:** изучить технологию получения льноволокна из тресты.

Цель обработки тресты на льнозаводе – отделение волокна от остальных частей стебля. Подаваемая в производство треста при необходимости досушивается. Максимальная влажность льняной тресты при ее хранении в условиях льнозавода допускается до 25 %. Механическая обработка льнотресты с целью выделения волокна осуществляется при влажности 12 % и выше. Поточная линия производства длинного волокна включает машину формирования слоя и мяльно-трепальный агрегат. Рабочими органами мяльных машин являются рифленные вальцы, расположенные парами. При проходе через них древесина стебля изламывается на мелкие частицы, а волокно сохраняется. Однако даже при прохождении тресты через многочисленные пары вальцов волокно не полностью отделяется от всех частей стебля. Полученное волокно называют сырцом, отходы стебля – кострой.

Дальнейшую обработку сырца (трепание) проводят на специальных трепальных машинах. Цель данной операции – очистить волокно-сырец от оставшейся костры и других неволокнистых частей стебля. Трепание осуществляется в результате ударно-скобляющего воздействия специальных бил. После трепания волокна-сырца получают длинное трепаное волокно.

Отходы трепания (спутанные стебли, низкосортная треста) используются для производства короткого волокна. Поточная линия выработки короткого волокна включает трясильную машину и куделеприготовительный агрегат. При обработке отходов трепания вначале проводят их предварительное обогащение с помощью специальных трясильных машин, которые удаляют легкосвязанную костру. Затем производится подсушка обогащенных отходов трепания и их обработка на куделеприготовительном агрегате, включающем мятье, трепание и трясение. После сортировки короткое волокно увлажняют и дают ему отлежку до влажности 10–12 %.

**Задание.** Получить льноволокно из льнотресты и определить его выход.

**Материалы и оборудование:** льнотреста, лабораторная мялка, весы.

**Ход выполнения.** Для анализа от каждого образца отбирают по две горсти тресты, взвешивают и поочередно пропускают через лабораторную мялку. После обработки из полученного продукта удаляют остатки костры и снова производят взвешивание. Выход волокна (В, %) рассчитывается по формуле

$$В = \frac{m_{\text{волокна}}}{m_{\text{тресты}}} \cdot 100.$$

Результаты, полученные в процессе работы, записать в табл. 63.

Таблица 63. Выход льноволокна

Образец	Масса тресты, г			Масса волокна, г			Выход волокна, %		
	1-я повторность	2-я повторность	средняя	1-я повторность	2-я повторность	средняя	1-я повторность	2-я повторность	средний

### Лабораторная работа 2.20. Определение выхода растительного масла

**Цель работы:** изучить технологию получения растительного масла из семян масличных культур.

В Республике Беларусь сырьем для производства растительных масел являются такие культуры, как рапс, подсолнечник, лен.

Для получения растительного масла применяются механический (прессование) и химический (экстракционный) способы производства. Химический способ применяется в качестве дополнительного к механическому.

Принципиальная технологическая схема производства растительного масла методом прессования включает следующие основные технологические операции: очистка сырья, обрушивание семян, сортирование рушанки, измельчение семян, влаготепловая обработка мятки, отжим масла, очистка масла.

*Очистка сырья.* Присутствие примесей в сырье осложняет переработку маслосемян. Для некоторых семян (подсолнечник) может применяться калибровка по крупности. Раздельная переработка крупных и мелких семян позволяет получить большее количество масла высшего сорта.

*Обрушивание (удаление) оболочек* производят на семенорушках. Смесь, выходящая из рушки, называется рушанкой и представляет собой комплекс разнообразных по размерам частиц: крупной, мелкой и средней лузги, целяка (целых семян), недоруша (необрушенных семян), целого ядра, половинок ядра, мелких частиц лузги и ядра, масляной пыли. Поэтому рушанку разделяют на несколько фракций. Недоруш, состоящий из целых и частично разрушенных семян, направляется на повторное обрушивание. Отдельно отделяется крупная и мелкая лузга. Масляная пыль присоединяется к ядру. Целые ядра и их половинки направляются на измельчение.

*Измельчение.* Измельчение ядер проводится с целью облегчения выделения из них масла. В основном для измельчения применяют пяти-вальцовые станки. Полученный после измельчения материал (мятка) отличается большой поверхностью, что способствует более быстрому извлечению масла.

*Влаготепловая обработка мятки.* В результате влаготепловой обработки изменяется структура мятки и уменьшается вязкость жира, благодаря чему мятка лучше отпрессовывается, выход растительного масла увеличивается.

*Отжим масла.* Подогретую мезгу подают на шнековые прессы непрерывного действия. Мезгу обычно прессуют дважды. Сначала на форпрессах отделяется часть масла, а затем частично обезжиренная мезга, называемая форпрессной ракушкой, измельчается, нагревается в жаровне и снова прессуется. При таком способе производства масла получают два продукта – масло и жмых, в котором содержится 7–9 % масла.

*Очистка масла.* Масло очищается на центрифугах, фильтр-прессах, путем отстаивания. Для удаления из масла фосфолипидов и восков применяют гидратацию (процесс обработки масла водой или паром) или вымораживание. Одним из способов очистки масла является обработка слабыми растворами щелочей. Полное удаление из масла красящих веществ может быть достигнуто адсорбционной рафинацией. Масло обрабатывают активированным углем, отбеливающими глина-

ми и другими сорбентами. Дезодорацию масла проводят в специальных аппаратах, пропуская через него перегретый водяной пар, с которым удаляются ароматические вещества.

**Задание.** Получить растительное масло из разных видов сырья и определить его выход.

**Материалы и оборудование:** семена масличных культур, лабораторный маслопресс, тара, весы.

**Ход работы.** Отобранную пробу маслосемян очищают и взвешивают, пропускают через лабораторный маслопресс. Полученное масло собирают в тару и также взвешивают, определяют его выход (В, %) по формуле

$$В = \frac{m_{\text{масла}}}{m_{\text{семян}}} \cdot 100.$$

Результаты, полученные в процессе работы, записать в табл. 64.

Таблица 64. Выход масла

Вид сырья	Масса семян, г	Масса масла, г	Выход масла, %



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жолик, Г. А. Технология переработки продукции растениеводства. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Г. А. Жолик, М. М. Волков, Н. В. Винникова. – Горки, 2011. – 136 с.
2. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие: в 2 ч. / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 1. – 204 с.
3. Жолик, Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие: в 2 ч. / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2004. – Ч. 2. – 137 с.
4. Криворот, А. М. Хранение плодов: опыт и перспективы / А. М. Криворот. – Минск: ПолиБиг, 2001. – 215 с.
5. Манжесов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции / В. И. Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. – Москва, 2005. – 392 с.
6. Мелихов, А. А. Хранение и переработка плодов и овощей / А. А. Мелихов. – Минск: Ураджай, 2000. – 73 с.
7. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян: учеб. пособие / В. Л. Пилипюк. – Москва: Вуз. учебник, 2009. – 457 с.
8. Рылко, В. А. Технология послеуборочной доработки, хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / В. А. Рылко, Н. В. Винникова. – Минск: РИПО, 2020. – 183 с.
9. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства: учеб. пособие / Г. А. Жолик [и др.]; под ред. Г. А. Жолика. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 575 с.
10. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов: учеб. для вузов / Л. А. Трисвятский [и др.]. – 4-е изд. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 416 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. ХРАНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	4
Лабораторная работа 1.1. Определение линейных размеров зерна и фракционного состава зерновой массы.....	4
Лабораторная работа 1.2. Подбор решет для зерноочистительных машин.....	6
Лабораторная работа 1.3. Расчет фактической производительности зерноочистительных машин.....	10
Лабораторная работа 1.4. Установление режимов сушки зерна и семян.....	13
Лабораторная работа 1.5. Расчет фактической производительности зерносушилок.....	15
Лабораторная работа 1.6. Определение целесообразности проведения активного вентилирования зерновых масс атмосферным воздухом.....	17
Лабораторная работа 1.7. Определение времени активного вентилирования зерна.....	21
Лабораторная работа 1.8. Определение угла естественного откоса зерновой массы.....	25
Лабораторная работа 1.9. Определение скважистости и плотности укладки зерновой массы.....	28
Лабораторная работа 1.10. Размещение зерна при хранении.....	31
Лабораторная работа 1.11. Определение убыли массы зерна при хранении....	35
Лабораторная работа 1.12. Определение лежкоспособности отдельных видов сочной продукции.....	37
Лабораторная работа 1.13. Определение скважистости насыпи сочной продукции.....	40
Лабораторная работа 1.14. Расчет вместимости хранилищ.....	43
Лабораторная работа 1.15. Установление режимов хранения плодов и овощей.....	45
Лабораторная работа 1.16. Оценка хранилищ по технико-экономическим показателям.....	48
Лабораторная работа 1.17. Расчет вентиляции хранилища.....	52
Лабораторная работа 1.18. Расчет параметров полевого способа хранения картофеля и овощей.....	57
Лабораторная работа 1.19. Определение убыли массы сочной продукции при хранении.....	60
Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	64
Лабораторная работа 2.1. Экспресс-оценка технологических качеств зерна методом спектрального анализа.....	64
Лабораторная работа 2.2. Изучение изменения стекловидности зерна при холодном кондиционировании.....	67
Лабораторная работа 2.3. Изучение ассортимента и определение качества муки.....	70
Лабораторная работа 2.4. Подбор и расчет состава помольной смеси.....	72
Лабораторная работа 2.5. Изучение ассортимента и определение выхода крупы.....	74
Лабораторная работа 2.6. Определение пленчатости и содержания ядра у зерна овса.....	76
Лабораторная работа 2.7. Приготовление пшеничного хлеба.....	79

Лабораторная работа 2.8. Расчет питательности комбикормов .....	81
Лабораторная работа 2.9. Определение степени замачивания ячменя при производстве солода.....	85
Лабораторная работа 2.10. Приготовление квашеной капусты .....	86
Лабораторная работа 2.11. Оценка качества квашеной капусты .....	89
Лабораторная работа 2.12. Определение выхода плодоовощных соков .....	91
Лабораторная работа 2.13. Определение содержания растворимых сухих веществ в соках.....	93
Лабораторная работа 2.14. Сушка плодоовощной продукции.....	95
Лабораторная работа 2.15. Определение содержания крахмала в клубнях картофеля .....	99
Лабораторная работа 2.16. Определение выхода картофельного крахмала.....	101
Лабораторная работа 2.17. Дегустационная оценка столовых качеств клубней картофеля.....	104
Лабораторная работа 2.18. Производство картофелепродуктов .....	107
Лабораторная работа 2.19. Определение выхода льноволокна.....	109
Лабораторная работа 2.20. Определение выхода растительного масла .....	110
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	113

Учебное издание

**Рылко** Виталий Александрович  
**Винникова** Наталья Викторовна

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ  
И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПРОДУКЦИИ  
РАСТЕНИЕВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. Н. Пьянусова*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *Е. В. Ширалиева*

Подписано в печать 24.08.2023. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 5,85.  
Тираж 150 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.