

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
Кафедра технологии пищевых производств

В. В. Ваншин, Е.А. Ваншина

ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.724 (076.5)
ББК 36.821я7
В 17

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Н.П. Владимиров

Ваншин В.В.
В 17 Хранение зерна и пищевых продуктов: методические указания /
В. В. Ваншин, Е.А. Ваншина; Оренбургский гос. ун-т. –
Оренбург: ОГУ, 2019. – 69 с.

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой дисциплины «Хранение зерна и пищевых продуктов» и предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья очной и заочной формы обучения.

В методических указаниях приведены методы определения и контроля физических свойств и зараженности зерна, муки, крупы, комбикормов, представлены расчеты по оценке эффективности фумигации и определению возможности проведения активного вентилирования.

Указания содержат методический и справочный материал, необходимый для выполнения лабораторных работ, а также правила безопасной работы в лаборатории.

УДК 664.724 (076.5)
ББК 36.821я7

© Ваншин В. В.,
Ваншина Е. А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа №1. Определение угла естественного откоса зерновой массы.....	7
2 Лабораторная работа №2. Определение скважистости, плотности укладки и обеспеченности зерновой массы воздухом	12
3 Лабораторная работа №3. Определение динамики процесса перемещения влаги в зерновой массе при хранении	17
4 Лабораторная работа №4. Изучение видов вредителей хлебных запасов	20
5 Лабораторная работа №5. Определение зараженности зерна и продуктов его переработки вредителями хлебных запасов	23
6 Лабораторная работа №6. Определение суммарной плотности заражения зерна	31
7 Лабораторная работа №7. Определение эффективности фумигации зерна и уточнение срока экспозиции	41
8 Лабораторная работа №8. Определение возможности и режима активного вентилирования зерна	49
Список использованных источников	56
Приложение А (справочное) Выписка из ГОСТ 13586-93. Зерно. Метод определения влажности	57
Приложение Б (справочное) Выписка из ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур	64
Приложение В (обязательное) Относительная влажность воздуха по показаниям психрометра. Равновесная влажность	68

Введение

Основная цель дисциплины «Хранение зерна и пищевых продуктов» - помочь будущим специалистам правильно выбрать режимы хранения зерна и зерновых продуктов и организовать борьбу со всеми видами потерь при хранении. Хранение продуктов и сырья растительного происхождения в настоящее время приобретает все большее значение и остроту, так как доля возделываемой земли в мире на душу населения постоянно снижается. Проблема обеспечения населения Земли продуктами питания за счет развития агротехники, селекции, создания трансгенных растений не может быть полностью решена без научно обоснованной технологии хранения всей выращенной продукции и продуктов ее переработки.

Особое внимание следует уделять хранению зерна, так как оно является основой муки, крупы, хлеба, макаронные изделия, масла – продуктов питания, которые являются основными практически для всех слоев населения России.

В процессе хранения зерна и зерновых продуктов в них могут протекать различные физиологические процессы, а также они могут быть подвержены заражению насекомыми, клещами и нападению птиц и грызунов, что в значительной мере снизит массу этих продуктов или может привести к полной их потере. Представленный в методических указаниях материал позволит закрепить на практике теоретический материал и развить необходимые компетенции в вопросах организации хранения зерновых продуктов.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего образования.

По результатам, полученным в ходе выполнения лабораторных работ, студент должен подготовить индивидуальный отчет в рабочем журнале. Отчет должен включать: название работы, краткое введение, отражающее цели и особенности работы, описание методики (хода) исследования, анализ полученных результатов (расчетные формулы, таблицы, графики, схемы), выводы. Зачет по лабораторной работе производится на основании предварительной проверки

отчета и контрольного опроса по содержанию выполненной работы. Перед началом выполнения работ студент должен ознакомиться с правилами безопасной работы в лаборатории.

Основные правила безопасной работы в лаборатории.

При работе в лаборатории хранения зерна необходимо соблюдать следующие правила.

1. Ознакомиться с оборудованием по технике безопасности (противогазами, защитными лицевыми щитками, предохранительными очками, аптечкой и средствами для пожаротушения).

2. Изучить инструкции по технике безопасности и инструкции по пожарной безопасности, имеющиеся в лаборатории хранения зерна.

3. При работе с химическими веществами следует соблюдать чистоту, избегать попадания веществ на руки. Не следует трогать лицо и глаза руками, принимать пищу во время работы. После работы необходимо тщательно мыть руки с мылом.

4. При работе с горючими и легковоспламеняющимися веществами (этиловым эфиром, спиртом, ацетоном и другими жидкостями) нельзя пользоваться открытым огнем. Их нельзя хранить вблизи нагревательных приборов.

5. Работы с ядовитыми и едкими веществами выполнять в вытяжном шкафу. Для смешивания веществ, сопровождающихся выделением тепла, использовать фарфоровую или термостойкую посуду.

6. Отработанные едкие жидкости, отходы горючих органических растворителей необходимо сливать в специальную посуду, находящуюся под тягой.

7. В случае легких термических ожогов кожу следует обмыть, а затем смазать глицерином или вазелином. При более сильных ожогах обожженное место обмыть концентрированным раствором перманганата калия, затем смазать мазью от ожогов.

8. При ожогах кислотой обмыть обожженное место большим количеством воды, а затем слабым раствором пищевой соды.

При ожогах едкими щелочами кожу промыть водой, затем разбавленной уксусной кислотой.

9. При попадании щелочи или кислоты в глаза нужно хорошо промыть их водой, затем разбавленным раствором борной кислоты (если попала щелочь) или 1%-ным раствором бикарбоната (если попала кислота) и немедленно обратиться к врачу.

10. В случае воспламенения горючей жидкости следует погасить все горелки, прикрыть пламя асбестовым полотенцем (кошмой) или засыпать песком. Большое пламя тушат при помощи огнетушителя. Растворимые в воде огнеопасные вещества следует тушить песком или огнетушителем.

12. Если загорится одежда, необходимо набросить на пострадавшего халат, пиджак, шерстяное одеяло, кошку чтобы потушить огонь.

13. К выполнению лабораторных работ студент допускается после прохождения инструктирования по технике безопасности и при наличии специальной одежды (халата).

1 Лабораторная работа №1. Определение угла естественного откоса зерновой массы

Цель работы. Ознакомиться с некоторыми методами определения угла естественного откоса. Изучить влияние различных факторов на сыпучесть зерновой массы (угол трения, угол естественного откоса).

Общие положения. Зерновая масса представляет собой совокупность различных компонентов, в том числе зерна основной культуры, примесей, микроорганизмов, воздуха межзерновых пространств, насекомых и клещей (зараженное зерно). Наличие в зерне столь различных по своей природе компонентов придает ей 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 бункера, 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 диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении части зерновой массы на горизонтальную плоскость.

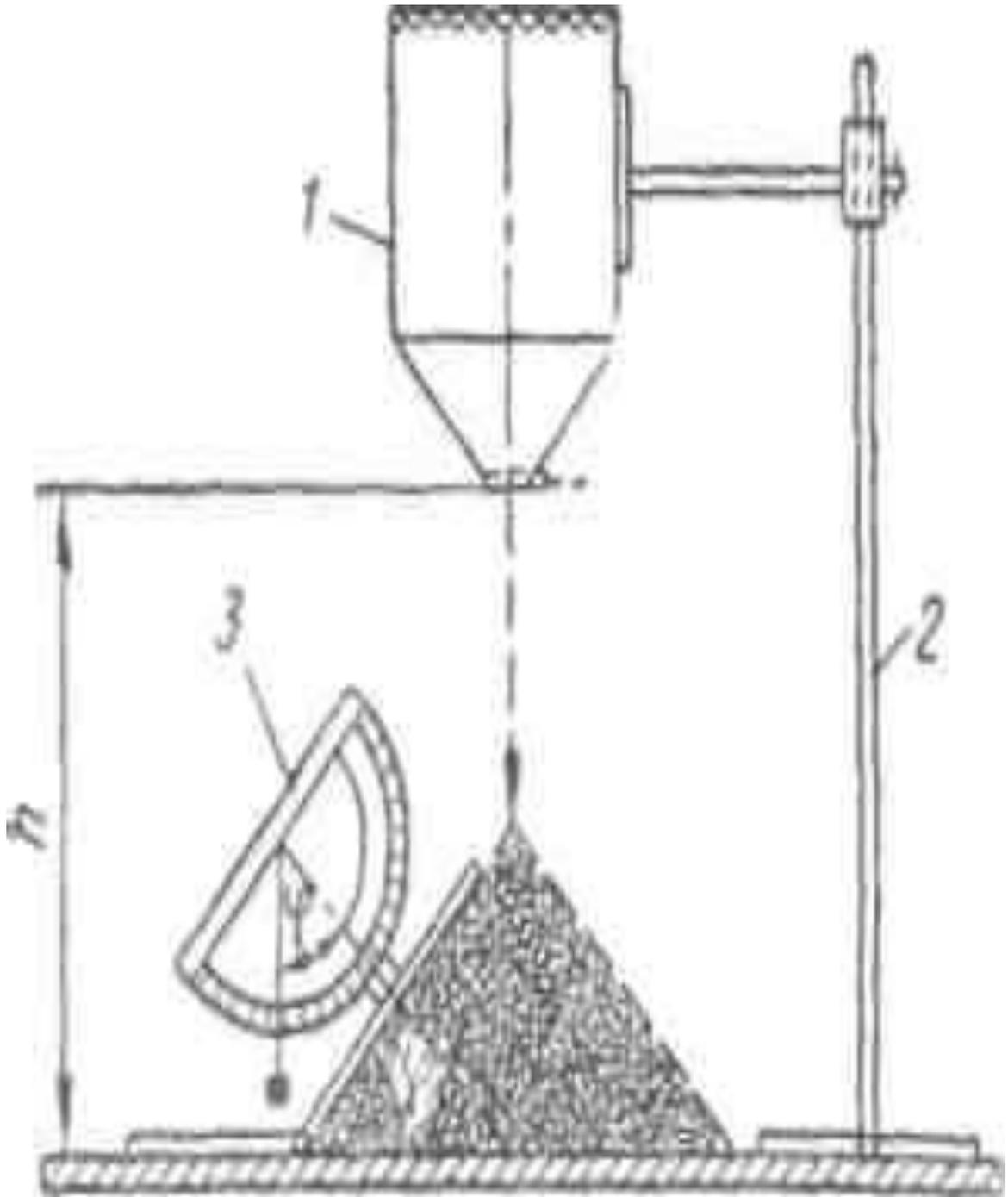
Угол трения зерновой массы о поверхность – это наименьший угол, при котором зерно начинает самотеком двигаться по наклонной плоскости.

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 другие). При отклонении зерен от шарообразной формы уменьшается сыпучесть. Примеси в зерновой массе изменяют ее сыпучесть, причем легкие, примеси (солома, мякина и другие) значительно снижают ее. Увеличение влажности зерновой массы снижает сыпучесть и увеличивает угол естественного откоса и угол трения. Высокая влажность зерна может привести к полной потере сыпучести зерновой массы.

Определение угла естественного откоса зерновой массы методом высыпания из воронки

Угол естественного откоса зерновой массы определяют при помощи прибора (рисунок 1), состоящего из воронки 1 с закрывающимся выпускным отверстием, подставки 2 для крепления воронки и линейки 3 с транспортиром и отвесом 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 φ . Его измеряют при помощи линейки и транспортира. Результаты измерений записывают в таблицу 1 и по ним делают выводы об изменении сыпучести в зависимости от физических свойств зернового продукта (зерна, муки, крупы, отрубей).



1 – воронка; 2 – подставка; 3 – линейка с транспортиром и отвесом
Рисунок 1 – Прибор для определения угла естественного откоса зерна при
высыпание из воронки

На сыпучесть зернового продукта оказывают влияние такие факторы как влажность сырья, форма частиц продукта, зараженность, наличие примесей.

Таблица 1 – Угол естественного откоса φ зерновых масс

Культура	Влажность, %	Натура, г/л	Угол естественного откоса, град*			Пределы колебаний град*	Угол трения, град*		
			определения				металл	стекло	резина
			1	2	3				
Пшеница									
Рожь									
Ячмень									
Овес									
Просо									
Горох									
Соя									

* Погрешность определений угла естественного откоса должна составлять не более 5...7 %.

Ход работы. Получив зерно, необходимо определить его натуру с помощью пурки. Измерение натуры проводят не менее трех раз и определяют среднее значение, которое записывают в таблицу.

Влажность зерна определяют по ГОСТ 13586.5-93 (Приложение А) путем высушивания навески в сушильном шкафу СЭШ-3М.

После определения влажности зерна проводят его оценку при фактической влажности, а затем увеличивают его влажность на 10 % и проводят измерения повторно.

Количество воды для увлажнения зерна M_v рассчитывается по формуле:

$$M_v = M_c \frac{W_k - W_n}{100 - W_k}, \quad (1.1)$$

где M_c – масса исходного сырья, г;

W_n – начальная влажность, %;

W_k – конечная влажность, %.

Используя лабораторные установки, определяют угол естественного откоса и угол трения при различных показателях влажности зерна.

Задание. Определить угол естественного откоса зерновой массы методом высыпания из воронки. Установить угол трения зерновых продуктов при движении по различным материалам. Варианты задания определяет преподаватель.

Приборы, материалы. 1. Приборы для определения угла естественного откоса. 2. Исследуемое зерно. 3. Пурка. 4. Мерный цилиндр на 100 мл. 5. Разборная доска. 6. Шпатель. 7. СЭШ-3М. 8. Бюксы. 9. Щипцы. 10. Эксикатор.

2 Лабораторная работа №2. Определение скважистости, плотности укладки и обеспеченности зерновой массы воздухом

Цель работы. Освоить методику определения скважистости, плотности укладки и обеспеченности зерновой массы воздухом.

Общие положения. Зерновая масса при размещении в складах или силосах не образует плотной массы; между ее твердыми компонентами остаются свободные промежутки, заполненные воздухом. Часть объема зерновой массы, занятая зернами и другими твердыми частицами (примеси, семена других культурных растений и прочие), называется **плотностью укладки** зерна. Остальная часть объема зерновой массы, занятая промежутками и заполненная воздухом, называется **скважистостью**.

Плотность укладки зерна и скважистость выражают в процентах от общего объема зерновой массы.

Плотность укладки и скважистость зерновой массы 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. Благодаря скважинам в зерновой массе возможны такие виды ее обработки, как сушка, активное вентилирование и газация. Скважистость зерновой массы имеет большое значение и для сохранения жизнеспособности семян, что очень важно при хранении 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.

Плотность укладки выражается следующей формулой в процентах:

$$t = \frac{V}{V_1} 100, \quad (2.1)$$

а скважистость – формулой также в процентах:

$$S = \frac{V_1 - V}{V_1} 100, \quad (2.2)$$

где V – истинный объем твердых компонентов зерновой массы, см^3 ;

V_1 – общий объем зерновой массы, см^3 .

Наблюдения показали, что более точные и сравнимые данные t и S получают, если берут зерновую массу, состоящую из 1000 твердых частиц (зерна и других частиц), выделенных подряд из навески по методу определения массы 1000 зерен, ГОСТ 10842-89 (Приложение Б).

Истинный объем 1000 частиц V определяют погружением их в мерный цилиндр, заполненный до определенного ($10 \dots 50 \text{ см}^3$) 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 нам искомую величину V .

Общий объем зерновой массы V_1 (в см^3) можно выразить через объемную массу, пользуясь формулой для определения объема любой сыпучей массы:

$$V_1 = \frac{P1000}{\gamma} \quad (2.3)$$

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

γ – объемная масса зерна, г/л (определяется на литровой пурке, ГОСТ 10840-64).

Скважистость зерновой массы можно вычислить (в %) по формуле:

$$S = 100 - t \quad (2.4)$$

Подставив в нее значение t и V_1 , можно определить:

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

$$S = 100 - \frac{V\gamma 100}{P 1000}, \text{ или}$$

$$S = 100 - \frac{V\gamma}{P 10} \text{ (формула ТСХА)}$$

Определив P , V и γ и рассчитав V_1 , можно найти 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 используется при активном вентилировании зерна.

Обеспеченность зерновой массы воздухом F (в $\text{см}^3/\text{г}$, или в $\text{м}^3/\text{т}$) можно определить по формуле:

$$F = \frac{V_1 - V}{P} \quad (2.5)$$

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

P – масса 1000 частиц, г.

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

Порядок работы. Получив индивидуальное задание на выполнение работы, необходимо приступить к определению P , V и γ . Для каждой культуры и по ним рассчитать t , S и F . Из исследуемого образца зерна в соответствии с ГОСТ 10842-89 выделить навеску для определения массы 1000 зерен.

Убедившись в правильности определения абсолютной массы, рассчитать истинный объем твердых частиц и объемную массу зерна. Расчеты записать в такой последовательности:

Масса 1000 зерен:

$$V_1 = \frac{16,51 + 16,49}{2} = 16,5 - 100 \%$$

$$16,51 - 16,49 = 0,02 \text{ г} - x \%,$$

$$x = \frac{0,02 \cdot 100}{16,5} \cong 0,1\% \text{ , что меньше } 5 \%,$$

$$P = 16,51 + 16,49 = 33 \text{ г.}$$

Истинный объем:

$$K = 74 - 50 = 24 \text{ см}^3.$$

Объемная масса:

$$\gamma_1 = 781 \text{ г/л,}$$

$$\gamma_2 = 780 \text{ г/л,}$$

$$\gamma_{CP} = \frac{781 + 780}{2} = 780,5 \cong 780 \text{ г/л}$$

Общий объем зерновой массы:

$$V_1 = \frac{P \cdot 1000}{\gamma} = \frac{33 \cdot 1000}{780} = 40,6 \text{ см}^3$$

Плотность укладки:

$$t = \frac{V \cdot 100}{V_1} = \frac{24 \cdot 100}{40,6} = 59,1 \%$$

Скважистость:

$$S = \frac{V_1 - V}{V_1} \cdot 100 = \frac{40,6 - 24}{40,6} \cdot 100 = 40,9 \%$$

Обеспеченность воздухом:

$$F = \frac{V_1 - V}{P} = \frac{40,6 - 24}{33} = 0,47 \text{ см}^3/\text{г}$$

Результаты расчетов по работе записать в таблицу 2 и сделать вывод о физических свойствах зерновых масс.

Таблица 2 – Показатели, характеризующие физические свойства зерновых масс

Культура	P,г	V,см ³	γ , г/л	V ₁ ,см ³	t, %	F, см ³ /г	S, %
пшеница							
ячмень							
просо							

Приборы, материалы. 1. Исследуемое зерно. 2. Весы технические с разновесами. 3. Весы тарелочные. 4. Пурка литровая. 5. Цилиндры мерные емкостью 100 и 250 см³. 6. Анализные доски, шпатели, совочки. 7. Керосин.

3 Лабораторная работа №3. Определение динамики процесса перемещения влаги в зерновой массе при хранении

Цель работы. Исследовать перераспределение влаги в зерновой массе при хранении. Определить условия сорбционной сушки семян некоторых культур и выявить эффективные сорбенты влаги.

Общие положения. Процессы сорбции и десорбции водяных паров происходят внутри зерновой массы при хранении и приводят к изменению влажности зерна. Влага в зерновой массе при хранении может перемещаться как в результате различной влажности отдельных зерен и отдельных ее участков, так и в силу разности температуры в отдельных частях зернового массива.

Изменение температуры в каком-либо участке зерновой массы сопровождается перемещением влаги по направлению потока тепла, то есть от мест более нагретых к менее нагретым.

Интенсивные процессы перераспределения влаги происходят в свежесобранном зерне в начальный период хранения вследствие большого различия влажности отдельных его компонентов. В последующий период хранения, когда различие во влажности отдельных зерен несколько сгладится, процесс перемещения влаги замедляется. Таким образом, перемещение влаги в зерновой массе при хранении приводит к повышению влажности отдельных ее частей и создает условия для возникновения самосогревания зерна. Поэтому необходимо устранять причины неравномерного распределения и перемещения влаги в хранящемся зерне.

При объединении партий зерна с различной исходной влажностью даже при тщательном их перемешивании влажность постепенно выравнивается. Более влажное зерно подсыхает, а сухое увлажняется. Опытами установлено, что обмен влагой между смешанными партиями различной влажности начинается уже в течение первого часа совместного хранения и практически завершается в течение трех-четырех суток. Дальнейшее хранение практически не приводит к

значительному изменению установившейся влажности и в конечном итоге она остается неодинаковой. Такое неполное выравнивание влаги при смешивании сухого и влажного зерна обусловлено явлением сорбционного гистерезиса. Объединение партий с различной влажностью без перемешивания является причиной гнездового или пластового самосогревания, так как ухудшение качества зерна в слое с повышенной влажностью опережает процесс перемещения влаги, и зерно портится. Поэтому не следует смешивать или хранить в одном складе (силосе) зерно с различной влажностью.

Порядок работы. Смешать два образца зерновых культур с различной, но определенной влажностью. Влажность культуры при необходимости увеличивают путем увлажнения водой. Количество воды, необходимое для увлажнения, находят по формуле:

$$W = m \frac{W_2 - W_1}{100 - W_2}, \quad (3.1)$$

где, W – количество воды, г;

m – масса навески, г;

W_1 – базисная влажность, %;

W_2 – необходимая влажность, %;

Для опытов (работу можно проводить как со многими, так и с одной культурой при исследовании процесса перемещения влаги от примесей к зерну) взять сухой овес и увлажненную до заданной влажности фасоль в соотношении 1:1 (масса каждой навески 250 г). Навески смешивают вручную в течение 4 минут. Затем смесь разделяют на несколько равных частей (в зависимости от количества определений) и помещают в колбы, которые необходимо плотно закрыть и поставить на хранение в термостат. Через определенные промежутки времени взять одну колбу, высыпать из нее зерно на разборную доску и смесь быстро разделить по исходным культурам. В полученных образцах определить влажность в соответствии со стандартом. Результаты опытов записать в таблицу 3 и по ним построить график.

Таблица 3 – Изменение влажности сухого зерна овса и увлажненных семян фасоли при совместном хранении

Длительность совместного хранения от начала опыта, мин.	Влажность, % на сухое вещество	
	овес	фасоль
1. 10		
2. 20		
3. 30		
4. 40		
5. 50		

Задание. Выяснить закономерность процесса перемещения влаги при совместном хранении сухого овса и сырой фасоли в течение 10...50 минут. Построить кривые изменения влажности указанных культур и по ним сделать выводы.

Приборы, материалы. 1. Исследуемое зерно. 2. Мерный цилиндр 100 см³. 3. Колбы конические емкостью 125 см³ с пробками. 4. Разборные доски, шпатели, пинцеты. 5. Весы технические с разновесами. 6. Чашки Петри. 7. Сушильный шкаф, термостат. 8. Карандаши для надписей по стеклу. Мельница. 9. Сита с номером сетки 1..0,8.

4 Лабораторная работа №4. Изучение видов вредителей хлебных запасов

Цель работы. Ознакомиться с различными видами вредителей хлебных запасов и приобрести навыки для распознавания наиболее опасных и распространенных.

Общие положения. Хранение зерна и продуктов его переработки неразрывно связано с защитой их от уничтожения и порчи разнообразными вредителями: насекомыми и клещами, мышевидными грызунами и птицами. Вред, причиняемый зерну и продуктам его переработки вредителями хлебных запасов, огромен. Зерновая масса, мука, крупа и комбикорма являются не только отличной пищей для вредителей, но и средой обитания. Поселяясь в местах хранения зерна и других хлебных запасов, вредители уничтожают большое количество продукции, ухудшают пищевые, товарные и семенные достоинства. Выделяя влагу и тепло в процессе своей жизнедеятельности, вредители создают предпосылки для возникновения самосогревания. Вредители загрязняют продукты экскрементами, личинными шкурками, трупами умерших животных и могут быть разносчиками многих инфекционных болезней.

Борьба с вредителями хлебных запасов на всех этапах хлебооборота является делом большой государственной важности. Успех борьбы и ее эффективность зависят от уровня квалификации специалистов в области хранения зерна, от их умения оценить конкретную обстановку, вовремя и правильно организовать мероприятия по защите зерна и продуктов его переработки от вредителей.

Обучающимся по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья необходимо освоить по учебнику комплекс знаний о вредителях, в том числе их классификацию, краткую характеристику наиболее опасных видов, вред, причиняемый ими, а также общие вопросы биологии, физиологии и экологии вредителей. Требуется также знать признаки сходства и

отличия одних видов вредителей хлебных запасов от других и уметь распознавать виды вредителей.

Порядок работы. Для изучения клещей зараженное зерно необходимо просеять через сито с отверстиями \varnothing 1,5 мм, рассмотреть отсев под лупой (4,5-кратное увеличение) или под бинокулярным микроскопом на черном фоне. Обнаруженных клещей при помощи препаровальной иглы извлечь из отсева на предметное стекло. Рассмотреть несколько видов клещей. При помощи небольшого комочка ваты, сильно смоченного эфиром, клещей усыпить, вату с эфиром осторожно поднести к клещу, не дотрагиваясь до него, и держать ее до тех пор, пока клещ не перестанет двигаться. Усыпленных клещей на предметном стекле рассмотреть под микроскопом (объектив \times 8) и установить вид клеща. Затем зарисовать клеща в журнале лабораторных работ.

Для изучения вредителей жуков и бабочек живые экземпляры их рассмотреть на анализной доске под лупой. Для более детального ознакомления мелких жуков усыпляют, помещая их в пробирку с ватой, смоченной эфиром. Усыпленных жуков рассмотреть под микроскопом по частям тела, установить характерные особенности устройства тела данного жука (голова, ноги, брюшко, крылья). Подробное рассмотрение устройства тела под микроскопом необходимо для правильного определения вида вредителя. Определить вид вредителя и зарисовать его с натуры в лабораторном журнале.

Бабочек усыпить в пробирке, затем наколоть их на бумагу при помощи препаровальных игл, рассмотреть и зарисовать.

Вид вредителей определяют также по живым экземплярам при помощи определительных таблиц.

Задание. Учитывая специфику данного материала и трудность его освоения студентами, рекомендуется следующий порядок работы:

1. Самостоятельное изучение студентами главы «Вредители хлебных запасов» по учебному пособию дома при подготовке к лабораторной работе.
2. Подготовка к устному опросу студентов во время выполнения работы для закрепления сведений о вредителях.

3. Рассмотреть коллекции и живые экземпляры вредителей под лупой, микроскопом или бинокулярным микроскопом (по указанию преподавателя) и сделать схематические рисунки основных вредителей.

4. Определить вид вредителя по живым экземплярам при помощи определительных таблиц.

Материалы, приборы. 1. Вредители хлебных запасов (живые экземпляры). 2. Коллекции вредителей. 3. Анализные доски, препаровальные иглы, предметные стекла, гигроскопическая вата. 4. Зерновые лупы (x 4,5). 5. Биологические и бинокулярные микроскопы. 6. Этиловый эфир. 7. Сито с отверстиями – Ø 1,5 мм;

5 Лабораторная работа №5. Определение зараженности зерна и продуктов его переработки вредителями хлебных запасов

Цель работы. Ознакомиться с методами определения зараженности зерна вредителями хлебных запасов.

Общие положения. Зараженность зерна вредителями хлебных запасов (клещами и насекомыми) определяют при приеме хлебных продуктов при хранении, обработке и отпуске.

При хранении сроки проверки зараженности установлены в зависимости от температуры зерна. Так при температуре зерновой массы выше 15 °С проверяют состояние ее по зараженности не реже одного раза в 10 дней; при температуре от 15 до 5°С - не реже одного раза в 15 дней; при температуре ниже 5 °С - один раз в месяц.

Зараженность зерна определяют просеиванием всего среднего образца в строгом соответствии с ГОСТ 13586.6-93. Образцы для определения зараженности зерна отбирают в строгом соответствии с ГОСТ 13586.3-83.

При хранении зерна в складах средние образцы отбирают отдельно от каждого слоя. Образцы берут от каждой секции 100 м²; при высоте насыпи 1,5 м – из трех слоев: верхнего (на глубине 10–15 см от поверхности зерна), среднего (из середины насыпи) и нижнего (у пола). При высоте насыпи ниже 1,5 м образцы отбирают из двух слоев – верхнего и нижнего. От каждого слоя берут выемки в пяти точках: в четырех углах на расстоянии примерно 1 м от границ секции и посередине насыпи. Из выемок составляют исходные образцы, а из последних – средние образцы для определения зараженности.

Образцы из каждого слоя проверяют на зараженность отдельно и степень зараженности зерна в складе устанавливают по наивысшей зараженности.

Зараженность зерна в силосах элеватора определяют по средним образцам, отбираемым сверху щупом на возможную глубину отдельно от каждого силоса и слоя насыпи зерна, подобно отбору образцов зерна в складах.

Зараженность зерна в вагоне или автомобиле определяют просеиванием всего среднего образца.

При отгрузке (выгрузке) зерна на водный транспорт зараженность определяют по средним образцам, отбираемым от каждого трюма в отдельности.

Установлены степени зараженности зерна клещами и долгоносиками при явной зараженности партий (таблица 4).

Таблица 4 – Степень явной зараженности зерна долгоносиком и клещами

Степень	Число вредителей в 1 кг зерна	
	долгоносики	клещи
1	от 1 до 5 вкл.	от 1 до 20 вкл.
2	от 6 до 10 вкл.	свыше 20, но свободно передвигаются и не образуют скоплений
3	свыше 10	клещи образуют войлочный слой

Для других вредителей хлебных запасов при определении зараженности устанавливают виды вредителей и количество живых экземпляров на 1 кг зерна.

Определение явной формы зараженности зерна. Для определения зараженности зерна вредителями хлебных запасов средний образец зерна просеивают через два сита с круглыми отверстиями: нижнее с отверстиями Ø 1,5 мм, верхнее – Ø 2,5 мм.

На сите с диаметром обечайки Ø 30 см просеивают одновременно около 1 кг зерна.

Просеивание ведут вручную в течение 2 мин при 120 круговых движениях в минуту или механизированным способом на рассевке в течение 1 мин при 150 круговых движениях в минуту.

При температуре зерна в образце ниже 5 °С полученные при просеивании сход и проходы через сита отогревают при температуре 25°С - 30 °С в течение 10-20 мин для устранения холодого оцепенения вредителей.

После просеивания и подогрева (если последнее необходимо) подсчитывают вредителей.

Мертвых вредителей, обнаруженных при подсчете, относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают. Мертвые жуки отличаются от живых тем, что их ноги вытянуты и неподвижны. У живых жуков, находящихся в неподвижном состоянии, ноги плотно прижаты к телу.

Подсчет живых вредителей начинают с крупных видов насекомых (мавритуанская козявка, большой мучной и смоляно-бурый хрущаки, притворяшка-вор, их личинки и другие).

Для этого тщательно просматривают сход с сита с отверстиями Ø 2,5 мм, разравнивают его тонким слоем на анализной доске и разбирают вручную.

Затем отдельно просматривают рассыпанные тонким слоем проходы через сита с отверстиями Ø 2,5 мм (на белом стекле) и Ø 1,5 мм (на черном стекле).

Проход через сито с отверстиями Ø 1,5 мм рассматривают под конической лупой (4-4,5-кратное увеличение) для обнаружения и подсчета живых клещей.

При рассмотрении схода и проходов выбирают живые экземпляры и устанавливают виды вредителей и количество экземпляров на 1 кг зерна.

При обнаружении зараженности зерна долгоносиками и клещами устанавливают, в зависимости от количества экземпляров вредителей в 1 кг зерна, степень зараженности и определяют в полном соответствии с таблицами.

Для просеивания образцов при определении зараженности вредителями используют прибор ПОЗ-1 или просеивают вручную.

Определение скрытой формы зараженности зерна. Скрытую форму зараженности зерна образуют долгоносики (амбарный, рисовый и другие), зер-

новой точильщик, зерновая моль, а также зерновки (гороховая, чечевичная, фасолевая и другие).

Скрытую зараженность определяют в соответствии со стандартом двумя методами: метод раскалывания зерен и метод окрашивания пробочек KMnCO_4 .

Метод раскалывания зерен заключается в том, что от среднего образца отбирают без выбора 50 целых зерен основной культуры и раскалывают их вдоль бороздки перочинным ножом или ланцетом. Расколотые зерна рассматривают под лупой для обнаружения куколок, личинок, молодых жуков. Количество зараженных зерен выражают в процентах по отношению к 50 зернам.

Недостатком этого метода является невозможность обнаружения вредителей в стадии яйца. Указанный недостаток отсутствует при определении скрытой зараженности методом окрашивания пробочек.

Метод окрашивания пробочек марганцовокислым калием. Цикл развития долгоносиков от яйца до взрослого жука протекает внутри зерна, поэтому вредители заражают зерно в скрытой форме. При этой форме зараженности внутри зерна могут находиться долгоносики во всех стадиях развития (яйцо, личинка, куколка, молодые жуки).

Долгоносики откладывают яйца в просверленную ими в зерне ямочку и закупоривают ее пробочкой, состоящей из выделяемой ими слизи и частиц выгрызенного зерна. Такая пробочка невидима без увеличения. На зернах пшеницы и ржи пробочки расположены обычно вблизи бороздки или у зародыша. Ячмень повреждается на линии соединения цветочных пленок.

Принципом метода является искусственное увеличение пробочек и их окрашивание, после чего они становятся заметными.

Для определения скрытой зараженности зерна долгоносиками по этому методу из исследуемого среднего образца берут навеску массой 15 г и освобождают ее от примесей (сорной и зерновой), а также от битых и изъеденных зерен. Зерно высыпают на частую сетку в жестяной оправе. Затем сетку с зерном опускают на 1 мин в чашку с водой температурой 30 °С. В теплой воде зерна набухают и увеличивают пробочки. Из воды сетку с исследуемым зерном

переносят на 20 - 30 с в 1%-ный свежеприготовленный раствор марганцовокислого калия (на 1 л воды 10 г KMnCO_4). В этом растворе пробочки и зерна в местах повреждения оболочек окрашиваются в черный цвет.

Излишек краски с поверхности оболочки зерна удаляют погружением сетки с зерном в холодную воду, но лучше это достигается применением серной кислоты с перекисью водорода (на 100 мл 1%-ного раствора серной кислоты берут 1 мл 3%-ной перекиси водорода). Пребывание в указанном растворе в течение 20–30 с возвращает зерну нормальный цвет при сохранении черного цвета пробочек.

Пробочки имеют размер не более 0,5 мм, форма их выпуклая, круглая.

Подсчет зерен с пробочками может быть затруднен наличием на зерне темных пятен неправильной формы, образовавшихся в местах повреждения оболочек и не имеющих отношения к зараженности.

Круглые темные пятна могут быть следующие: окрашенные пятна на зерне пшеницы и ржи, которые долгоносик просверлил во время еды; такие пятна имеют интенсивно окрашенные края и светлую середину; пробочки темного цвета, которые имеются в местах, где долгоносики отложили яйца.

После удаления излишка краски навеску зерна переносят на фильтровальную бумагу, отделяют и подсчитывают зараженные зерна с черными пробочками. Зараженные зерна необходимо подсчитать немедленно после обработки их раствором серной кислоты с перекисью водорода, не давая им подсохнуть, иначе окраска пробочек может исчезнуть.

Скрытая зараженность зерна по этому методу характеризуется количеством зараженных зерен с пробочками на 1 кг зерна, для этого количество их в навеске массой 15 г делят на 3 и умножают на 200.

Приведенный метод определения скрытой зараженности зерна пригоден только для определения скрытой зараженности долгоносиками. Метод не может обнаружить живых насекомых внутри зерна.

Определение зараженности муки, крупы, отрубей и комбикормов. Зараженность муки и отрубей определяют в пробе массой 1 кг, выделенной из объединенной пробы. Точечные пробы муки отбирают из мешков мучным щупом. Из партии до пяти мешков пробы берут из каждого мешка, из партии от 6...100 мешков – не менее чем от пяти мешков и из партии более 100 мешков точечные пробы берут не менее чем от 5 % мешков в партии.

От насыпи отрубей точечные пробы отбирают щупом из середины каждого квадрата поверхности насыпи площадью 4...5 м² из верхнего и нижнего слоев при высоте насыпи до 0,75 м и из трех слоев при более высокой насыпи.

Из струи перемещаемых муки и отрубей точечные пробы отбирают пробоотборниками через равные промежутки времени.

Пробы муки, крупы, отрубей и комбикорма просеивают ручную или механизированным способом при тех же режимах, что и для зерна, используя различные сита (таблица 5).

Таблица 5 – Виды сит, используемые для анализа проб

Вид продукции	Сита
1	2
Мука сортовая	Проволочные % 056
Мука обойная	Проволочные % 067 и 056
Отруби	Проволочные % 08 и 056
Ядрица гречневая, овсяная недробленая, овсяные хлопья «Геркулес», рис, крупа перловая № 1 и 2, крупа пшеничная Полтавская № 1 и 2, крупа кукурузная, горох лущеный целый и колотый	Пробивные с отверстиями Ø2,5...1,5 мм
Крупа перловая № 3 и 4, крупа пшеничная № 3 и 4, пшено, крупа ячневая № 1 и 2, крупа кукурузная № 1 и 2, крупа овсяная дробленая, рис дробленый, пшено дробленое, продел, горох лущеный дробленый	Пробивные с продолговатыми отверстиями размером 1,2x20 мм и с отверстиями Ø1 мм

Продолжение таблицы 5

1	2
Крупа перловая № 5, крупа пшеничная «Артек», крупа ячневая № 3, крупа кукурузная № 3, 4, 5 и мелкая, крупа, манная, крупа пшеничная дробленая	Проволочные №08 и 063
Комбикорм	Пробивные с отверстиями 0,2 мм и проволочные №08

Пробы продукции с температурой ниже 15 °С - 18 °С перед определением зараженности подогревают до комнатной температуры (18 °С - 20 °С). Сход и проход каждого сита рассыпают тонким слоем на белом стекле с подложенной под него белой бумагой и тщательно рассматривают, устанавливая виды насекомых (жуки, бабочки, личинки, куколки). Проход нижнего сита после просеивания проб муки, отрубей, комбикормов рассыпают тонким изреженным слоем на стекле с подложенной под него черной бумагой, разравнивают и слегка уплотняют с помощью листа бумаги или сухого чистого стекла. Поверхность полученного слоя с ровной поверхностью толщиной около 1-2 мм тщательно просматривают.

При наличии в массе исследуемой пробы клещей на поверхности продукта появляются вздутия, бороздки или извилистые линии.

Порядок определения зараженности крупы клещами аналогичен с применяемым для зерна. Зараженность продуктов переработки зерна вредителями хлебных запасов выражают числом экземпляров на 1 кг продукции.

Задание. Определить явную и скрытую зараженность зерна и продуктов его переработки вредителями хлебных запасов (вариант выдает преподаватель).

Приборы, материалы.

Для определения зараженности и поврежденности зерна в явной форме необходимы: 1. Весы технические с разновесами. 2. Лупа зерновая (х 4,5). 3. Комплект лабораторных сит из решетного полотна с круглыми отвер-

ствиями Ø 1,5 и Ø 2,5 мм и диаметром обечаек Ø 30 см. 4. Рассевок ПОЗ-1. 5. Аналитическая доска, шпатель, совочек. 6. Песочные часы на 1 или 2 мин. 7. Термометр. 8. Зараженное зерно, мука, крупа.

Для определения зараженности и поврежденности в скрытой форме необходимы: 1. Металлическая или капроновая сетка. 2. Фильтровальная бумага. 3. Скальпель или лезвие. 4. Секундомер. 5. Колба на 500 см³. 6. Чашки и стаканы на 200 и 500 см³. 7. Весы технические с разновесами. 8. Калий йодистый (1%-ный раствор). 9. Йод кристаллический. 10. Натр едкий или калий едкий (0,5%-ный раствор). 11. Калий марганцовокислый (1%-ный раствор).

6 Лабораторная работа №6. Определение суммарной плотности заражения зерна

Цель работы. Освоить методику расчета суммарной плотности заражения зерна. Научится составлять прогноз развития ВХЗ.

Основные положения. Систематический и тщательный контроль за состоянием зерновых масс по зараженности необходим для выявления вредителей, своевременного и полного обеззараживания. Контроль за зараженностью проводят при приемке, хранении и отпуске зерна. При обнаружении в зерновой массе вредителей определяют плотность заселения и прогнозируют численность их увеличения. Для оценки зараженности зерна насекомыми и клещами с учетом различной меры их вредоносной деятельности для каждой партии зерна рассчитывают суммарную плотность заражения (СПЗ), а зараженность зерна всеми видами насекомых и клещей выражают в степенях.

Таблица 6 – Коэффициент вредоносности насекомых и клещей и суммарная плотность заражения

Виды вредителей	Коэффициент вредоносности K_b	Количество взрослых вредителей в 1 кг зерна, не оказывающих вредного воздействия, экз.	Количество взрослых вредителей в 1 кг зерна, соответствующее экономическому порогу вредоносности, экз.	Максимально допустимые уровни (МДУ) суммарной плотности заражения, экз/кг по СПЗ
1	2	3	4	5
Общая зараженность	-	-	-	15
Зерновой точильщик	1,7	5	1,8	8,5
Амбарный долгоносик	1,5	5	2,0	7,5

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Зерновая моль (гусеницы)	1,1	4	2,7	4,4
Другие бабочки (гусеницы) мавританская козявка	1,1	-	2,7	3,0
Рисовый долгоносик	1,0	15	3,0	15,0
Мучные хрущаки	0,4	6	7,5	2,4
Притворяшки, кожееды	0,4	-	7,5	3,0
Мукоеды, грибоеды	0,3	25	10,0	3,0
Блестянки, скрытники, скрытноеды	0,2	-	15,0	3,0
Сеноеды	0,1	-	30,0	3,0
Хлебные клещи	0,05	150	60	3,0

СПЗ представляет собой сумму плотностей заражения зерна разными видами насекомых и клещей, приведенных к плотности заражения наиболее распространенным вредителем – рисовым долгоносиком в соответствии с коэффициентами вредоносности K_v каждого вида, указанными в таблице 6 .

Помимо снижения массы и ухудшения качества и технологического достоинства зерна насекомые и клещи выделяют в зерно токсичные для человека вещества. Поэтому при определенной плотности заражения зерна насекомыми и клещами оно становится непригодным для продовольственных целей. Токсичные вещества сохраняются в зерне и после дезинсекции. При повторном заражении токсичные вещества добавляются к уже имеющимся в зерне. Поэтому если партия зерна заражена вторично, то полученное значение СПЗ суммируется с предыдущим.

Ухудшение санитарного состояния зерна при заражении его насекомыми и клещами вызывает необходимость строгой регламентации как плотности заражения вредителями отдельных видов, так и суммарной плотности заражения, то есть установления МДУ количества насекомых в 1 кг зерна.

МДУ установлены по лимитирующему показателю с учетом трех критериев: биологической активности зараженного насекомыми зерна для теплокровных животных, экономического порога вредоносности, показателей пищевой ценности зерна. В таблице 6 приведены установленные МДУ содержания в зерне насекомых и клещей.

Если зараженность зерна насекомыми и клещами по показателю СПЗ превышает указанные выше МДУ, но не более 90 экз. на 1 кг зерна, использование его на продовольственные цели допустимо только при условии подсортировки к нему незараженного зерна и доведения количества вредителей до МДУ.

Количество зараженного выше МДУ насекомыми и клещами зерна в процентах, которое необходимо брать при подсортировке с незараженным, рассчитывается по уравнению:

$$A = \frac{МДУ \cdot 100}{X_{вр} \text{ (или } X_{\Sigma})}, \quad (6.1)$$

где A – количество зараженного выше МДУ насекомыми и клещами зерна, которое необходимо смешать с незараженным зерном, %;

МДУ – максимально допустимый уровень заражения зерна насекомыми и клещами, экз/кг (см. таблицу 6);

$X_{вр}$ (или X_{γ}) – фактическая плотность заражения зерна насекомыми и клещами с учетом коэффициентов вредоносности, экз/кг.

Если партия зерна заражена одновременно несколькими видами вредителей, то в знаменатель вместо $X_{вр}$ включают X_{Σ} .

При использовании уравнения (6.1) необходимо рассчитать X_{Σ} и отдельно $X_{вр}$ для выделенных в таблице 6 видов вредителей. Затем следует рассчитать величины A в целом по СПЗ и отдельно для выделенных видов вредителей, подставляя в уравнение соответствующие значения МДУ. При подсортировке необходимо учитывать наименьшее значение величины A , полученной в расчетах.

Если содержание вредителей в зерне по показателю СПЗ превышает 90 экз. на 1 кг, такое зерно не может быть использовано на продовольственные цели. С учетом вредоносности насекомых и клещей и отрицательного влияния их на гигиенические показатели (накопление токсичных веществ) зараженность зерна вредителями выражают в степенях в зависимости от величины показателя СПЗ. Характеристика степеней зараженности зерна вредителями приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Степени зараженности зерна вредителями

Степень зараженности	Величина показателя СПЗ, экз/кг
1	до 1
2	от 1 до 3 вкл.
3	свыше 3 до 15 вкл.
4	свыше 15 до 90 вкл.
5	свыше 90

Примечание – При отнесении зерна к той или иной степени зараженности в составе СПЗ необходимо учитывать МДУ отдельных видов вредителей (см. таблицу 6).

В зависимости от степени зараженности зерна необходимо выполнить следующие мероприятия.

При I степени в первую очередь необходимо осуществить прогноз времени, через которое при данных условиях зараженность зерна может перейти в III степень. Он осуществляется следующим образом.

Сначала определяют коэффициент увеличения численности по уравнению:

$$K_{y,ч} = 3 : СПЗ, \quad (6.2)$$

где $K_{y,ч}$ - коэффициент увеличения численности;

3 - нижний предел СПЗ при III степени зараженности зерна, экз/кг;

СПЗ - суммарная плотность заражения зерна данной партии, экз/кг.

Далее с помощью номограмм, приведенных на рисунке 5, определяют время наступления III степени зараженности зерна.

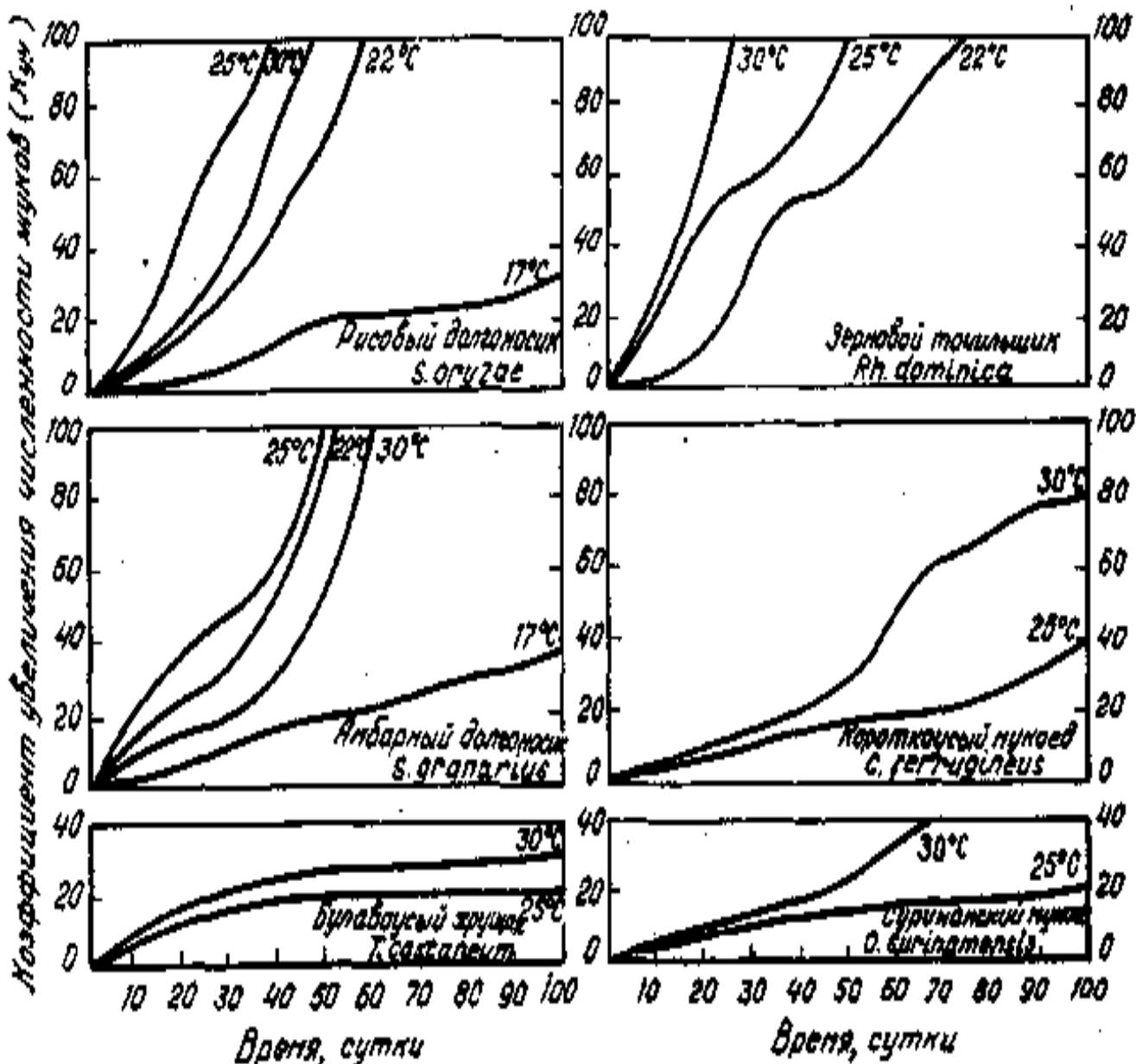


Рисунок 5 – Номограммы прогноза численности жуков в зерне

Для этого на вертикальной оси (ординат) графика соответствующего вида насекомого находят точку, соответствующую величине $K_{y,ч}$. Из этой точки проектируют перпендикуляр к оси ординат до пересечения с температурной кривой. При этом ориентируются на наиболее высокую температуру зерна в насыпи. Из точки пересечения опускают перпендикуляр на горизонтальную ось (абсцисс), где отсчитывают значение времени, при котором СПЗ достигает 3 экз/кг, то есть III степени зараженности зерна.

После прогноза развития ВХЗ принимают одно из следующих решений.

Принимают меры к охлаждению зерна до нижнего температурного порога развития ВХЗ (см. таблицу 8). Такое зерно можно хранить без дезинсекции.

Если охладить зерно нельзя, его необходимо подвергнуть дезинсекции. После этого зерно можно хранить.

При I степени зараженности допускается переработка зерна на предприятии без охлаждения и без дезинсекции. При этом запрещается отгружать зараженное зерно на другие предприятия.

При II степени заражения зерно необходимо подвергнуть дезинсекции и хранить. Если это зерно будет заражено повторно, его необходимо снова обеззаразить и реализовать в первую очередь.

При III степени зараженное зерно необходимо подвергнуть дезинсекции и принять меры к первоочередной его реализации.

При IV степени зерно необходимо подвергнуть дезинсекции и принять меры к его первоочередной реализации с подсортировкой незараженного насекомыми зерна (по уравнению 6.1).

При V степени зерно подвергают дезинсекции. Такое зерно не может быть использовано на продовольственные цели.

Если первая дезинсекция зерна проведена химическими средствами, то повторное обеззараживание этого же зерна разрешается только нехимическими способами.

Зерно, требующее первоочередной реализации, разрешается обеззараживать или нехимическими способами, или с помощью химических средств, кото-

рые можно легко и быстро удалить из зерна после дезинсекции (например, фосфин).

Таблица 8 – Нижние температурные пороги развития ВХЗ

Виды вредителей	Нижний температурный порог развития, °С
Клещи	6
Амбарный долгоносик, зерновая огневка	10
Мельничная огневка	11
Рисовый долгоносик, зерновая моль	13
Южная огневка	14
Малый мучной и булавоусый хрущаки	15
Суринамский мукоед, зерновой точильщик	16
Короткоусый мукоед	18

Порядок работы. Для определения СПЗ отбор проб зерна и определение количества насекомых и клещей в исследуемых образцах (выданных преподавателем) осуществляют согласно ГОСТ 13586.3-83 и ГОСТ 13586.4-83 соответственно. Дальнейший ход выражения результатов состоит в следующем.

Рассчитывают среднюю плотность заражения зерна каждым видом вредителя (X^1_c, X^2_c, \dots, X_c), выражаемую количеством экземпляров одного вида вредителей в 1 кг зерна, по формуле:

$$X^1_c, X^2_c, \dots, X_c = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_i}{2N}, \quad (6.3)$$

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

2 - масса средней пробы, кг;

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

Среднюю плотность заражения вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака следующим образом: если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не меняется, если равна или более 5, то увеличивается на единицу.

Затем рассчитывают для каждого вида вредителя плотность заражения с учетом коэффициента его вредоносности ($X_{вр}$) по формуле:

$$X_{вр} = X_c \cdot K_v, \quad (6.4)$$

где X_c - средняя плотность заражения зерна каждым видом вредителя, экз/кг;

K_v - коэффициент вредоносности каждого вида вредителя (приведен в таблице б);

$X_{вр}$ - вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

Суммарную плотность заражения зерна вредителями (X_Σ), выражаемую количеством экземпляров всех видов вредителей с учетом вредоносности каждого вида в 1 кг зерна, рассчитывают как сумму $X_{вр}$ всех обнаруженных в партии зерна вредителей по формуле:

$$X_\Sigma = X_{вр}^1 + X_{вр}^2 + \dots + X_{вр}. \quad (6.5)$$

Пример 1.

В зерноскладе хранится партия зерна. В соответствии с ГОСТ 13586.3-83 от верхнего, нижнего и среднего слоев выделены три средние пробы зерна массой (М) по 2,0 кг каждая. В этих пробах обнаружено (п): жуков рисового долгоносика 5, 4 и 1 экз., жуков зернового точильщика 4, 3 и 1 экз., жуков суринамского мукоеда 6, 3 и 3 экз. соответственно каждому слою зерновой насыпи.

Рассчитывают среднюю плотность заражения зерна каждым видом вредителя с использованием уравнения (6.3):

$$\text{рисов, долг.} = (5 + 4 + 1) : (2 + 2 + 2) = 1,7 \text{ экз./кг};$$

$$\text{зерн. точ.} = (4 + 3 + 1) : (2 + 2 + 2) = 1,3 \text{ экз./кг};$$

$$\text{сурин. мук.} = (6 + 3 + 3) : (2 + 2 + 2) = 2,0 \text{ экз./кг}.$$

Затем рассчитывают плотность заражения каждым видом вредителей с учетом коэффициентов вредоносности $X_{\text{вр}}$ (из таблицы б):

$$X_{\text{вр рисов. долг.}} = 1,7 \text{ экз./кг} \times 1,0 = 1,7 \text{ экз./кг};$$

$$X_{\text{вр зерн. точ.}} = 1,3 \text{ экз./кг} \times 1,7 = 2,2 \text{ экз./кг};$$

$$X_{\text{вр сурин. мук.}} = 2,0 \text{ экз./кг} \times 0,3 = 0,6 \text{ экз./кг}.$$

Далее рассчитывают X_{Σ} как сумму $X_{\text{вр}}$:

$$X_{\Sigma} = 1,7 + 2,2 + 0,6 = 4,5 \text{ экз./кг}.$$

Сравнивают величины X_{Σ} и $X_{\text{вр}}$ каждого вида с величинами МДУ (таблица б). Сравнение показывает, что как X_{Σ} , так и $X_{\text{вр}}$ рисового долгоносика, зернового точильщика и суринамского мукоеда не превышают значений МДУ.

Следовательно, данную партию зерна можно использовать на продовольственные цели без ограничений, в том числе без подсортировки.

Пример прогноза.

В зерноскладе хранится партия зерна пшеницы. В соответствии с ГОСТ 13586.4-83 от верхнего, среднего и нижнего слоев зерновой насыпи выделены три средние пробы зерна массой 2; 2,1; 1,9 кг. В этих пробах обнаружены жуки короткоусого мукоеда в количестве 1, 1 и 0 экз/кг соответственно каждому слою зерновой насыпи.

Температура зерна в верхнем слое 25 °С, в среднем - 23 °С и в нижнем - 17 °С.

По вышеуказанной методике рассчитывают суммарную плотность заражения, которая в данном случае составляет 0,1 экз/кг.

Далее рассчитывают $K_{y,ч}$ по уравнению (6.2):

$$K_{y,ч} = 3 : 0,10 = 30.$$

По номограмме на рисунке 5, используя график для короткоусого мукоеда, учитывая $K_{y,ч}$ и максимальную температуру зерна 25 °С, находят время наступления III степени зараженности зерна, равное 87 сут.

После прогноза принимают одно из следующих решений.

Принимают меры к охлаждению зерна до 18 °С, то есть до нижнего температурного порога развития короткоусого мукоеда (см. таблицу 8). Такое зерно можно хранить без дезинсекции. Если охладить зерно нельзя, его необходимо подвергнуть дезинсекции. После этого зерно можно хранить. Если зерно хранится в зернохранилищах мукомольного завода или комбината хлебопродуктов и подлежит переработке на месте в срок до 87 сут, допускается при I степени зараженности переработать его на этом же предприятии без охлаждения и без дезинсекции. При этом запрещается отгружать зараженное зерно на другие предприятия.

Задание. Согласно выданному заданию определить X_c , $X_{вр}$, X_{Σ} , A , степень заражения зерновой массы и на основании $K_{y,ч}$ составить прогноз развития вредителей.

Материалы, приборы.

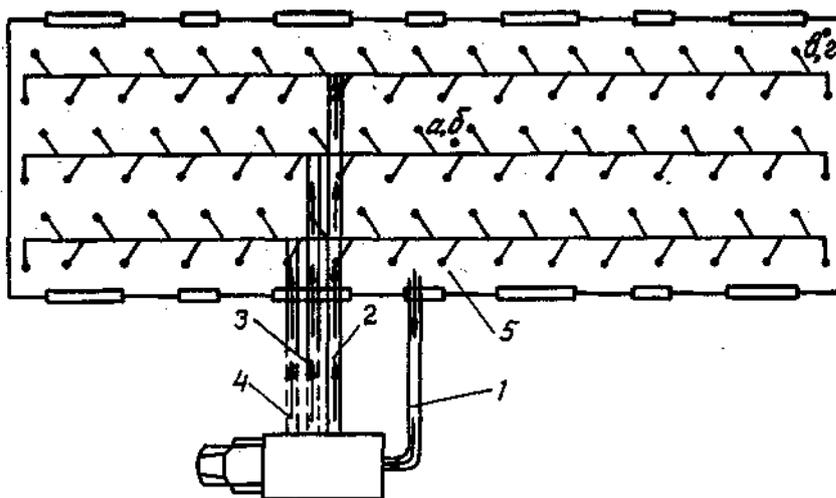
1. Зараженные образцы зерновой массы.
2. Разборные доски, шпатели.
3. Набор сит - 1,5; 2,5 мм.
4. Зерновые лупы (x4,5).

7 Лабораторная работа №7. Определение эффективности фумигации зерна и уточнение срока экспозиции

Цель работы. Освоить методику определения периода экспозиции фумигации зерна.

Общие положения. Для определения эффективности фумигации зерна и уточнения срока экспозиции осуществляют контроль процесса фумигации путем регулярного отбора проб газовой смеси из насыпи, анализа содержания в них хлорпикрина или метилхлорида, расчета произведения концентрации на экспозицию ПКЭ и сравнения фактического значения $ПКЭ_{\text{сум}}$ с необходимым для гибели вредителей $ПКЭ_{\text{н}}$.

Для отбора проб газовой смеси в верхнем (10–15 см от поверхности) и нижнем (10–15 см от пола) слоях насыпи устанавливают по два зонда (по центру склада на пересечении диагоналей между, четырьмя газораспределительными трубами – точки **а** и **б** и в углу – точки **в** и **г** (см. рисунок б)).



1 – пневмопровод; 2, 3, 4 – газопроводные рукава; 5 – газораспределительные трубы; а, б, в, г – точки отбора газовой смеси

Рисунок 6 – Технологическая схема фумигации зерна в складе аппаратом 4-АГ с рециркуляцией

Резиновые шланги, надетые на зонды, выводят за пределы склада через отверстия в двери или окне, герметизируя зажимом или пробкой. Газовоздушные пробы отбирают и анализируют с помощью приборов ПСУ сразу после окончания подачи фумиганта в склад, а затем – через 3; 6 (12); 24 ч экспозиции и далее через каждые 24 ч.

После каждого (кроме первого) определения концентрации K хлорпикри-на или метилхлорида в межзерновом пространстве рассчитывают ПКЭ_{*n*} по формулам:

$$ПКЭ_1 = \frac{K_0 + K_1}{2} (B_1 - B_0); \quad (7.1)$$

$$ПКЭ_2 = \frac{K_1 + K_2}{2} (B_2 - B_1); \quad (7.2)$$

$$ПКЭ_3 = \frac{K_2 + K_3}{2} (B_3 - B_2); \quad (7.3)$$

$$ПКЭ_n = \frac{K_{n-1} + K_n}{2} (B_n - B_{n-1}); \quad (7.4)$$

где $K_0, K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ – концентрация фумиганта при каждом очередном отборе газовоздушных проб, г/м³;

$B_0, B_1, B_2, B_3 \dots B_n$ – сроки от начала экспозиции, ч.

Затем вычисляют суммарные величины ПКЭ (ПКЭ_{сум}) как суммы этих показателей за определенный промежуток времени:

$$ПКЭ_{сум} = ПКЭ_1 + ПКЭ_2 + ПКЭ_3 + ПКЭ_n. \quad (7.5)$$

Полученные результаты по определению K , ПКЭ и ПКЭ_{сум} записывают для каждой точки в таблицу 9.

Таблица 9 – Определение ПКЭ при фумигации

Место отбора пробы газовой смеси	Показатели и единицы измерения	Величина показателей от начала экспозиции, ч							
		0	3	6	12	24	48	72	и.т.д.
Верх, а	$K_a, \text{г/м}^3$ $\text{ПКЭ}_a, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$ $\text{ПКЭ}_{a,\text{сум}}, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$								
Низ, б	$K_b, \text{г/м}^3$ $\text{ПКЭ}_b, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$ $\text{ПКЭ}_{b,\text{сум}}, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$								
Верх, в	$K_v, \text{г/м}^3$ $\text{ПКЭ}_v, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$ $\text{ПКЭ}_{v,\text{сум}}, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$								
Низ, г	$K_a, \text{г/м}^3$ $\text{ПКЭ}_a, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$ $\text{ПКЭ}_{a,\text{сум}}, \text{г}\cdot\text{ч/м}^3$								

Полная гибель насекомых происходит в том случае, если величина ПКЭ по всей зерновой насыпи достигает необходимых для этого величин ПКЭ_n , приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Оптимальные значения ПКЭ, обеспечивающие полное уничтожение вредителей

Фумигант	ПКЭ _н , г·ч/м ³ , при зараженности			
	амбарным долгоносиком		другими видами вредителей	
	и при температуре, °С			
	От 12 до 20	20 и выше	От 12 до 20	20 и выше
Хлорпикрин	205	170	115	95
Металлилхлорид	440	360	350	290

Экспозицию фумигации устанавливают в зависимости от соответствия величины ПКЭ_{сум} величине ПКЭ_н. При условии, если ПКЭ_{сум} больше ПКЭ_н, экспозицию прекращают, так как гибель насекомых обеспечена.

Если по истечении 5 сут экспозиции ПКЭ_{сум} меньше ПКЭ_н, то проводят дополнительную подачу фумиганта с учетом разницы между этими величинами.

Порядок работы. Получив индивидуальное задание на выполнение работы, производят расчет по выше указанной методике.

Пример приведения расчета:

Типовой склад вместимостью 3200 т полностью загружен зерном пшеницы, имеющей температуру 21 °С.

Пшеница заражена амбарным долгоносиком.

Зерно обработали хлорпикрином. Для полной гибели насекомых во всех точках указанной зерновой насыпи согласно таблице 10 необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\text{ПКЭ}_{\text{сум}} \text{ больше или равно } \text{ПКЭ}_{\text{н}}, \text{ т. е. } 170 \text{ г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3.$$

Контроль процесса фумигации ведут в верхних и нижних слоях насыпи в четырех точках: в центре насыпи (точки *а* и *в*) и в углу склада (точки *в* и *г*) (см. рисунок б).

Концентрация (Двойные обозначения концентрации (а в дальнейшем и ПКЭ) означают буквенное наименование точки отбора пробы газовой смеси и последовательность срока от начала экспозиции) хлорпикрина в этих точках сразу после прекращения подачи фумиганта (B_0) и через 3 ч (B_1) от начала экспозиции составила ($г/м^3$):

$$K_{a,0} = 16,1; K_{б,0} = 14,3; K_{в,0} = 12,2; K_{г,0} = 10,4;$$

$$K_{a,1} = 11,1; K_{б,1} = 10,6; K_{в,1} = 9,3; K_{г,1} = 8,5.$$

Рассчитывают произведение концентрации на экспозицию и определяют ПКЭ по формуле:

$$ПКЭ_1 = \frac{K_0 + K_1}{2} (B_1 - B_0)$$

$$ПКЭ_{a,1} = \frac{16,1 + 11,1}{2} (3 - 0) = 41,2 \cdot ч/м^3$$

$$ПКЭ_{б,1} = \frac{14,3 + 10,6}{2} (3 - 0) = 37,2 \cdot ч/м^3$$

$$ПКЭ_{в,1} = \frac{12,2 + 9,3}{2} (3 - 0) = 32,2 \cdot ч/м^3$$

$$ПКЭ_{г,1} = \frac{10,4 + 8,5}{2} (3 - 0) = 29,2 \cdot ч/м^3$$

$ПКЭ_{сум} = ПКЭ_1 = 41; 37; 32; 29$ $г \cdot ч/м^3$, что меньше 170 $г \cdot ч/м^3$, следовательно, фумигацию зерна в складе продолжают.

Через 6 ч от начала экспозиции (B_2) концентрация хлорпикрина в тех же точках составила ($г/м^3$):

$$K_{a,2} = 5,9; K_{б,2} = 6,4; K_{в,2} = 6,7; K_{г,2} = 5,6.$$

$$ПКЭ_2 = \frac{K_1 + K_2}{2} (B_2 - B_1)$$

$$ПКЭ_{a,2} = \frac{11,1+5,9}{2} \cdot 262 \cdot \frac{ч}{м^3};$$

$$ПКЭ_{б,2} = \frac{10,6+6,4}{2} \cdot 262 \cdot \frac{ч}{м^3};$$

$$ПКЭ_{в,2} = \frac{9,3+6,7}{2} \cdot 242 \cdot \frac{ч}{м^3};$$

$$ПКЭ_{г,2} = \frac{8,5+5,6}{2} \cdot 212 \cdot \frac{ч}{м^3}.$$

Определяют для каждой точки $ПКЭ_{сум}$ по формуле:

$$ПКЭ_{сум} = ПКЭ_1 + ПКЭ_2.$$

$$ПКЭ_{a,сум} = 41 + 26 = 67 \text{ Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{б,сум} = 37 + 26 = 63 \text{ Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{в,сум} = 32 + 24 = 56 \text{ Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{г,сум} = 29 + 21 = 50 \text{ Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3.$$

$ПКЭ_{сум}$ меньше 170 $\text{Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$, поэтому фумигацию продолжают.

Через 24 ч (B_3) концентрация хлорпикрина в точках а, б, в, г составила ($\text{Г} / \text{м}^3$):

$$K_{a,3} = 3,3; K_{б,3} = 2,6; K_{в,3} = 3,1; K_{г,3} = 2,0.$$

$$ПКЭ_3 = \frac{K_2 + K_3}{2} \cdot (B_3 - B_2).$$

$$ПКЭ_{a,3} = 832 \cdot \frac{ч}{м^3}; \quad ПКЭ_{б,3} = 812 \cdot \frac{ч}{м^3};$$

$$ПКЭ_{в,3} = 882 \cdot \frac{ч}{м^3}; \quad ПКЭ_{г,3} = 682 \cdot \frac{ч}{м^3}.$$

Определяют $ПКЭ_{сум}$ каждой точки по формуле:

$$ПКЭ_{сум} = ПКЭ_1 + ПКЭ_2 + ПКЭ_3.$$

$$ПКЭ_{a,сум} = 41 + 26 + 83 = 150 \text{ Г} \cdot \text{ч} / \text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{б,сум} = 37 + 26 + 81 = 144 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{в,сум} = 32 + 24 + 88 = 144 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{г,сум} = 29 + 21 + 68 = 118 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3.$$

Полученные данные показывают, что в течение 24-часовой экспозиции $ПКЭ_{сум}$ меньше $170 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, что недостаточно для гибели насекомых, поэтому фумигацию зерновой насыпи продолжают.

Через 48 ч от начала экспозиции (B_4) концентрации хлорпикрина в точках а, б, в, г составили ($\text{г}/\text{м}^3$):

$$K_{а,4} = 1,3; K_{б,4} = 0,8; K_{в,4} = 1,1; K_{г,4} = 1,0.$$

$$ПКЭ_4 = \frac{K_3 + K_4}{2} (B_4 - B_3).$$

$$ПКЭ_{а,4} = 55 \text{ г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3; ПКЭ_{б,4} = 41 \text{ г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{в,4} = 50 \text{ г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3; ПКЭ_{г,4} = 36 \text{ г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$$

Определяют $ПКЭ_{сум}$ для каждой точки по формуле:

$$ПКЭ_{сум} = ПКЭ_1 + ПКЭ_2 + ПКЭ_3 + ПКЭ_4.$$

$$ПКЭ_{а,сум} = 41 + 26 + 83 + 55 = 205 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{б,сум} = 37 + 26 + 81 + 41 = 185 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{в,сум} = 32 + 24 + 88 + 50 = 194 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3;$$

$$ПКЭ_{г,сум} = 29 + 21 + 68 + 36 = 154 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3.$$

Полученные данные показывают, что через $B_4=48$ ч в трех точках (а, б и в) $ПКЭ_{а,сум}$, $ПКЭ_{б,сум}$ и $ПКЭ_{в,сум}$ больше $170 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$. Но поскольку в точке г $ПКЭ_{сум}$ меньше $170 \text{ Г}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, экспозицию следует продолжить, проводя наблюдения лишь за этой точкой.

Через 72 ч от начала экспозиции (B_5) концентрация хлорпикрина в точке г составила $K_{г,5} = 0,8 \text{ г/м}^3$.

$$ПКЭ_{2,5} = 222 \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}^3}.$$

$$ПКЭ_{\text{сум}} = ПКЭ_1 + ПКЭ_2 + ПКЭ_3 + ПКЭ_4 + ПКЭ_5.$$

$$ПКЭ_{г,\text{сум}} = 28,5 + 21 + 68 + 36 + 2,2 = 176.$$

Полученная величина $ПКЭ_{г,\text{сум}}$ больше $170 \text{ г}\cdot\text{ч/м}^3$, что достаточно для полной гибели насекомых. Следовательно, в данном примере срок экспозиции возможно ограничить 72 ч.

Полученные результаты заносят в таблицу 11.

Таблица 11 – Величина произведения концентрации на экспозицию ($ПКЭ$) при фумигации хлорпикрином

Место отбора пробы газозооушной смеси	Показатели и единицы измерения	Величина показателей от начала экспозиции, ч					
		0	3	6	24	48	72
Верх, а	$K_a, \text{ г/м}^3$	16,1	11,1	5,9	3,3	1,3	-
	$ПКЭ_a, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	41	26	83	55	-
	$ПКЭ_{a,\text{сум}}, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	41	67	150	205	-
Низ, б	$K_b, \text{ г/м}^3$	14,3	10,6	6,4	2,6	0,8	-
	$ПКЭ_b, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	37	26	81	41	-
	$ПКЭ_{b,\text{сум}}, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	37	63	144	185	-
Верх, в	$K_v, \text{ г/м}^3$	12,2	9,3	6,7	3,1	1,1	-
	$ПКЭ_v, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	32	24	88	50	-
	$ПКЭ_{v,\text{сум}}, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	32	56	144	194	-
Низ, г	$K_g, \text{ г/м}^3$	10,4	8,5	5,6	2,0	1,0	0,8
	$ПКЭ_g, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	29	21	68	36	21,6
	$ПКЭ_{g,\text{сум}}, \text{ Г}\cdot\text{ч/м}^3$	-	29	50	118	154	175,7

8 Лабораторная работа №8. Определение возможности и режима активного вентилирования зерна

Цель работы. Изучить возможность проведения активного вентилирования зерновой массы при хранении.

Общие положения. Активное вентилирование - это способ обработки зерновой массы атмосферным воздухом в насыпи без перемещения. Сущность метода состоит в том, что нагнетаемый вентилятором воздух при прохождении по межзерновому пространству положительно влияет на физическое и физиологическое состояние зерновой массы, в результате чего улучшается ее качество и повышается стойкость при хранении.

При активном вентилировании между зерном и воздухом происходит обмен теплом и влагой до тех пор, пока не установится состояние равновесия между параметрами зерновой насыпи и атмосферного воздуха.

В зависимости от условий зерно может охлаждаться, подсушиваться или увлажняться. Направление процесса тепло- и влагообмена и его интенсивность зависят от свойств и состояния зерна, состояния и скорости движения воздуха в зерновой насыпи. Положительный эффект активного вентилирования при обработке зерновой массы возможен лишь в случаях соблюдения режимов вентилирования, определяемых температурой и относительной влажностью подаваемого воздуха, расходом его на 1 т зерна, высотой насыпи и продолжительностью вентилирования.

До начала вентилирования необходимо определить возможность проведения этого вида обработки зерновой массы. Задача сводится к нахождению той равновесной влажности, которая установится в зерне при продувании атмосферным воздухом. Если влажность зерна до вентилирования выше равновесной, то зерно отдаст часть влаги воздуху и подсушится, а если ниже, то зерно поглотит влагу из воздуха и увлажнится. Вентилирование возможно, если зерно при этом не ухудшит своего состояния.

Порядок работы. Возможность проведения вентилирования определяют по следующим основным данным: температуре зерна и наружного воздуха, влажности зерновой массы и влажности воздуха. Вентилирование целесообразно проводить только в тех случаях, когда сочетание этих факторов обеспечивает охлаждение и подсыхание зерна или охлаждение его без снижения влажности.

Влажность зерна до вентилирования определяют стандартным методом, температуру зерновой массы по слоям при помощи термоштанг или дистанционных установок для контроля температуры. При определении возможности вентилирования учитывается самая низкая температура в насыпи.

Относительную и абсолютную влажность воздуха можно определить с помощью психрометра.

Абсолютной влажностью воздуха (γ_n) называется масса водяного пара, находящегося в 1 м³ влажного воздуха (г/м³).

Относительной влажностью воздуха (ϕ) называется отношение массы водяного пара, находящегося в 1 м³ влажного воздуха, к максимально возможной его массе в 1 м³ воздуха при том же барометрическом давлении и при той же температуре:

$$\phi = \frac{\gamma_n}{\gamma_{\max}} \cdot 100\% \quad (8.1)$$

Психрометр представляет собой сочетание двух термометров, сухого и смоченного, с ценой деления шкалы, равной 0,2 °С - 0,5 °С. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Шарик смоченного термометра обернут влажной тканью (батистом), смачиваемой водой. С поверхности ткани за счет тепла шарика испаряется вода, и показание смоченного термометра ниже, чем сухого. Чем больше разность между показаниями сухого и смоченного термометров (психрометрическая разность), тем интенсивнее происходит испарение воды с ткани, следовательно, воздух более сухой. Показания сухого и мокрого термометров теоретически равны при полном 100 %-ном насыщении воздуха.

Относительную или абсолютную влажность воздуха определяют по показанию обоих термометров по психрометрической таблице.

Психрометр устанавливают в местах, защищенных от солнца. При пользовании психрометром следят за тем, чтобы шарик смоченного термометра был увлажнен водой и правильно обернут батистом. Для этого берут кусочек чистого отглаженного батиста, обертывают им шарик в один слой так, чтобы края батиста заходили один на другой не более чем на 1/4 окружности. Затем концы батиста погружают в стаканчик с дистиллированной водой на расстоянии 8-15 мм от шарика термометра.

Зимой при температуре ниже 0 °С относительную влажность воздуха определяют следующим образом. Психрометр устанавливают в месте наблюдений за полчаса до отсчета, батист на шарике должен быть сухим и без остатков льда от предшествующего определения. Стаканчик с водой комнатной температуры подводят под смоченный термометр и шарик последнего погружают ненадолго в воду для того, чтобы сухой батист впитал воду. Затем стаканчик убирают и удаляют капли воды с батиста. Через 30 мин (до появления на батисте корочки льда) снимают отсчет температуры.

Получив необходимые данные, определяют возможность активного вентилирования зерновой массы.

Порядок определения по планшетке и номограмме ВНИИЗ.

Планшетки ВНИИЗ предназначены для определения равновесной влажности зерна и составлены для тех случаев, когда температура воздуха выше 0 °С (рисунок 7) и ниже 0 °С (рисунок 8). Планшетки имеют пять шкал с делениями: на первой шкале нанесена температура по сухому термометру в (°С), на второй – температура по смоченному термометру, на третьей – абсолютная влажность воздуха, на четвертой - температура зерна в 0 °С; на пятой – равновесная влажность зерна в (%).

Для определения на номограмму накладывают линейку так, чтобы она соединяла показания сухого и смоченного термометров на шкалах 1, 2 и пересекала шкалу 3. В точке пересечения шкалы 3 находят абсолютную влажность

воздуха. Затем соединяют линейкой 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. Полученную равновесную влажность зерна сопоставляют с фактической и судят о возможности вентилирования.

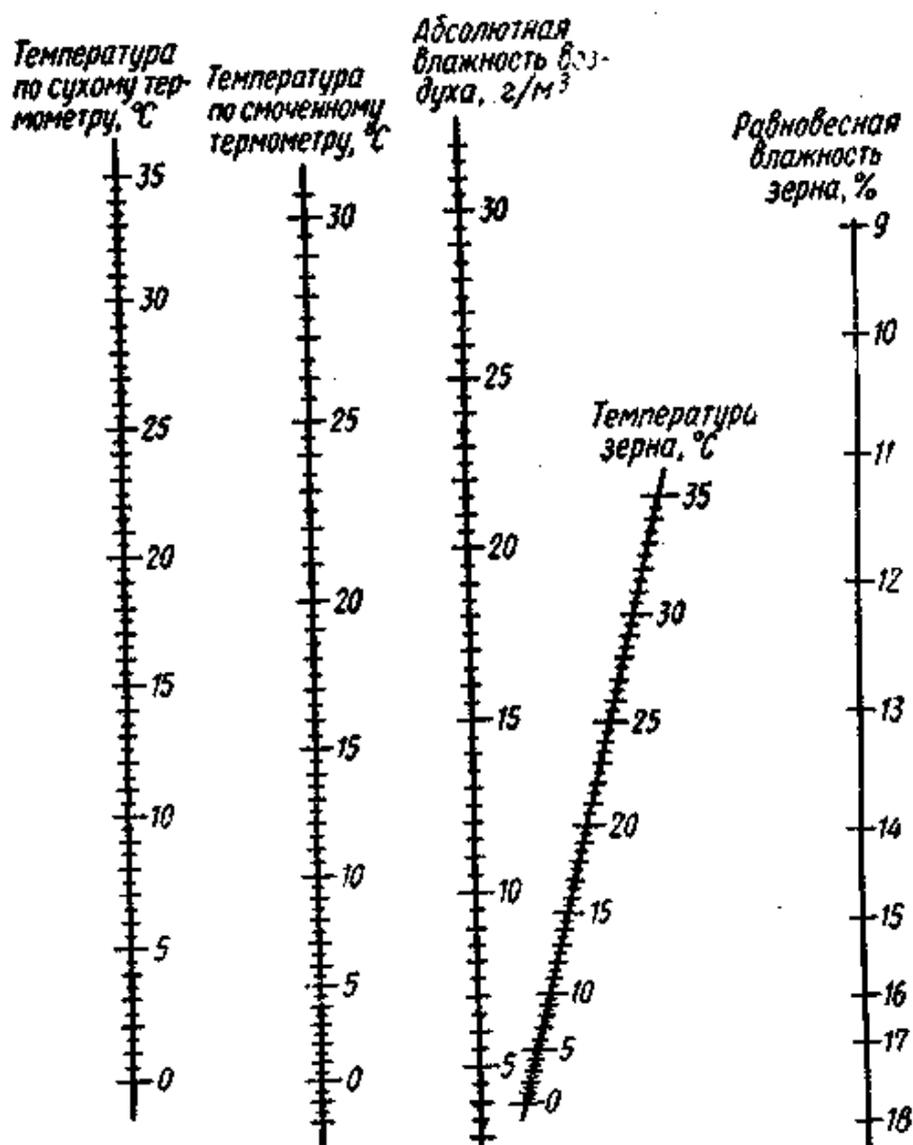


Рисунок 7 – Номограмма ВНИИЗ для определения возможности вентилирования зерновой массы при температуре воздуха выше 0 °C

Температура по сухому термометру, 0 °С	Температура по влажному термометру, 0 °С	Абсолютная влажность воздуха, г/м ³	Равновесная влажность воздуха, г/м ³
--	--	--	---

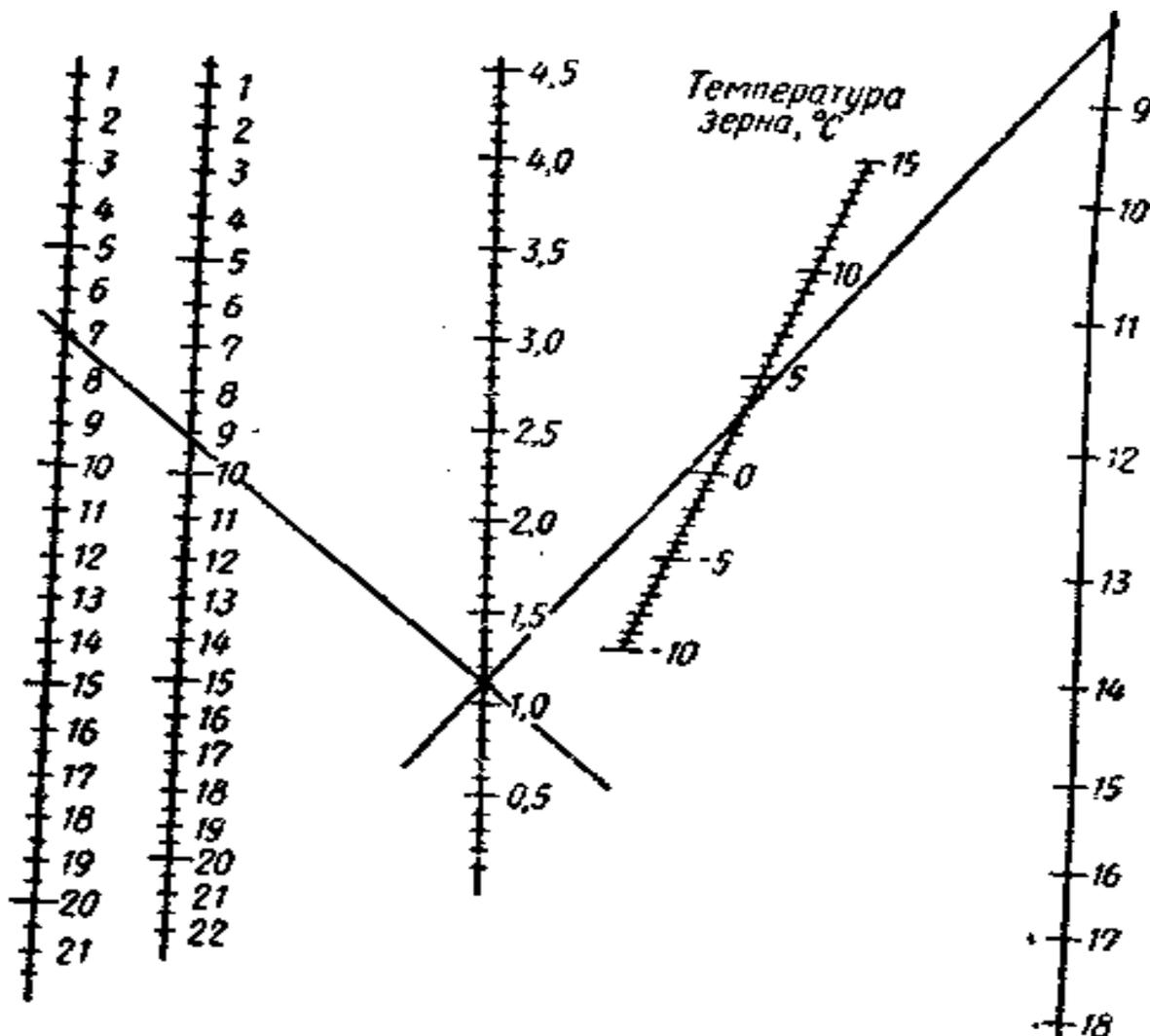


Рисунок 8 – Номограмма ВНИИЗ для определения возможности вентилирования зерновой массы при температуре воздуха ниже 0 °С

Равновесную влажность зерна можно определить по таблицам. Для этого сначала определяют относительную влажность воздуха по показаниям мокрого и разности показаний сухого и мокрого термометров психрометра. Затем находят равновесную влажность зерна с учетом его температуры и относительной влажности воздуха по таблице. Как и в предыдущих случаях, равновесная

влажность зерна должна быть меньше исходной влажности зерна, чтобы избежать его увлажнения, иначе вентилирование проводить нельзя.

Пример. Влажность зерна пшеницы 17 %, температура - 20 °С. Температура сухого термометра 18,5 °С и смоченного 16,0 °С. Используя показания смоченного термометра и разность показаний сухого и смоченного термометра (2,5 °С), по таблице находят относительную влажность воздуха (75 %) (см. приложение В). При данной относительной влажности воздуха и температуре зерна 20 °С равновесная влажность зерна равна 15,1 %. Следовательно, вентилировать эту партию пшеницы можно, так как зерно будет охлаждаться и одновременно несколько подсыхать. В тех случаях, когда невозможно определить равновесную влажность зерна (отсутствие психрометра или других приборов), вентилирование проводят при условии, если температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 4 °С - 5 °С и более. В дождливую и туманную погоду разница должна составлять не менее 8 °С. При этом необходимо защищать всасывающие отверстия вентиляторов от осадков.

Греющееся зерно вентилируют непрерывно в любые часы суток, независимо от метеорологических условий и равновесной влажности воздуха, до тех пор, пока оно не будет охлаждено до температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время, или не будет превышать ее более чем на 3 °С - 5 °С. Греющееся зерно при вентилировании не увлажняется, так как повышается температура нагнетаемого в насыпь воздуха и увеличивается вследствие этого его способность сушить зерно.

Вентилирование зерна для его охлаждения следует проводить в наиболее холодные часы суток.

Задание. Определить возможность проведения активного вентилирования зерна при помощи номограмм и таблиц и полученных параметров при исследовании образцов. Варианты задания выдает преподаватель. Результаты вносятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Условия вентилирования

№	Температура сухого термометра, °С	Температура смоченного термометра, °С	Температура зерна, °С	Влажность зерна, %	Абсолютная влажность воздуха, г/м ³	Равновесная влажность зерна, %	Возможность вентилирования

Приборы, материалы:

1. Исследуемое зерно. 2. Весы электронные. 3. Бюксы. 4. Сушильный шкаф. 5. Мельница. 6. Сита с номером сетки 1-0,8. 7. Психрометр. 8. Термометр.

Список использованных источников

1. Стародубцева, А.И. Практикум по хранению зерна / А.И. Стародубцева, Н.И. Панышина. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1976. – 256 с.
2. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Стародубцева, А.И. Практикум по хранению зерна / А.И. Стародубцева, В.С. Сергунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
4. Карпов, Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б.А. Карпов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 288 с.
5. Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов. В 2 ч. Часть 1. – М.: ВНПО «Зернопродукт», 1992. – 119 с.
6. Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов. В 2 ч. Часть 2. – М.: ВНПО «Зернопродукт», 1992. – 128 с.
7. Устименко, Т.В. Практикум оценки качества зерна и зернопродуктов: методические указания / Т.В. Устименко, В.М. Филин, И.В. Авдеев. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с. - ISBN 978-5-94343-136-4.
8. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 3 с.

Приложение А

(справочное)

Выписка из ГОСТ 13586-93. Зерно. Метод определения влажности

ГОСТ 13586-93. ЗЕРНО. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

Подготовка к испытанию. Из средней пробы выделяют навеску массой (300 ± 10) г. Выделенное зерно помещают в плотно закрывающийся сосуд, заполнив его на две трети объема. Зерно, имеющее температуру ниже температуры обычных лабораторных условий (20 ± 5) °С, выдерживают в закрытом сосуде до температуры окружающей среды. На дно тщательно вымытого и просушенного эксикатора помещают прокаленный хлористый кальций или другой осушитель. Пришлифованные края эксикатора смазывают тонким слоем вазелина.

Новые бюксы просушивают в сушильном шкафу в течение 60 мин и помещают для полного охлаждения в эксикатор. Бюксы, находящиеся в обращении, также должны храниться в эксикаторе.

В выделенном зерне определяют влажность с помощью электровлагомеров по ГОСТ 8.434 для выбора варианта метода и установления продолжительности подсушивания.

Для зерна с влажностью до 17 % определение проводят без предварительного подсушивания. Для зерна с влажностью свыше 17 % определение проводят с предварительным подсушиванием до остаточной влажности в пределах 9-17 %. Для зерна овса и кукурузы предварительное подсушивание проводят при влажности свыше 15,5 %.

Проведение испытаний. Перед началом испытаний зерно тщательно перемешивают, встряхивая сосуд в разных направлениях и плоскостях.

Определение влажности с предварительным подсушиванием. В просушенную и взвешенную сетчатую бюксу из подготовленного зерна для определения влажности из разных мест отбирают совком навеску зерна массой 20,00 г. Бюксу закрывают и взвешивают. Перед подсушиванием зерна сушильный шкаф разогревают до температуры 110 °С. Бюксы с навесками зерна помещают в сушильный шкаф при температуре 110 °С и сушат при 105 °С, для чего подвижный контакт термометра устанавливают на 105 °С. Свободные гнезда шкафа закрывают заглушками. Продолжительность восстановления температуры до 105 °С в камере СЭШ-3М после загрузки в нее бюкс с навесками не должна превышать 4 мин. Продолжительность подсушивания навесок зерна в зависимости от влажности, предварительно определенной с помощью электровлагомера, устанавливают по таблице 1.

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

Таблица 1 - Продолжительность подсушивания зерна

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

По окончании предварительного подсушивания бьюксы с зерном вынимают и охлаждают с помощью охладителя типа АУО в течение 5 мин, после чего взвешивают и зерно измельчают. Сушильный шкаф СЭШ-3М во время охлаждения бьюкс с зерном готовят к дальнейшей работе следующим образом: контактный термометр переключают на температуру 130 °С и оставляют включенным до конца измельчения навесок зерна; при достижении в камере сушильного шкафа температуры 130 °С отключают контактный термометр и разогревают шкаф до температуры 140 °С. Подсушенную и охлажденную навеску зерна переносят из сетчатых бьюкс в мельницу и измельчают: зерно пшеницы, ржи, риса-зерна, гречихи, проса, сорго, кукурузы, гороха, фасоли, чечевицы, вики, нута, чины - 30 с, зерно ячменя, овса, люпина - 60 с.

Крупность помола периодически (не реже одного раза в десять дней) контролируют просеиванием навесок на ситах N 1 и 08 на гладкой поверхности без встряхивания сит в течение 3 мин при 110-120 круговых движениях в минуту или на лабораторном рассеве в течение 5 мин при частоте вращения 180-200 об/мин. При этом остаток на сите N 1 должен быть не более 5 %, проход через сито N 08 - не менее 50%. Если регламентируемая крупность не обеспечивается, следует увеличить продолжительность размола.

Из эксикатора извлекают две чистые просушенные металлические бьюксы и взвешивают с точностью до второго десятичного знака. Измельченное зерно сразу переносят в две металлические бьюксы и массу каждой навески доводят до 5,00 г, после чего взвешенные бьюксы с зерном закрывают и помещают в эксикатор.

Контактный термометр переключают на температуру 130 °С, и в шкаф быстро помещают бьюксы с навесками размолотого зерна, причем сначала в гнездо ставят крышку, а на крышку - бьюксу. Свободные гнезда шкафа заполняют пустыми бьюксами. Измельченное зерно всех культур, кроме кукурузы, высушивают в течение 40 мин, измельченное зерно кукурузы - в течение 60 мин, стержни кукурузы - в течение 40 мин, отсчет времени ведется с момента установления температуры 130 °С.

По истечении экспозиции высушивания бюксы с измельченным зерном извлекают из шкафа, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 20 мин (но не более 2 ч). Охлажденные бюксы с измельченным зерном взвешивают с точностью до второго десятичного знака и ставят в эксикатор до конца подсчетов.

Определение влажности без предварительного подсушивания.

Из зерна, подготовленного для определения влажности, выделяют навеску массой 20 г и измельчают аналогично как и в способе с предварительным подсушиванием зерна. Также выделение проб и их обезвоживание производят в той же последовательности, как и в предыдущем способе.

Определение влажности кукурузы в початках. Влажность кукурузы определяют в отдельности для зерна и стержней. Среднюю пробу кукурузы в початках (10 початков) обмолачивают, зерно тщательно перемешивают и выделяют пробу зерна массой 50 г. В зависимости от влажности (измеренной электровлагомером) определяют содержание влаги в зерне в последовательности и режимах высушивания, указанных в предыдущем способе с предварительным подсушиванием. Для стержней кукурузы определение влажности проводится без предварительного подсушивания.

Влажность стержней кукурузы определяют по трем из десяти стержней (отобранных через каждый третий), полученных в результате лабораторного обмолота средней пробы кукурузы в початках.

Отобранные три стержня поочередно измельчают на лабораторной дробилке ДСК. Размол за один пропуск должен обеспечить получение измельченной массы стержней с содержанием не менее 40 % частиц проходом через сито с круглыми отверстиями диаметром 5,0 мм.

Допускается измельчение стержней кукурузы проводить вручную. Для этого от концов каждого из трех стержней, освобожденных от зерен, отрезают (ножом или пилой) по кусочку длиной 2 см и отбрасывают их, затем от оставшейся части каждого стержня отрезают три кусочка (по одному с концов и в средней части) длиной 3 см каждый и после предварительного разрезания на

мелкие части направляют для определения влажности. Выделение навесок измельченных стержней и их высушивание проводят в соответствии с требованиями указанными в предыдущем способе.

Обработка результатов.

Влажность зерна и стержней кукурузы (X) без предварительного подсушивания в процентах вычисляют по формуле

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

где m_1 - масса навески размолотого зерна или стержней до высушивания, г;

m_2 - масса навески размолотого зерна или стержней после высушивания, г.

Результаты вычислений записывают до второго десятичного знака.

Влажность зерна при определении с предварительным подсушиванием (X_1) в процентах вычисляют по формуле

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

где m_1 - масса пробы целого зерна после предварительного подсушивания, г;

m_2 - масса навески размолотого зерна после высушивания, г.

Промежуточные вычисления по формуле проводят до четвертого десятичного знака, а результат записывают до второго десятичного знака. Например, при массе навески целого зерна после предварительного подсушивания 16,37 г и при массе навески размолотого зерна после высушивания 4,46 г рассчитываемая влажность зерна составит:

$$X_1 = 100 - 4,46 \times 16,37 = 100 - 73,0102 = 29,99\%.$$

Влажность кукурузы в початках обозначается дробью, в которой влажность зерна указывают в числителе, стержней - в знаменателе. Пересчет влажности на всю партию кукурузы в початках проводят, исходя из массового соотношения зерна и стержней, например: при влажности зерна 20 %, стержней - 24 % и соотношении зерна и стержней 77:23 влажность кукурузы в початках будет равняться:

$$\frac{(20 \times 77) + (24 \times 23)}{10} = 20,92\% .$$

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

За окончательный результат определения влажности зерна принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений и в документе о качестве проставляют это значение, округленное до первого десятичного знака.

Округление полученных результатов анализа для проставления в документах о качестве зерна проводят следующим образом: если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не меняется; если равна или больше 5, то увеличивается на единицу.

В документе о качестве результаты определения влажности проставляют без округления. При контрольных определениях влажности допускаемые расхождения (в процентах) между контрольным и первоначальным определениями не должны превышать:

0,5 - для зерновых культур (кроме кукурузы в зерне);

0,7 - для кукурузы в зерне и бобовых культур;

0,8 - для стержней кукурузы.

Если при контрольном определении влажности полученные результаты превышают пределы допускаемых расхождений, указанные выше, то результат контрольного определения влажности принимают за окончательный.

Погрешность результатов воздушно-теплого метода определения влажности по сравнению с образцовым вакуумно-тепловым методом приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Погрешность результатов воздушно-теплого метода определения влажности зерновых продуктов

Наименование культуры	Погрешность метода, %	Систематическая составляющая погрешности метода, %*
Просо, гречиха, рис-зерно, сорго	$\pm 0,5$	+0,20
Пшеница, рожь, ячмень	$\pm 0,5$	+0,35
Овес	$\pm 0,5$	+0,45
Вика, горох, нут, чина, фасоль, чечевица	$\pm 0,7$	+0,55
Кукуруза в зерне	$\pm 0,7$	+0,55
Стержни кукурузы	$\pm 0,8$	+0,60

Приложение Б

(справочное)

**Выписка из ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и
семена масличных культур**

ГОСТ 10842-89

ЗЕРНО ЗЕРНОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР И СЕМЕНА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян

Настоящий стандарт распространяется на зерно зерновых и бобовых культур, а также семена масличных культур и устанавливает метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

1. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ

1.1. Отбор проб зерна – по ГОСТ 13586.3.

1.2. Отбор проб семян масличных культур – по ГОСТ 10852.

2. АППАРАТУРА

Делитель.

Весы лабораторные общего назначения с допуском погрешностью взвешивания $\pm 0,01$ г.

Устройство для подсчета зерен (фотоэлектрический счетчик «Нумиграл» и другие счетчики).

Доска разборная.

Шпатель или пинцет.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1. Определение массы 1000 зерен или 1000 семян масличных культур при фактической влажности зерна или семян

3.1.1. Из средней пробы зерна или масличных семян выделяют две навески, масса каждой из которых близка к массе 500 зерен или 500 семян, и взвешивают ее на лабораторных весах с точностью до второго десятичного знака. Масса навески для анализа приведена в таблице 1.

Из навески выбирают целые зерна или семена, а остаток взвешивают с точностью до второго десятичного знака.

Определяют массу целых зерен или семян путем вычитания из массы навески массу остатка. Выбранные из навески целые зерна или семена подсчитывают с помощью счетчика по прилагаемой к устройству инструкции или вручную. Каждое определение выполняют по двум параллельным навескам.

3.2. Определение массы 1000 зерен или семян на сухое вещество. Если устанавливают массу 1000 зерен или семян на сухое вещество, то из средней пробы одновременно с выделением навесок для определения массы 1000 зерен или семян отбирают две навески для определения влажности зерна или семян по ГОСТ 13586.5.

Если устанавливают массу 1000 семян масличных культур на сухое вещество, то из средней пробы семян одновременно с выделением навесок для определения массы 1000 семян отбирают две навески для определения влажности масличных семян по ГОСТ 10856.

Дальнейшее определение проводят, как указано в п. 3.1.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Массу 1000 зерен или семян ($m_{\text{ф}}$) в граммах при фактической влажности зерна или семян вычисляют по формуле:

$$m_{\phi} = \frac{m_0 \cdot 1000}{N}$$

где m_0 – масса целых зерен или семян, г;

N – количество целых зерен или семян в массе m_0 , шт.

4.2. Массу 1000 зерен или семян (m_c) в граммах в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле:

$$m_c = \frac{m_{\phi} \cdot (100 - w)}{100}$$

где w – влажность зерна или семян, %.

4.3. За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое двух результатов определения массы 1000 зерен или семян, если расхождения между ними не превышают в процентах:

10 – для зерна или семян, имеющих массу 1000 зерен или семян менее 25,0 г;

6 – для зерна или семян, имеющих массу 1000 зерен или семян 25,0 г и более.

Если расхождение превышает допускаемую норму, то определение повторяют и за окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов второго определения, если расхождения между результатами не превышают допускаемые нормы.

Округление результатов определения проводят следующим образом: если первая из отбрасываемых цифр равна или больше 5, то последнюю сохраняемую цифру увеличивают на единицу, если меньше 5, то ее оставляют без изменения.

Окончательный результат массы 1000 зерен или семян выражают:

до второго десятичного знака — если масса 1000 зерен или семян менее 10 г; до первого десятичного знака — если масса 1000 зерен или семян 10 г и более, но не превышает 100 г;

до целого числа — если масса 1000 зерен или семян превышает 100 г.

Примечания:

Двойные зерна или семена овса следует отделять друг от друга и подсчитывать как два зерна или семени.

Таблица 1 – Примерная масса 500 зерен или семян

Наименование культуры	Масса навески для анализа, г	Наименование культуры	Масса навески для анализа, г
Бобы	250	Просо	4,5
Гречиха	15	Рапс	2,5
Горох	150	Рис	15
Горчица	2	Рожь	15
Клещевина	150	Рыжик	0,7
Кукуруза	150	Соя	85
Кунжут	1,5	Сурепица	2,5
Лен масличный	4	Тритикале	20
Нут	150	Фасоль	200
Овес	20	Чечевица	25
Пшеница	25	Чина	100
Подсолнечник	30 (для сортов обычного подсолнечника)	Ячмень	25
	60 (для сортов крупноплодного подсолнечника)		

Приложение В

(обязательное)

Относительная влажность воздуха по показаниям психрометра.

Равновесная влажность

Таблица В.1 – Относительная влажность воздуха по показаниям психрометра

Показания по сухому термометру	Разность показаний сухого и смоченного термометров, град																				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-10	91	75	58	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-8	92	78	65	51	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-6	94	82	69	58	46	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-4	96	85	73	63	53	45	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-2	98	88	78	69	60	52	44	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3	-	-	-	-	-
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	18	15	11	7	-	-	-	-	-
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	36	31	26	23	18	14	10	-	-	-	-	-
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26	21	17	13	10	-	-	-	-
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11	-	-	-
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10	-	-
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19	16	13	10	-
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	12	11
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18	17
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23	20
12	100	94	89	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	89	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	79	76	71	68	65	63	59	56	54	51	49	46	44	41	39	37

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49	47	44	42	40
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50	47	45	44	42
26	100	96	92	88	85	81	78	75	71	69	65	63	60	58	55	53	51	49	47	45	43
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	52	50	48	46	44
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	47	45

Таблица В.2 – Равновесная влажность, %

Относительная влажность воздуха, %	Пшеница					Рожь и ячмень					Овес				
	Температура зерна, °С														
	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30
20	9,1	8,7	8,3	7,8	7,4	9,2	8,9	8,6	8,3	7,8	8,4	7,8	7,2	6,7	6,2
30	10,5	10,1	9,6	9,2	8,8	10,8	10,4	10,0	9,5	9,0	9,6	9,1	8,6	8,2	7,9
40	11,6	11,2	10,9	10,7	10,2	11,9	11,6	11,3	10,9	10,4	11,0	10,5	10,0	9,4	8,7
50	12,7	12,4	12,0	11,8	11,4	12,9	12,7	12,5	12,2	11,5	12,3	11,8	11,8	10,7	9,8
60	13,7	13,5	13,3	13,1	12,5	14,1	13,9	13,7	13,5	12,8	13,3	12,9	12,5	12,0	11,6
65	14,5	14,2	14,0	13,7	13,2	15,1	14,8	14,6	14,3	13,5	14,4	14,0	13,6	13,2	12,7
70	15,3	15,0	14,7	14,3	14,0	16,1	15,7	15,5	15,2	14,3	15,6	15,5	14,8	14,4	13,8
75	16,2	15,8	15,5	15,1	14,8	17,4	17,0	16,7	16,3	15,4	17,1	16,6	16,1	15,6	15,0
80	17,1	16,7	16,3	16,0	15,7	18,7	18,3	17,9	17,4	16,5	18,5	17,9	17,3	16,8	16,2
85	19,4	18,9	18,4	18,0	17,5	20,5	20,1	19,6	19,1	18,4	19,8	19,3	18,8	18,3	17,6
90	21,7	21,2	20,5	20,0	19,3	22,4	21,9	21,4	20,8	20,3	21,1	20,7	20,3	19,9	19,0