

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет агротехнологій**

**Кафедра виноградарства та плодовоовочівництва**

**Технологія переробки і зберігання сільськогосподарської  
продукції**

**Методичні рекомендації**

**до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня  
«бакалавр» спеціальності 073 «Менеджмент»  
денної форми навчання**

**МИКОЛАЇВ**

**2020**

**УДК 63.002.6:664.7**

**Т38**

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 17 вересня 2020 р., протокол № 1.

**Укладачі:**

- В. Г. Федорчук – канд. с.-г. наук, доцент кафедри виноградарства та плодощовочівництва, Миколаївський національний аграрний університет.
- Г. М. Воронкова – асистент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет.

**Рецензенти:**

- О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, директор фермерського господарства «Олена» Братського району Миколаївської області;
- В. В. Гамаюнова – д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2020

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
МОДУЛЬ I. Характеристика зерна (насіння) та підготовка його до зберігання, переробки.	
Практичні роботи 1-2. Особливості структури стандартів. Підготовка партій товарного зерна, натурної маси та відбір проб для його аналізу.....	5
Практична робота 3. Органолептична оцінка свіжості зерна та визначення натурної маси.....	11
Практична робота 4. Визначення вологості та кислотності зерна.....	14
Практична робота 5. Визначення маси 1000 зерен чи 1000 (насінин). Визначення типового складу для зерна пшениці.....	19
МОДУЛЬ II. Зберігання і переробка зерна (насіння).	
Практична робота 6. Визначення засміченості зерна.....	23
Практична робота 7. Визначення зараженості зерна пшениці комірними шкідниками та пошкодження клопом-черепашкою...	27
Практична робота 8. Визначення масової частки клейковини в зерні пшениці та її якість в .....	34
Практична робота 9. Визначення доцільності вентилявання та технологічні розрахунки сушіння зерна.....	38
Практична робота 10. Типи зерноскладищ, їхня будова та розрахунок місткості. Виробництво та асортимент круп.....	50
Контрольні питання до колоквиумів .....	53
Контрольні питання до проведення екзамену.....	55
Список рекомендованої літератури.....	58

## ВСТУП

Важливим елементом агропромислового комплексу України є галузі, які забезпечують зберігання та перероблення сільськогосподарської продукції. Від ступеня їх розвитку, технічного оснащення, досконалості економічних зв'язків з сільськогосподарським виробництвом, розміщення споживачів значною мірою залежить раціональне використання продукції рослинництва і тваринництва, рівень забезпеченості потреб населення у продуктах харчування.

Наукові дослідження і господарська практика свідчать, що обсяги втрат продукції залежать насамперед від рівня виробничих потужностей для її зберігання і переробки. Відтак господарства мають ширше практикувати будівництво невеликих цехів, сховищ, щоб забезпечити зберігання і переробку хоча б 50% вирощеного врожаю. Це дасть змогу, крім того, рівномірно використовувати трудові ресурси, підвищувати якість сортування, а отже, зменшувати обсяг надходження на реалізацію нестандартної продукції.

Нині впроваджуються безвідходні технології переробки, вдосконалюється організація перевезень із застосуванням контейнерів, рефрижераторів. Умови вирощування впливають не тільки на товарні й смакові якості одержаної продукції, а й на її придатність для тривалого зберігання без втрати основних поживних якостей.

Спеціалісти сільського господарства повинні вміти оцінити якість вирощеної продукції, її відповідність вимогам заготівельних стандартів, знати технологію розрахунку режимів післязбиральної обробки і зберігання продукції, місткості сховищ тощо.

**Мета навчальної дисципліни** - основна мета зберігання та переробки продукції рослинництва як науки – розробка теоретичних і практичних основ режимів та способів зберігання і переробки продукції з мінімальними матеріальними та енергетичними затратами на одиницю продукції зі збереженням вихідної якості.

### **Завдання курсу:**

- спеціалістам АПК необхідно знати фактори, які впливають на якість продукції;
- вивчити основи теорії і практики зберігання, переробки і стандартизації сільськогосподарської продукції.

**Об'єктом** вивчення є сучасні методи зберігання та переробки

сільськогосподарської продукції.

**Предмет** навчальної дисципліни «Технологія переробки та зберігання сільськогосподарської продукції» охоплює теоретичні і практичні компоненти які функціонально пов'язують засоби технологічного оснащення та контролю якості продукції, предмети виробництва з виконавцями для дотримання технологічних схем виробництва безпечної харчової продукції.

# **МОДУЛЬ I. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА (НАСІННЯ) ТА ПІДГОТОВКА ЙОГО ДО ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕРОБКИ**

## **Практичні роботи № 1-2**

### **Особливості структури стандартів. Підготовка партій товарного зерна, натурної маси та відбір проб для його аналізу**

**Мета:** засвоїти структуру стандартів та процес підготовки партій товарного зерна.

#### **Завдання:**

1. Ознайомитися з чинними нормами якості зерна та методами його аналізу згідно з ДСТУ.
2. Ознайомитися з основними поняттями «партія зерна», «точкова проба», «об'єднана проба», «середньодобова проба».
3. Вивчити послідовність відбору проб зерна.

Якість зерна визначають за показниками його придатності для цільового використання (запах, смак, колір, вміст і якість сировини у зерні пшениці, натура зерна пшениці, жита, ячменю, вівса; вирівняність зерна круп'яних культур тощо) та зберігання (вологість, засміченість, зараженість комірними шкідниками, механічна ушкодженість та ін.). Зерно деяких культур поділяють на типи й підтипи, з урахуванням яких його зберігають і використовують.

Якість зерна основних зернових культур (пшениці, жита, ячменю, вівса) нормується Державними стандартами України (ДСТУ). Продукція зернових культур, щодо якої не розроблено ДСТУ, нормується поки що відповідними ГОСТами, які визначають її базисні та гранично допустимі кондиції (норми).

Зернова маса, що надходить на зберігання після збирання навіть однієї культури, має неоднакові вологість, засміченість та інші показники якості. Вивчають її якість, формують окремі партії зернових мас за ступенем стиглості, вологістю та засміченістю. Це дає змогу встановити режим короткочасного зберігання залежно від якості зерна, мінімальний набір зерноочисних машин, запобігати зайвим обробкам зерна, які призводять до підвищення його травмованості. Визначивши якісний склад зернової та смітної домішок, для кожної зерноочисної машини підбирають певний набір

сит, установлюють режим аспірації

Перед прийманням на тік зерна нового врожаю в господарстві виділяють потрібну кількість вагарів, завідувача току, який відповідає за якість післязбиральної обробки зерна та формування його партій для реалізації. Економічна й агрономічна служби стежать за правильністю оформлення супровідних документів (товарно-транспортних накладних, сортових документів, результатів аналізу спеціалізованої лабораторії щодо вмісту білка в зерні тощо).

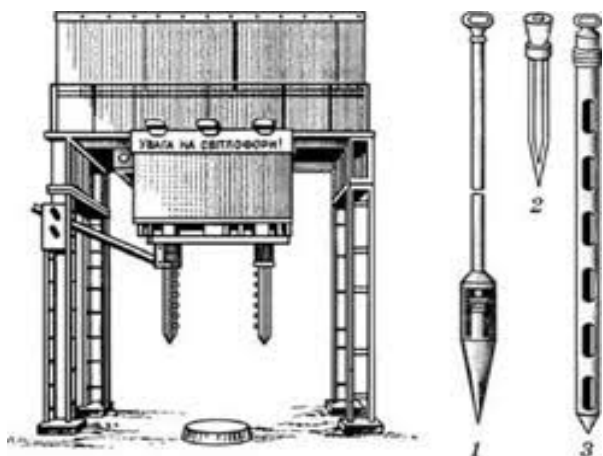


Рис. 1 Пристрої для відбору проб зерна з кузова автомобіля

**Партія зерна** – це відповідна кількість однорідної за якістю зернової маси, призначеної на зберігання чи реалізацію. Перед відвантаженням на хлібоприймальний пункт зерно перевіряють у лабораторії. Кожну партію його спочатку оцінюють органолептично і, переконавшись в її однорідності, формують об'єднану пробу, аналізують її і остаточно встановлюють якість партії за даними лабораторного аналізу. У разі виявлення в партії зерна неспецифічного запаху проби не відбирають і зерно відразу повертають у господарство, звідки воно надійшло. Якщо під час органолептичної оцінки не виявлено відхилень, розпочинають відбір проби у розмірі, який залежить від розміру партії зерна.

**Точкова проба зерна** – це проба, взята з партії зерна за один прийом з одного місця. Її беруть ручними (конусними, циліндричними, мішковими) і механічними пробовідбірниками (рис.1).

Ручним щупом відбирають точкові проби з верхнього і нижнього шарів зерна, а механічним – по всій глибині насипу. З автомобілів із довжиною кузова до 3,5м точкові проби беруть у чотирьох місцях на відстані 0,5-1,0м від переднього та заднього бортів і близько 0,5м –

від бічних; за довжини кузова 3,5-4,5м – у шести, а 4,5 і більше метрів – у восьми місцях; автопоїздах – із кожного кузова (причепа). Сукупна маса точкових проб з автомобіля з довжиною кузова до 3,5м має становити не менш як 1кг; 3,5-4,5м – 1,5кг; від 4,5м і більше – 2кг.

Точкові проби зерна, що зберігається в коморах і на майданчиках насипом до 1,5м заввишки, відбирають ручним щупом, за більшої висоти насипу – комірним щупом із штангами, попередньо розділивши насип на секції по 200м<sup>2</sup>. У кожній секції точкові проби беруть у шести місцях на відстані 1м від стін комори (країв майданчика чи меж секції) і на однаковій відстані одна від одної. За невеликої кількості зерна в партії можна аналогічно робити точкові проби в чотирьох місцях поверхні секції площею до 100м<sup>2</sup>. У кожному місці пробу беруть із верхнього (на глибині 10-15см від поверхні насипу), середнього та нижнього шарів зерна. Загальна маса точкових проб – близько 2кг на секцію.

Під час навантажування (розвантажування) зерна у вагони, на пароплави, в комори та на елеватор проби беруть із струменя зерна в місцях перепаду механічним пробовідбірником або спеціальним ковшем, пересікаючи зерновий струмінь через рівні проміжки часу. Періодичність відбору точкових проб залежить від швидкості переміщення маси партії та засміченості зерна (табл. 1). Маса однієї точкової проби – не менш як 100г.

### 1. Маса точкових проб зерна залежно від його засміченості, т

Маса партії зерна, т	Маси точкової проби зерна	
	чистого та середньої чистоти	засміченого
До 100	Із кожних 3	Із кожних 3
101 – 200	« 5	« 5
201 – 400	« 10	« 5
401 і більше	« 20	« 10

З партії затареного у мішки зерна до 10 мішків пробу беруть із кожного другого, а 10-100 мішків – з 5-го плюс 5% від загальної кількості мішків у партії. Проби із зашитих мішків беруть мішковим щупом, розсуваючи мішковину в трьох доступних місцях. Щуп вводять у напрямку до середини мішка жолобом доніму. потім повертають його на 180° і виймають. Загальна маса таких точкових проб – не менш як 2кг.

Для відбору проб зерна (крім проса, гречки п соняшнику)

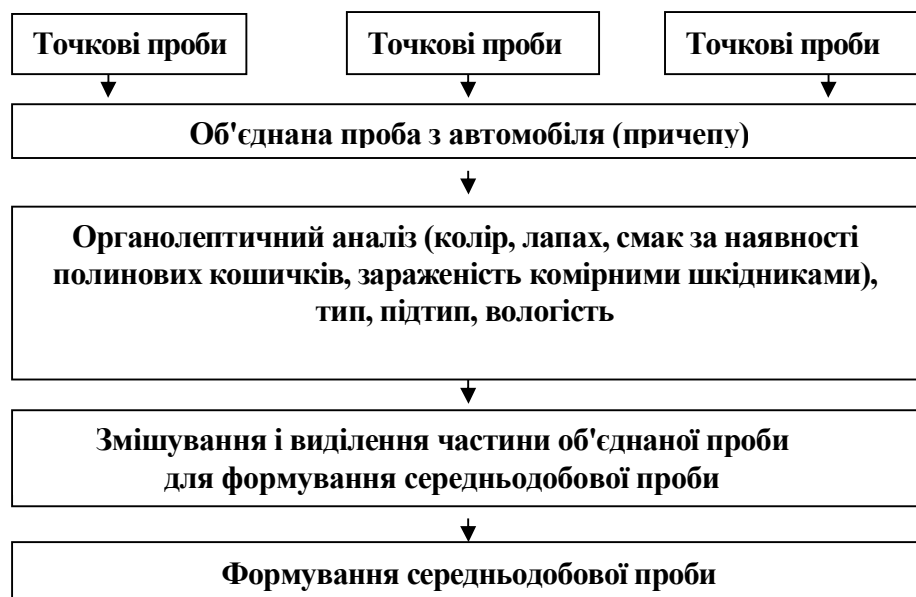


застосовують механічний пробовідбірник А1-УП-2-А. пробовідбірники ПДШ, ППД, щупи конусні, циліндричні мішкові. Проби із вагона беруть щупами циліндричними зі штангами, що нагвинчуються.

Усі точкові проби зсипають у чистий, не заражений шкідниками посуд, запобігаючи можливості зміни якості зерна.

Сукупність точкових проб становить об'єднану пробу. До неї додають етикетку із зазначенням назви культури, номера машини, комори, маси партії, часу відбору проби, її маси. Етикетку підписує особа, що відбирала пробу. За об'єднаною пробю найбільш точно визначають органолептичні показники зерна, зараженість його комірними шкідниками. Заражене шкідниками зерно (крім кліща) повертають у господарство. Для подальшого розміщення зерна визначають його тип і підтип та вологість.

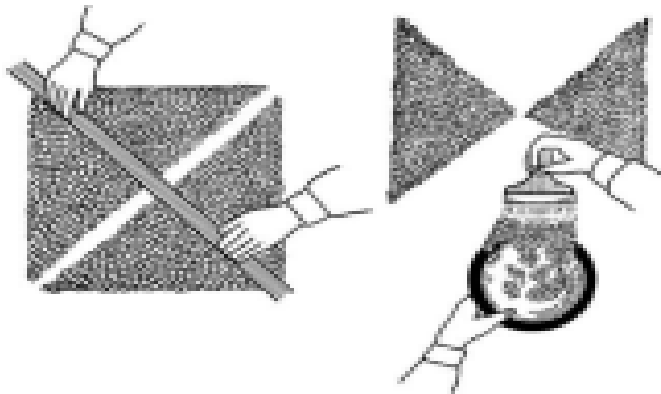
Перш ніж розрахуватися за прийняту партію, оцінюють якість зерна за середньодобовою пробю (рис. 2). Цю пробу формують із об'єднаних проб, відібраних із кількох однорідних за якістю партій зерна, що надійшли з одного господарства протягом оперативної доби. Для її складання з об'єднаної проби беруть по 50г з кожної тонни зерна.



**Рис 2. Схема формування середньодобової проби .зерна з автомобіля**

Відповідність якості зерна вимогам стандарту визначають за середньою пробю, виділеною з об'єднаної або середньодобової

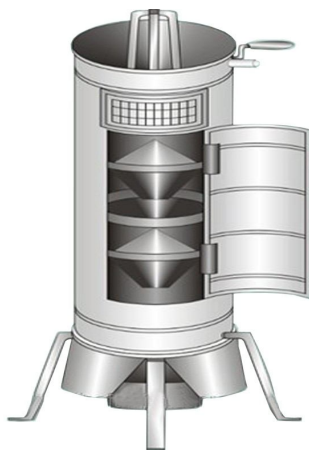
проби, маса якої становить  $2 \pm 0,1$  кг. Якщо маса об'єднаної чи середньодобової проби перевищує 2 кг, то середню пробу беруть методом квартування (рис. 3) або розподільником БИС-1 (рис. 4).



**Рис. 3** Поділ зразка зерна по діагоналі на трикутники

У першому випадку зерно висипають на чисту, рівну, гладку поверхню у вигляді квадрата і перемішують за допомогою двох дерев'яних планок із скошеними ребрами. Зерно, взяте з протилежних боків квадрата, обома руками з планками зсипають одночасно на середину квадрата, формуючи валик. Потім беруть зерно з кінців валика і одночасно з обох планок зсипають на середину квадрата. Так перемішують зерно тричі. Сформовану таким чином об'єднану пробу зерна знову висипають рівним шаром у вигляді квадрата і розподіляють планкою по діагоналі на чотири трикутники. Із двох протилежних трикутників зерно, викидають, а решту змішують і знову розподіляють, поки не залишиться кількість його  $2 \pm 0,1$  кг, яка і є середньодобовою пробою.

Розподільником БИС-1 можна змішувати проби, розділяти їх навпіл, виділяти наважки заданої маси (25, 50 та 100 г).



**Рис. 4** Апарат БИС-1

Він має два розподільно-змішувальних пристрої, які складаються з трьох конусів з отворами і засипною лійкою великого діаметра. Друга лійка має відвідний патрубок для виведення половини зразка. Якщо партію зерна аналізують одночасно за всіма показниками, то цю половину використовують для визначення натури зерна. У третій (нижній) лійці є дві рухомі заслінки, до ручок яких прикріплені стрілки, то встановлюються на потрібній поділці шкали залежно від маси об'єднаної проби і маси наважки для аналізу. Решта зерна проходить через центральний канал. Об'єднану пробу зерна перед виділенням наважок зважують і доводять до маси 2кг. Для цього спочатку визначають пропускну здатність каналів розподільника. Якщо відомі пропускну здатність того чи іншого каналу і маса наважки, визначають, по якому каналу може бути виділена наважка розрахункової маси.

Після проведення всіх аналізів середню пробу зерна зберігають протягом доби, якщо його прийняв від господарства хлібоприймальний пункт. Проби з партії зерна, призначеного на відвантаження в інші місця, треба зберігати протягом місяця, а зерна, призначеного на експорт – упродовж трьох місяців при перевезенні залізницею і шести місяців – водним транспортом.

При здаванні-прийманні партій кукурудзи в качанах насипом із автомобілів точкові проби беруть у двох місцях за поздовжньою осью лінією на відстані 0,5-0,7м від переднього і заднього бортів. У кожному місці відбору знімають верхні качани і з глибини близько 10см виймають по 5 качанів, які лежать поряд. Якщо насипи в автомобілі неоднорідні, допускається збільшення кількості місць взяття проб. В автопоїздах точкові проби відбирають з кожного кузова. В потягах з кожного вагона беруть 20 точкових проб (по 5 качанів, які лежать поряд – всього 100шт.). На складах кукурудзу в качанах беруть з двох шарів: на глибині 10см і 1м та на відстані 3м від стін комори і 75см від стін сапетки по 16-17 качанів, що лежать поряд. Усього в кожній секції має бути відібрано 100 качанів.

Об'єднані проби від кожного автомобіля складають у крафт-мішки. Для формування середньодобової проби з мішка беруть кожний 10-й качан і переносять в іншу тару. Якщо їх виявляється більш як 10, то відбирають через однакову кількість качанів, щоб мати середню пробу з 10 качанів, за якою визначають вихід зерна та його якість.

Проби для визначення вологості зерна мають зберігатися в посуді, що герметично закривається. Результати аналізів середньодобових проб записують у лабораторний журнал, який передають до бухгалтерії для проведення розрахунків за прийняту зернову продукцію та внесення даних у реєстр накладних. Реєстр надсилають господарству, звідки надійшло зерно. У реєстрі накладних, крім відомостей про якість зерна, наводять розрахунок за закуплене зерно залежно від його якості.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке стандарт? Сформулюйте визначення.
2. На які типи поділяють пшеницю?
3. Що означають аббревіатури – ДСТУ, ГСТУ?
4. Яку натуру, за стандартом, повинна мати пшениця для продовольчих потреб?
5. Скільки точкових проб беруть у складі?
6. Назвати масу середньої проби за ДСТУ.
7. Протягом якого терміну зберігається середня проба?

### Практична робота № 3

#### Органолептична оцінка свіжості зерна та визначення натурної маси

**Мета:** вивчити органолептичну оцінку свіжості зерна та навчитися визначати натурну масу.

**Завдання:**

1. Вивчити методику визначення показників свіжості зерна (забарвлення, запаху, смаку, ознак самозігрівання).
2. Визначити показники свіжості різного за якістю зерна пшениці.

При визначенні показників свіжості зерна перевагу віддають його органолептичній оцінці за допомогою органів чуттів – зору, нюху, смаку. Ознаками нормального, здорового зерна є характерні його забарвлення, запах, смак.

**Визначення забарвлення зерна.** Зерно кожної культури, виду, різновиду і сорту має властиві для нього колір, блиск, які є його сталими ботанічними ознаками. Колір зерна тісно пов'язаний із певними його технологічними показниками, харчовими та кормовими перевагами (табл. 2). Наприклад, у червонозерних пшениць між відтінками кольору зерна, склоподібністю і вмістом білка існує відповідна залежність: у зерна темного природного кольору зазвичай вища склоподібність і більший вміст білка.

#### 2. Вимоги до органолептичних показників м'якої пшениці

Показник	Характерні норми для класів					
	1	2	3	4	5	6
Стан	Не зігріта та в здоровому стані					
Запах	Відповідає нормальному зерну пшениці без затхлого, солодового, плісеневого та інших побічних запахів					
Колір	Нормальний, що відповідає кольору зерна даного типу					
	Допускається 1-й ступінь знебарвлення		Допускається знебарвлення 1 і 2-го ступеня		Допускається Знебарвлене та потемніле	

Зміна властивого для зерна кольору є першою ознакою того, що воно достигало чи зберігалось за несприятливих умов, порушувалися технологічні прийоми його доробки. Так, зеленкуватого кольору буває зерно, яке недостиглим зазнало впливу морозу, так зване морозобійне, або рано зібране. Зерно темніє внаслідок тривалого впливу опадів під

час збирання, у разі самозігрівання, порушення режиму сушіння. На поверхні зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, є світлі плями. Внаслідок розвитку на поверхні зерна мікроорганізмів воно втрачає характерний блиск. Пшеницю, яка через несприятливі умови досягання, збирання чи зберігання втратила свій природний колір, визначають як «потемнілу» (за наявності темних відтінків) або як «знебарвлену» за ступенем знебарвлення:

1-й – часткова втрата блиску і знебарвлення зерна на спинці (в колосі або на току при незначному зволоженні):

2-й – втрата блиску і знебарвлення зерна в ділянці спинки та з боків (за більш тривалого зволоження):

3-й – повне знебарвлення всієї поверхні зернівки (за тривалого зволоження зерна в колосі й на току).

Вміст у наважці зерен кожного ступеня знебарвлення  $X$  (%) визначають за формулою:

$$X = \frac{M \times 100}{20},$$

де  $M$  – маса зерен кожного ступеня знебарвлення, г; 20 – маса наважки, г.

Пшеницю тверду з відхиленнями в кольорі через вміст частково склоподібних і борошнистих зерен визначають як «нетипову за кольором».

Колір зерна встановлюють при розсіяному денному світлі, порівнюючи з еталоном.

Частково проросле зерно і те, що зберігається у зволоженому стані, стає тьмяним і набуває білуватого кольору. Для зерна, пошкодженого сушінням з порушенням температурного режиму або самозігріванням, нерідко характерний червонуватий колір різних відтінків – від темно-бурого до матово-червоного без блиску.

**Визначення запаху зерна.** Здорове зерно кожної культури має характерний запах – слабкий, мало відчутний у зернових злаків і різкий специфічний – в ефіроолійних культур.

Відчутні аміни запаху можуть бути зумовлені сорбційними властивостями зерна або процесами, які призводять до розпаду його хімічних речовин.

Під час зберігання зерно може набувати запахів сорбційного – запахів полину, часнику, сажки, нафтопродуктів, димного тощо. *Сорбційних запахів* зерно набуває через вміст у зерновій масі домішок коробочок полину, дикого часнику, спор сажки. Зернова маса, у міжзернових просторах якої багато спор твердої чи мокрої сажки, набуває запаху оселедця, або триметиламіну. Усунути ці сорбційні запахи можна промиванням та сушінням зерна. *Димного запаху і запаху нафтопродуктів* зерно набуває при порушенні технології його

сушіння. *Запах нафтопродуктів* може з'явитись не тільки при безпосередньому контакті з ними, а й тоді, коли їх зберігають поблизу зерна. Усунути запах диму й нафтопродуктів у зерні неможливо, тому його повертають господарству.

Запахами розпаду є комірний, солодовий і гнильний. *Комірний запах* виникає внаслідок тривалого зберігання зерна без провітрювання. Його можна усунути провітрюванням, тому зерно з комірним запахом хлібоприймальним пунктам дозволяється приймати. *Солодового запаху* зерно набуває при самозігріванні, проростанні. Його спричинює розвиток фізіолого-біохімічних і мікробіологічних процесів у зернах за високої вологості їх. Технологічні якості такого зерна знижені, воно вважається неповноцінним, і його приймають тільки з дозволу відповідних державних органів із ціною знижкою в розмірі 20-30% від закупівельної ціни.

*Плісневий запах* може мати вологе і сире зерно внаслідок розвитку плісневих грибів, а *затхлий* – через розпад органічних речовин до мінеральних (аміаку тощо).

Визначають запах як цілого, так і меленого зерна. Для цього з попередньо перемішаного середнього зразка беруть на долоню близько 100г, зігрівають диханням і встановлюють запах. Щоб запах став більш відчутним, зерно висипають у склянку, заливають гарячою водою (60-70°C), накривають склом. Через 2-3хв воду зливають і визначають запах зерна.

**Визначення смаку.** Смак нормального зерна слабковідчутний. Відхилення від нормального смаку легко визначити органолептично. *Солодкий смак* виникає при проростанні зерна і внаслідок високої активності у ньому амілоліптичних ферментів, які перетворюють крохмаль на декстрин і цукор. Солодким на смак може бути також морозобійне й недостигле зерно. *Гіркоту* зерну надають коробочки полину, які містять гірку речовину абсентин. На смак аналізують лише коли зерно має полинний запах. У разі виявлення гіркоти такого зерна забороняється приймати його на хлібоприймальний пункт. Гіркоту зерна можна усунути його промиванням. *Кислий смак* виникає внаслідок розвитку в зерні плісені, який часто супроводжується затхлим запахом.

Для визначення смаку зерна із середнього його зразка беруть близько 100г, очищають від смітної домішки, подрібнюють на лабораторному млині. Потім 50г молотого зерна змішують із 100мл питної води, виливають у посудину із 100мл кип'яченої води, все перемішують і накривають склом. Смак суміші визначають після її охолодження до 30-40°C.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Розкажіть про морфологічні, біологічні і технологічні властивості дефектного зерна (пророслого, морозобійного, яке самозігралося, перегрітого при сушінні).
2. Походження невластивих для зерна запахів та їх характеристика.
3. Які існують причини зміни кольору зерна? Зв'язок цього показника з іншими ознаками якості.
4. Нормування кольору і запаху в Державних стандартах на зерно.



## Практична робота № 4

### Визначення вологості та кислотності зерна

**Мета:** навчитися визначати вологість зерна.

**Завдання:**

1. Визначити вологість зерна основним методом і на електровологомірах.

У зерні, крім сухих речовин, міститься вода. Частина її що входить до складу молекул білка, крохмалю. називається *зв'язаною*. Решта води, що перебуває в гігроскопічному стані, називається *вільною*. Її можна виділити висушуванням швидше, ніж зв'язану.

Вологість є визначальним показником збереження зерна. Вільна волога має всі характерні властивості води (питому масу, діелектричну проникність, здатність бути розчинником), завдяки чому вона легко рухлива. Вільна волога підвищує активність ферментів зерна, що призводить до втрати ним сухих речовин під час зберігання.

Зв'язана вода у фізіологічних процесах участі не бере; зерно, яке містить таку воду, зберігається протягом тривалого часу з невеликими втратами. Вологість, за межами якої в зерні утворюється вільна волога, називається *критичною*. Її величина залежить від хімічного складу зерна. Так, для пшениці вона становить близько 14,5%, для гороху – 16%.

При реалізації зерна вологість впливає на його залікову масу. Якщо вологість вища за базисну норму, відраховують знижку від маси; а коли нижча, то нараховують надбавку в розмірі 1% за кожний відсоток зниження. За вологістю зерно поділяють на сухе, середньої сухості, вологе й сире (табл. 3).

### 3. Стан зерна за вологістю, %

Зерно	Стан зерна за вологістю			
	сухе	середньої сухості	вологе	сире (понад)
Пшениці, жита, ячменю, гречки	14	15,5	17	17
Вівса	14	16	18	18
Проса	13	15	17	17
Кукурудзи	14	16	18	18
Гороху, квасолі	16	18	20	20
Соняшнику, сої	11	13	14,5	14,5
Конопель	11	12	14	14
Рицини	7	9	11	11

Вологість зерна визначають прямими й непрямими методами, причому перевагу віддають останнім. Основним із них (стандартним) є висушування в електричній шафі при температурі 130°C протягом 60хв. Додаткові – електрометричні методи враховують властивості зерна – діелектричну проникність та електропровідність.

Визначення вологості основним методом (без попереднього підсушування). Використовують сушильну шафу СЕШ-3М з контактним термометром, який за допомогою магнітної пастки встановлюється на задану температуру (рис. 5).



**Рис. 5. Сушильна шафа СЕШ-3М**

Провідники від клем температури при піднятті ртуті до встановленої позначки вимикають спіраль шафи за допомогою реле – і шафа охолоджується. Всередині шафи є поворотний стіл на 10 бюксів, вентилятор, який підігрітим повітрям обдуває бюкси.

Із середньодобової проби беруть близько 30г зерна, подрібнюють його (ступінь розмелювання – 60% з просівом крізь сито з діаметром отворів 0,8мм), відбирають дві наважки по 5г у зважені бюкси і вміщують у шафу при температурі 130°C. При цьому температура знижується на 6-8°C, а через 10хв повертається до попередньої позначки. Через 60хв бюкси виймають, закривають кришками, охолоджують в ексікаторі, зважують із точністю до 0,01г. Вологість  $W$  визначають за формулою:

$$W = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times \frac{K}{100};$$

де  $M_1$ ,  $M_2$  – маса наважки відповідно до і після висушування, г;

$K$  – поправний коефіцієнт (для зерна проса, гречки, рису, сорго він становить 0,1; для пшениці, жита, ячменю – 0,3; для вівса – 0,35; для гороху, кукурудзи, чини, нугу – 0,45).

Різниця між паралельними зважуваннями – не більш як 0,25%.

**Визначення вологості зерна з попереднім підсушуванням.**

Зерно з вологістю понад 17% попередньо підсушують. У сухий, зважений сітчастий (з металевої густої сітки) бюкс уміщують  $20 \pm 0,1$  г зерна. Бюкси ставлять у сушильну шафу, нагріту до  $110^{\circ}\text{C}$  і витримують при температурі  $105^{\circ}\text{C}$  (при вологості до 20% зерна жита, пшениці – 1хв; вівса, проса, гречки, сорго – 3хв; ячменю, рису – 5хв; чини, вики, сочевиці – 7хв; кукурудзи, гороху, квасолі, нуту – 10хв). За вищої вологості тривалість сушіння збільшується. Після підсушування зерно охолоджують і зважують. Для подальшого визначення вологості зерно ячменю, вівса, люпину подрібнюють протягом 60с, інших зернових – 30с. Ступінь розмелювання такий самий, як і при використанні основного методу. Відбирають дві наважки зерна по 5г і висушують їх при температурі  $130^{\circ}\text{C}$  протягом 60 хв. (зерна кукурудзи – 90хв).

*Вологість зерна  $W^1$ , із попереднім підсушуванням визначають за формулою:*

$$W_1 = 100 \times \left( 1 - \frac{M_2 \times M_4}{M_1 \times M_3} \right) + K,$$

де  $M_1, M_2$ , – маса наважки розмеленого зерна відповідно до і після підсушування, г;  $M_3, M_4$ , – маса наважки цілого зерна відповідно до і після підсушування, г;  $K$  – поправний коефіцієнт.

**Визначення вологості кукурудзи в качанах.** Визначають вологість окремо зерна і стрижня. Качани обрушують вручну або за допомогою лабораторного обрушувача, беруть середню пробу масою 50г, подрібнюють, виділяють дві наважки по 50г і підсушують, як описано вище. Для визначення вологості стрижнів кукурудзи качан з обох боків обрізують на 2см, а з решти його відрізають 3 шматки – із середньої частини і з кінців, розрізають їх на дрібні частки і аналізують.

*Вологість стрижнів кукурудзи  $W_2$  визначають за формулою*

$$W_1 = \frac{M_5 - M_6}{M_5} + K,$$

де  $M_5, M_6$ , – маса наважки розмелених стрижнів відповідно до і після підсушування, г;  $K$  – поправний коефіцієнт (0,1 – при вологості стрижнів менш як 15%; 0,2 – при 15–25%; 0,3 – при 25–35%; 0,5 – при 35–45%).

*Вологість зерна кукурудзи в качанах визначають з відношення вологості зерна до вологості стрижня.*

*Вологість усієї партії кукурудзи в качанах визначають з відношення маси зерна до маси стрижнів. Наприклад, при вологості зерна 22% і стрижня 25% вологість кукурудзи в качанах при*

відношенні маси зерна і стрижня 76:21 дорівнюватиме

$$\frac{22 \times 76}{100} + \frac{25 \times 24}{100} = 22,72 \%$$

На підсушуванні розмеленої наважки ґрунтується також експрес-метод визначення вологості вологоміром Чижової – ВНДІХП-ВЧ. Він складається з блоків висушування і керування. У блоці висушування є дві пластини, всередині яких розміщені спіралі. За допомогою електричного термометра-вологоміра тут підтримується постійна температура 155-160°C. Принцип дії приладу полягає у швидкому (протягом 3-5хв) зневодненні зразків випаровуванням з тонкого шару наважки. Для цього 5г наважки розподіляють рівномірно на трикутному паперовому пакеті (22×16 або 16×16см). висушеному до постійної маси, прогрівають з обох боків нагрітими до робочої температури пластинами приладу. Охолоджені пакети зважують і визначають відсоток вологи сирі наважки. Розбіжність між результатами визначення вологості двох паралельних вимірів не повинна перевищувати 0,2%.

**Електрометричні методи визначення вологості.** Для швидкого визначення вологості партій зерна пшениці, ячменю, кукурудзи, проса і жита використовують електровологоміри різних систем та конструкцій. Робота їх ґрунтується на чутливості фізичних приладів до вмісту вологи. Так, в основі дії приладів ИВЗ, ВКЗ. «Трансгігро» лежить діелектричний метод вимірювання, який враховує різницю між показниками діелектричної проникності сухого зерна (2-4) і води (81). Навіть невелика зміна вологості зерна зумовлює значні зміни його діелектричної проникності. Переваги діелектричних (ємнісних) вологомірів у тому, що вони визначають вологість не розмеленого зерна, не потребують додаткового ущільнення наважки, забезпечують визначення вологості в більш широкому діапазоні (8-40%). менш чутливі до нерівномірного розподілу вологи в масі зерна.

Визначену приладами вологість зерна виражають у відсотках. Її вимірюють за єдиною для всіх культур шкалою із застосуванням спеціальних коригувальних карток на кожну культуру, які вставляють у щілину верхньої кришки приладу.

Для швидкого визначення вологості зерна в господарствах використовують вологоміри «Колос», ВЗПК-1 та ін. *Вологомір «Колос-1»* призначений для вимірювання вологості зерна та насіння інших культур. Принцип його дії полягає у визначенні опору ємнісного перетворювача, завантаженого певною масою зерна. Результат вимірювання фіксується цифровим індикатором. Межі вимірювання

вологості 8-35%. Абсолютна похибка при вологості 8-18% становить  $\pm 1,5\%$ , при вологості 18-35% –  $\pm 2\%$ . Вимірювання триває 60с.

Вологоміром «Колос-2» можна безпосередньо визначити вологість насіння будь-якої культури за рідинно-кристалічним індикатором. Межі вимірювання вологості 8-40%.

Вологомір «Нива-2» оснащений вимірювальною системою, яка автоматично вмикається при засипанні певної маси зерна. Засипання більшої за норму кількості зерна не впливає на результати вимірювання, оскільки запам'ятовувальний пристрій вмикається лише після того, як спрацює вологомір. Результати подаються у відсотках вологості. Через 10-20с після засипання зерна спрацьовує схема автоматичного температурного коригування.

Фотоелектричний аналізатор «Берег» визначає вологість сипких матеріалів у межах 80% та в діапазоні температур 5-50°C. Тривалість вимірювання – 30с.

Вологомір зерна ПВЗ-10Д застосовують для вимірювання вологості зерна жита, гороху, пшениці, кукурудзи та інших культур. Прилад вимірює вологість у межах 10-36% з похибкою залежно від вологості зерна ( $\pm 1\%$  при вологості 10-17%;  $\pm 1,5\%$  – при 17-25;  $\pm 2\%$  при 25-30;  $\pm 2,5\%$  – при 30% і більше).

На сьогоднішній день використовують більш новітні вологоміри такі як:

- Вологомір зерна щуповий ТК-100G
- Вологомір зерна Superpro
- Вологомір зерна з розмелом Pfeuffer HeLite
- Вологомір зерна з розмелом Farmpro
- Вологомір зерна РМ-450
- Вологомір зерна (5~30%) Benetech GM640
- Вологомір Wile 55 (рис. 6) та багато інших.



**Рис. 6. Вологомір Wile 55 – визнаний лідер на ринку вологомірів зерна.**

Призначений для експрес-вимірювання вологості зернових, зернобобових та олійних культур, а також продуктів їх переробки.

Може бути використаний для вимірювання вологості цільного зерна і насіння. Вміст води в вимірюваній масі відображається на LCD-дисплеї у відсотках ваги.

Вологомір має 16 шкал для 16 культур. Метод визначення вмісту води відповідає нормам і стандартам ISO.

**Особливості:**

- автоматична компенсація різниці температур вологоміра і навколишнього середовища;
- автоматичне усереднення результатів вимірювань (пам'ять вміщує до 99 результатів);
- можливість внесення поправки до шкали вимірювання з урахуванням результату, отриманого методом пічної сушки.

**Контрольні питання для самоперевірки**

1. Назвіть види зв'язків води в зерні та дайте їх характеристику.
2. Які існують методи визначення вологості?
3. Що називається критичною вологостю зерна (визначення)?
4. Складіть технологічну та економічну характеристику вологості зерна.

## Практична робота № 5

### Визначення маси 1000 зерен чи 1000 (насінин). Визначення типового складу для зерна пшениці

**Мета:** навчитися визначати масу 1000 зерен чи 1000 насінин та типового складу зерна пшениці.

#### **Завдання:**

1. Вивчити методику визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин.
2. Визначити масу 1000 зерен та 1000 насінин різних культур за фактичної вологості та в перерахунку на суху речовину.
3. Вивчити типовий склад найбільш поширених культур.
4. Визначити типи і підтипи зразків зерна пшениці, рису.
5. Визначити загальну склоподібність запропонованих зразків.

Визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин за фактичної вологості. З середньої проби виділяють наважку зерна чи насіння, маса якої приблизно дорівнює масі 500 шт., і зважують з точністю до 10 мг. Після цього відбирають цілі зерна (насіння), а залишок зважують з точністю до 10 мг. За різницею між масою наважки і залишку визначають масу цілих зерен (насіння).

Вибрані з наважки цілі зерна (насіння) підраховують за допомогою лічильника чи вручну.

Визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин проводять за двома паралельними наважками.

Масу 1000 зерен чи 1000 насінин (Мф) у грамах за фактичної вологості визначають за формулою:

$$M_{\phi} = \frac{M_o \times 1000}{n}, (1)$$

де  $M_o$  – маса цілих зерен (насіння), г;

$n$  – кількість цілих зерен (насіння) в масі  $M_o$ , шт.

Визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин у перерахунку на суху речовину. З середньої проби одночасно з виділенням наважок для визначення маси 1000 зерен або 1000 насінин відбирають дві наважки для визначення вологості зерна (насіння) згідно з ГОСТ 13586.5-85.

Визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин аналогічне першому способу.

Масу 1000 зерен чи 1000 насінин ( $M_c$ ) в грамах у перерахунку на суху речовину визначають за формулою:

$$M_c = \frac{M_f \times (100 - W)}{100}, \quad (2)$$

де  $M_f$  – маса 1000 зерен чи 1000 насінин за фактичної вологості, г;

$W$  – вологість зерна (насіння), %.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох результатів визначення маси 1000 зерен чи 1000 насінин, якщо розбіжність між ними не перевищує: 10 % – для зерна (насіння), маса 1000 зерен (насіння) якого менше 25,0 г; 6 % – для зерна (насіння), маса 1000 зерен (насіння) якого 25,0 г і більше.

У документах про якість зерна (насіння) масу 1000 зерен чи 1000 насінин записують з точністю: до 0,01 г – якщо маса 1000 зерен (насіння) менше 10 г; до 0,1 г – якщо маса 1000 зерен (насіння) 10 г і більше, але не перевищує 100 г; до 1 г – якщо маса 1000 зерен (насіння) перевищує 100 г.

**Примітка 1.** Маса наважки сільськогосподарських культур для проведення аналізу дорівнює, г: боби – 250, гречка – 15, горох – 150, гірчиця – 2, жито – 15, квасоля – 200, кукурудза – 150, кунжут – 1,5, льон – 4, нут – 150, овес – 20, пшениця – 25, просо – 4,5, ріпак – 2,5, рис – 15, рицина – 150, тритикале – 20, сочевиця – 25, чина – 100, ячмінь – 25.

**Примітка 2.** Подвійні зерна вівса треба розділяти і рахувати за два зерна.

Зерно пшениці, кукурудзи, проса, гороху, вівса, рису та деяких інших культур поділяють на типи. Класифікація за типом є товарною класифікацією. Зберігання і транспортування здійснюють лише за типом (підтипом). В основі поділу на типи лежать біологічні, біохімічні та фізичні показники. Зокрема, зерно пшениці залежно від ботанічного виду, біологічної форми і кольору поділяють на 7 типів (табл. 4).



#### 4. Поділ пшениці на типи

Типи	Загальна склоподібність, %	Вміст зерна пшениці інших типів, %	
		всього	у т.ч.
I. М'яка червона яра твердозерна	Не менше 40	10	5 – твердої
II М'яка червона озима твердозерна	Не менше 40	10	5 – твердої
III. М'яка біла яра твердозерна	Не менше 60	10	Не враховується
IV. М'яка біла озима твердозерна	Не обмежується	10	Не враховується
V. Тверда яра	Менше 40	10	10 – білої
VI. Тверда озима	Менше 40	10	5 – білої
VII. Некласифікований	Пшениця, яка не відповідає жодному із зазначених вище критеріїв (суміш типів)		

Типовий склад зерна пшениці визначають за даними про його форму (озима чи яра), вид (тверда чи м'яка), склоподібність та колір. Для встановлення типового складу з основної маси зерна беруть наважку 20г і розбирають її вручну. Відмітні ознаки типів твердої та м'якої пшениці такі. Верхній (протилежний до зародка) кінець зерна м'якої пшениці вкритий волосками (опушений), які утворюють борідку. У зерна твердої пшениці її зовсім немає або вона малорозвинена (без лупи не видно). Зерно м'якої пшениці коротке, округле твердої – подовжене, кутасто-ребристе. Колір зерна м'якої пшениці буває білим або червоним з різними відтінками, твердої – переважно бурштиновим.

Зерно м'якої червоно-зерної пшениці відрізняється від зерна білозерної за кольором. Якщо різниця в кольорі невиразна, такі зерна в наважці підраховують, зважують і обробляють 5%-м розчином натрію оксиду (5г натрію оксиду на 100мл води) у скляному посуді. Через 15хв білозерна пшениця набуває виразного світло-кремового, а червоно-зерна – червоно-бурого забарвлення. Відділити червоно-зерну пшеницю від білозерної можна після кип'ятіння 20-грамової наважки протягом 20хв. Білозерна пшениця залишається білою, а червоно-зерна буріє.

Виділені зерна м'якої чи твердої, червоно-зерної чи білозерної пшениці зважують і вміст їх виражають у відсотках від узяті наважки (20г).

При обробці зерна з нечітко вираженим забарвленням лугом або кип'ятінням у воді вміст червоно-зерної чи білозерної пшениці визначають, як наведено у прикладі.

### Приклад

Із наважки зерна червоно-зерної пшениці 20г виділено 17 зерен білозерної, маса яких становить 0,58г. і 10 зерен з нечітко вираженим забарвленням. 7 з яких набули світло-кремового забарвлення. 3 – червоно-бурого. Масу 7 зерен білозерної пшениці  $X$  визначають за такою пропорцією: 10 зерен важать 0,31г. 7 –  $X$ . Звідси:

$$X = \frac{0,31 \times 7}{10} = 0,22 \text{ г},$$

Загальна маса білозерної пшениці дорівнює  $0,58 \times 0,22 = 0,80\text{г}$ , що у відсотках становить  $0,80 \times 100 / 20 = 4\%$ .

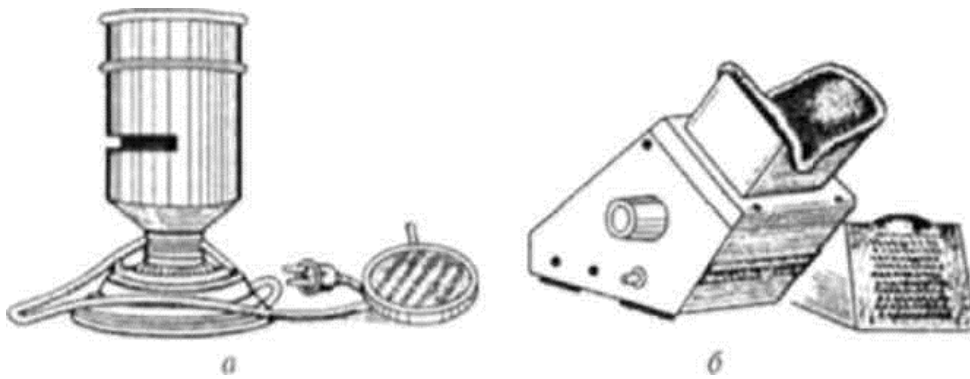
За контрольних і арбітражних аналізів типового складу пшениці враховують такі норми відхилень: 2% – при вмісті в пшениці основного типу до 10% домішки пшениці інших типів: 3% – при вмісті 10-15% домішки: 5% – при вмісті понад 15% домішки.

До сильних пшениць відносять ті, борошно з яких дає формостійкий хліб великого об'єму з добрим пористим м'якушем. Такі пшениці є серед I та II типів (для III, IV типів – 1-го підтипу). Пшеницю III та IV типів відносять до середніх за силою пшениць. При випіканні хліба з борошна таких пшениць поліпшувач (сильна пшениця) не потрібен. Пшениці V і VI типів – тверді, їх використовують для виготовлення крупів, макаронного борошна.

Класифікація зерна за типами і підтипами с товарною. На зберігання и технічну переробку зерно засинають після визначення його типового складу. Поділ на типи чи підтипи здійснюють за показниками хімічного складу та фізичних властивостей зерна. Таким фізичним показником зерна пшениці і рису є склоподібність.

*Склоподібність* – це консистенція зерна, яка характеризує його білково-крохмальний комплекс. У склоподібному зерні високий вміст білка і клейковини. Водночас зерно а високим вмістом клейковини не завжди буває склоподібним. Найбільш несприятливим фактором для склоподібності зерна є надмірна вологість у період дозрівання пшениці. За склоподібністю зерна визначають можливість виробництва з нього крупів, борошна вищих сортів. Склоподібне зерно, на відміну від борошністого, при розмелюванні дає крупку, з якої можна виготовити борошно з мінімальною зольністю.

Склоподібність зерна визначають за допомогою *діафаноскопів* (рис. 7). На решітці приладу розміщують зерна борозенкою донизу. Решітку встановлюють між лінзою і джерелом світла. Склоподібні зерна просвічуються добре, крохмалисті – не просвічуються зовсім, напівсклоподібної консистенції – частково. Проглядають не менш як 100 зерен.



**Рис. 7. Діафаноскопи: а–ДЗС -1; б–ДЗС–3**

Можна визначати склоподібність і за розрізом 100 зерен упоперек. До склоподібних належать зерна з повним або легким помутнінням (борошниста частина не більш як  $1/4$ ). Борошnistим вважається зерно з часткою склоподібної частини до  $1/4$ . Решта зерен належить до напівсклоподібних.

Для визначення загальної склоподібності зерен необхідно до кількості повністю склоподібних додати половину кількості напівсклоподібних і виразити у відсотках до 100 зерен. Різниця між результатами двох визначень не повинна перевищувати 5%.

Типи зерна рису розрізняють за формою зерен, підтипи – за склоподібністю. Залежно від забарвлення оболонок зерно проса поділяють на 3, гороху – на 2 типи, кукурудзи – на 9 типів. В основу поділу на типи покладені показники форми, забарвлення, склоподібності ендосперму та інші технологічні ознаки.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Як визначається маса 1000 насінин?
2. Який типовий склад найбільш поширених культур?
3. Які існують типи пшениці?

## МОДУЛЬ II. ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКА ЗЕРНА (НАСІННЯ)

### Практична робота № 6 Визначення засміченості зерна

**Мета:** навчитися визначати засміченість зерна.

**Завдання:**

1. Визначити вміст смітної, зернової, компонентів шкідливої, мінеральної та інших домішок у зразках зерна пшениці, кукурудзи, рису.

Зернова маса, крім основного компонента (зерна основної культури), може містити також органічні (ціле зерно інших культурних рослин, бур'янів, пошкоджені зерна основної та інших культур) і мінеральні домішки. Залежно від їх кількісного та якісного складу зернова маса має різну цінність і придатність для зберігання.

Засміченість зернової маси визначають як при надходженні її під час збирання врожаю на току для встановлення технології очищення, так і після первинного очищення з метою підготовки партій зерна для реалізації та вторинного – при очищенні насінневого матеріалу.

Розрізняють зернову та смітну домішки зернової маси, а в складі смітної – шкідливу домішку. Склад кожної з домішок у зерні продовольчого призначення певної культури нормується відповідним стандартом. Вимогами стандарту керуються, визначаючи засміченість зерна продовольчого, кормового і технічного призначення при надходженні його на реалізацію. Наприклад, за стандартом на м'яку пшеницю норма смітної домішки становить 1,5-5,0%, зернової – 5-15% залежно від класу. У складі смітної домішки вміст шкідливої не повинен перевищувати 0,2-0,5% (за сумою), у т. ч. сажки, ріжків, гірчаку – 0,05-1%, в'язелю – 0,1%.

Для визначення вмісту смітної та зернової домішок із середньодобової проби з точністю до 0,1г беруть наважку масою: пшениці, жита, ячменю, гречки, вівса, рису, сочевиці дрібнонасіної, вики – 50г; сочевиці тарілкової, бобів кормових – 200г; кукурудзи, гороху, квасолі, чини, путу – 100г; проса, сорго – 25г. У цій же наважці визначають і вміст дрібних зерен. Вміст зіпсованих та пошкоджених зерен визначають у наважці пшениці, жита, ячменю, вівса, рису, проса, сорго масою 10г, гречки – 5г; вміст шкідливої домішки визначають окремо, наприклад, уражених сажкою зерен у наважці масою 20г; пшениці, жита

та інших культур – 200г: ячменю – 500г; вміст пажитниці – у наважці масою 200г; вміст ріжків, зерен (насіння), пошкоджених нематодою, в'язелю барвистого, гірчаку повзучого, софори китникоподібної, геліотропа опушеноплідного, триходесми сивої, термопсису ланцетного – у наважці масою 500г; буркуну та цибулинок дикого часнику – 500г; гальки – 500г; металоманітної домішки – у наважці масою 1кг. У районах, неблагополучних, щодо засміченості зерна (насіння) насінням геліотропа опушеноплідного, для аналізу беруть наважку 1кг.

### 5.Розміри отворів сит для визначення вмісту домішок та крупності зерна, мм

Зерно	Розмір (діаметр) отворів сит для визначення			
	проходу, що належить до смітної домішки	дрібних зерен	крупних зерен	
Пшениці	1,0	1,7×20	-	
Жита	1,0	1,4×20	-	
Ячменю продовольчого та кормового	1,5	2,2×20	-	
Ячменю для пивоваріння	1,5	2,2×20	2,5×20	
Вівса	1,5 (для вівса круп'яного)	1,8×20	-	
Проса	1,4×20	-	2,5×20	
Гречки	3,0	-	4,0	
Рису	2,0	-	-	
Кукурудзи	2,5	8,0 (I та II типи для харчоконцентратної промисловості)	-	
Гороху	2,5	5,0 (для крупного)	I тип 7,0 6,0 4,0 2,6	II тип 6,0 5,0 1,0 2,5
Квасолі продовольчої	3,0	-	-	
Сочевиці				
великонасінної	2,5	-	6,3 5,2 4,8	
дрібнонасінної	1,5	-	-	
Чини	2,0	-	-	
Нуту	2,0	-	-	
Бобів кормових	3,0	-	-	
Сорго	1,5	-	-	
Сої	3,0	-	-	
Вики	2,0	-	-	

Аналіз середньої проби на засміченість починають з визначення вмісту крупної домішки за середньою пробою. Середню пробу зважують, просіюють на ситах а отворами діаметром 6мм. У зерні крупно-насінних культур (кукурудза, горох, кормові боби, квасоля, нут, чина, сочевиця тарілкова) домішку виділяють із середньої проби вручну і зважують за фракціями (зернова, смітна, шкідлива). Після визначення і видалення крупної домішки визначають решту домішок.

Із середньої проби беруть наважку і просіюють її на ситах з отворами відповідного діаметра (табл. 5).

Сита встановлюють так: на піддон – сито для відокремлення проходу, що належить до смітної домішки, далі – сито для виділення дрібного зерна і, нарешті, сито для визначення крупності зерна. Наважку насипають на верхнє сито і повторюваними рухами уздовж поздовжніх отворів просіюють зерно бобових протягом 1хв, інших культур – 3хв при 110-112 рухах за хвилину. У сходах сит вручну виділяють смітну та зернову домішки.

Для виділення компонентів смітної та зернової домішок у зерні кожної зернової (зернобобової, олійної) культури треба ознайомитися з ними за розділами стандарту «Склад смітної та зернової домішки». Із проходу нижнього сита вилучають тільки шкідливу домішку, а решту компонентів відносять до смітної домішки.

Компонентами смітної домішки всіх культур є: мінеральна домішка (пісок, земля, галька), насіння бур'янів, органічна домішка (полова, частинки стебел тощо), прохід нижнього сита, зерна основної культури з явно зіпсованим ядром (прогнилі, запліснявілі, обвуглені, підсмажені, виїдені шкідниками), шкідлива домішка.

У партіях зерна найчастіше трапляються такі компоненти шкідливої домішки: насіння гірчаку повзучого, гірчаку рожевого, куколю, амброзії, канадської злинки. До смітної домішки відносять також зерна культурних рослин, які значно відрізняються від зерен основної культури хімічним складом, фізичними властивостями (наприклад, зерно гороху, вівса у зерні продовольчої пшениці).

Таким чином, до смітної домішки належать усі компоненти зернової маси, які не можуть бути використані за призначенням основної культури.

Зернову домішку становлять дрібні, щуплі, биті зерна основної чи близької до неї культури (до 3%), які можуть бути використані за основним призначенням зерна і не впливають на його залікову масу. За результатами визначень домішок зерно відносять до того чи пішого класу якості.

Щодо зерна круп'яного призначення, крім вмісту зернової та

смітної домішок, визначають його крупність та вирівняність. Схід із сита для визначення крупності та прохід крізь сито для підрахунку дрібних зерен (насіння) звільняють від зернової та смітної домішок, зважують і виражають у відсотках.

Для визначення явно зіпсованих і пошкоджених зерен беруть наважку масою 10г і ділять навпіл. Явно зіпсоване зерно видаляють, зважують і визначають його вміст у відсотках за формулою

$$X = \frac{M_3 \times M}{5};$$

де  $X$  – вміст зіпсованих зерен, %;  $M_3$  – маса зіпсованих зерен, видалених із наважки, г;  $M$  – маса зерна, що залишилась після видалення з наважки 50г зернової та смітної домішок.

Якщо в наважках виявлено шкідливу домішку, то її вміст визначають за видами в додатковій наважці, виділеній із середньої проби після звільнення її від крупних смітних домішок.

Серед сажкових зерен є синьопояскові та забруднені. У синьопояскових спорами сажки забруднені лише борозенки, а в забруднених - поверхня. Вміст сажкових зерен у наважці основного зерна (після видалення домішок) визначають без використання лупи. Сажкові зерна зважують і виражають їх вмісту відсотках.

Стандартом на жито до 3 % обмежується вміст зерна з рожевим забарвленням (виповнене, блискуче з рожевою пігментацією оболонок переважно в ділянці зародка). У зерні пшениці та жита 1, 2 та 3 класів обмежується вміст фузаріозних зерен до 1%, 4 класу – до 5%. За зовнішнім виглядом таке зерно зморшкувате, білясте, інколи з плямами оранжево-жовтого кольору, щупле.

Вміст зерен із рожевим забарвленням та фузаріозних визначають після видалення з наважки смітної домішки.

Стандартом на зерно рису, незалежно від його цільового призначення, до 5% обмежується вміст зерен з пожовтілим ендоспермом та до 2% – глютинозних (щільної будови, консистенції молочного скла, в розрізі стеариноподібних. однорідних за кольором, без борошнистого та склоподібного вкrapлень, клейких, на відміну від склоподібних, або борошнистих). У рисі також трапляються зерна з рожевим забарвленням, які виявляють після звільнення від квіткових плівок. У таких зернах насіннєві оболонки мають забарвлений від червоного до буро-коричневого. Вміст гальки визначають у наважій зерна масою 500г, звільненій від зернової та смітної домішок і просіяній крізь сито з отворами діаметром 1,5мм. Із сходу з сита відбирають гальку і зважують.

Вміст металоманітної домішки визначають у наважці зерна

масою 1кг. Його розсипають шаром 0,5см, а потім підковоподібним магнітом вантажопідйомністю 12кг повільно водять уздовж і впоперек. Прилиплі до магніту частинки знімають і складають у чашку. Металодомішки зважують і масу їх виражають у міліграмах на 1кг зерна.

Загальний вміст смітної домішки в зерні визначають як суму результатів визначень у відсотках: крупної органічної домішки, виділеної із сходу з сита з отворами діаметром 6мм; органічної Домішки, виділеної з основної наважки; крупної мінеральної домішки; гальки, насіння смітних та культурних рослин, зіпсованих зерен, шкідливої домішки в додатковій наважці.

Результати визначення вмісту домішок проставляють у документах про якість зерна з точністю: смітної та зернової – до 0,1%; шкідливої та окремих фракцій смітної і зернової – до 0,01%; зіпсованих та пошкоджених зерен (насіння) – до 0,01%; металомангнітної домішки – до 0,001%; сажкових зерен, дрібних – до 0,1%.

Аналізатор засміченості зерна У1-ЕАЗ-М дає змогу виділити з нього домішки масою 1мг. Він складається з приймальної, сито-трієрної, сепараторної та інших частин. Приймальна частина призначена для обмолочування колосків та пневмосепарування зерна, звідси зерно надходить у сито-трієрну частину. Аналізатор призначений для механізованого визначення зернової та смітної домішок у товарному зерні лише трьох культур – пшениці, жита та ячменю.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення понять «домішка», «засміченість».
2. Наведіть класифікацію домішок у партіях зерна продовольчого, технічного й кормового призначення.
3. У чому полягають принципи очистки і сортування на фракції зерна й насіння?
4. Розкажіть про особливості технології обробки зерна й насіння окремих культур.
5. Визначення засміченості пшениці за стандартом.
6. Назвіть склад домішок у зерні відповідно до ДСТУ:2004, які впливають на ціну зерна.



## Практична робота № 7

### Визначення зараженості зерна комірними шкідниками та пошкодження клопом-черепашкою

**Мета:** навчитися визначати зараженість зерна комірними шкідниками та пошкодження клопом-черепашкою.

**Завдання:**

1. Визначити зараженість зерна пшениці клішем, довгоносіком в явній та прихованій формах.
2. Визначити зараженість насіння гороху брухусом.
3. Визначити пошкодженість пшениці клопом-черепашкою.

Зараженість шкідниками партій будь-якого зерна, незалежно від їх цільового призначення, стандартами не допускається. Як і показники свіжості, її визначають у першу чергу. У разі виявлення у зразку зерна хоча б одного живого шкідника хлібних запасів (крім кліщів). партія до приймання не допускається. При зараженості кліщем I і 2-го ступенів зерно приймається із знижкою ціни на 0.5%.

Пошкоджуючи та засмічуючи зерно продуктами своєї життєдіяльності, комірні шкідники знижують його якість і стійкість при зберіганні. Найбільш розповсюджені такі шкідники, як комірний і рисовий довгоносики, хлібний точильник, хрущаки, борошноїди. молі, кліщі.

Великої шкоди завдають *комірні довгоносики*. Розвиток їх від яйця до дорослої особини відбувається всередині зернини. Оптимальними для життєдіяльності комірною довгоносика є температура 21-25°C і вологість зерна 15-16%. З моменту відкладання яєць до появи жука минає 16 днів. Зниження температури до 12°C стримує розвиток шкідника. При температурі, нижчій за 13°C та вищій за 35°C, жуки не відкладають яєць. У зерні вологістю 10-11% довгоносики не розвиваються. Гине комірний довгоносик під дією прямих сонячних променів, не терпить запаху скипидару, нафталіну, часнику, конопель, а також повітряних протягів. Жуки охоче живуть у теплих ділянках зернового насипу. Під водою вони залишаються ЖИВИМИ протягом 10-12 діб, без їжі можуть існувати досить довго. Комірний довгоносик пошкоджує пшеницю, жито, ячмінь, меншою мірою – овес, кукурудзу в качанах, макарони. Не пошкоджує зерно проса, насіння олійних та деяких інших культур.

*Рисовий довгоносик* невеликий за розміром (до 3,5мм). Відрізняється від комірною тим, що літає. Має також приховану форму зараженості. Більш плідний і теплолюбний, ніж комірний. Температуру

мінус 5°C витримує до 5 днів. Цілорічно може жити в рослинних рештках у полі й заражати зерно врожаю як на корені, так і в коморах.

*Кукурудзяний довгоносик* за кольором схожий на рисовий, але значно більший, літає. Щодо дії на нього низьких температур займає середнє положення між рисовим і комірним довгоносом. Пошкоджує зерно кукурудзи, пшениці, жита та ячменю, робить його непридатним для харчових і посівних цілей

*Кліщі*, розмножуючись у зерні, часто спричинюють його зігрівання, знижують схожість, виїдаючи зародок. Розвиваються при вологості продукту не менш як 12%, найбільш сприятлива для них вологість 15-16% і вище. Бите зерно пошкоджують сильніше. Можуть розвиватися як у полі, так і в зерносховищах. На багато видів кліщів згубно діють інфрачервоні промені сонячного спектра. Кліщі швидше гинуть від сонця, ніж від високих температур іншого джерела теплоти. Струм високої частоти та іонізуюче випромінювання вбивають кліщів у всі фази їх розвитку.

*Горохова зернівка (брухус)* пошкоджує насіння гороху. Після утворення бобів самки відкладають на їх поверхні яйця, а личинки, що з них виходять, вгризаються в м'якуш боба. В міру росту горошини вхід личинки в неї поступово заростає. Спочатку личинка перетворюється на лялечку, а потім – на дорослого жука. Найсприятливішою для розвитку брухуса є температура 25°C. При температурі зберігання гороху, нижчій за 10-12°C, жуки впадають у сплячку до весни. При витих температурах вони виповзають з гороху. Пошкоджені горошини втрачають посівні та харчові якості.

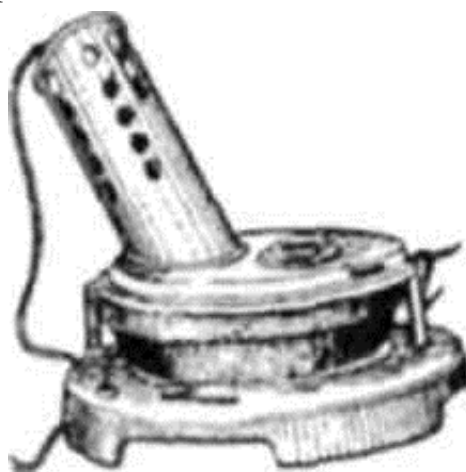
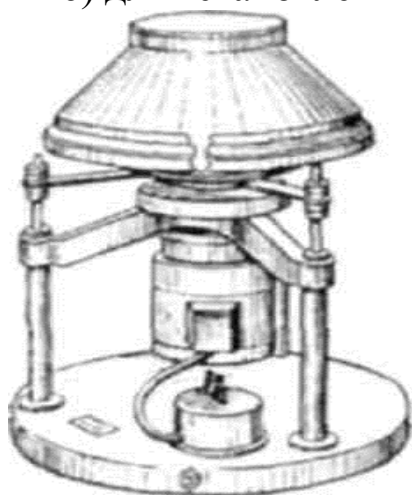
*Відбір проб.* Зерно перевіряють на наявність шкідників перед засипанням у сховище, а також під час зберігання. В коморах (крім комор з похилою підлогою) та на майданчиках беруть локальні проби і формують із них середню пробу з кожного шару насипу зерна. При висоті насипу 1,5м локальні проби відбирають з трьох шарів (верхнього, середнього, нижнього), а при висоті, меншій за 1,5м – з двох (верхнього і нижнього).

В елеваторах при повному завантаженні силосів проби беруть складським щупом з верхнього шару з кожного силосу (на глибині 10 см) і середнього – з доступної глибини, з нижніх шарів зерна в силосах, а також частково заповнених силосів проби відбирають із потоку зерна, яке перемішують. Беруть проби і в місцях можливого скупчення шкідників (у найвищих, найбільш зволжених і запиленних місцях насипу і там, де шар зерна більше прогрівається, – біля стовпів, колон і стін). Клубки зерна, обплетені гусеницями метеликів, вибирають руками і приєднують до середньої проби. Відібрані проби вміщують у тару, яка щільно

закривається. При пошаровому взятті проб аналізують середню пробу, взятую з кожного шару.

Визначення явної форми зараженості зерна комахами та кліщами. Зараженість визначають за пробою, в якій виявлено найбільшу кількість шкідників. В об'єднаній пробі зерна злакових і круп'яних культур визначають зараженість за такою методикою: пробу зважують, просівають крізь сито з отворами діаметром 2,5 і 1,5 мм вручну впродовж 2хв при 120 колових рухах за хвилину або механічним способом протягом 1хв при 150 колових рухах за хвилину на приладі ПВЗ (рис. 8а). Якщо температура зерна нижча за 5°C, схід і прохід крізь сито підігрівають при температурі 25-30°C протягом 10-20хв, щоб активізувати комах, які залякли. Схід із сита з отворами діаметром 2,5 мм вмішують на біле скло розбірної дошки, розрівнюють тонким шаром і розбирають вручну за допомогою шпателя, виявляючи великих за розміром шкідників (мавританської кузьки, великого борошнистого та смоляно-бурого хрущаків, облудника-злодія та ін).

Прохід крізь сито з отворами діаметром 2,5 мм вмішують на біле скло розбірної дошки для підрахунку живих комах (комірних довгоносиків), а прохід крізь сито з отворами діаметром 1,5 мм розсипають тонким шаром на чорному склі і розглядають під лупою, враховуючи кількість наявних кліщів. Якщо є прилад ПООК-1 (рис. 8б), прохід вмішують на його чорне сегментоване дно (нижню частину приладу) і підраховують кількість кліщів. Мертвих кліщів вважають смітною домішкою і при визначенні зараженості зерна не враховують. Кількість виявлених живих шкідників перераховують на 1 кг зерна (табл. 6) для встановлення ступеня його зараженості.



**Рис 8. Прилади для визначення зараженості зерна комірними шкідниками:**

- а – ППВЗ;
- б – ПООК-1

Визначаючи зараженість кукурудзи в качанах, кожний десятий качан об'єднаної проби старанно розглядають крізь лупу. Для виявлення кліщів беруть 10 качанів, злегка постукуючи ними попарно над чорним склом, а потім оглядають поверхню скла за допомогою лупи. При виявленні комах і кліщів визначають їх кількість.

Визначення зараженості зерна злакових і круп'яних культур шкідниками у прихованій формі. Застосовують два методи – розколювання зерна та забарвлення «пробочок» (закриті отвори після відкладання яєць). При розколюванні із середньої проби беруть наважку масою близько 50г. З неї довільно відбирають 50 цілих зерен і розколюють їх кінчиком скальпеля вздовж борозенки. Розколоті зерна оглядають крізь лупу і підраховують живих комах у різних стадіях їхнього розвитку.

## 6. Визначення ступеня зараженості зерна довгоносиками і кліщами

Ступінь зараженості	Кількість в 1кг зерна	
	довгоносики	кліщів
1-й	Від 1 до 5 включно	Від 1 до 20 включно
2-й	6 до 10 включно	Понад 20 які вільно рухаються і не утворюють скупчень
3-й	Понад 10	Кліщі утворюють повстяне скупчення

Методом забарвлення «пробочок» аналізують наважку масою близько 50г із середньої проби. З наважки відбирають довільно 250 цілих зерен, уміщують їх у сітку, яку занурюють на 1хв в чашку з теплою водою (близько 30°C). Коли зерно починає набухати, збільшується розмір «пробочок». Потім сітку із зерном переносять на 20-30с у 1%-й свіжовиготовлений розчин калію перманганату (на 1л води 10г  $\text{KMnO}_4$ ). При цьому в темний колір забарвлюються не тільки «пробочки», а й поверхні зерен у місцях пошкодження. Надлишок барвника видаляють з поверхні зерна зануренням сітки у холодну воду на 20-30с. Зерно набуває нормального кольору, а в заражених зерен залишається темна випукла «пробочка». Його швидко розглядають на фільтрувальному папері. Підраховувати заражені зерна починають негайно, не даючи їм підсохнути. Щоб не зникло забарвлення «пробочок». Заражені зерна мають круглі випуклі плями близько 0,5мм в діаметрі з рівномірно забарвленими в темний колір «пробочками». які залишила самка довгоносика після відкладання яєць. Не відносять до заражених зерна з круглими плямами й інтенсивно забарвленими краями та світлою серединою, з плямами неправильної форми в місцях механічного пошкодження.

Заражені зерна розрізають і підраховують кількість живих личинок, лялечок або жуків довгоносиків. Вміст зерен, заражених у прихованій формі.  $X$  (%) визначають за формулою

$$X = \frac{K_1}{K} \times 100 ;$$

де  $K_1$  – кількість заражених зерен, шт.;

$K$  – кількість зерен, відібраних для аналізу, шт.

Визначення зараженості й пошкодженості зерна зернобобових культур зернівками та листокрутками. Із середнього зразка беруть наважку (гороху, квасолі, чини, нуту, люпину і вики – 100г, сочевиці н кормових бобів – 200г), звільнену від смітної домішки, розсипають на гладенькій поверхні, ретельно оглядають і відбирають спочатку зерно з ознаками пошкодження, але без шкідників. Ознаками пошкодження насіння листокруткою є виїдені поверхні та заглиблення, наповнені екскрементами, що обплетені павутинням.

Потім відбирають зерно:

- гороху, квасолі, вики, сочевиці а наявністю порожнин із характерними округлими отворами діаметром 2-3мм: у порожнині можуть бути лялечки чи личинки зернівок; з круглими «віконечками» (льотковими отворами) у вигляді темнуватих плям;
- квасолі з помітними проколами діаметром 0,1 -0,3мм – вхідними отворами личинок зернівок, а також дуже з'їдене насіння, від якого залишились лише оболонки, які при натискуванні легко руйнуються. В такому зерні може бути до 5 і більше личинок, лялечок або жуків квасолевої зернівки. Іноді на поверхні насіння бувають кладки яєць квасолевої зернівки – видовжено-овальних, білих, блискучих, які добре видно на бобах з кольоровою оболонкою;
- кормових бобів з такими самими ознаками, як і в гороху, тільки з більшою кількістю вхідних отворів (2-3 на одному).

Відібране зерно зважують, визначають його масу з наявними живими і мертвими шкідниками (личинками, лялечками, жуками). Решту його обробляють 1%-м розчином йоду в калію йодиді для виявлення вхідних отворів личинок зернівок і проколів в оболонці, які не були помічені візуально.

Для приготування 1%-го розчину йоду в калію йодиді в мірну колбу місткістю 500см<sup>3</sup> з добре притертою пробкою висипають 10г калію йодиду, розчиняють у невеликій кількості води і до одержаного розчину додають 5г кристалічного йоду. Розчин збовтують до повного розчинення йоду і доливають колбу водою до помітки 500см<sup>3</sup>.

У приготовлений розчин занурюють сітку із зерном. Через 1-5хв її переносять у 0,5%-й розчин калію гідроксиду на 30с, потім змивають луг

водою протягам 15-20с, зважують зерно і швидко оглядають. Після хімічної обробки вхідні отвори личинок, комах або місця проколів забарвлюються в чорний колір і стають помітними на поверхні зерна у вигляді дрібних круглих чорних плям діаметром 1-2мм. Таке зерно видаляють, визначають його масу з личинками, лялечками або жуками.

Вміст зерна – без шкідників, виявлених при візуальному огляді ( $X_1$ ); пошкодженого з наявністю мертвих шкідників, виявлених при розкриванні сухого зерна ( $X_2$ ); пошкодженого з наявністю мертвих шкідників, виявлених при розкриванні обробленого зерна ( $X_3$ ); зараженого і виявленого при розкриванні сухого зерна ( $X_4$ ); зараженого і виявленого при розкриванні обробленого зерна ( $X_5$ ) – визначають у відсотках за формулою:

$$X_{1,2,3,4,5} = \frac{M_1}{M} \times 100;$$

де  $M_1$  – маса пошкодженого або зараженого зерна, г;

$M$  — маса наважки, взятої для аналізу, г.

Загальний вміст зараженого зерна  $X_3$  визначають у відсотках за формулою:

$$X_3 = X_4 + X_5;$$

Загальний вміст пошкодженого зерна  $X_n$  визначають у відсотках за формулою

$$X_n = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$$

**Визначення пошкодженості зерна пшениці клопом-черепашкою.** Із наважки, взятої з маси зерна, яке залишилось після видалення смітної і зернової домішок, беруть дві наважки цілого зерна по 10г. З кожної виділяють пошкоджені зерна після огляду їх з боку борозенки і стінки. За зовнішнім виглядом розрізняють три ознаки пошкодженості клопом-черепашкою: 1) слід проколу на поверхні зерна у вигляді темної крапки, навколо якої різко окреслена світло-жовта пляма округлої або неправильної форми; 2) така сама пляма на поверхні зерна, в межах якої видно вдавленість або зморшки без сліду проколу; 3) така сама пляма на поверхні зерна в зародку без вдавленості або зморшок і слідів проколу. В усіх випадках консистенція зерна під плямою крихка і борошніста.

Зерна пшениці з жовтими плямами не в зародку, без сліду проколу, вдавленості, зморшкуватості в межах цих плям не відносять до пошкоджених клопом-черепашкою.

Пошкоджене зерно зважують з точністю до сотих часток грама. Вміст такого зерна  $X_K$  у кожній наважці визначають за формулою:

$$X_K = M_n \times 10;$$

де  $M_n$  — маса пошкодженого зерна, г.

Кінцевий результат є середнім арифметичним двох паралельних визначень:

$$X_{K_0} = \frac{X_{K_1} + X_{K_2}}{2}$$

де –  $X_{K_1}, X_{K_2}$  вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою, відповідно в першій і другій наважках, %.

Між паралельними і контрольними визначеннями допускається розбіжність у межах 0,5% при вмісті до 5% і 1% – понад 5% пошкоджених клопом-черепашкою зерен.

Результати аналізу записують у документі про якість. Зокрема, при наявності в зерні кліщів і довгоносиків зазначають ступінь зараженості; інших комах (хрущів, борошноїдів) – кількість особин в 1кг зерна і вид шкідників: кліщів і комах у партіях кукурудзяних качанів – «заражена», вказують кількість і вид шкідників; при виявленні прихованої зараженості зерна – «прихована зараженість» у відсотках (у цілих числах); при зараженості та пошкодженості насіння зернових культур – відсоток пошкодженого насіння серед зернової домішки, в тому числі з живими або мертвими шкідниками. Крім того, вказують відсоток заражених зерен (до десятих часток відсотка), а також пошкоджених клопом-черепашкою (до десятих часток відсотка).

**Перспективні методи визначення прихованої зараженості зерна комахами.** У світовій практиці, крім розглянутих та запропонованих, розроблено і введено в деякі зарубіжні стандарти інші методи. Їх поділяють на прискорені та контрольні. До *прискорених* належать визначення виділення вуглекислого газу, нінгідринний, флотації, акустичний та рентгенівський.

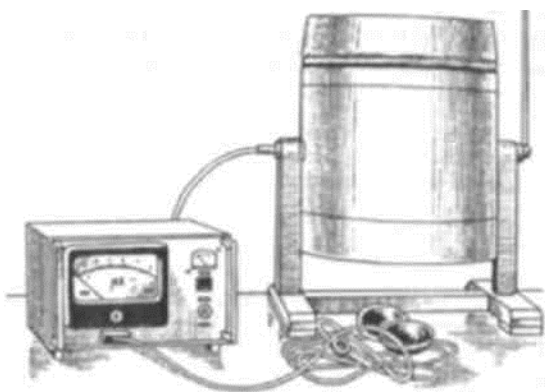
*Контрольними* є методи, за допомогою яких можна перевірити та оцінити прискорені методи. Так, контрольним для точного визначення наявності всередині зерна комах-шкідників (личинки-лялечки) є метод *видержування проби при стандартній температурі та відносній вологості* і дослідження її через певні інтервали. Він не дає швидких результатів, оскільки повний цикл розвитку комах-шкідників триває кілька тижнів. Але цим методом у більшості випадків неможливо чітко виявити яйця та молочні личинки шкідників.

**Метод визначення виділення вуглекислого газу** полягає в тому, то наважки матеріалу видержують у герметично закритому контейнері за стандартної температури й визначають газометричним або інфрачервоним методом кількість  $\text{CO}_2$ , що виділилася за певний стандартний період часу в результаті обмінних реакцій, що відбуваються в досліджуваному матеріалі (зерні). Цей метод досить затратний.

Користуючись **нінгідринним методом** розмелюють наважку, з якої на білому папері, просоченому нінгідрином, вилучають явно живих комах. При розмелюванні сухого зерна амінокислоти, що містяться в тілі

комах, реагують з нінгідрином, внаслідок чого утворюються червоні плями, а амінокислоти зерна цієї реакції не дають. Виграти при використанні цього методу помірні.

**Метод флотації** цілих зерен ґрунтується на тому, що за прихованої зараженості зменшується маса зерна. Коли суміш здорового й зараженого зерна помістити в розчин, здорове зерно тоне, а заражене спливає на поверхню. Такий поділ не зовсім чіткий, оскільки зерно з личинками на ранніх стадіях розвитку має тенденцію тонути, а незаражене зерно із шпаринами під оболонкою може плавати. Втрати за такого методу низькі.



**Рис. 9 Акустичний прилад для визначення зараженості зерна**

Застосовуючи *акустичний метод* (рис. 9), наважку зерна вміщують у звуконепроникний контейнер, в який ставлять акустичний вібраційний сенсор, з'єднаний із підсилювачем. Шуми, що виникають внаслідок життє-діяльності комах, підсилюються і передаються для запису чи прослуховування. Метод досить затратний.

Суть *рентгенівського методу* полягає в розміщенні наважки шаром в одне зерно між джерелом рентгенівського випромінювання і рентгенівською плівкою. Проводять м'яку експозицію і після проявлення плівки обстежують її візуально на наявність шкідників. Витрати високі.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Назвіть найбільш поширених шкідників.
2. Як виявити пошкодження зернівки гороху брухусом?
3. Розкажіть про основні ознаки пошкодження клопом-черепашкою.



## **Практична робота № 8**

### **Визначення масової частки клейковини та її якості в зерні пшениці**

**Мета:** навчитися визначати масову частку клейковини в зерні пшениці та її якості.

#### **Завдання:**

1. Визначити кількість сирої клейковини в різних за якістю зразках м'якої пшениці (пошкодженої клопом-черепашкою, перегрітої, пророслої, доброякісної).
2. Засвоїти методику визначення якості клейковини зразків пшениці на приладі ИДК-1.
3. Зробити висновки щодо віднесення зерна пшениці до класу якості.

**Клейковина сухого зерна** – це сухий гель, який, набухаючи у воді, утворює фазу гідратованого білка. За зовнішнім виглядом відмита клейковина – це гумоподібна еластична маса, що залишається після відмивання водою пшеничного тіста. Розрізняють клейковину сирю (разом з увібраною нею водою) та суху (після висушування).

Сира клейковина містить близько 70% води. У сухій речовині клейковини 39-45% гліадину, 34-40 глютеніну, 3-7 глобуліну та альбуміну, 2-9 жиру, 0,01-9,5 крохмалю, 1-2 цукру, 0,3 - 3% золи. Сира клейковина має такі важливі фізичні властивості, як пружність, розтяжність та газотримувальну здатність. Саме вони визначають цінні хлібопекарські якості пшениці. Клейковина бере участь в утворенні механічної основи тіста та структури м'якуша випеченого хліба.

Властивості клейковини виявляються у процесі бродіння, вистоювання тіста та випікання хліба. Клейковина з хорошою пружністю розтягується під дією вуглекислого газу, але не розривається. Це забезпечує пористість хліба. Таку клейковину має борошно з м'яких сильних пшениць, що містять не менш як 14% білка. 60% склоподібних зерен, 28% сирої клейковини. Хліб із борошна таких пшениць, формо стійкий, має великий об'єм (із 100г борошна виходить не менш як 450см<sup>3</sup> хліба за об'ємом), добрий пористий м'якуш. Вміст сирої клейковини в зерні сильних пшениць коливається в межах 25-45% і більше (табл. 7).

Вміст клейковини в борошні слабких пшениць 15-20%. Борошно

з дефектного (пророслого, пошкодженого клопом-черепашкою, морозобійного) зерна мас клейковину слабку, розпливчасту або таку, що рветься на короткі шматки при розтягуванні і не може утримувати вуглекислий газ, який виділяється під час бродіння. Хліб виходить мало об'ємний, липкий, непористий.

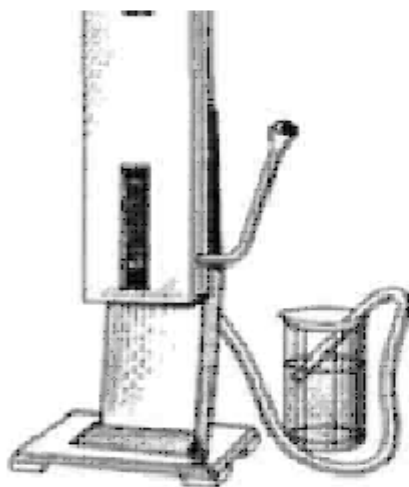
## 7. Нормування технологічних показників м'якої пшениці

Показники	Норма для класу					
	I	II	III	IV	V	VI
Масова частка сирії клейковини, %, не менше	30	27	23	18	18	Не обмежується
Якість клейковини, група	I	I	I-II	I-II	I-III	Те саме
Масова частка білка, %, не	14	13	12	11	10	Те саме
Число падіння, с	Понад 200		Понад 150	Понад 100	Не менше 100	Те саме
Натура, г/л, не менше	760	755	730	710	710	Те саме

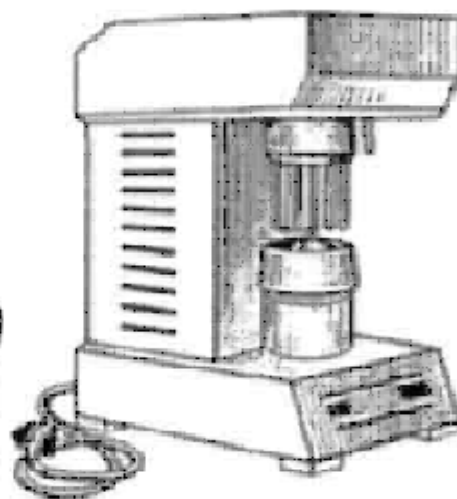
Для визначення вмісту клейковини із середньодобової проби беруть 30-50г зерна пшениці, очищають його від домішок, подрібнюють на лабораторному млинку так, щоб при просіюванні розмеленого зерна крізь дротяне сито № 067 залишок не перевищував 2%, а прохід крізь капронове сито №38 становив не менш як 40%. Розмелене зерно ретельно перемішують, беруть наважку масою 25г, вмішують у порцелянову ступку, вливають 14мл води (18-20°C) і вимішують до одержання однорідного тіста. Тісто скачують у кульку, кладуть у чашку, закривають склом і витримують 20хв для набухання білків. На кількість і якість клейковини при відмиванні впливають температура води, склад та час відлежування кульки тіста. Через 20хв у тазку з водою чи під слабким струменем води з водогону клейковину промивають над ситом, розминаючи її рукою спочатку обережно, а потім більш інтенсивно, поки вода не буде чистою.

Повноту відмивання клейковини можна перевірити кількома способами. Органолептично клейковину вважають відмитою, якщо йде чиста вода, а клейковина починає прилипати до рук. Застосовують також йодну пробу на крохмаль. Для цього у вичавлену з клейковини воду додають краплю розчину йоду в калію йодиді. Відсутність синього забарвлення означає повне видалення крохмалю. Ваговий метод полягає в тому, що клейковину, яка починає прилипати до рук, віджимають сухою рукою, зважують на технічних вагах з точністю до 0,01г. Після зважування її знову промивають протягом 2-3хв, віджимають і знову зважують. Відмивання вважають закінченим, якщо різниця між результатами зважування не перевищує 0,1г.

Кількість сирої клейковини виражають у відсотках до наважки борошна масою 25г (масу одержаної клейковини множать на 4). Норма допустимого відхилення при арбітражних та контрольних визначеннях становить  $\pm 2\%$ .

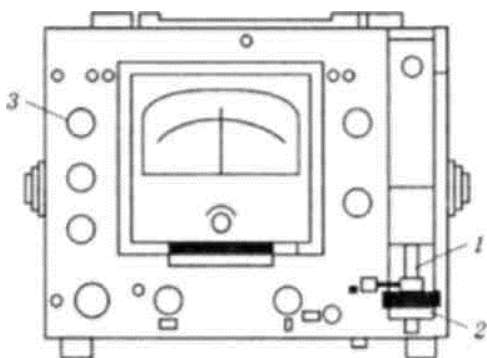


**Рис. 10. Дозатор води**



**Рис. 11. Тістомісилка**

Спеціалізовані лабораторії для проведення масових аналізів оснащені низкою приладів для замішування тіста та відмивання замішування тіста та відмивання клейковини (рис. 10-12).

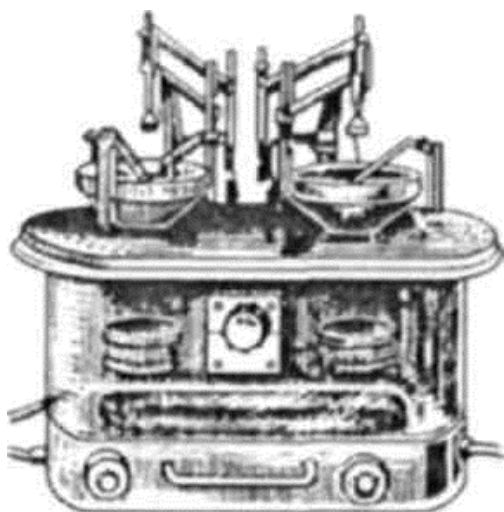


**Рис. 12. Прилад для визначення (відмивання) вмісту клейковини у борошні**

**Визначення якості клейковини.** Якість клейковини визначається сукупністю її фізичних властивостей: пружності, розтяжності, в'язкості, зв'язності, а також здатності зберігати ці властивості в процесі відмивання. Клейковина може бути добре розтяжною та недостатньо пружною, дуже пружною та малорозтяжною (міцна короткорозривна), недостатньо зв'язною (кришиться). Значною

мірою якість клейковини залежить від умов вирощування пшениці. Зерно, пошкоджене клоном-черепашкою, має розпливчасту клейковину; морозобійне. проросле та пошкоджене високими температурами – таку, що рветься на короткі шматки.

Для визначення якості клейковини з відмитої проби беруть наважку масою 4г, обминають 3-4 рази пальцями, скачують у кульку і кладуть її в чашку з водою на 15хв (якщо кулька не скачується, то таку клейковину відносять за якістю до III групи). Далі використовують прилад ИДК-1 (індикатор деформації клейковини, рис. 13), який вмикають за 15-20хв до початку визначення.



**Рис. 13. Прилад ИДК-1 для визначення деформації клейковини:**

1, 2 – відповідно верхня і нижня частини механізму; 3 – лампочка-сигнал для визначення часу відліку одиниць пружності за шкалою

Спочатку натискають кнопку «Гальмо», піднімають пуансон у верхнє положення. У центр столика приладу кладуть клейковину і, натиснувши кнопку «Пуск», відпускають її. Через 30с після загорання лампочки «Відлік» знімають показ на шкалі індикатора. Далі натискають кнопку «Гальмо» і піднімають пуансон у верхнє положення. Показ аналізують за групами якості клейковини (табл. 8).

## 8. Характеристика пружності клейковини

Показники, ум. од.	Група якості	Характеристика клейковини
0-15	III	Незадовільно міцна
20-40	II	Задовільно міцна
45-75	I	Добра
80-100	II	Задовільно слабка
105-120	III	Незадовільно слабка

Клейковина І групи якості має показ 45-75 ум. од., доброї пружності, довга чи середня за розтяжністю; ІІ групи – 80-100 ум. од., задовільна за пружністю, середня чи довга за розтяжністю; ІІІ групи – понад 100 ум. од., слабка, зависає при розтягуванні, рветься під дією власної маси, розпливчаста.

Клейковина твердої пшениці характеризується більшою міцністю порівняно з м'якою, її якість визначається показниками І та ІІ груп – у межах до 40 ум. од. Така якість клейковини є головною перешкодою для одержання пористого хліба, через це тверда пшениця використовується переважно для виробництва крупів та макаронного борошна (табл. 9). Чинним стандартом кількість і якість сирової клейковини для твердої пшениці не нормується.

Для перевірки розтяжності беруть кульку клейковини, що залишилась після визначення її кількості, трьома пальцями обох рук і протягом 10с розтягують над міліметровою лінійкою до розриву. В момент розриву клейковини відмічають довжину, на яку вона розтягнулась. Довга клейковина має розтяжність понад 20см, середня – 10-20, коротка – до 10см.

## 9. Нормування технологічних показників твердої пшениці

Показник	Характеристика і норми для класів якості				
	1	2	3	4	5
Склоподібність, %, не менше	70	60	50	40	Не обмежується
Масова частка	15	14	12	11	Те саме
Число падіння, с	Понад 200		Понад	Не менше	«

Колір клейковини – від світло- до темно-сірого з різними відтінками. Клейковина найкращої якості має світло-сірий колір.

### Контрольні питання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття клейковина.
2. Розкажіть про хімічний склад клейковини та її властивості.
3. Перелічіть фактори, які впливають на кількість та якість клейковини.
4. Що таке «сильна» пшениця?

## Практична робота № 9

### Визначення доцільності вентиляювання та технологічні розрахунки сушіння зерна

**Мета:** визначити доцільність вентиляювання та технологічні розрахунки сушіння зерна.

#### Завдання:

1. Вивчити різні способи визначення можливості та доцільності активного вентиляювання партій зерна.
2. На лабораторній сушарці або зерносушарці хлібоприймального пункту визначити температуру теплоносія і зерна, початкову і кінцеву вологість зерна. втрати зернової маси під час сушіння.
3. Органолептичними методами визначити показники якості висушеного у сушарці зерна.

Активним вентиляюванням здійснюють підсушування, охолодження, обігрів, газацию, дегазацию зерна. Воно ефективне при дотриманні відповідного режиму, який визначається температурою, відносною вологістю повітря, висотою насипу зерна, питомою подачею повітря, тривалістю. Одним з основних факторів є питома подача повітря, яка дорівнює відношенню кількості повітря ( $\text{м}^3$ ), що проходить через насип зерна за 1 год, до кількості вентиляюваного зерна (т) (табл. 10 - 14).

#### 10. Мінімальна подача повітря при вентиляванні зерна з різною вологістю

Вологість зерна, %	Питома подача повітря, $\text{м}^3$ (т*год.), не менше	Висота насипу, м		
		Зерна пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи	Насіння соняшнику	Зерна проса
16	30	3,5	3,7	2,0
18	40	2,5	2,5	2,0
20	60	2,0	2,0	1,8
22	80	2,0	2,0	1,6

#### 11. Мінімальна подача повітря і максимальна висота насипу при вентиляванні кукурудзи в качанах

Вологість зерна, %	Питома подача повітря,	Висота насипу зерна, м	Вологість зерна, %	Питома подача повітря,	Висота насипу зерна, м
18	30	3,5	30	50	2,2
20	40	3,0	35	55	1,8

## 12. Швидкість сушіння зерна при вентиляційній атмосферним повітрям у період збирання врожаю (для північних районів України)

Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, %, за добу							
	першу		другу		третю		четверту	
	всього	за 1 год	всього	за 1 год	всього	за 1 год	всього	за 1 год
22	3,6	0,150	7,6	0,168	12,2	0,169	17,4	0,181
21	4,0	0,167	3,6	0,179	13,8	0,192	20,0	0,208
20	4,8	0,192	9,8	0,204	16,0	0,222	23,2	0,242
19	5,2	0,217	11,4	0,238	18,6	0,258	26,8	0,279
18	6,2	0,258	13,4	0,279	21,6	0,300	—	—

## 13. Питома подача повітря при вентиляванні насіння сої атмосферним повітрям

Вологість насіння, %	Питома подача повітря, м³/(т*год.)	Вологість насіння, %	Питома подача повітря, м³/(т*год.)
15	160	18	360
16	190	19	300
17	220	20	345

## 14. Мінімальна подача повітря і товщина шару зерна рису при сушінні вентиляційним

Початкова вологість, %	Мінімальна подача підігрітого повітря, м³/(т*год.)	Максимальна товщина шару зерна, м	Початкова вологість, %	Мінімальна подача підігрітого повітря, м³/(т*год.)	Максимальна товщина шару зерна, м
До 18	600	2,0	22	800	1,5
20	700	1,7	24	1000	1,5

### Приклад

Продуктивність вентилятора 30 тис. м³/год. За даними табл. 12 - 16 питома подача повітря залежить від вологості зерна і тривалості сушіння: чим вища вологість і менша тривалість сушіння, тим більшою має бути питома подача повітря. При влаштуванні майданчика для вентилятора слід виходити з максимальної для даної зони вологості зерна. Наприклад, планова питома подача повітря становить 150 м³/(т\*год.). Вентилятор продуктивністю 30 000 м³/год 30 такої питомої подачі повітря може вентилявати одночасно  $30\,000 : 150 = 200$  т зерна. При питомій масі зерна 600 кг/т партія масою 200 т займе об'єм  $200 : 0,6 = 330$  м³. Якщо цей об'єм зерна розсипати шаром 2 м, то площа майданчика становитиме  $330 : 2 = 165$  м². При використанні влаштованого майданчика питому подачу повітря регулюють зміною

висоти насипу зерна.

Сушіння зерна вентиляванням, особливо не підігрітим повітрям, ефективне при вологості зерна не вище 3-4% за критичну. В процесі сушіння висоту насипу зерна іноді змінюють. Наприклад, висота насипу насіння сої на початку сушіння не повинна перевищувати 1,5м. а в міру підсушування її можна збільшувати.

За відносної вологості повітря понад 60-65% його обов'язково підігрівають для потреб вентилявання. Величину підігріву розраховують, керуючись тим, що при зміні температури на 1°C відносна вологість повітря змінюється на 5% (табл. 15). Наприклад, за відносної вологості повітря 100%, тобто при повному насиченні його водяною парою, воно набуде здатності сушити при підігріванні на 8°C (100-60):5.

Рис сушити важче через наявність повітряного прошарку між плівкою та ядром зерна, тому для його вентилявання потрібні високі питомі подачі повітря. При низькій відносній вологості повітря подачі його зменшуються, і навпаки.

За рівноважної вологості зерна швидкість адсорбції (вбирання водяної пари зерном) дорівнює швидкості десорбції (випаровування із зерна).

### 15. Рівноважна вологість різного зерна при температурі від 0 до 30°C

Відносна вологість повітря, %	Рівноважна вологість									
	зерна пшениці при температурі, °C					зерна жита і ячменю при температурі, °C				
	-10	0	10	20	30	-10	0	10	20	30
20	9,1	8,8	8,3	7,8	7,4	9,2	8,2	8,6	8,3	7,8
25	9,8	9,4	9,0	8,5	8,1	10,0	9,7	9,3	8,9	8,4
30	10,5	10,1	9,6	9,2	8,8	10,8	10,4	10,0	9,5	9,0
35	11,1	10,7	10,3	10,0	9,5	11,4	11,0	10,7	10,2	9,6
40	11,6	11,2	10,9	10,7	10,2	11,9	11,6	11,3	10,9	10,3
45	12,2	11,8	11,5	11,3	10,8	12,4	12,2	11,9	11,6	10,9
50	12,7	12,4	12,0	11,8	11,4	13,0	12,7	12,5	12,2	11,5
55	13,2	12,9	12,6	12,4	11,9	13,5	13,3	13,1	12,8	12,1
60	13,7	13,5	13,3	13,1	12,5	14,1	13,9	13,7	13,5	12,8
65	14,5	14,2	14,0	13,7	13,2	15,1	14,8	14,6	14,3	13,5
70	15,3	15,0	14,7	14,5	14,0	16,1	15,7	15,5	15,3	14,3

Кількість водяної пари в атмосферному повітрі вимірюється її масою в одиниці об'єму повітря і називається абсолютною *вологістю повітря*. Її вимірюють у грамах на 1м<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>) або в міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.), які визначають *парціальний тиск водяної пари*, тобто тиск, який здійснюється кожним із газів, що входить до складу



повітря. Повітря з певним вмістом водяної пари, що є верхньою межею його насичення, називається насиченим. Відношення абсолютної вологості повітря до тиску насиченої водяної пари за однакової температури становить відносну вологість повітря, яку визначають за формулою

$$\varphi = \frac{e}{E} \times 100,$$

де  $e$  – абсолютна вологість повітря, г/м<sup>3</sup>;  $E$  – тиск насиченої водяної пари за однакової температури, г/м<sup>3</sup>.

З підвищенням температури повітря його вологоємність збільшується (табл. 16).

### 16. Вміст води в повітрі

Температура за сухим термометром, °C	Вміст води в повітрі, г/кг, за відносні вологості повітря, %					
	50	60	70	80	90	100
0	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8
5	2,7	3,2	3,8	4,3	4,8	5,4
10	3,8	4,6	5,4	6,2	6,9	7,6
15	5,4	6,4	7,5	8,6	9,6	10,7
20	7,3	8,8	10,2	11,7	13,2	14,7
25	9,9	11,9	13,8	16,0	18,0	20,1
30	13,3	16,1	18,9	21,6	24,4	27,4

Якщо, наприклад, в 1м<sup>3</sup> повітря при температурі 15°C і відносній вологості 90% міститься 9,6г водяної пари, то коли повітря охолодити до 5°C, у стані пари перебуватиме його 4,8г, а решта 4,8г конденсується. Температуру, за якої повітря набуває стану насиченості за вмістом водяної пари, називають *тонкою роси* (табл. 17, 18).

### 17. Максимальний тиск водяної пари за різної температури

Температура повітря, °C	Максимальний тиск водяної пари		Температура повітря °C	Максимальний тиск водяної пари	
	Па	мм рт. ст.		Па	мм рт. ст.
-30	39,9	0,3	10	1226,3	9,2
-10	266,6	2,0	20	2346,2	17,6
0	613,2	4,6	30	4265,6	31,9

На практиці відносну вологість повітря визначають психрометром, який складається із сухого й мокрого термометрів і таблиці. Точніші показники дає аспіраційний психрометр, у якому термометри постійно вентилуються рівномірним потоком повітря. Якщо температура зерна вища, ніж температура повітря, його можна вентилувати повітрям будь-якої вологості.

### 18. Значення точки роси ( $P$ °C) за щільністю водяної пари $e$ (абсолютної вологості)

$e$ , Па	$P$ , °C	$e$ , Па	$P$ , °C	$e$ , Па	$P$ , °C
103,7	-20	327,2	-5	798,6	7
119,7	-18	383,0	-3	917,7	9
143,6	-16	438,9	-1	1037,4	11
167,5	-14	478,8	0	1197,0	13
183,5	-13	494,7	0	1356,4	15
207,5	-11	558,6	2	1596,4	17
239,4	-9	638,4	4	1765,3	19

При активному вентиляванні зерна потрібно знати його рівноважну вологість за певних умов. Для її визначення використовують планшетки і номограми (рис. 14).



Рис 14. Планшетка РостНДІЗ для визначення можливості вентилявання зернової маси при температурі повітря вище 0°C

За двома шкалами зліва шкали температур за сухим та мокрим термометрами визначають абсолютну вологість повітря, справа, залежно від абсолютної вологості й температури зерна, – рівноважну вологість зерна. Якщо остання нижча за фактичну вологість зерна (навіть на 1%), то вентилявання вважають доцільним. Наприклад, для визначення доцільності активного вентилявання зерна використовують планшетки Ростовського науково-дослідного інституту зерна. Кожна планшетка має п'ять шкал. Результат за третьою шкалою одержують після з'єднання лінійкою значень сухого й мокрого термометрів (за психрометром). Цей результат, в свою чергу, поєднують із показом температури зерна на четвертій шкалі і на п'ятій шкалі визначають рівноважну вологість зерна,

яка може встановитись при вентиляванні за даних умов.

Аналогічною є методика визначення можливості й доцільності вентилявання за допомогою планшетки за від'ємних температур. Користуючись планшетками, враховують поправку, а саме: щодо партій сухого вівса з вологістю до 13% від показника рівноважної вологості віднімають 1%, а щодо жита і ячменю з вологістю 15% і більше – додають 1%.

Необхідність вентилявання слід перевіряти через кожні 6, а за нестійкої погоди – через кожні 3 год. Якщо немає планшеток, ретельно стежать за показами сухого і мокрого термометрів: чим більша різниця між показами, тим ефективніше сушіння. Водночас навіть за високої температури повітря (понад 25°C), але при невеликій різниці температур за психрометром ефективність сушіння низька (може призвести навіть до підвищення пологості зерна).

Для сушіння вентиляванням потрібно, щоб рівноважна вологість зерна була нижчою за фактичну, а також щоб швидкість сушіння забезпечувала високу якість зерна. Це залежить як від температури і вологості повітря й зерна, так і від питомої подачі повітря.

Необхідність вентилявання слід перевіряти через кожні 6, а за нестійкої погоди – через кожні 3 год. Якщо немає планшеток, ретельно стежать за показами сухого і мокрого термометрів: чим більша різниця між показами, тим ефективніше сушіння. Водночас навіть за високої температури повітря (понад 25°C), але при невеликій різниці температур за психрометром ефективність сушіння низька (може призвести навіть до підвищення вологості зерна).

Для сушіння вентиляванням потрібно, щоб рівноважна вологість зерна була нижчою за фактичну, а також щоб швидкість сушіння забезпечувала високу якість зерна. Це залежить як від температури і вологості повітря й зерна, так і від питомої подачі повітря.

### **Приклад**

Необхідно висушити 300т зерна ячменю з вологістю 17% до вологості 14%. При сушінні зерна на майданчику а вентилятором продуктивністю 30тис. м<sup>3</sup>/год питома подача повітря становитиме  $30\,000:300=100\text{м}^3/(\text{т}\cdot\text{год})$ . Згідно з даними табл. 14, швидкість сушіння зерна за такої питомої подачі становитиме 0,3%/год. Отже, для зниження вологості зерна на  $17-14=3\%$  потрібно  $3:0,3=10$  год.

Активним вентиляванням також охолоджують зернову масу. Унаслідок зниження температури зерна (навіть якщо його вологість не перевищує базисної норми) зменшується інтенсивність його дихання, а отже, і втрата. Таким чином, бажано охолоджувати будь-яке зерно,

особливо підвищеної вологості. Ефективним є охолодження зерна на кормові цілі, яке після охолодження можна використати плушеним без проміжного висушування. При охолодженні за допомогою установок активного вентилявання використовують холод спеціальних рефрижераторних установок або добовий перепад температур.

### Приклад

Охолодити до 8°C 100т зерна проса з температурою 30°C. Температура нічного повітря 5°C. Продуктивність установки для активного вентилявання 10тис. м<sup>3</sup>/год. Питома подача повітря 10 000:100=100м<sup>3</sup>/(т\*год). При різниці температур зерна і повітря 25°C і заданій питомій подачі повітря швидкість охолодження дорівнюватиме 1°C/год (табл. 19, 20). Щоб довести температуру зерна до 8°C, її треба знизити проти фактичної на 22°C. Для цього вентилятор має працювати протягом 22год. Ураховуючи, що температура 5°C утримуватиметься протягом доби 5-6год (нічний час), а вдень вентилятор вимикають, для охолодження до заданої температури вентилятор має працювати близько 4 нічних змін по 4-5год.

### 19. Тривалість охолодження зернової маси вентиляванням

Різниця температур зерна	Середня швидкість охолодження зерна, °C/год. при об'ємі					
	20	40	60	80	100	120
5	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24
10	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48
15	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72
20	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96
25	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20

### 20. Мінімальні середні питомі подачі атмосферного повітря і максимальна висота насипу зерна кукурудзи в качанах при вентиляванні для зниження температури

Вологість зерна, %	Питома подача повітря, м <sup>3</sup> /(т*год), не менш як	Висота насипу, м, не більш як	Вологість зерна, %	Питома подача повітря, м <sup>3</sup> /(т*год), не менш як	Висота насипу, м, не більш як
18	30	3,5	30	50	2,2
20	40	3,0	35	55	1,8
25	45	2,5	40	60	1,5

При охолодженні зерна строки його безпечного зберігання значно подовжуються. Насінне зерно з вологістю понад 20% в охолоджену вигляді можна зберігати не більш як 2-3 тижні, а зерно і вологістю до

18,5% – 100 днів. Для охолодження 1т зерна потрібно близько 2000м<sup>3</sup> повітря.

Для вентилявання підігрітим повітрям використовують установки типу ВПТ-600, а також будь-який вентилятор з калорифером. Для розрахунків швидкості сушіння користуються даними табл. 21.

## 21. Середня швидкість зниження вологості зерна кукурудзи при вентиляванні підігрітим повітрям

Фактична подача повітря, м <sup>3</sup> /год на 1 т	Середня швидкість зниження вологості зерна, % за 1 год, при температурі повітря, яке подається у зерновий насип, °С						
	15	20	25	30	35	40	45
100	0,003	0,010	0,018	0,025	0,032	0,04	0,047
200	0,006	0,021	0,035	0,050	0,065	0,08	0,095
300	0,009	0,031	0,053	0,075	0,097	0,12	0,142
400	0,012	0,041	0,071	0,100	0,130	0,16	0,189
500	0,015	0,052	0,089	0,126	0,162	0,20	0,240
600	0,018	0,062	0,106	0,151	0,195	0,24	0,280
700	0,021	0,072	0,124	0,176	0,230	0,28	0,330
800	0,024	0,083	0,142	0,200	0,260	0,32	0,380
900	0,027	0,093	0,160	0,230	0,290	0,36	0,430
1000	0,030	0,103	0,177	0,250	0,320	0,40	0,470
1100	0,033	0,114	0,195	0,280	0,360	0,44	0,520
1200	0,035	0,124	0,210	0,300	0,390	0,48	0,570

З підвищенням температури повітря збільшується його здатність утримувати вологу у вигляді пари (див. табл. 18). При підвищенні вологоємкості та зниженні підносної вологості повітря створюються сприятливі умови для випаровування вологи із зерна та переходу водяної пари в зовнішнє газоповітряне середовище.

Принцип роботи зерносушарок такий. Зовнішнє повітря нагрівається і подається до зернової маси або домішується до гарячих (600°С) топкових газів у різних співвідношеннях залежно від погрібного режиму сушіння, температури нагрітого та зовнішнього повітря. Утворюється газоповітряна суміш, яка подається в сушарку. Газоповітряна суміш чи нагріте повітря подається в заповнену зерном камеру сушарки. Теплоносій, піднімаючись угору, нагріває зерно, вбирає вологу, що випаровується із зерна, і відводиться за межі камери. З підвищенням температури зерна переміщення водяної пари із внутрішніх шарів зернової маси до її поверхні прискорюється. У сушарках шахтного, барабанного типу зерно в камерах переміщується, що прискорює сушіння.

## 22. Режими сушіння насінного зерна в зерносушарках шахтного типу

Зерно	Вологість зерна до сушіння, %	Кількість пропусків зерна через зерносушарку	Температура теплоносія, °C	Максимальна температура нагрівання зерна, °C
Пшениці, жита.	18	1	70	45
ячменю, вівса	20	1	65	45
	26	1	60	43
	«	2	65	45
	Понад 26	1	55	40
	«	2	60	43
	«	3	65	45
Проса, гороху	18	1	65	45
	20	1	60	45
	26	1	55	40
	«	2	60	45
	Понад 26	1	50	38
	«	2	55	40
	«	3	60	45
Вики, сочевиці.	18	1	60	45
нугу, рису	20	1	55	43
	«	2	60	45
	25	1	50	40
	«	2	55	43
	«	3	65	45
	30	1	45	35
	«	2	50	40
	«	3	55	43
	«	4	60	45
Кукурудзи	18	1	65	45
	20	1	55	43
	«	2	60	45
	23	1	50	40
	«	2	55	43
	«	3	65	45

Швидкість сушіння зерна і температурний режим залежать від будови зерна, його хімічного складу, вологості та зрілості. Зерно свіжозібране і з підвищеною вологістю більш чутливе до високих температур. Нагрівання зерна до температури понад 38-45°C (залежно від культури) може призвести до погіршення його властивостей. Зерно на насіння потребує особливого режиму сушіння (табл. 22, 23).

## 23. Режими сушіння зерна продовольчого і кормового призначення у сушарках шахтного ТИПУ

Зерно	Початкова вологість зерна, %	Максимальна температура нагрівання зерна, °С	Максимальна температура, °С, агента сушіння в зерносушарках, що працюють режимі		
			однеступінчастому	Двоступінчастому по зоні нагрівання	
				I	II
Пшениці з клейковиною: міцною  нормальною  слабкою	До 20	40	90	90	100
	Понад 20	1-й пропуск	80	80	90
		2-й пропуск	90	90	100
	До 20	45			
	До 20	50	100	100	100
	Понад 20	1-й пропуск	90	90	100
Ячменю		45			
	До 20	55	120	120	130
	Понад 20	55	110	110	120
	До 19	45	70	70	80
	Понад 19	1-й пропуск	60	60	70
		40			
Жита, ячменю продовольчих		2-й пропуск	70	70	80
		45			
	незалежно	60	140	130	160
	від				
	початкової				
	вологості				
Кукурудзи для технічної для тривалого Вівса Проса Гречки	Те саме	50	150	130	160
	»	50	100	100	130
	«	50	140	130	160
	»	40	80	80	100
	»	40	90	90	110
	»	40			
Рису	зменшення				
	на 3 %	35	80	80	100
Гороху	До 20	45	80	80	100
	Понад 20	10	70	70	90

Для сушіння зерна злакових з вологістю понад 19% застосовують ступінчасті режими. У першій сушильній зоні встановлюють температуру теплоносія, нижчу за обмежувальну на 10°C, а нагрівання зерна – на 5°C. За більш м'яких режимів сушать зерно пшениці твердої і сильної, а також насіння культур з підвищеним вмістом білка (гороху, люпину, квасолі та ін.). Насіння олійних культур витримують за більш сильного нагрівання.

Рогоподібна оболонка зерна кукурудзи в качанах погано пропускає вологу, вологість стрижня качана при збиранні завжди більша, ніж зерна. Ці особливості враховують, визначаючи режим сушіння зерна чи кукурудзи у качанах.

Насіння конюшини й люцерни дуже дрібне, погано продувається потоком повітря. Його сушать, змішуючи із сухим вівсом та ячменем, а невеликі партії розсипають тонким шаром і сушать на відкритому повітрі, під сонцем. Спочатку завантажують зерно в камеру, регулюють випускний апарат, вмикають топку. Потім вентилятором подають повітря, доводять його температуру до заданої. На початку роботи через кожні 15-20хв перевіряють температуру теплоносія. Стежать за якістю зерна – спочатку за його зовнішнім виглядом, а при встановленні режиму температури теплоносія – за допомогою термометра. Температуру теплоносія перевіряють за термометром, розмішеним у трубопроводі, до надходження повітря в камеру. Коли сушать продовольчу пшеницю, крім температури, визначають кількість і якість у ній клейковини, а коли насінну – схожість висушеного зерна. Якщо режим сушіння певної партії зерна лише пробують установити, краще починати з менш цінного зерна. Щодо партій особливо цінного зерна, то обов'язково слід пересвідчитись, що його якість не погіршиться внаслідок сушіння, а вологість знизиться до заданої.

Вимірюючи температуру зерна, проби беруть спеціальним ковшем із коробів нижнього відвідного ряду сушильної камери (із шахтних сушарок) чи відразу при виході з барабана (з барабанних сушарок). Проби вміщують у дерев'яний ящик (15×15×25см), що має кришку з отвором, у який вставляють термометр. При визначенні максимальної температури нагрівання зерна термометр повільно переміщують по висоті. Після вимірювання температури цей зразок оцінюють за запахом, кольором, вологістю та іншими показниками залежно від цільового призначення зерна.

Проби насінного зерна для аналізу вологості та схожості відбирають при виході із сушарки (після охолоджувальної камери чи колонки).

У висушеному зерні не повинно бути зерен підгорілих, із тріснутими чи здутими оболонками, із запахом диму чи сульфідного газу, з нальотом незгорілих частинок палива, запарених (з вологою або



розбухлою оболонкою), із зменшенням кількості і зниженням якості клейковини, битих. Наявність зерен із тріснутими, здутими оболонками або підгорілих свідчить про порушення режиму сушіння або погану роботу випускної системи. Якщо і після її регулювання трапляється таке зерно, то продовжують регулювати температуру теплоносія.

У разі виявлення запарених зерен підвищують температуру теплоносія. При зменшенні кількості і зниженні якості клейковини в зерні пшениці перевіряють рівномірність нагрівання зерна у різних частинах сушильної камери.

Після закінчення сушіння визначають втрати маси зерна  $X$  (%) за формулою

$$X = \frac{W_1 - W_2 \times 100}{100 - W_2},$$

де  $W_1$ ,  $W_2$  – вологість зерна відповідно початкова і після сушіння, %.

Маса зерна після сушіння

$$M_1 = \frac{100 - W_1 \times 100}{100 - W_2},$$

де  $M_1$  – маса зерна до сушіння, г.

Абсолютна вологість теплоносія під час сушіння підвищується за рахунок виділеної зерном вологи. Таким чином, інтенсивність сушіння зерна і ефективність процесу сушіння в цілому визначаються зміною абсолютної вологості теплоносія, відносна вологість якого також змінюється. Температуру теплоносія вимірюють на вході в сушильну камеру і на виході з неї. Психрометром визначають абсолютну і відносну вологість відпрацьованого теплоносія. Інтенсивність роботи сушарки визначають за продуктивністю вентилятора, тобто за кількістю повітря, що подається в сушильну камеру щогодини.

Різні типи сушарок мають різну експозицію – від кількох секунд до кількох годин. Під час перебування зерна в сушарці інтенсивність сушіння змінюється. Спочатку зерно лише нагрівається і не випаровує вологи, тому абсолютна вологість відпрацьованого повітря така сама, як і при вході в сушарку. На початку сушіння, коли в зерні багато вільної вологи, абсолютна вологість повітря зростає істотніше, ніж надалі. Між подаванням теплоносія і виділенням вологи із зерна існує пряма пропорційна залежність.

Абсолютну вологість (тиск водяної пари при повному насиченні) можна визначити за показником відносної вологості. Наприклад, при температурі повітря 30°C тиск водяної пари при повному насиченні ( $E$ ) дорівнює 31,82 мм рт. ст. (табл. 24), а при відносній вологості 40% абсолютна вологість становитиме  $31,82 \times 40 : 100 = 12,72$  мм рт. ст.

## 24. Властивості повітря, насиченого водяною парою

Температура, °С	Тиск водяної пари, мм рт. ст.	Вміст водяної пари у повітрі		Температура, °С	Тиск водяної пари, мм рт. ст.	Вміст водяної пари у повітрі	
		г/м³	г/кг			г/м³	г/кг
-20	0,772	0,88	0,65	32	35,66	33,8	31,7
-10	1,946	2,14	1,65	33	37,73	35,7	33,6
0	4,58	4,8	3,9	34	39,90	37,6	35,7
1	4,93	5,2	4,2	35	42,18	39,7	37,9
2	5,29	5,6	4,5	36	44,56	41,8	40,1
3	5,69	6,0	4,8	37	47,07	44,0	42,5
1	6,10	6,4	5,2	38	49,65	46,2	45,1
5	6,54	6,8	5,6	39	52,44	48,7	47,8
6	7,01	7,3	6,0	40	55,32	51,2	50,6
7	7,51	7,8	6,4	41	58,34	53,8	53,6
8	8,05	8,3	6,9	42	61,50	56,7	56,8
9	8,61	8,8	7,4	43	64,80	59,3	60,1
10	9,21	9,4	7,9	44	68,26	62,3	63,7
11	9,21	10,1	7,9	45	71,88	65,4	67,4
12	10,52	10,7	9,0	46	75,65	68,3	71,4
13	11,23	11,4	9,6	47	79,60	71,2	75,5
14	11,99	12,1	10,3	48	83,71	75,1	79,9
15	12,79	12,8	11,0	49	88,02	79,1	84,6
16	13,63	13,6	11,7	50	92,51	83,2	89,5
17	14,53	14,5	12,5	51	97,20	87,0	94,7
18	15,48	15,4	13,4	52	102,1	90,9	100,3
19	16,48	16,4	14,2	53	107,2	95,2	106,1
20	17,54	17,3	15,2	54	112,5	99,8	112,3
21	18,65	18,3	16,2	55	118,0	104,4	118,9
22	19,83	19,3	17,2	56	123,8	109,1	125,9
23	21,07	20,6	18,3	57	129,8	113,9	133,3
24	22,38	21,8	19,5	58	136,1	119,1	141,2
25	23,76	23,0	20,8	59	142,6	124,3	149,5
26	25,21	24,5	22,1	60	149,4	130,3	158,5
27	26,74	26,0	23,5	61	156,4	135,9	168,0
28	28,35	27,2	24,9	62	163,8	141,5	178,3
29	30,04	28,8	26,5	63	171,4	147,6	188,8
30	31,82	30,4	28,1	64	179,3	154,4	200,5
31	33,70	32,1	29,9	65	187,5	161,3	212,9
66	196,1	167,9	226,0	84	416,8	337,8	813,0
67	205,0	174,5	240,3	85	433,6	352,7	894,0
68	214,2	172,3	255,9	86	450,9	364,7	986,0
69	223,7	190,2	272,1	87	468,7	376,7	1093,0
70	233,7	198,2	289,7	88	487,1	388,7	1219,0
71	243,9	205,8	308,6	89	506,1	400,8	1373,1
72	254,6	213,4	329,0	90	421,9	421,9	1559,0
73	265,7	222,3	352,0	91	435,7	435,7	1794,0
74	277,2	231,2	376,0	92	499,6	449,6	2092,0
75	289,1	242,5	403,0	93	588,6	565,7	2491,0
76	301,4	251,1	432,0	94	610,9	481,8	3050,0
77	314,1	259,7	463,0	95	633,9	503,0	3880,0
78	327,3	270,0	499,0	96	657,6	518,3	5250,0
79	341,0	281,6	538,0	97	682,1	533,6	7940,0
80	355,1	293,6	580,0	98	707,3	551,9	15600,0
81	369,7	303,6	628,0	99	733,2	570,2	198200,0
82	384,9	313,6	683,0	100	760,0	597,4	—
83	400,6	325,7	744,0				

Якщо на вході в сушильну камеру абсолютна вологість теплоносія становила 3 мм рт. ст., а на виході – 33 мм рт. ст. і за 1 год в сушарку подається  $5000\text{м}^3$  теплоносія, то за цей час випаровується  $30 \times 5000 = 150\,000(\text{г})$  води. За продуктивності сушарки 5т/год щогодини із зерна випаровується 3% вологи ( $150:5000 \times 100$ ).

### Приклад

Вологість зерна 19%: температура теплоносія на вході в перші 30хв становить  $70^\circ\text{C}$ , в наступні 30хв –  $90^\circ\text{C}$ ; виносна вологість — відповідно 5 і 4%; температура теплоносія на виході в перші 30хв становить  $30^\circ\text{C}$ , у наступні 30хв –  $50^\circ\text{C}$ , відносна вологість – 70%; продуктивність вентилятора —  $10\,000\text{м}^3/\text{год}$ , сушарки – 8 планових тонн. Визначити інтенсивність сушіння зерна у лабораторній сушарці.

Користуючись даними табл. 29. визначаємо абсолютну вологість теплоносія на вході та виході у перші 30хв роботи сушарки:  $198,2 \times 5 : 100 = 10(\text{г})$ ;  $30,4 - 70 : 100 = 21(\text{г})$ ;  $21 - 10 = 11(\text{г})$ ;  $11 - 5000 = 55 (\text{кг})$ ;  $55 - 100 : 8000 = 0,7(\%)$ ; у наступні 30хв:  $196,2 \times 4 : 100 = 8(\text{г})$ ;  $83,2 - 70 : 100 = 58,1(\text{г})$ ;  $58,1 - 8 = 50,1(\text{г})$ ;  $50,1 \times 5000 = 250,5(\text{кг})$ ;  $250,5 \times 100 : 8000 = 3,1(\%)$ . Всього за 1 год сушіння вологість зерна зменшиться на 3,8% ( $0,7 + 3,1$ ).

Продуктивність зерносушарок установлюють у *планових тоннах*. Під плановою тонною розуміють 1т просушеного зерна при зниженні його вологості на 6%. У технічних характеристиках зерносушарок їх продуктивність також виражена у планових тоннах. Наприклад, у марці зерносушарки СЗС-8 число 8 означає кількість планових тонн зерна, вологість якого знижується на 6% за 1 год.

Фактичну продуктивність зерносушарки визначають множенням її планової продуктивності на перевідний коефіцієнт: для пшениці, вівса, ячменю, соняшнику продовольчого призначення – 1,0; для жита – 1,1; проса – 0,8; гороху – 0,6; насінного зерна всіх культур – 0,5; гречки – 1,25; кукурудзи – 0,6; вики, сочевиці, рису – 0,3-0,4; бобів, люпину, квасолі – 0,1-0,2.

### Приклад

На сушарці ЗСПВ-2 потрібно просушити 100т насінного жита і початковою вологістю 18% до вологості 13%. Спочатку визначаємо обсяг роботи у планових тоннах множенням фізичної маси зерна на відповідний коефіцієнт залежно від вологості зерна (дод. 5):  $100 \times 0,8 = 80$ . Фактична продуктивність сушарки у планових тонах  $2 \times 0,5 = 1$ . За цілодобового використання зерносушарка тривалість роботи на сушінні

100 т зерна жита до вологості 13% визначаємо діленням обсягу роботи на фактичну продуктивність сушарки  $80:1=80$ (год.).

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке активне вентилявання?
2. На яких фізичних властивостях ґрунтується обробка зернової маси активним вентиляванням?
3. Розкажіть про цілі та значення активного вентилявання зернових мас.
4. Які існують установи для проведення активного вентилявання зерна?
5. Який відсоток вологи можна зняти через один пропуск зерносушарки в зернових культур?
6. Назвіть типи зерносушарок, що використовуються в сільськогосподарському виробництві.
7. Як визначають масу партії зеран після сушіння?
8. Як обчислюють фактичну продуктивність зерносушарок?

## **Практична робота № 10**

### **Типи зерносховищ, їхня будова та розрахунок місткості.**

### **Виробництво та асортимент круп**

**Мета:** засвоїти типи зерносховищ, їхню будову та розрахунок місткості. Виробництво та асортимент круп.

#### **Завдання:**

1. Визначити скільки засіків можна зробити у сховищі, що має корисну довжину 50м, загальну ширину 10м, ширину проходу 2м, відстань від стін 0,5м, довжина засіків – 3 і 6м.
2. Визначити об'єм зерна вівса, жита в одному засіку, якщо натура його відповідно 450 і 700г/л, а висота завантаження 2м.

Зерно можна зберігати протягом тривалого часу лише у типових сховищах, вимога до яких зумовлені особливостями зерна та насіння. Приміщення зерносховищ повинні бути сухими, чистими, добре вентиляльованими, непроникними для птахів, гризунів, гідро- і теплоізованими, їх внутрішнє планування має забезпечувати зручний доступ до зерна для спостереження за його станом, а також можливість повної механізації трудомістких процесів під час зберігання зерна.

Сучасні зерносховища бувають кількох видів: елеватори, склади, обладнані верхніми та нижніми транспортними галереями (комплексно або частково механізовані), механізовані склади та ін. Найбільш досконалі серед них елеватори та бункерні сховища. Основні технологічні процесії – приймання, сушіння, очищення, завантажування, вивантажування – тут повністю механізовані й автоматизовані. Потужна аспіраційна система елеваторів забезпечує необхідні санітарні умови для працюючих.

На комплексних механізованих складах з використанням стаціонарної механізації лише 30% робіт з відвантаження зерна здійснюється за допомогою пересувних механізмів, а на складах, обладнаних лише верхньою галереєю — 100%. На немеханізованих складах операції здійснюються засобами пересувної механізації та вручну

У сільськогосподарських підприємствах переважають немеханізовані засікові зерносховища із застосуванням пересувної і частково централізованої механізації. За призначенням їх поділяють на сховища для продовольчого, кормового і насінного зерна.

У системі хлібоприймальних пунктів поширені зернові комплексні

механізовані зерносклади та елеватори (табл. 25). При конструюванні зерноскладів мають бути враховані питома маса, сорбційні властивості зернових мас, кут природного скошування зерна. Ці показники визначають міцність конструкцій, висоту складища, набір певних механізмів та ін.

## 25. Техніко-економічна характеристика зерно- і насіннєскладів

Тип	Місткість, т	Площа забудови, м <sup>2</sup>	Характеристика
Насіннєсклад	1300	1238	Одноповерхове, із збірного залізобетону, зберігання у засіках чи тарі, є відділення для протруювання та зберігання протруєного насіння
»	2300	1888	Оснащене верхньою і нижньою галереями, активне вентилявання засіків. Продуктивність приймання 20 т/год
»	1000	760	Конструктивно подібне до попереднього, має відділення для протруювання
»	2000	1408	Те саме
»	500	583	Має робочу башту для приймання, зважування, протруювання, затарювання, верхній, та нижній конвеєри, активне вентилявання, Приймає, 20т/год, протруює 10т/год, фундаменти бетонні, , підлога асфальтована, стіни та балки дерев'яні, для засікового зберігання
»	1000	918	
»	1500	1313	
»	2000	1583	
»	500	577	Фундаменти і приміщення із збірного залізобетону, перегородки цегляні, підлога асфальтобетонна
»	1000	906	
»	1500	1233	
»	2000	1563	
»	500	490	Те саме
»	1000	18	Те саме
»	1500	1148	Те саме
»	2000	1477	Те саме
Механізований зерносклад	5000	794	Одноповерховий склад для продовольчого та кормового зерна із 4 секцій по 1250т, маґ вентиляцію, колони, балки, перекриття залізобетонні, стіни й перегородки цегляні. Продуктивність приймання 50т/год
Насіннєсклад	1500	794	Має металеві бункери (44шт.), відділення для протруювання, затарювання, зберігання у штабелях 150т насіння. Повністю механізоване. Приймає 10т/год. Фундаменти, колони та балки із залізобетону, стіни й перегородки цегляні, підлоги бетонні, покрівля із шиферу
Зерносклад бункерного типу	3600	473	Фундаменти, каркас підсилосного поверху покриття із збірного залізобетону, підлога асфальтобетонна У вигляді бункерів 12м заввишки із залізобетону
Зерносклад з силосами	200	762	Має чотириповерхове очисне, одноповерхове сушильне відділення а 12 силосами, обладнаними активним вентиляванням. Складська частина – 48 силосів 7,2м заввишки. Повністю механізоване

Сухе зерно продовольчого призначення можна зберігати у силосах та сховищах інших типів з необмеженою висотою. Зерно насінного призначення зберігають шарами різної висоти залежно від шпаруватості зернової маси, наявності системи вентиляції. Якщо останньої немає, таке зерно зберігають, насипаючи шаром не вище 2-3м, або в тарі заввишки 6-8 мішків. Свіжо-зіbrane зерно зберігають насипом не вище 2,5м (рядове) і 1,5 м (насінні).

Підлога для сховищ має бути дерев'яною або асфальтовою, на фундаменті. Дерев'яну підлогу і підпідлоговий простір важко дезінсекувати. Допускається застосування цементованих підлог на бетонній основі, вкладених не на фундамент, а безпосередньо на ґрунт. Проте така підлога через надмірну теплопровідність сприяє утворенню конденсованої вологи і не є надійним ізолятором.

Стіни зерносховища треба робити рівними, без щілин, щоб запобігти скупченню пилу та шкідників, сухими, зручними для проведення всіх операцій, зокрема дезінсекції. Перевагу віддають стінам залізобетонним, бетонним, цегляним оштукатуреним. Допускаються дерев'яні без пустотні стіни за умови ретельного з'єднання дощок у швах, щоб запобігти затіканню дощової води та витіканню зерна. Зерно, особливо насінного призначення, не повинно торкатись до стін, тому засіки будують на відстані 50-80см від стін.

Покрівля зерносховища має бути водонепроникною, світлою, щоб запобігти її нагріванню. Краще виготовляти покрівлю з руберойду, толю (2 шари), настиляючи на мастику по суцільній і твердій основі. Покрівлі з етерніту, азбофанери та черепиці дуже продуваються, внаслідок чого в сніжні зими зерно вкривається сніговими наносами. Покрівлі дерев'яні, глиняно-солом'яні для зерносховищ не придатні.

Місткість зерносховища визначають з урахуванням об'ємної маси, висоти шару завантаження, сипучості зерна та влаштування необхідних проходів.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Назвіть основні вимоги до конструкцій зерносховищ.
2. Дайте класифікації насіннесховищ.
3. У чому полягає особливість зберігання сортового й гібридного насіння?
4. Охарактеризуйте найпоширеніші типи зерносховищ.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данильчук П. В. Довідник по зберіганню зерна / П. В. Данильчук. – К. : Урожай, 2017. – 96 с.
2. Емельянова Ф. Н., Кириллов Н. К. Организация переработки сельскохозяйственной продукции. - М. : ЗКМОС, 2000. – 196 с.
3. Жемела Г. П., Шемавнъов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. – Полтава : TERRA, 2013. – 320 с.
4. Зберігання і переробка продукції рослинництва : навч. посібник / Г. І. Подпрятков, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. – К. : Мета, 2002. – 410 с.
5. Осокіна Н. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / Н. М. Осокіна, Г. С. Гайдай. – Умань, 2005. – 612 с.
6. Подпрятков Г. І. Технологія обробки, переробки зерна та виготовлення хлібопекарської продукції. - К. : Вид-во НАУ, 2000. – 256 с.
7. Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. - К. : Вид-во НАУ, 2000. – 234 с.
8. Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : практикум : навч. посібник. - К. : Вища освіта, 2004. – 284 с.
9. Скалецька Л.Ф. Переробка продукції рослинництва: лабораторний практикум (навчальний посібник). / Л.Ф. Скалецька, А.В. Бобер, В.І. Рожко, Л.М. Хомічак. – К.: Центр інформаційних технологій, 2013. – 360 с.
10. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. /Л.М. Пузік, В.К. Пузік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2013. – 312с.
11. Подпрятков Г. І., Рожко В. І., Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 393 с.



Навчальне видання

## **ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Методичні рекомендації

Укладачі: **Федорчук** Валентина Григорівна  
**Воронкова** Ганна Миколаївна

Формат 60х68 1/16. Ум. друк. арк. 4,25.

Тираж 30 прим. Зам. № \_\_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.

