

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

**АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

*Кафедра генетики, селекції і насінництва  
сільськогосподарських культур*

# **ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА**

**ПРАКТИКУМ**



Біла Церква  
2021

УДК 631.56(075.8)

Рекомендовано до видання  
науково-методичною комісією БНАУ  
(протокол № 8 від 24.06.2021 р.)

Укладачі: **Глеваський В.І., Лозінський М. В., Сидорова І.М.,  
Шох С.С., Дубовик Н.С.**, кандидати с.-г. наук,  
**Куянов В.В.** кандидат техн. наук.

Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва:  
практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої  
освіти зі спеціальності 201–Агрономія) / уклад. В. І. Глеваський та  
ін. Біла Церква, 2021. 175 с.

Практикум охоплює основні питання щодо особливостей будови і хімічного складу зерна, насіння для подальшого обґрунтування наукових основ їх зберігання і переробки.

Рецензенти: **Карпук Л.М.**, доктор с.-г. наук, професор;  
**Грабовський М.Б.**, доктор с.-г. наук, професор.

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вивчення дисципліни “Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва” призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти напряму підготовки 201 – Агрономія.

*Предмет* дисципліни – зерно, насіння і цукрові буряки як сировина для промислової переробки в різноманітних галузях. “Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва” вивчає систему і методику показників якості зерна, насіння та цукрових буряків, які необхідні для обґрунтування раціональних режимів їх зберігання та забезпечення виходу готової продукції під час технологічної переробки за цільовим призначенням.

«Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва» як наукова дисципліна охоплює питання:

- хімічний склад зерна і чинники, які визначають його мінливість;
- біологічні особливості зерна і насіння окремих зернових культур;
- фізіологічні та біохімічні процеси, що проходять у зерні;
- вплив сорту та умов його вирощування на якість зерна;
- технологічні показники якості зерна, насіння і цукрових буряків та методи їх визначення;
- стан і розвиток виробництва зерна;
- підбір машин та визначення технологічної ефективності очищення зерна;
- розрахунки площ складських приміщень для зберігання зерна (насіння).

*Мета* викладання дисципліни – ознайомлення студентів з особливостями будови і хімічного складу зерна, насіння і цукрових буряків для подальшого обґрунтування наукових основ їх зберігання і переробки.

*Завдання дисципліни* – закласти основу знань методів оцінювання якості зерна, насіння і цукрових буряків для найбільш ефективного їх використання.

У результаті вивчення дисципліни студент має:

- *знати* морфологічні, анатомічні та хімічні особливості зерна та насіння основних сільськогосподарських культур, а також їх

вплив на фізіологічні й біохімічні процеси, які проходять у зерні і цукрових буряках;

– *вміти* застосовувати отримані теоретичні знання в практичній діяльності, розрізняти зерно, насіння, визначати їх якісні показники з врахуванням цільового призначення, готувати зерноочисні машини для очищення зернових мас та визначати технологічну ефективність сировини.

# МОДУЛЬ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА (НАСІННЯ) ЯК ОБ'ЄКТА ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ

## Заняття 1 ВІДБІР ПРОБ ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО АНАЛІЗУ

**Мета роботи:** ознайомитись з методами відбору проб; набути практичних навичок правильного формування середньої проби та виділення наважок для аналізу.

У результаті проведення роботи студент має знати устаткування для відбору проб та виділення наважок, правила відбору точкових проб та формування середньої проби. Вміти працювати ручним щупом, визначати кількість точкових проб під час відбору їх з автомашин, вагонів, силосів, мішків. Виділяти середню пробу та наважку за допомогою зернового подільника БІС-1 та власноруч.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** ручні щупи для відбору точкових проб, розбірні дошки, шпатель, технічні ваги, набір різновагів до них, подільник БІС-1, зерно та насіння різних культур.

### 1.1. Зміст заняття

Від правильного відбору проб для визначення показників якості та безпечності безпосередньо залежать результати аналізу. Кожен вид продукції та сировини має свої особливості та методики.

Зерно приймають і відпускають партіями. Його якість під час приймання та відвантажування встановлюють на основі результату аналізу середнього зразка, що відбирають з кожної партії (рис.1).

*Партія зерна* – це певна кількість однорідного за якістю зерна, призначеного для одночасного приймання, відвантаження або одночасного зберігання та оформлена одним документом про якість.

*Точкова проба* (одноразова проба, виїмка) – проба, відібрана з одного місця за один прийом для складання об'єднаної проби.

*Об'єднана проба* (вихідна проба, зразок) – сукупність всіх точкових проб, відібраних з партії зерна.

*Середня проба* – частина об'єднаної проби, виділена для визначення якості партії. Для невеликих партій зерна об'єднана проба одночасно є і середньою пробою.

*Наважка* – зважена частина середньої проби, виділена для визначення окремих показників якості.

Головною умовою належного оцінювання якості партії є правильний відбір проб і складання середньої проби. Основною вимогою до середньої проби – відповідність всіх її фізичних та хімічних показників якісним показникам всієї партії. Правила відбору середньої проби регламентовано відповідним стандартом [1-4].

## **1.2. Відбір точкових проб**

Для відбору проб та розподілення зон відбору застосовують пробовідбірники і щупи згідно з розділом 4 ДСТУ ISO 13690:2003 [4] такої конструкції, яка виключає травмування зерна, та наступне обладнання:

- для отримання точкових проб із статистичного об'єму використовують ручні щупи, механічні пристрої або апарати із застосуванням повітряного потоку;

- для відбору проб із мішків використовують мішкові щупи;

- для змішування і розподілення проб використовують совки і ділильні пристрої або апарати автоматичного розподілення;

- ваги лабораторні з похибкою зважування не більше 0,01 г;

- ваги до 20 кг;

- ковші місткістю не менше 200 см<sup>3</sup>;

- дільники;

- планки дерев'яні;

- совки;

- ємності для проб.

*Обсяг вибірки.* Відбір точкових проб для дослідження із залізничних або транспортних вагонів, вантажних автомобілів, барж і суден проводять з кожного завантаженого вагона, вантажного автомобіля, баржі або судна по всій глибині партії. Кількість точкових проб визначають залежно від маси партії в наступному порядку:

– від партії масою до 15 відбір проб проводять у 5 точках:

Схема А  
X X  
X  
X X

– від партії масою від 15 до 30 т відбір проб проводять у 8 точках:

Схема Б  
X X X X X  
X X X

– від партії масою від 30 до 500 т відбір проб проводять не менше ніж у 11 точках:

Схема В  
X X X X  
  
X X X  
  
X X X X

– від партії масою понад 500 т проби відбирають згідно з даними таблиці 1.

Таблиця 1 – Кількість точкових проб для партії зерна масою більше 500 т

Тоннаж	Корінь квадратний	Кількість точкових проб
500	22,4	12
1 000	31,6	16
2 000	44,7	23
4 000	63,2	32
6 000	77,4	39
8 000	89,4	45
10 000	100	50

Розрахунки для одержання даних, наведених у таблиці 1, проводять, використовуючи позначкову систему, наступним чином:

– добувають корінь квадратний із числа, що показує тоннаж статистичного об'єму. Отримане значення розділяють на два і округ-

люють до цілого числа. Це значення покаже мінімальну кількість точкових проб, яку необхідно відібрати. Якщо умови вказують, що для отримання достовірних результатів відносно усереднення проб необхідно відібрати більшу кількість точкових проб, то їх отримують із проб, що відбирають довільно в різних місцях об'єму.

*Відбір точкових проб за навантаження (розвантаження) зерна* у вагони, склади, силоси елеваторів здійснюють із струменя зерна, яке переміщують, у місцях перепаду механічними пробо-відбірниками або спеціальним ковшом за перетинання струменя зерна через рівні проміжки часу впродовж всього періоду переміщення партії зерна. Періодичність відбору проб встановлюють залежно від швидкості переміщення маси партії, а також від стану засміченості. Маса однієї точкової проби має бути не менше 100 г на кожну тону переміщеного зерна.

Залежно від маси партії та стану її засміченості відбір точкових проб зі струменя переміщуваного зерна проводять у кількості, що зазначена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Відбір проб залежно від засміченості зерна

Маса переміщуваної партії, т	Стан засміченості партії	
	Чисте та середньої чистоти	Засмічене
До 100 включно	Від кожних 3 т	Від кожних 3 т
Понад 100 до 200 включно	Від кожних 5 т	Від кожних 5 т
Понад 200 до 400 включно	Від кожних 10 т	Від кожних 5 т
Понад 400	Від кожних 20 т	Від кожних 10 т

*Відбір точкових проб на складах та майданчиках*, за висоти насипу до 1,5 м виконують ручним щупом. За більшої висоти насипу - складським щупом або спеціальними штангами. Для відбору точкових проб поверхню насипу зерна умовно поділяють на секції площею 200 м<sup>2</sup>. З кожної секції точкові проби відбирають у шести місцях поверхні на відстані 1 м від стін складу та меж секції з дотриманням однакової відстані одна від одної за схемою Г. За невеликої кількості зерна у партіях допускається відбір точкових проб у чотирьох місцях поверхні секції площею до 100 м<sup>2</sup> за схемою Д.

Схема Г    Схема Д  
 X X X    X X  
 X X X    X X



У кожній точці проби відбирають з верхнього шару (10–15 см від поверхні насипу), із середнього та нижнього шарів. Загальна маса точкових проб має становити близько 2 кг на кожну секцію.

*Відбір точкових проб з мішків* проводять за допомогою мішечного щупа у трьох точках - верхній, середній і нижній частині мішка (табл. 3). Щуп занурюють у мішок у напрямку його середньої частини рівчаком вниз, потім повертають його навколо осі на 180 ° і у цьому положенні виймають. Отвір, що утворився у мішку, закривають через зсовування ниток мішка перехресними руками вістрям щупа.

Кількість мішків, з яких відбирають проби, визначають залежно від величини партії відповідно до вимог ГОСТ13586.3-83.

Таблиця 3 – **Відбір точкових проб з мішків**

Кількість мішків у партії продукції, шт.	Кількість мішків, що підлягають відбору проб, шт.
До 10	Кожен мішок
Від 10 до 100	10 взятих довільно
Понад 100	Корінь квадратний від загальної кількості мішків у партії, взятих відповідно до встановленої схеми відбору проб

Під час відбору проби обов'язково складають Акт відбору проби (за формою, введеною на підприємстві, чи довільною):

1. Вагу проби відбирають відповідно до методики відбору для даної продукції, в достатній кількості:

- для відправлення в лабораторію (пломба за бажанням);
- для зберігання у замовника/виробника на контроль;
- представнику покупця арбітражний зразок опломбований.

2. Зразок лабораторії не може бути менше 500 г, навіть якщо замовляють один показник на дослідження.

3. Обравши *метод відбору* (ручний, відповідним пробовідбирником чи автоматичний), потрібно *підготувати тару* (пакети, резервуари, мішки, спеціалізовану тару, пляшки поліетиленові чи інше).

4. Проба має бути направлена до лабораторії в *найкоротші терміни*.

5. Упаковану пробу підписують з присвоєнням номера в середині упаковки та зовні (якщо кожен зразок відбирали окремим

актом відбору – Акт може бути вкладено до проби без її нумерування якщо тип сировини це допускає, а для рідких речовин він може бути приклеєний чи нанесений на саму упаковку).

### *Акт відбору проби – оформлення*

Незалежно від того використовують затверджений зразок Акту відбору компанії чи інший бланк – в обов'язковому порядку Акт має містити такі дані:

- дата відбору (номер якщо їх декілька);
- назва продукції чи зразка повністю без скорочень;
- місце відбору (повністю з місцем зберігання);
- назва замовника та виробника (якщо відрізняються);
- метод відбору та форма пакування зразка;
- мета відбору (показники, за потреби методики);
- відповідальний за відбір проби (комісія);
- особа присутня за відбору – свідок (комісія);
- представник покупця (не обов'язково);
- об'єм партії з яким проводять дослідження.

*Об'єм партії* з якою проводять дослідження з одного зразка визначають за *рекомендаціями нормативних документів* кожної конкретної продукції, сировини чи готових виробів.

*Приклад:* відмінено норму що обмежувала на зернові проводити одне повне комплексне дослідження згідно з ДСТУ на кожні 500 т, але збільшення об'єму партії більше ніж 2500 т збільшує похибку і ускладнює виявлення мікотоксинів та інших шкідливих і токсичних речовин більше В. І. ніж у 5 разів – тому розмір партії вказують зважено, і для зменшення розбіжностей за великих об'ємів до 5000 т одне дослідження проводять лише, якщо така проба відібрана з однієї ємності.

*Кількість проб* з партії може визначатися нормативним актом з рекомендаціями по відбору проб на цю чи іншу сировину (продукцію). Методику (*схему відбору проб*) яку рекомендують, вказують обов'язково.

*Вага проби* для відбору рекомендована на одне комплексне дослідження показників, що контролюють *відповідно до ДСТУ:*

- зернові – 2 кг (в т.ч. олійні, круп'яні та інші);
- борошно – 2 кг;
- олія (масло) – 1 л;

- насіння – від 0,5 кг (1 кг);
- готові вироби (хліб, печиво тощо) – 1 кг;
- шрот та комбікорми – 2 кг.

### **1.3. Складання об'єднаної проби**

Об'єднану пробу одержують як сукупність точкових проб. Всі точкові проби зсипають у чисту, суху, міцну, незаражену тару, яка виключає зміну якості зерна, та ретельно перемішують.

За використання механічного пробовідбірника для відбору проб з автомобілів точкові проби змішуються в процесі їх відбору, і утворюють об'єднану пробу.

### **1.4. Виділення середньої проби зерна**

Маса середньої проби для зерна має становити  $2,0 \pm 0,1$  кг. Якщо маса об'єднаної проби перевищує  $2,0 \pm 0,1$  кг, то виділення середньої проби з об'єднаної проводять на дільнику. Допускається складання середньої проби ручним способом методом квартування. Для цього об'єднану пробу висипають на стіл із гладенькою поверхнею, розподіляють зерно у вигляді квадрата й змішують його за допомогою двох коротких дерев'яних планок зі скошеним ребром. Змішування проводять так, щоб зерно, захоплене із протилежних сторін квадрата на планки в правій і лівій руках, зсипалося на середину одночасно, утворюючи після декількох перемішувань валик. Потім зерно захоплюють із кінців валика й одночасно з обох планок зсипають на середину. Таке перемішування проводять три рази, після чого об'єднану пробу знову розподіляють рівним шаром у вигляді квадрата і планкою ділять по діагоналі на чотири трикутники. Із двох протилежних трикутників зерно видаляють, а у двох, що залишилися, зерно збирають разом, перемішують наведеним раніше способом і знову ділять на чотири трикутники, з яких два йдуть для наступного розподілу. Так роблять доти, доки у двох трикутниках не буде  $(2,0 \pm 0,1)$  кг зерна, що і становитиме середню пробу.

За відбору проб від великої однорідної партії зерна під час навантаження (вивантаження) судна середню пробу складають у такий спосіб:

– із точкових проб, відібраних відповідно до вимог таблиці 1 за певний відрізок часу (година або дві), складають проміжну

пробу, яку ретельно змішують і виділяють з неї середню пробу масою  $2,0 \pm 0,1$  кг. Залежно від кількості відрізків часу таких проб буде декілька. Після закінчення навантаження (вивантаження) зерна усі середні проби, виділені із проміжних, поєднують і з них виділяють загальну середню пробу, яка включає в себе аналітичну та контрольну проби [5-7].

### 1.5. Розрахункове завдання для виконання

Зі зразка зерна вручну виділити наважку приблизною масою 20, 50 та 100 г. Результати подати у вигляді таблиці 4 та зробити висновок.

Таблиця 4 – Результати аналізу виділення наважки

Метод виділення наважки	Час, хв	Маса наважки, г		Похибка методу	
		необхідна	фактична	абсолютна, г	відносна, %
Вручну		100			
		50			
		20			

#### Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення партії зерна.
2. Що таке точкова проба, об'єднана проба, середня проба, наважка?
3. Правила відбору точкових проб з автомобілів, мішків, під час завантаження і розвантаження зерна.
4. Сутність методів виділення середньої проби і наважок.

### Заняття 2

#### ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СВІЖОСТІ ЗЕРНА

**Мета:** ознайомитися з методами проведення органолептично-го оцінювання зерна і насіння.

У результаті проведення роботи студент має знати, як визначити придатність зерна і насіння для реалізації та переробки за органолептичними показниками, вміти визначити якість зерна за кольором, запахом і смаком.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** лабораторний млинок, бюкси, вага, ексікатор, сушильна шафа.

## 2.1. Зміст заняття

*Показники свіжості зерна* характеризуються кольором, запахом, смаком і визначають органолептично (сенсорно), встановлюючи добротність і здоров'я зерна.

Відхилення цих ознак від норми свідчить, що під час вирощування, обробки, зберігання зерно зазнало впливу несприятливих процесів. Органолептичне визначення свіжості є обов'язковим за оцінювання якості партії зерна різного призначення.

## 2.2. Колір зерна

Зерно кожної культури, виду, різновиду має певний колір, блиск, які є його постійними ботанічними ознаками. Колір зерна пов'язаний з певними технологічними показниками.

Зміна притаманних зерну кольору і блиску – перша ознака можливого погіршення якості внаслідок несприятливих умов під час дозрівання і збирання зерна, порушення технологічних прийомів обробки і зберігання.

На колір зерна можуть впливати: пошкодження морозом (так зване морозобійне зерно білуватє з сітчастою оболонкою), сухів'єм (дрібне, щупле, білуватє), ураженє клопами-черепашками (зі світлими вдавнєними плямами), порушення теплових режимів сушіння, самозігрівання (потемніле). Внаслідок розвитку на поверхні зерна мікроорганізмів воно втрачає характерний блиск.

Пшеницю, яка через несприятливі умови достигання, збирання чи зберігання втратила свій природний колір, визначають як «потемнілу» (за наявності темних відтінків) або як «знебарвлену» за ступенем знебарвлення:

1-й ступінь – часткова втрата блиску і знебарвлення зерна на спинці (в колосі або на току за незначного зволоження);

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

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

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

Здебільшого, зерна зі змішаним кольором відрізняються від нормальних хімічним складом і структурою оболонок, при цьому

харчові і технологічні якості погіршуються, тому такі зерна належать до зернової фракції, а в деяких випадках смітної домішки.

*Колір зерна і блиск* визначають порівнюючи зразок з еталоном за розсіяного денного світла.

### 2.3. Запах зерна

Здоровому зерну кожної культури притаманний свій запах – слабкий, маловідчутний у зерні злаків, різкий специфічний – в ефіроолійних культур.

За своєю природою всі невластиві зерну запахи поділяють на дві групи: *сорбційні і запахи розкладання*.

Поява *сорбційних запахів* обумовлена капілярно-пористою структурою зернівки, яка дає можливість проникненню парів і газів у плодову і насінневу оболонки зерна, іноді і в ендосперм.

Набування сорбційних запахів відбувається під час збору врожаю на полях, які засмічені полином, часником, коріандром та іншими культурами, що містять ефірні масла. У зернову масу можуть попадати також спори і мішечки твердої сажки, які мають запах оселедця, зумовлений наявністю в спорах трилестиламіну. Зерно інтенсивно сорбує цей запах.

Димного запаху зерно набуває за порушення технології сушіння, коли воно знаходиться поблизу продуктів горіння, а запаху нафтопродуктів – не лише за безпосереднього наближення до них, а й тоді, коли їх зберігають поблизу зерна.

Оскільки продукти переробки зерна – борошно, крупа, хліб – не повинні мати сторонніх запахів, то наявність їх в зерні розцінюють як чинник, який погіршує його якість.

Хлібоприймальні підприємства приймають зерно з деякими сорбційними запахами за спеціальним дозволом. Зерно із запахом нафтопродуктів, гербіцидів, інсектицидів і диму – не приймають.

*Запахи розкладання* зумовлені активними фізіологічними і мікробіологічними процесами, які виникають за зберігання зерна із підвищеною вологістю. Зерно із запахом розкладання вважається дефективним, крім зерна, що має комірний запах.

Найбільш розповсюдженими запахами розкладання є комірний, солодовий, плісняво-тухлий і гнильний.

*Комірний запах* виникає в зерновій масі за довгого зберігання без переміщення. В основі його природи лежить накопичення

проміжних продуктів анаеробного дихання і під час провітрювання цей запах легко видалається.

*Солодовий запах* – приємний і різко ароматний – утворюється в зерні на початкових стадіях проростання. Його поява супроводжується збільшенням вмісту цукрів, аміносполук і легкоокислювальних речовин. Солодовий запах може утворюватись в результаті розвитку в зерні різних рас дріжджів.

Зерно із солодовим запахом відрізняється від нормального також підвищеним вмістом моносахаридів, кислотністю по бовтанці і величиною кислотного числа жиру. Може зростати вміст аміаку. У всіх випадках борошномельні властивості погіршуються.

*Плісняво-тухлий запах* – стійкий, неприємний, з'являється в зерні внаслідок активного розвитку пліснявих грибів за зберігання з підвищеною вологістю.

Цей запах швидко переходить спочатку в ледь помітний, а потім різко відчутний затхлий запах. Зовнішні покриви зерна стають коричневими, ендосперм – кремовим. Біохімічна характеристика зерна із пліснявим запахом у порівнянні з нормальним зерном істотно змінюється. При цьому протеолітична і діастатична активність зростають майже у два рази, кислотність – у два і більше, кислотне число жиру – у три, вміст аміаку – в 40 і більше разів. Клейковина стає сірого кольору, слабкою, сильно розтягується.

Продукти життєдіяльності грибів і розщеплення азотистих речовин зерна, які зумовлюють появу плісняво-тухлого запаху, дуже стійкі і зберігаються в борошні і печеному хлібі.

*Затхлий запах* – з'являється із проникненням цвілі в зерно і супроводжується глибоким розщепленням органічних речовин. Ступінь і стійкість затхлості залежать від того, наскільки сильним був вплив мікробів і наскільки глибоко вони, особливо гіфи цвілевих грибів, проникли в зерно. Поверхня зерна стає темно-коричневою, ендосперм – кремовим або коричневим. Затхлий запах сушінням і мийкою повністю видалити не вдається. Із зерна з різко вираженим затхлим запахом неможливо одержати доброякісний хліб і крупу.

*Гнильний запах* зумовлений інтенсивним розвитком шкідників хлібних запасів (здебільшого кліщів), накопичення їх екскрементів і трупів. Він з'являється також внаслідок повного псування зерна під час гниття.

Зерно із солодовим, плісняво-тухлим, затхлим і гнильним запахами не приймають хлібоприймальні підприємствами як дефектне.

*Визначення запаху* проводять в цілому або розмеленому зерні. З середнього зразка відбирають наважку масою 100 г, поміщають на сітку і пропарюють над посудом з гарячою водою 2–3 хв, або ж ціле (розмелене) зерно поміщають в чисту конічну колбу (100 мл) з водою (60–70 °С), закривають пробкою і витримують 30 хв. Потім, відкриваючи на короткий час колбу встановлюють наявність запаху[5,8].

## 2.4. Смак зерна

У здорового зерна смак прісний, у ефіроолійних – пряний. Як відхилення від нормального смаку є солодкий, гіркий, кислий.

*Солодкий смак* виникає в зерні у разі проростання і є наслідком діяльності амілолітичних ферментів (α- і β-амілази), які розщеплюють крохмаль до декстринів і цукрів.

Проросле зерно відрізняється від нормального також за морфологічними ознаками. Воно має розвинуті проростки і корінці. Солодкий смак відчувається також у незрілому зерні, в якому зберігається підвищений вміст цукру, оскільки процеси синтезу крохмалю ще незавершені. Таке зерно за високого ступеня дефектності відносять до зернової домішки.

*Гіркий смак* найчастіше зумовлений попаданням у зерно частин рослин полину гіркого або полину Сіверса, які містять гірку речовину – глюкозид абсінтин. Дрібні частини полину запилюють зерно під час обмолоту і залишаються на ньому. Коли рослини містять багато соку полину його попадання можливе на зернівки і за обмолоту. Крім гіркості, таке зерно має і запах полину внаслідок сорбції ефірних масел.

Зерно із запахом полину хлібоприймальні підприємства приймають лише за спецдозволом. Перед переробкою на млині для часткового знаття гіркоти зерно миють.

*Кислий смак* відчувається за розвитку на зерні плісняви. Звичай він супроводжується появою плісняво-тухлого запаху. Таке зерно не приймають.



Для визначення смаку із середнього зразка виділяють 100 г зерна, очищають від смітної домішки і розмелюють на лабораторному млинку. Із розмеленого зерна виділяють наважку близько 50 г і змішують її з 100 мл питної води. Отриману суспензію вливають у посуд зі 100 мл води, нагрітої до кипіння, ретельно перемішують скляною паличкою.

Визначення смаку проводять органолептично після того, як суміш охолоне до 30–40 °С.

Смак зерна зазвичай перевіряють лише в партіях, яке має відхилення за кольором і запахом [5].

## **2.5. Завдання**

1. Визначити запах, колір і смак зерна пшениці і ячменю.
2. Дати характеристику дефектному зерну за органолептичними показниками.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Які показники визначають свіжість зерна?
2. Розкажіть методику визначення кольору зерна?
3. Розкрийте методику визначення запаху зерна?
4. Яка послідовність визначення смаку зерна?
5. Які можуть бути зміни забарвлення зерна і причини їх виникнення?
6. Як розділяється зерно за ступенем знебарвлення і методика його визначення.
7. Які відхилення від нормального запаху зерна Ви знаєте?
8. Які сорбційні запахи Ви знаєте? Причини їх виникнення? У який спосіб можливо їх усунути?
9. Чим зумовлена поява оселедцевого запаху зерна?
10. Які запахи розкладання Ви знаєте? Причини їх виникнення?
11. Чи можна звільнитися від комірнього запаху? Якщо так, то у який спосіб?
12. Які відхилення від нормального смаку зерна Ви знаєте? Причини їх виникнення?
13. Дати характеристику дефектному зерну за органолептичними показниками.

### Заняття 3

## ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСМІЧЕНОСТІ, ТРАВМОВАНOSTІ ЗЕРНА ТА МАСИ 1000 ЗЕРЕН

**Мета роботи:** ознайомитись зі складом основного зерна, смітєвої та зернової домішок, зовнішньою будовою найбільш поширених засмічувачів зерна; визначити засміченість зерна; ознайомитись з класифікацією травм зерна; освоїти методи визначення маси 1000 зерен; навчитися визначати масу 1000 зерен різних зернових культур.

У результаті проведення роботи студент має знати, що входить до складу смітної та зернової домішок, склад зерна, характерні ознаки найбільш поширених засмічувачів зерна, порядок визначення засміченості, точність зважування, розрахунок. Вміти класифікувати домішки, розрізнити найпоширеніші засмічувачі, просівати і виділяти зерно, розбирати наважки зерна на відповідні фракції, зважувати та розраховувати засміченість. Визначати типи макро- і мікротравм насіння, ступінь травмованості зерна.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зерно різних культур, технічні ваги, розбірні дошки, сита лабораторні, сушильна шафа СЕШ, бюкси, ексікатор.

### 3.1. Визначення засміченості зерна

#### 3.1.1. Зміст заняття

Усі партії зерна, які заготовляють і переробляють, являють собою зернову масу, яка складається з основного зерна і різного роду домішок.

*Засміченістю* називають процентний вміст домішок, які містяться у даній партії зерна. Цей показник належить до обов'язкових і визначають за оцінювання якості партії зерна будь-якого призначення.

*Домішки* є органічного і неорганічного походження. Вони поділяються на зернові та смітєві і впливають на якість зерна пшениці.

*До зернової домішки відносять:*

- *бите зерно* – зерно з частково відкритим ендоспермом або з втраченим зародком в результаті механічної дії.

- *невиповнене зерно* – зерна, пошкоджені морозом і незрілі (дрібні та щуплі, що (після видалення зернової і смітєвої до-

мішок) під час просіювання проходять крізь сито з отворами розміром 2,0x20,0 мм для м'якої пшениці і 1,9x20,0 мм – для твердої).

- *проросле зерно* – в якого корінець або проросток вийшов за межі оболонки; зерно із втраченим корінцем і проростком, що є деформованим з явно зміненим кольором оболонки навколо зародка.

- *зерно, пошкоджене теплом* – із зміненим кольором оболонки внаслідок сушіння або самозігрівання та здоровим ендоспермом, колір якого не зазнав змін.

- *зерно, поїдене шкідниками* – незалежно від ступеня його ушкодження.

- *зерна інших злакових культур* – пшениці, жита, тритикале, ячменю.

- *зерна із забарвленим зародком* – з нормальним та непророслим зародком із забарвленою у коричневий чи коричнево-чорний колір оболонкою в ділянці зародка, що виникає внаслідок ураження грибами чи бактеріями та розповсюджується на ділянку зародка і продовжується до борідки, як мінімум з однієї сторони зерна.

*Сміттєва домішка:*

- *мінеральна домішка* – домішки мінерального походження (пісок, грудочки землі, галька тощо) у залишку на ситі з отворами розміром 1,0x20,0 мм, а також продукти органічного та неорганічного походження, що просіюються крізь це саме сито (прохід).

- *органічна домішка* – домішки органічного походження, відмінні від зерен пшениці й злакових культур і шкідливої домішки: частинки стебел, листків, колосся зерна, остюки, плівки, рештки шкідників зерна, насіння дикорослих та інших культурних рослин тощо.

- *шкідлива домішка* – домішки рослинного походження, що в певних кількостях шкідливі та небезпечні для здоров'я людини й тварин, змінюють органолептичні показники зерна, впливають на вибір технологічних процесів його переробки: сажка, ріжки, шкідливе та токсичне насіння.

*Зіпсоване зерно* – зерно з ознаками гнилі, плісняви, борошністої роси, бактеріальних чи інших уражень; зі зміненим кольором оболонки та ендосперму внаслідок самозігрівання або занадто сильного нагрівання під час сушіння або з крихким ендоспермом.

До зіпсованого також відносять фузаріозне зерно, уражене грибами роду фузаріум, білувате, крейдяне із повною втратою

блиску, іноді з плямами оранжево-рожевого кольору, зморщене, нежиттездатне.

*Сажкове зерно* – зерно, у якого забруднена борідка, боріздка або частини поверхні спорами сажки, що визначають спочатку візуально, а в разі потреби підтверджують мікологічною експертизою.

*Важковідділювані (спеціалізовані) засмічувачі* – дика редька та гречка татарська – для гречки; вівсюг – для вівса; стоколос житній – для жита; плоскуха звичайна, просо крупноплідне (курмак), просо куряче (сулуф) – для рису; мишій, горошок, в'юнок та гречишка в'юнкова – для проса.

*Шкідливі домішки* – домішки рослинного походження, що в певній кількості шкідливі та небезпечні для здоров'я людини й тварини, змінюють органолептичні показники зерна, впливають на вибір технологічних процесів його перероблення. Ріжки; насіння гірчака повзучого, в'язелю різнокольорового, софори лисохвостої, пажитниці п'янкої, геліотропа опушеноплідного; зерна, ушкоджені нематодою; триходесма сива; термопсис ланцетний, а також кам'яна сажка – у ячменю; тверда сажка – у жита та вівса; тверда і мокра сажка – у пшениці та проса (цілі мішечки та їх частки). [1,4,6,9,10]

### 3.1.2. Порядок виконання роботи

Для визначення засміченості певної культури відповідно до ГОСТ 30483-97 із середньої проби виділяють наважку масою наведеною нижче:

Таблиця 5 – Маса наважки для визначення засміченості зерна

Культура	Маса наважки, г
Сочевиця, кормові боби	200,0
Кукурудза, горох, квасоля, чина, нут	100,0
Пшениця, жито, ячмінь, гречка, овес, вика	50,0
Просо, сорго	25,0

Виділену наважку просіюють на лабораторних ситах з розмірами отворів, прийнятими для кожної культури (табл. 5). Сита встановлюють у такому порядку: піддон; сито для виділення проходу, який відносять до смітної домішки; сито для виділення дрібного зерна; сито для визначення крупності, кришка (табл. 6).

Для просіювання вручну, якщо в комплекті є лише сита з круглими отворами, роблять колові рухи без струшування. Якщо в

комплекті є сита з продовгуватими отворами, то просіюють поздовжньо-зворотними рухами у напрямі отворів без струшування. Бобові культури просіюють одну хвилину, всі інші культури – три хвилини при 110–120 рухах за хвилину. Амплітуда коливань сит має становити близько 10 см.

Сходи всіх сит аналізують окремо, виділяючи різні фракції смітної і зернової домішок, згідно зі стандартом на кожну культуру.

З проходу через сито, встановлене для виділення смітної домішки, виділяють лише шкідливу домішку. Прохід, що залишився, цілком відносять до смітної домішки. При цьому, якщо знаходять шкідливу домішку, то її не враховують, а її вміст визначають у додаткових наважках.

Таблиця 6 – Розміри отворів лабораторних сит

Культура	Розмір отворів сит для визначення, мм												
	дрібних зерен	проходу, який відносять до смітної домішки	крупності										
Пшениця:													
м'яка	2,0×20	Ø1,0	-										
тверда	1,9×20	Ø1,0	-										
Жито	1,4×20	Ø1,0	-										
Ячмінь													
продовольчий	-	Ø1,5	-										
та кормовий	2,2×20	Ø1,5	-										
круп'яний	2,2×20	Ø1,5	2,5×20										
для пивоваріння	-	Ø1,5	-										
Овес круп'яний	1,8×20	Ø1,5	-										
Просо	1,4×20	-	-										
Гречка	-	Ø3,0	Ø4,0										
Рис-зерно	-	Ø2,0	-										
Кукурудза	Ø8,0	Ø2,5	-										
Квасоля	-	Ø3,0	-										
Сочевиця дрібно-насіненна і сорго	-	Ø1,2	-										
Сочевиця тарілчаста	-	Ø2,5	Ø6,3										
Боби кормові і соя	-	Ø3,0	-										
Горох	Ø5,0	Ø2,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>I тип</th> <th>II тип</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ø7,0</td> <td>Ø6,0</td> </tr> <tr> <td>Ø6,0</td> <td>Ø5,0</td> </tr> <tr> <td>Ø4,0</td> <td>Ø4,0</td> </tr> <tr> <td>Ø2,5</td> <td>Ø2,5</td> </tr> </tbody> </table>	I тип	II тип	Ø7,0	Ø6,0	Ø6,0	Ø5,0	Ø4,0	Ø4,0	Ø2,5	Ø2,5
I тип	II тип												
Ø7,0	Ø6,0												
Ø6,0	Ø5,0												
Ø4,0	Ø4,0												
Ø2,5	Ø2,5												
Чина, нут, вика	-	Ø2,0	-										

Якщо під час виконання аналізу щодо визначення засміченості виявляють зерна, ступінь пошкодження яких за зовнішнім виглядом встановити не можна, то виконують додатковий аналіз. Для цього із зерна, звільненого від вираженої смітної і зернової домішок, виділяють наважку масою 10,00 г. Всі сумнівні за зовнішнім виглядом зерна розрізають упоперек і виділяють пошкоджені та зіпсовані відповідно до їх характеристики, які наведені у чинних стандартах і відносять їх до відповідних фракцій за засміченістю[4,6].

### 3.1.3. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки

У ГОСТ 30483-97 наведені норми допустимих розходжень за паралельних визначень для смітної і зернової домішок. Залежно від вмісту домішок вони коливаються у межах 0,2–3,8 % [11].

Кожну фракцію за засміченістю зважують з точністю до 0,01 г, потім для занесення результатів визначення вмісту смітної і зернової домішок у документи про якість округлюють до 0,1 %.

### 3.1.4. Завдання

1. Визначити засміченість зразка зерна. Отримані дані подати у вигляді таблиці 7 і порівняти їх з вимогами ГОСТ на зерно заготовельне.

Усі партії зерна, які заготовлюють і переробляють, являють собою зернову масу, яка складається з основного зерна і різного роду домішок.

Таблиця 7– Результати визначення засміченості

№ п/п	Фракція домішки	Маса	
		г	%
1	2	3	4
<b>Смітна домішка</b>			
1 Весь прохід, отриманий за просіювання через сито			
2	Мінеральна домішка		
3	Органічна домішка		
4	Насіння бур'янів і всіх культурних рослин за винятком жита, ячменю, тритикале, пшениці		
5	Зерна пшениці, жита, ячменю та тритикале з повністю зіпсованим ендоспермом		
6	Зерна пшениці, жита, ячменю та тритикале з повністю виїденим ендоспермом		
7	Шкідлива домішка		

1	2	3	4
<b>Зернова домішка</b>			
1	50 % всієї кількості поїдених і битих зерен, незалежно від прояву та розмірів пошкодження		
2	Давлені зерна		
3	Щуплі зерна		
4	Пророслі зерна		
5	Морозобійні зерна		
6	Зерна пошкоджені самозигріванням та сушінням		
7	Зерна роздуті за сушіння		
8	Зелені зерна		
9	Зерна жита, ячменю та тритикале цілі та пошкоджені, які за проявом пошкодження не належать до смітної домішки		
<b>Основне зерно</b>			
1	Зерно		
2	50 % всієї кількості поїдених і битих зерен, незалежно від прояву та розмірів пошкодження		
	<i>Загалом...</i>		

## 3.2. Визначення травмованості насіння

### 3.2.1. Зміст заняття

Під час збирання врожаю, очищення, сушіння та інших способів обробки зернової маси спостерігається травмування окремих зернівок, що значно зменшує їх здатність як до зберігання, так і переробки, але найбільш негативний вплив проявляється на насінневих якостях зерна. Розрізняють макро- та мікротравми зерна.

*До макротравм зерна належать:*

- зародок повністю вибитий (насіння втрачає схожість);
- зародок частково відбитий (насіння не здатне дати нормальну рослину);
- зародок частково відбитий і ендосперм має травми (насіння не дає сходів);
- відбита частина ендосперму (насіння утворює слабкі рослини);
- відбита частина ендосперму і зародок має мікротравми (проростання насіння та розвиток рослини ускладнюється);
- оболонка (у плівчастих культур – квіткова оболонка) відділена частково або повністю;

- ендосперм насіння пошкоджений шкідниками хлібних запасів з ротовим апаратом гризового типу.

До макротравм відносять також давлені та підгорілі під час сушіння зернівки.

Великої шкоди завдають і мікротравми. На ділянках зернівок з порушеними оболонками поселяються та розвиваються мікроорганізми, життєдіяльність яких призводить до розкладання зерна, втрати сухих речовин і посівних якостей. До *мікротравм* відносять:

- пошкодження зерна мікроорганізмами, яке супроводжується відмиранням тканин;

- пошкодження зерна шкідниками хлібних запасів з ротовим апаратом смоктального типу (клоп-черепашка та ін.);

- пошкодження зародка – поодинокі або численні (незалежно від глибини тріщин);

- пошкодження ендосперму – помітного впливу на розвиток рослини не мають;

- пошкодження ендосперму та зародка, які зменшують польову схожість;

- пошкодження оболонки в ділянці зародка та ендосперму;

- внутрішні тріщини, що виникають внаслідок розриву тканин під впливом різкої зміни температур;

- будь-які вм'ятини, що виникають у результаті ударів насіння з підвищеною вологістю, а також ущільнення тканин під оболонкою, які змінюють нормальне функціонування клітин [4,6].

### **3.2.2. Порядок визначення травмованості зерна**

Із середньої проби зерна беруть дві наважки масою по 50,0 г і виділяють у кожній травмовані зерна. Для цього кожному зернину розглядають і розкладають за типами травмування, зважують з точністю до 0,01 г і вираховують процентний вміст.

### **3.2.3. Завдання**

1. Визначити процентний вміст травмованих зерен.

2. Одержані результати порівняти з нормативними вимогами і зробити висновки про відповідність зразків вимогам.



### 3.3. Визначення маси 1000 зерен

#### 3.3.1. Зміст заняття

Маса 1000 зерен є одним з показників якості зерна та насіння. Здебільшого, вона корелює з крупністю, а за однакового розміру – характеризує щільність внутрішньої структури зерна і кількість поживних речовин, що містяться у ньому. Залежно від сорту, виду та різновидності, а також регіону вирощування маса 1000 зерен має значну диференціацію. Істотно позначається на масі 1000 зерен вологість зерна. Тому часто масу 1000 зерен виражають у перерахунку на сухі речовини. У таких випадках необхідно одночасно із середньої проби відібрати наважки для визначення вологості і маси 1000 зерен.

#### 3.3.2. Порядок визначення маси 1000 зерен

Для визначення маси 1000 зерен зважують наважку зерна залежно від культури. Маса наважки для визначення 1000 зерен залежить від крупності зерна окремих культур: 500 г – кукурудза, квасоля, кормові боби; 200 г – горох, нут, соя; 50 г – пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале, рис, сорго, вика; 25 г – просо.

Виділену наважку звільняють від смітцевої та зернової домішок, потім висипають на розбірну дошку, ретельно перемішують і розрівнюють рівним шаром у вигляді квадрата, який поділяють по діагоналях на чотири трикутники. З кожного трикутника підряд відраховують по 250 зерен. Зерна, відібрані з двох протилежних трикутників, об'єднують і отримують дві наважки по 500 зерен, кожну з яких зважують з точністю до 0,01 г. Різниця між масою двох наважок не має перевищувати 5 % їх середньої маси. Маса двох наважок додають і одержують масу 1000 зерен. Паралельно з цим роблять визначення вологості відповідно до ГОСТ 13586.5-93. Для перерахунку маси 1000 зерен, г, на суху речовину використовують формулу:

$$M_{\text{СР}} = \frac{M_{\text{Ф}} \cdot (100 - W)}{100},$$

де  $M_{\text{СР}}$  – маса 1000 зерен у перерахунку на суху речовину;

$M_{\text{Ф}}$  – фактична маса 1000 зерен, г;

$W$  – вологість зерна, %.

### 3.3.3. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки

У документах про якість масу 1000 зерен визначають з точністю: до 0,01 г – за маси 1000 зерен менше 10 г; до 0,1 г – від 10 до 100 г; до 1 г – понад 100 г.

Для підрахунку зерен, крім ручного методу, застосовують також спеціальні плашки з чарунками, лічильники-розкладники та електронні апарати[4,6].

### 3.3.4. Завдання

1. Визначити масу 1000 зерен пшениці, кукурудзи, гороху, жита, ячменю, проса, порівняти їх між собою.

2. Результати визначення записують у таблицю 8. Одержані результати порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 8 – Результати визначення маси 1000 зерен

Культура	Вологість, %	Маса 1000 зерен, г	
		фактична	у перерахунку на сухі речовини
Пшениця:			
схід із сита			
прохід сита			
Ячмінь			
Овес			
Соняшник			
Соя			
Кукурудза			
Горох			
Жито			
Просо			

### Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення травмованості зерна. Що його спричиняє?
2. Перелічіть види макротравм. Як вони впливають на насінневі якості зерна?
3. Перелічіть види мікротравм.
4. Охарактеризуйте, як впливає травмування зерна на його зберігання та переробку.
5. Поясніть до яких негативних наслідків призводить наявність домішок у зерні.

6. Назвіть, що належить до смітної, зернової домішок.
7. Перелічіть, що входить до шкідливої домішки.
8. Охарактеризуйте синьогузочні та марані зерна.
9. Назвіть масу наважок окремих культур для визначення засміченості.
10. Вкажіть правила просіювання наважок через сита за визначення засміченості.
11. Що характеризує маса 1000 зерен?
12. Назвіть масу наважки для визначення маси 1000 зерен різних культур.
13. Для зерна якого цільового призначення маса 1000 зерен є важливим показником?
14. Від чого і як саме залежить маса 1000 зерен?
15. Яка точність визначення маси 1000 зерен? Від чого вона залежить?

## Заняття 4

### ВИЗНАЧЕННЯ ЗАРАЖЕНОСТІ ЗЕРНА КОМІРНИМИ ШКІДНИКАМИ І ПОШКОДЖЕННЯ КЛОПОМ-ЧЕРЕПАШКОЮ

**Мета роботи:** ознайомитись з різними видами зараженості і пошкодження зерна комірними шкідниками.

У результаті проведення роботи студент має знати характерні ознаки зіпсованих та заражених зерен комірними шкідниками, вміти виділяти зерна пошкоджені клопом-черепашкою.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зерно різних культур, технічні ваги, зразки пошкодженого зерна.

**Обладнання й матеріали:** комплект сит з діаметром 2,5 і 1,5 мм, лупа із збільшенням у 4–4,5 рази, розбірні дошки з чорним і білим склом, пінцети, скальпелі, набір реактивів.

#### 4.1. Зміст заняття

##### 4.1.1. Визначення зараженості зерна шкідниками

Зараженість шкідниками партій зерна, незалежно від їх цільового призначення, стандартами не допускається. Зараженість, як і показники свіжості, визначають насамперед. У разі виявлення хо-

ча б одного живого шкідника хлібних запасів у зразку зерна (крім кліщів) партію до приймання не допускають. При зараженості кліщем 1-го і 2-го ступенів зерно приймають із зменшенням ціни на 0,5 %.

Пошкоджуючи та засмічуючи зерно продуктами своєї життєдіяльності, комірні шкідники знижують його якість і стійкість під час зберігання. Найбільш розповсюджені шкідники: комірний та рисовий довгоносики, хлібний точильник, хрущаки, борошноїди, молі.

Найбільшої шкоди завдають комірні довгоносики. Розвиток їх від яйця до дорослої особини відбувається всередині насінини. Оптимальними для життєдіяльності комірного довгоносика є температура 21–25 °С і вологість зерна 15–16 %. З моменту відкладання яєць до появи жуків минає 16 діб. Зниження температури до 12 °С стримує розвиток шкідника. За температури нижче 13 °С та вище 35 °С, жуки не відкладають яєць.

У зерні вологістю 10–11 % довгоносики не розвиваються. Гине комірний довгоносик під дією прямих сонячних променів і не переносить запаху скипидару, нафталіну, часнику, конопель, а також повітряних протягів. Жуки охоче живуть у теплих ділянках зернового насипу. Під водою довгоносики залишаються живими впродовж 10–12 діб, без їжі можуть досить довго жити. Комірний довгоносик пошкоджує пшеницю, жито, ячмінь, меншою мірою – овес, кукурудзу в качанах, макарони. Не пошкоджує проса, олійних та деяких інших культур.

Рисовий довгоносик невеликого розміру (до 3,5 мм). Відрізняється від комірного тим, що літає. Також має приховану форму зараженості. Більш плідний і теплолюбний, ніж комірний. Температуру мінус 5 °С витримує не більше 5 діб. Впродовж року може жити в рослинних рештках у полі і заражати зерно врожаю як на корені, так і в коморах.

Кукурудзяний довгоносик за кольором схожий на рисовий, але значно більший і літає. Щодо дії на нього низьких температур займає середнє положення між рисовим і комірним. Пошкоджує зерно кукурудзи, пшениці, жита та ячменю, внаслідок чого вони стають непридатними для харчових і посівних цілей.

Кліщі, розмножуючись у зерні, спричинюючи в більшості його зігрівання, а також знижують схожість, видаючи зародок. Роз-

виваються за вологості продукту не менше 12 %, найбільш сприятлива вологість 15–16 % і вище. Бите зерно пошкоджується сильніше.

Кліщі можуть розвиватися як у полі, так і зерносховищах. На кліщів багатьох видів згубно діють інфрачервоні промені сонячного спектра. Кліщі швидше гинуть від сонця, ніж від високих температур іншого джерела тепла. Струм високої частоти, іонізуюче випромінювання вбивають кліщів в усіх фазах їх розвитку.

Насіння гороху пошкоджує горохова зернівка (брухус). Після утворення бобів самки відкладають на їх поверхні яйця, а личинки, що з них виходять, вгризаються в м'якуш боба. У міру росту горошини вхід личинки в ній поступово заростає. Личинка перетворюється на лялечку, а потім на дорослого жука. Найсприятливішою для розвитку брухуса є температура 25 °С. Під час зберігання гороху за температури нижче за 10–12 °С, жуки впадають у сплячку до весни. За вищих температур жуки виповзають з гороху.

Пошкоджені горошини втрачають посівні та харчові якості.

*Відбір проб.* Зерно перевіряють на наявність шкідників перед засипанням у сховище, а також у процесі зберігання. У камерах (крім комор з похилою підлогою) і на майданчиках відбирають локальні проби і формують з них середню пробу по кожному шару насипу зерна. За висоти насипу 1,5 м локальні проби відбирають з трьох шарів (верхнього, середнього, нижнього), а за висоти, менше 1,5 м – із двох (верхнього і нижнього).

В елеваторах за повного завантаження силосів проби відбирають з кожного силосу складським щупом з верхнього шару (на глибині 10 см) і з доступної глибини середнього. З нижніх шарів зерна в силосах, а також якщо силос заповнено частково, проби відбирають із потоку зерна, яке перемішують. Проби відбирають і в місцях можливого скупчення шкідників: (у найвищих місцях насипу, найбільш зволжених і запилених місцях і там, де шар 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.

За пошарового відбору проб аналіз проводять за середньою пробою, взятою з кожного шару. Зараженість визначають за пробою, в якій виявлено найбільшу кількість шкідників.

#### 4.1.2. Визначення явної форми зараженості

Після розбирання клубків середню пробу зважують, потім просівають крізь сито з отворами діаметром 1,5 і 2,5 мм вручну впродовж двох хвилин при 120 колових рухах за хвилину або механічним способом тривалістю одну хвилину при 150 колових рухах за хвилину на приладі ПВЗ. Якщо температура зерна нижча 5 °С, одержані -схід і прохід крізь сито підігрівають за температури 25–30 °С впродовж 10–20 хв, щоб активізувати комах, які заклакли. Схід із сита з отворами діаметром 2,5 мм вміщують на біле скло аналізної дошки, розрівнюють тонким шаром і розбирають вручну за допомогою шпателя, виявляючи наявність великих за розміром шкідників (мавританської кузьки, великого борошнестого та смоляно-бурого хрущаків, облудника-злодія та ін.).

Прохід крізь сито з отворами діаметром 2,5 мм вміщують на біле скло аналізної дошки, а прохід крізь сито з отворами діаметром 1,5 мм розсіпають тонким шаром на чорне скло і розглядають під лупою.

За наявності приладу ПООК-1 прохід вміщують на чорне сегментоване дно (нижню частину приладу) і підраховують кількість кліщів. Мертвих відносять до смітної домішки і при визначенні зараженості не враховують. Кількість виявлених живих шкідників перераховують на 1 кг зерна (табл. 9).

Таблиця 9 – Визначення ступеня зараженості зерна довгоносиками і кліщами (за ГОСТ 13586.4–83)

Ступінь зараженості	Кількість в одному кілограмі зерна	
	довгоносики	кліщів
1-й	від 1 до 5 включно	від 1 до 20 включно
2-й	від 6 до 10 включно	понад 20, які вільно рухаються і утворюють скупчення
3-й	понад 10	кліщі утворюють повстане скупчення

#### 4.1.3 Визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі

Для визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі застосовують два методи – розколювання зерна та забарвлення «пробочок» (закриті отвори після відкладання яєць). За роз-

колювання зерна відбирають наважку масою близько 50 г із середньої проби з наважки довільно відбирають 50 цілих зерен і розколюють їх кінчиком скальпеля вздовж борозенки. Розколоті зерна оглядають крізь лупу і підраховують живих комах, визначаючи стадії розвитку.

Методом забарвлення «пробочок» аналізують наважку масою близько 50 г із середньої проби. Із наважки відбирають довільно 250 цілих зерен і в сітці занурюють їх на одну хвилину у чашку з теплою водою (близько 30 °С). Зерно починає набрякати, одночасно збільшується розмір «пробочок». Потім сітку із зерном переносять на 20–30 с у 1 % свіжоприготовлений розчин калію перманганату (на 1 л води 10 г  $KMnO_4$ ). При цьому в темний колір забарвлюються не лише «пробочки», а й поверхня зерна у місцях пошкодження. Надлишок барвника видаляють з поверхні зерна зануренням у холодну воду на 20–30 с. Зерно набуває нормального кольору, а у заражених зерен залишається темна випукла «пробочка». Зерно швидко розглядають на фільтрувальному папері. Підрахунок заражених зерен починають відразу, не даючи підсохнути, щоб не зникло забарвлення «пробочок». Заражені зерна мають круглі випуклі плями діаметром близько 0,5 мм з рівномірно забарвленими у темний колір «пробочками», які залишила самка довгоносика після відкладання яєць.

Не відносять до заражених зерна з круглими плямами з інтенсивно забарвленими краями та світлою серединою і з плямами неправильної форми в місцях механічного пошкодження.

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

$$X = \frac{K1}{K} 100,$$

де  $K1$  – кількість заражених зерен, шт.;

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

#### **4.1.4. Порядок визначення пошкодження зерна**

Із наважки масою 10 г виділяють пошкоджені зерна за допомогою огляду кожної зернини і порівнюють зі зразками.

#### **4.1.5. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки**

Вміст пошкоджених і зіпсованих зерен виражають у відсотках з точністю до 0,1 %. Визначення проводять у двох паралельних наважках.

#### **4.2. Визначення пошкодження зерна клопом- черепашкою ГОСТ 30483-97**

Клоп-черепашка пошкоджує зерно на корені і у валках[11]. Шкідник вводить хоботок-стилеть у зернівку, випускає в ендосперм слину з великим вмістом протеолітичних ферментів, які діють на білки зерна, а потім висмоктує продукти гідролізу з ендосперму. У результаті на поверхні зернівки залишається світло-жовта пляма та інколи чорна крапка у місці уколу. За зовнішнім виглядом пошкодження зерна клопом-черепашкою розрізняють за трьома ознаками:

- за наявністю на поверхні слідів уколу у вигляді темної крапки, навколо якої утворюється чітко окреслена світло-жовта пляма жовтої або неправильної форми;
- за наявністю на поверхні такої ж плями, в межах якої є здавленість або зморшки без слідів уколу;
- за наявністю на поверхні такої ж плями на зародку без здавленості або зморшок і без слідів уколу;
- у всіх випадках консистенція під плямою крихка і борошнеста.

#### **4.2.1. Порядок визначення пошкодження клопом-черепашкою**

З наважки зерна масою 10 г виділити пошкоджені клопом-черепашкою зерна за допомогою огляду їх із сторони борозенки та спинки. Виділені з кожної наважки зерна зважують з точністю до 0,01 г і виражають їх масу у відсотках за формулою:

$$X_x = \frac{m_n \cdot 100}{10} = 10m_n,$$

де  $m_n$  – маса пошкоджених зерен, г.



### 4.2.2. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки

Визначення проводять у двох паралельних наважках. Допустимі розходження між паралельними і контрольними визначеннями 0,5 % за вмісту пошкоджених клопом-черепашкою зерен до 5 % і 1,0 % – за вмісту більше 5 % [12-19].

### 4.3. Завдання

1. Визначити процентний вміст пошкоджених зерен.
2. Визначити зараженість зерна кліщем та довгоноси́ком.
3. Визначити пошкодження зерна пшениці клопом-черепашкою в різних за якістю зерна сортів та зробити аналіз.
4. Результати аналізу подати у вигляді таблиці 10. Проаналізувати отримані дані, порівнюючи їх з вимогами ГОСТу на відповідне зерно та зробити висновок.

Таблиця 10 – Результати визначення дефектності зерна

Показник пошкодження зерна	Маса	
	г	%
Кліщем		
Довгоноси́ком		
Клопом-черепашкою		
З ядром, ви́деним шкідниками		
Разом		
Ці́ле зерно		
Загалом		

### Запитання для самоперевірки

1. Перелічіть причини псування зерна.
2. Охарактеризуйте, за якими ознаками і на які групи поділяють зерно з різними видами пошкодження.
3. Назвіть характерні ознаки зерна, пошкодженого та зіпсованого сушкою або самозігріванням.
4. Перелічіть характерні ознаки зерна, пошкодженого клопом-черепашкою.
5. Яким чином комахи та кліщі пошкоджують зерно?

## Заняття 5

### ВИЗНАЧЕННЯ НАТУРИ ЗЕРНА. ГОСТ 10840-64

**Мета роботи:** ознайомлення з конструкцією приладу ПХ-1, призначеного для визначення природи зерна; визначення природи зерна пшениці, жита, ячменю, вівса і порівняння з базовими нормами відповідних ГОСТів.

У результаті проведення роботи студент має знати будову пурки, призначення окремих частин приладу, порядок проведення роботи з нею, точність методу, вміти визначати природу зерна на літрової пурці і оцінювати правильність отриманих результатів.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** літрова пурка ПХ-1, зерно та насіння різних культур.

#### 5.1. Зміст заняття

Метод визначення природи зерна ґрунтується на сипкості зерна, тобто здатності займати певний об'єм і набувати певної ваги залежно від морфологічної будови, стану та хімічного складу.

*Натурою* називають масу одного літра зерна, вираженої у грамах. Природу визначають за допомогою приладу, який називають пуркою і складається з циліндра для початкового насипання зерна з фіксацією висоти насипу в наповнювальному циліндрі, наповнювального циліндра для рівномірного заповнення мірки зерном, мірного циліндра (мірки) для вимірювання одного літра зерна, вантажу для витіснення повітря з мірки, ножа для відділення одного літра зерна у мірному циліндрі та ваг з наважками.

На природу зерна впливають домішки, стан поверхні зерна, його форма, крупність, щільність, вологість, плівчастість, зрілість, вивоненість.

#### 5.2. Порядок визначення природи зерна

Частини пурки виймають із ящика, у якому він зберігається, ящик закривають, встановлюють ваги на кришку ящика і збирають пурку (рис. 1).

На ліве плече коромисла підвішують чашку для гир, що урівноважена мірним циліндром і вантажем.

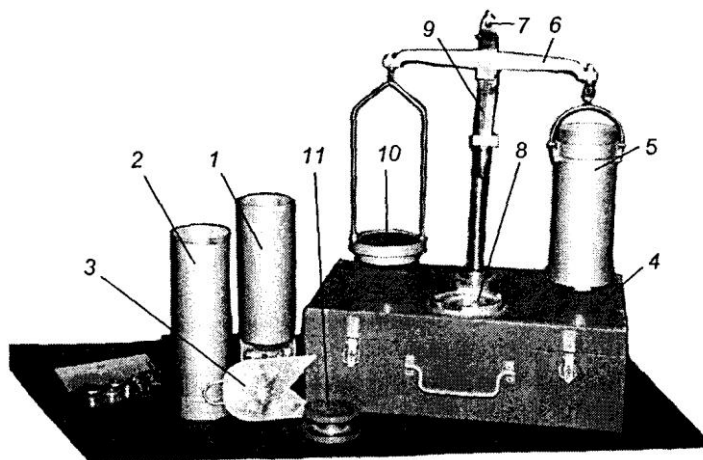


Рис. 1. Літрова пурка ПХ-1: 1 – циліндр для початкового насипання зерна; 2 – наповнювальний циліндр; 3 – ніж; 4 – ящик для зберігання і транспортування; 5 – мірний циліндр; 6 – коромисло вагів; 7 – підвіска; 8 – гніздо для мірного циліндра; 9 – стрілка-показник; 10 – чашка для гир; 11 – вантаж.

Мірний циліндр встановлюють у призначене для неї гніздо на кришці ящика номером до себе, всі інші частини пурки під час збирання також установлюють номером до себе. У щілину мірного циліндра вставляють ніж, а на нього кладуть вантаж. Надягають на мірний циліндр наповнювальний циліндр. У циліндр для початкового насипання зерна насипають зразок зерна, звільнений від крупних домішок після просіювання крізь сито з діаметром отворів 6 мм, не досипаючи 1 см до верхнього краю. Цей циліндр встановлюють на наповнювальний циліндр, відкривають заслінку внизу цього циліндра і дають змогу зерну невеликим рівним струменем пересипатись у наповнювальний циліндр. Потім, не струшуючи пурку, виймають ніж. Вантаж, а за ним і зерно, падають у мірку. Після цього вставляють ніж, знімають два верхніх циліндри, звільняють з фіксаторів мірку і висипають надлишки зерна на ножі. Потім виймають ніж, а мірку з зерном зважують з точністю до 0,5 г.

Натуру кожного зразка зерна слід визначати тричі. Різниця у результатах трьох паралельних визначень не має перевищувати 5 г (для вівса – 10 г). Результати розраховують з точністю до 1,0 г [20].

### 5.3. Завдання

1. Визначити натуру зерна та насіння різних культур.
2. Результати визначення записують у таблицю 11 і порівнюють з нормативними значеннями роблячи висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 11 – Результати визначення натури зерна

Культура	Натура, г/л, за визначенням			Різниця у визначеннях, г min/max	Натура, г/л	
	першим	другим	третім		фактична	за ГОСТ
Пшениця						
Ячмінь						
Овес						
Соняшник						
Соя						

### Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення натури зерна. У яких одиницях її вимірюють?
2. Охарактеризуйте метод визначення натури зерна на пурці.
3. Які чинники та у який спосіб впливають на величину натури зерна?
4. Перелічіть, які властивості зерна характеризує підвищена натура.
5. Назвіть точність зважування, допустиму різницю у двох паралельних зважуваннях за визначення натури зерна.

### Заняття 6

#### ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ (ГУСТИНИ) ЗЕРНА

**Мета роботи:** ознайомитись з методами визначення щільності (густини) зерна; визначити щільність (густину) зерна за допомогою градуйованого посуду.

У результаті проведення роботи студент має знати значення щільності (густини) за визначення якості зерна, суть методу та порядок проведення роботи щодо визначення щільності (густини) зерна за допомогою градуйованого посуду, вміти визначати щільність (густину) зерна певної культури та правильно оцінювати якість зерна відповідно до показника його щільності (густини).

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зерно різних культур, технічні ваги, мірні циліндри місткістю 100, 250 см<sup>3</sup>, соняшникова олія.

### 6.1. Зміст заняття

*Щільність* (густина) зерна характеризується відношенням маси зерна до об'єму, яке воно займає. Щільність (густина) залежить від анатомічної будови та хімічного складу зерна і тому неоднакова у різних культур.

*Анатомічна будова зерна:* наявність або відсутність квіткових лусок, товщина і щільність плодових оболонок, ступінь їх зрощення з ядром.

Хімічний склад: кількість і співвідношення окремих хімічних речовин у зерні. Основні хімічні речовини зерна мають таку щільність (густину), г/см<sup>3</sup>: крохмаль – 1,48 – 1,64; цукри – 1,40 – 1,61; білки – 1,25 – 1,34; жири – 0,89 – 0,99; повітря – 0,0013.

Як показник якості щільність (густина) відображає ступінь фізіологічної зрілості, виповненості та є ознакою, за якою можна сортувати й очищувати зерно. Щільність (густина) може бути непрямым показником якості зберігання зерна.

Щільність (густину) визначають за допомогою градуйованого посуду, розчинів, ареометрів, пікнометрів [20].

### 6.2. Порядок визначення щільності зерна

*Визначення щільності (густини) за допомогою градуйованого посуду.* У градуйованій посуд (циліндр місткістю 100, 250 см<sup>3</sup>) наливають 50 см<sup>3</sup> рідини, додають наважку зерна масою - 50,0 г цілих зерен даної культури. Зерна при цьому мають повністю зануритись у рідину. Тому за рідину треба брати речовини, які не змочують оболонки зерна – ксилол, олію, керосин, гліцерин. Величина, на яку збільшиться об'єм рідини у посуді, і визначатиме об'єм зерна.

Щільність (густину) зерна ( $\rho$ ), г/см<sup>3</sup>, розраховують за формулою:

$$\rho = \frac{M}{V},$$

де  $M$  – маса наважки, г;  $V$  – об'єм зерна, см<sup>3</sup> [21-22].

### 6.3. Завдання

1. Визначити щільність зерна та насіння різних культур.
2. Результати визначення записують у таблицю 12, і роблять відповідні висновки.

Таблиця 12 – Результати визначення щільності зерна

Культура	Щільність (густина), г/см <sup>3</sup>
Пшениця	
Ячмінь	
Овес	
Соняшник	
Соя	

#### Запитання для самоперевірки

1. Які властивості зерна визначає показник його густини ?
2. Перелічіть, якими способами можна визначити щільність (густину) зерна.
3. Опишіть метод визначення щільності (густини) за допомогою градуйованого посуду. Чому як рідину не можна використовувати воду?
4. Чи сприятиме підвищенню щільності (густини) збільшений вміст крохмалю в зерні?

### Заняття 7

#### ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА

**Мета роботи:** ознайомитись з наявними методами визначення вологості зерна і борошна; визначити вологість отриманого зразка зерна і борошна основними методами.

У результаті проведення роботи студент має знати основні методи визначення вологості, прилади для визначення вологості, порядок роботи з ними, температуру і час висушування, формули для розрахунку вологості зерна і борошна, вміти підготувати наважку зерна і борошна для визначення вологості, встановлювати задану температуру висушування на приладах, працювати з вологоміром, оцінювати точність і швидкість визначення вологості різними методами та правильність отриманих результатів.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** аналітичні ваги з ціною поділки 0,01 г; сушильна шафа СЕШ-

ЗМ з термометром; лабораторний млинок; зразки зерна різних культур і різної вологості (по 0,5 кг); скляні банки з притертими пробками для зберігання зерна; годинник (секундомір); сито (дротяне) з отворами діаметром 0,8 мм; бюкси, шпателі, ложечки та склянки для зважування; ексикатор; щипці тигельні; методичні вказівки.

### 7.1. Зміст заняття

Одним з найважливіших технологічних показників якості зерна є вологість, яка визначає умови та термін зберігання зерна, слугує основою для комерційних розрахунків з постачальниками. Тому визначення вологості потребує високої точності [23].

*Вологість* – це вміст води в зерні, виражений у відсотках до його маси. Вологість зерна, яку визначають за стандартними методиками, являє собою процентний вміст фізичнозв'язаної з тканинами зерна води, яка випаровується у конкретних умовах визначення.

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 легкорухлива. 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 впродовж тривалого часу з незначними втратами. Вологість, за межами якої в зерні утворюється вільна волога, називається критичною. Її величина залежить від хімічного складу зерна.

Під час здавання-приймання зерна на хлібоприймальні пункти його вологість впливає на залікову масу. Якщо вологість вища за базисну норму, відраховують знижку з маси за принципом 1 % за кожний відсоток зниження. Якщо нижча, то також нараховують надбавку. За вологістю зерно поділяють на сухе, середньої сухості, вологе та сире (табл. 13).

Таблиця 13 – **Визначення стану зерна за вологістю, %**

Зерно	Базисна норма	Сухе (не більше)	Середньої вологості	Вологе	Сире (понад)
Пшениця, жито	14,5	14,0	14,1–15,5	15,6–17,0	17,1
Овес	13,5	13,5	13,6–15,5	15,6–17,0	17,1
Соняшник	7,0	7,0	7,1–8,0	8,1–9,0	9,1
Гречка, ячмінь	14,5	14,5	14,6–15,5	15,6–17,0	17,1
Горох	15,0	14,0	14,1–16,0	16,1–20,0	20,1
Рис	14,0	14,0	14,1–15,5	15,6–17,0	17,1
Кукурудза:					
в зерні	14,0	14,0	14,1–15,5	15,6–17,0	17,1
в початку	14,0	16,0	16,1–18,0	18,1–20,0	20,1

Розподіл за вологістю обумовлено здатністю зерна до зберігання у звичайних умовах. Сухе зерно найбільш стійке, його можна закладати на тривале зберігання; зерно середньої сухості в теплий період потребує особливих умов зберігання та ретельного спостереження; вологе зерно можна зберігати лише в охолодженому стані; сире зерно без попереднього сушіння закладати на зберігання не можна.

Для визначення масової частки вологи в харчових продуктах широко застосовують *прямі і непрямі методи* [24].

До *прямих* належать методи, за яких відбувається розділення матеріалу на сухі речовини і воду. Для видалення води використовують тепло, безводні розчинники і хімічні реактиви. Прямі засновані на безпосередньому уловлюванні вологи за її видалення і визначають її кількість. Прямі методи визначення масової частки вологи за принципом дії ділять на такі групи:

1. *Дистиляційні* методи ґрунтуються на сумісній перегонці із досліджуваного продукту води і органічного розчинника, що не змішується з водою (толуол, ксилол, керосин, тетрахлоретанол). Визначення масової частки вологи речовини зводиться до прямого визначення об'єму води, що виділяється з взятої наважки речовини за допомогою дистиляції і зібраної в градуйований приймач. Температура кипіння рідкої органічної речовини має бути вищою температури кипіння води, речовина має не змішуватись з водою і бути інертною щодо речовин, які входять до досліджуваного об'єкта.

2. *Хімічні* методи ґрунтуються на хімічній взаємодії води з деякими реактивами (металевий натрій, реактив Фішера), в результаті чого утворюється нова речовина, що легко піддається вимі-



рюванню. Масову частку вологи в досліджуваній пробі визначають за еквівалентною кількістю речовин, що утворилися в результаті реакції.

До *непрямих* методів визначення масової частки вологи продуктів належать термогравіметричні (висушування), фізичні (визначення масової частки сухих речовин за величиною відносної густини чи рефрактометрично), а також електрометричні методи, в яких вимірюють електропровідність і діелектричну проникність.

Вид методу контролю залежить від його мети. Для арбітражного контролю використовують високоточні фізико-хімічні або хімічні (вони довготривалі) методи. На виробництві використовують швидкі методи, але менш точні. Для визначення масової частки вологи використовують різне обладнання залежно від виду методу і призначення. Службою стандартизації визначені арбітражні методи, які мають високу точність та повторність результатів.

## **7.2. Порядок визначення вологості зерна і борошна**

Вологість зерна і борошна визначають за допомогою автоматичного вологоміра «Super Matic», напівавтоматичної сушильної шафи Брабендера або іншого призначеного для цих цілей обладнання [25].

Вологомір «Super Matic» (фірма «Foss Electric», Данія) призначений для визначення вологості зерна пшениці (без помелу проби). Визначення ґрунтується на зміні діелектричної сталої зерна залежно від вологості. Для вимірювання беруть наважку зерна пшениці 50 г і засипають у бункер приладу. Натисканням кнопки його вмикають і на табло відмічають показники, які характеризують величину вологості.

Визначають вологість зерна і борошна також методом висушування –10 г розмеленого на млині «Пірует» зерна або борошна в електричній напівавтоматичній сушильній шафі Брабендера за 130 °С впродовж 40 хв. Шафа для швидкого визначення вологості обладнана 10-ма гніздами для розміщення 10 проб, нагрівальними елементами, біметалевим і контактним термометрами, торсіонними терезами. Наважку 10 г зважують у бюксах на технічних вагах. Після встановлення заданої температури бюкс з пробкою поміщають у камеру напівавтомата. Потім за допомогою ручки-колеса 10-гніздову тарілку повертають так, щоб можна було поставити

другу пробу, за нею третю і т. д. Тарілку можна повертати лише у тому разі, коли важіль вбудованих терезів піднятий, тобто терези не працюють. Надалі можна опускати важіль терезів лише за правильного положення тарілки, у цьому разі чітко чути клацання. Після закінчення сушіння, вмикають освітлення терезів, важіль з лівого боку опускають. В освітленому віконці відображається відсоток вологості проби. Після запису результату в журнал важіль піднімають і тарілку за допомогою ручки-коlesa повертають до настання клацання. Так само встановлюють над терезами другу пробу, потім третю і т. д.

Згідно з ГОСТ 13586.5-93 [26] повітряно-тепловий метод застосовують за визначення вологості зерна на хлібоприймальних та переробних підприємствах у середньозмінних і середньодобових пробах, під час прийому, зберігання і відвантаження, а також за контрольних визначень.

Шафа сушильна електрична СЕШ-3М (рис. 2) з нагріванням сушильної камери до 150 °С і з терморегулятором, що забезпечує створення і підтримання температури в робочій зоні висушування 100 - 140 °С з похибкою  $\pm 2$  °С.

Метод заснований на визначенні масової частки вологи зерна вимірюванням зменшення маси наважки подрібненого зерна, висушеного у повітряно-тепловій шафі за фіксованих параметрів: температури 130 °С та тривалості висушування 40 хв.



Рис. 2. Сушильна шафа СЕШ - 3М.

Для визначення вологості зерна з середньої проби виділяють наважку масою приблизно 20 г та подрібнюють. Крупність помелу контролюють просіюванням сировини через сита з діаметрами отворів 0,8 мм впродовж трьох хвилин. У подрібненому продукті частинки розмірами менше 0,8 мм (прохід через сито 0,8 мм) мають становити не менше 60 %, а розмірами понад 1 мм (схід із сита 1,0 мм) – не більше 5 %.

У два попередньо висушених і зважених бюкси беруть наважки по  $5,00 \pm 0,05$  г подрібненого зерна. Бюкси відкривають і разом з кришками ставлять у заздалегідь нагріту до  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  шафу для висушування, тривалістю 40 хв. Відлік часу ведуть з моменту, коли температура у шафі із встановленими бюксами досягне  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вільні гнізда у шафі мають бути закриті заглушками.

Після висушування бюкси з зерном виймають з шафи, закривають кришками та перекладають у ексікатор до повного охолодження (приблизно 20 хв, але не більше 2 год).

Охолоджені бюкси зважують з точністю до 0,01 г і знову кладуть у ексікатор до кінця підрахунків.

Вологість (X %) розраховують за формулою:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_3} \cdot 100 + K$$

де  $M_1$  – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

$M_2$  – маса бюкса після висушування, г;

$M_3$  – маса бюкса порожнього, г;

K – поправочний коефіцієнт, наведений у таблиці 14.

Таблиця 14 - **Поправочний коефіцієнт для визначення вологості зерна**

Культура	Поправочний коефіцієнт, %
Просо, гречка, рис-зерно, сорго	0,10
Пшениця, жито, ячмінь	0,20
Овес	0,30
Вика, горох, кукурудза, нут, чина, квасоля	0,45

За вологість аналізованого зразка приймають середньоарифметичну величину двох паралельних визначень.

*Визначення вологості з попереднім підсушуванням зерна.* Для зерна з вологістю понад 17 % (для олійних культур – більше 18 %) визначення проводять з попереднім підсушуванням. Для цього у

висушений і зважений сітчастий бюкс беруть наважку зерна масою  $20 \pm 0,1$  г. Бюкси із зерном висушують у сушильній шафі за температури  $105\text{ }^\circ\text{C}$  до залишкової вологості в зерні 9–15 %. Приблизний час підсушування встановлюють залежно від початкової вологості зерна (табл. 15), але для всіх культур з вологістю зерна до 20 % він не перевищує 10 хв.

Таблиця 15 – Тривалість підсушування зерна, хв

Культура	Вологість зерна, %				
	до 20	від 20 до 25	від 25 до 30	від 30 до 35	вище 35
Пшениця, жито	4	5	7	10	-
Овес, просо, сорго, гречка	3	4	5	10	-
Ячмінь, рис	5	7	9	12	-
Кукурудза, квасоля, горох, нут	10	15	20	25	40
Чина, вика, сочевиця	7	12	15	20	25

Бюкси із зерном після підсушування охолоджують за допомогою охолоджувача АУО впродовж 5 хв, потім їх зважують з точністю до 0,1 г. Після цього зерно подрібнюють і одразу зважують у два металевих бюкса наважки подрібненого зерна масою  $5 \pm 0,05$  г та висушують за температури  $130\text{ }^\circ\text{C}$  тривалістю 40 хв за методикою, прийнятою для визначення вологості зерна без попереднього підсушування.

Вологість, у (X %), розраховують за формулою:

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

де  $M_1$  – маса бюкса подрібненого зерна, г;

$M_2$  – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

$M_3$  – маса бюкса після висушування, г;

$M_4$  – маса бюкса порожнього, г;

K – поправочний коефіцієнт, згідно з таблицею 14.

За визначення вологості цим методом різниця між двома паралельними визначеннями не має перевищувати 0,5 %.

*Визначення вологості насіння олійних культур. ДСТУ 4811:2007 [27].* Визначення вологості насіння арахісу, ріцини та сої проводять висушуванням, попередньо розрізаного насіння на частинки завтовшки 2 мм. Насіння всіх інших олійних культур висушують цілими.

Із середньої проби беруть близько 300 г насіння і переносять його у відкритий посуд з плоским дном. Потім з цього зразка відбирають у заздалегідь висушені та зважені бюкси дві наважки масою  $5 \pm 0,01$  г цілого або розрізаного на частинки насіння. Бюкси з наважками висушують у сушильній шафі СЕШ за температури  $130^\circ\text{C}$  впродовж 40 хв. Після висушування бюкси виймають, закривають кришками і перекладають у ексікатор для охолодження. Через 15–20 хв бюкси зважують і розраховують вологість.

Якщо вологість насіння олійних культур понад 18 %, то її визначають методом з попереднім підсушуванням і вираховують за формулою:

$$W_1 = \left(20 - \frac{m \cdot m_1}{5}\right) \cdot \frac{100}{20}$$

У необрушеному насінні арахісу вологість визначають висушуванням розрізаного насіння разом з попередньо знятими з них оболонками. Після зняття оболонок насіння розрізають на частини товщиною близько 2 мм або на 8–12 частин, зважують дві наважки масою  $5,00 \pm 0,01$  г і протягом 40 хв висушують за температури  $130^\circ\text{C}$ .

Вологість олійних культур, у %, розраховують за формулою:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_3} \cdot 100,$$

де  $M_1$  – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

$M_2$  – маса бюкса після висушування, г;

$M_3$  – маса бюкса порожнього, г.

*Визначення масової частки вологи експрес-методом.* Для швидкого видалення вологи використовують сушіння в інфрачервоних променях, які сприймаються не лише поверхнею, але й проникають в продукт на глибину до 2–3 мм, що зумовлює його інтенсивне прогрівання.

Одним з джерел інфрачервоних променів можуть бути нагріті металеві поверхні, які дають опромінення в діапазоні довжин хвиль 0,76–343 нм. За цим принципом працює прилад Чижової (рис. 3), що складається із двох масивних металевих плит (сплав алюмінію і чавуну) круглої форми, між якими розміщують тонкий шар матеріалу, що висушують. Плити з'єднані між собою шарніром і нагріваються електричними елементами, розміщеними зовні сторін приладу, що забезпечує швидке зневоднення продукту. Під

час роботи відстань між плитами становить 2 мм, температура контролюється двома ртутними термометрами. Нагрівання плит може бути сильним і слабим. Сильне нагрівання використовується у випадку першопочаткового нагрівання, а слабке – для підтримання необхідної температури (для перемикавання режиму нагрівання є спеціальний перемикач). Контактний термометр забезпечує сталість заданої температури в межах  $\pm 1$  °С.



Рис. 3. Прилад Чижової.

Цифровим приладом Чижової обчислюють і контролюють коефіцієнти вологості харчових продуктів і сировини, напівфабрикатів, використовують в лабораторних умовах підприємств харчової промисловості. Зразок вимірюваного продукту випарюють через зневоднення завдяки нагріву його до потрібної температури і обумовленого часу. Блок випарювання складається із двох нагрівальних плит з алюмінію, які мають електронагрівальний елемент і закриваються кришками. Точність висушування гарантується цифровим індикатором (0,1 °С в межах температури 1–199 °С). Максимальний час нагрівання блоку до заданої температури – 20 хв; поверхова щілина між плитами блоку – до 0,1 мм.

Для визначення масової частки води в продукті за допомогою експрес-методу попередньо виготовляють 2 паперові пакети, які просушують у приладі Чижової за температури 160 °С протягом 3 хв, охолоджують в ексикаторі 3 хв та зважують. Далі їх розкривають та поміщають в них наважки борошна по 5 г кожна з

відхиленням не більше 0,01 г (проводять два паралельних визначення). Пакети закривають та розміщують у приладі для висушування за температури 160 °С на 4 хв (пресовані дріжджі на 7 хв, солод – на 10 хв). Після висушування пакети охолоджують в ексікаторі, зважують і за різницею мас наважки до та після висушування розраховують масову частку вологи (В) за формулою:

$$B = (m - m_1) : a \times 100,$$

де  $m$  і  $m_1$  — маса пакета з наважкою відповідно до і після сушіння, г;  
 $a$  — наважка продукту, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями має бути не більше 0,5 %. За кінцевий результат беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Масову частку сухої речовини в продукті С розраховують за такою формулою:

$$C = 100 - B.$$

*Визначення масової частки вологи висушуванням за допомогою ваг-вологомірів ADS.* Цей метод застосовують для швидкого та точного аналізу продукції на масову частку вологи у лабораторіях, в процесі виробництва для контролю якості продукції. Метод базується на висушуванні зразка інфрачервоними променями [28].

*Ваги-вологоміри* – це аналізатори вологості (рис. 4), які поєднують ваги з функцією вимірювання вологості. Використовують такі аналізатори у випадках, коли необхідно швидко і точно виміряти наявність вологи в різноманітних матеріалах в лабораторних умовах і на виробництві. Вони складаються з лабораторних ваг 3 класу точності і вбудованого над ними пристроєм для сушки (галогенові або інфрачервоні лампи). Це дає можливість використати вологомір як традиційні лабораторні ваги, а також як пристрій для визначення вмісту вологи у значній кількості різноманітних речовин і матеріалів, застосовуючи термогравіметричний метод.

Завдяки вагам можна визначити масу зразка матеріалу, який знаходиться на шальці. Сушарка зчитує результати вимірів ваги; здійснює процес сушіння зразка, вираховує та висвітлює на цифровому індикаторі кінцевий результат (вологість матеріалу).

Щоб виміряти вологість, зразок слід помістити на шальці одноразового використання, яку далі вкладають в камеру вагосушарки.



Рис. 4. Ваги-вологоміри.

Зразок слід наносити рівномірним шаром 2–5 мм, що відповідає масі 5–15 г, залежно від виду досліджуваного зразка. Зразок слід викладати якнайшвидше, щоб він не втратив вологу. Спеціальні фільтри забезпечують рівномірне розташування рідини на шальці. У випадку аналізу твердих тіл фільтри запобігають згорянню зразків [28].

Перед початком процедури визначення масової частки вологи необхідно:

- встановити необхідні режими та параметри процесу сушіння (М);
- встановити на ваги порожню одноразову шальку;
- відтарувати ваги з порожньою одноразовою шалькою натисненням кнопки [T/ON];
- вийняти одноразову шальку та покласти на неї підготовлений зразок;
- поставити шальку зі зразком на вантажоприймальну триногу, закрити кришку сушарки та натиснути кнопку [O], при цьому на індикаторі висвітлюються значення пункту меню «Стан роботи ваг»;
- повторно натиснути кнопку [O] сушарки, на індикаторі висвітлюються: номер режиму, час роботи, розраховане значення вологості, температура в сушильній камері;



– кінець процедури супроводжується звуковим сигналом та надписом «Кінець» на індикаторі сушарки. Значення вологості, отримане на цей момент, запам'ятовується та зберігається до натискання кнопки [C] або до запуску наступної процедури сушіння;

– роздрукування на принтері і виведення кінцевого звіту про параметри та результати процесу сушіння зразка на комп'ютері здійснюються після натискання кнопки [O].

### 7.3. Завдання

1. Визначити вологість отриманого зразка зерна за допомогою повітряно-теплової шафи СЕШ - 3М.

2. Залежно від отриманого значення вологості зерна встановити який метод потрібно використати для більш точного визначення вологості у відповідному зразку зерна.

3. Визначити вологість методом прискореного висушування або з попереднім підсушуванням.

4. Визначити вологість насіння олійних культур.

5. Результати визначення вологості, з зазначенням методу, заносять у таблицю 16 і порівнюють з нормативними значеннями та роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 16 – Результати визначення вологості

Метод, культура, № зразка	Номер бюкси	Маса, г			Поправочний коефіцієнт, %	Вологість, %	Середня вологість, %
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>			

### Запитання до самоперевірки

1. Дайте визначення вологості зерна.
2. Які методи визначення вологості відносять до прямих, які – до непрямих? Чому?
3. Охарактеризуйте переваги та недоліки визначення вологості на вологомірі.
4. Наведіть приклади, коли вологість зерна необхідно визначити за допомогою методу з попереднім підсушуванням.
5. Перелічіть чинники, які впливають на результати визначення вологості зерна.

## Заняття 8

### ВИЗНАЧЕННЯ СКЛОПОДІБНОСТІ ЗЕРНА

**Мета роботи:** вивчити методика визначення склоподібності зерна.

У результаті проведення роботи студент має знати методи визначення склоподібності зерна, вміти визначати склоподібність зерна пшениці, рису, тритикале та його відповідність вимогам стандарту.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зерно пшениці, рису, тритикале, діафаноскоп, леза бритви.

#### 8.1. Зміст заняття

1. Визначення склоподібності проводять згідно з ГОСТ 10987-76 [28].

*Склоподібність* – один з головних показників якості зерна, заснований на зоровому сприйнятті зовнішнього вигляду або розрізу зерна. Цей показник тісно пов'язаний з фізичними, біохімічними і технологічними властивостями зерна. Розрізняють склоподібність наважки (партії) зерна та склоподібність окремої зернівки. В останньому випадку склоподібність характеризує консистенцію зернівки або окремих частин її ендосперму і залежить від вмісту білка та крохмалю, розміру його гранул та щільності упакування. Якщо ендосперм зернівки білого кольору, то його консистенція вважається борошністою, а якщо ендосперм рогоподібний, прозорий, то консистенція є склоподібною [19, 27].

*Склоподібне зерно* має повністю склоподібний ендоспермом, а *борошністе* – ендосперм повністю борошністий. Всі інші зерна належать до *частково склоподібних*. Зерна пшениці з чітко вираженими жовтими плямами ("жовтобок") за зовнішнім виглядом, без розрізування, відносять до частково склоподібних.

ГОСТ 10987-76 передбачає два методи визначення склоподібності:

1) з використанням діафаноскопа ДСЗ-2 для просвічування зерна спрямованим світловим потоком;

2) за результатами обстеження розрізу 100 зерен.

Нааявні й інші методи визначення склоподібності:

- оптичні (фотометричні), з використанням світла різної спектральної характеристики;

- механічні з використанням фаріномому – пристрою для розрізання певної кількості зернин у поперечній або поздовжній площинах.

*Визначення склоподібності з використанням діафаноскопа ДСЗ-3 (рис. 5).*



Рис. 5. Діафаноскоп ДСЗ-3.

Діафаноскоп ДСЗ-3 призначений для визначення склоподібності зерна за його оптичними властивостями. Застосовують в лабораторіях хлібоприймальних, борошномельних, хлібопекарських підприємств, а також ДХІ і науково-дослідних організаціях.

Принцип дії діафаноскопа заснований на неоднаковій здатності склоподібних і борошнистих зерен пропускати світловий потік, тобто на відмінності їх оптичних властивостей.

Діафаноскоп ДСЗ-3 складається з корпусу; механізму переміщення касети; джерела світла – світлодіодів; збільшувальних лінз. Досліджувані зразки зерна укладають в сто комірок касети, яку вставляють у вхідний отвір вузла протяжки до зачеплення з роликками подачі. За допомогою гвинта подачі касета переміщається в зону візуального спостереження кожного ряду зерен, освітлену світловим потоком.

Склоподібність, як показник якості, використовують для оцінки зерна пшениці, рису, тритикале. Вважається, що зерно з більш

високою склоподібністю характеризується і кращими технологічними властивостями.

Зі склоподібністю пов'язують хімічний склад і фізико-хімічні властивості зерна. Вважають, що склоподібність і вміст білка тісно пов'язані між собою, і в межах сорту відібране склоподібне зерно має більше білка клейковини, ніж борошністе. Є також дані, що за однакової склоподібності зерна сорти пшениці характеризуються різними технологічними властивостями.

## 8.2. Завдання

1. Використати для визначення склоподібності діафаноскоп.

2. Проаналізувати отримані результати, на їх основі зробити висновок про належність отриманого зразка до певного класу (групи).

3. Результати аналізу записують у таблицю 17 та порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 17 – Результати визначення склоподібності

Ряди діафаноскопа	Кількість зерен, шт.		
	склоподібних	борошністих	частково склоподібних
1	2	3	4
2			
1	2	3	4
2			
.....			
10			

Загальну склоподібність (ЗС) зерна розраховують у відсотках за формулою:

$$ЗС = ПС + \frac{ЧС}{2},$$

де ПС, ЧС – кількість відповідно повністю і частково склоподібних зерен, шт.

Загальну склоподібність розраховують до першого десяткового знака з наступним округленням результатів до цілого числа.

Якщо зерно втратило природний колір у результаті несприятливих умов дозрівання, збирання або зберігання, то за наявності

темних відтінків його визначають як "потемніле" або "знебарвлене" і зазначають ступінь знебарвлення.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Що таке склоподібність зерна, як вона характеризується?
2. Як впливає склоподібність на технологічні властивості зерна?
3. Які є способи визначення склоподібності?

## **Заняття 9**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТИПОВОГО СКЛАДУ ЗЕРНА**

**Мета роботи:** навчитись визначати типовий склад зерна вівса, проса, рису, гороху, кукурудзи.

У результаті проведення роботи студент має знати як поділяється зерно на типи і підтипи, вміти визначати тип і підтип зерна.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зразки зерна вівса, проса, рису, гороху, кукурудзи, скальпелі, діафаноскоп, технічні ваги, розбірні дошки, набір сит лабораторних, 5-процентний розчин їдкою натрію, мензурки, чашки.

#### **9.1. Визначення типового складу вівса**

Згідно з чинним ДСТУ 4963 “Овес. Технічні умови” [29] зерно вівса залежно від форми і кольору квіткових плівок поділяють на такі типи та підтипи:

I тип – зерно крупне або середнього розміру, виповнене, циліндричної, грушоподібної або видовженої форми. Поділяється на підтипи: 1 – білого кольору, 2 – жовтого кольору, 3 – коричневого кольору.

II тип – зерно тонке, довге, вузьке. На підтипи не поділяється.

Зерен іншого типу або підтипу допускається не більше 10 % у I-му типі і не більше 20 % – у II-му типі. В інших випадках партію визначають як суміш типів або підтипів із зазначенням їх складу у відсотках. Зерно вівса зі зміненим природнім кольором або з кінцями, що потемніли, номером типу і підтипу не позначають і визначають його як “потемніле”.

Згідно з ДСТУ 4963:2008 зерно вівса поділяють на чотири класи. Перші три – призначені для перероблення на крупи та інші продовольчі потреби, четвертий – на кормові потреби. Окремий

напрям використання – вироблення солоду в спиртовому виробництві.

Зерно вівса, що вирощене на полях без застосування пестицидів і призначене для виготовлення продуктів дитячого харчування, має відповідати вимогам 1-го класу.

Для визначення типового складу беруть наважку зерна вівса масою 25 г, виділену з середньої проби. З наважки вручну виділяють зерна різних типів і підтипів, зважують, перераховують у відсотки.

### 9.1.1. Завдання

1. Визначити типовий склад зерна вівса.

2. Одержані результати подають у вигляді таблиці 18, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 18 – Результати визначення типового складу зерна вівса

Тип	Підтип	Характеристика зерна	Колір	Маса, г	Вміст, %
I	1				
	2				
II					
Суміш					

### 9.2. Визначення типового складу проса

Відповідно до ГОСТ 22983-88 “Просо. Требования при заготовках и поставках” [30] зерно проса залежно від кольору квіткових плівок поділяють на три типи:

I тип – білого та кремового кольору;

II тип – від світло-червоного до темно-червоного та коричневого;

III тип – від золотисто-жовтого до темно- та сірувато-жовтого.

У кожному типі допускається домішка проса іншого типу не більше 10 %. За перевищення цієї величини партія визначається як суміш типів з поданням складу у відсотках.

Для визначення типового складу беруть наважку 10 г, розбирають її вручну, зважують окремі фракції, отримані дані перераховують у відсотки.

### 9.2.1. Завдання

1. Визначити типовий склад зерна проса.
2. Одержані результати подають у вигляді таблиці 19, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 19 – Результати визначення типового складу зерна проса

Тип	Колір	Маса, г	Вміст, %
I			
II			
III			

### 9.3. Визначення типового складу зерна рису

Відповідно до ДСТУ 4965:2008 “Рис. Технічні умови” [31] зерно рису залежно від лінійних розмірів поділяється на чотири типи, які зокрема, поділяються на підтипи за консистенцією ендосперму зерна. Для визначення типового складу беруть наважку зерна масою 20,00 г і виділяють зерна, які належать до окремих типів та підтипів. Отримані фракції зважують, перераховують у відсотки.

#### 9.3.1. Завдання

1. Визначити типовий склад отриманого зразка зерна рису.
2. Одержані результати подають у вигляді таблиці 20, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 20 – Результати визначення типового складу зерна рису

Тип	Підтип	Відношення довжини не лущеного зерна до ширини		Консистенція ядра (склоподібність, %)		Маса	
		за ДСТУ 4965:2008	фактично	за ДСТУ 4965:2008	фактично	г	%
I	-						
II	-						
III	1						
	2						
IV	1						
	2						

Рис кожного типу залежно від наявності або відсутності остей позначають номером типу з додаванням слова “остистий” або “безостий”.

Склоподібність зерна рису визначають за ГОСТ 10987-76 на діафаноскопі.

#### **9.4. Визначення типового складу гороху**

Відповідно до ДСТУ 4523:2006 “Горох. Технічні умови” [32] насіння гороху залежно від призначення та ботанічних ознак поділяється на два типи: I – продовольчий, II – кормовий. Продовольчий, зокрема, поділяється на два підтипи: 1 – жовтий різних відтінків, 2 – зелений різних відтінків. Характерна ознака гороху продовольчого – сім’ядолі просвічуються крізь насінневу оболонку. II тип на підтипи не поділяється, використовується для виробництва комбікормів і може бути однотонного (від бурого до чорного) кольору або мати на насінній оболонці різноманітні малюнки. Характерно, що у насінні гороху II типу насіннева оболонка не просвітлюється.

У кожному типі допускається домішка гороху іншого типу або підтипу не більше 7 %. За перевищення цієї величини партія вважається як “суміш типів” з поданням складу у відсотках.

Для визначення типового складу гороху беруть наважку масою 100 г і виділяють всі биті зерна. Цілі зерна гороху зважують і розбирають на типи і підтипи. При цьому всі зерна, що мають малюнок, крапки, навіть у незначній кількості, відносять до гороху II-го типу. Потім зважують зерно основного типу або підтипу, домішки інших типів і підтипів, результати виражають у відсотках.

##### **9.4.1. Завдання**

1. Визначити типовий склад партії гороху.

2. Одержані результати подають у таблиці 21, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 21 – Визначення типового складу насіння гороху

Тип і назва	Підтип	Колір	Маса, г	Вміст, %
I – продовольчий	1			
	2			
II – кормовий				
Суміш				



## 9.5. Визначення типового складу квасолі

Квасоля продовольча відповідно до ГОСТ 7758-75 [33] поділяється на типи і підтипи залежно від кольору та форми. *Нетиповими* вважаються насінини квасолі з невеликими відхиленнями від основної характеристики, наприклад: біла з кольоровим малюнком біля рубчика.

Для визначення типового складу беруть наважку насіння квасолі масою 100 г. Відбирають біте насіння, що залишилось, зважують і розбирають на типи та підтипи.

### 9.5.1. Завдання

1. Визначити типовий склад партії квасолі.
2. Результати визначення заносять до таблиці 22, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

Таблиця 22 – Результати визначення типового складу квасолі

Тип	Підтип	Форма		Розміри довжина/товщина		Маса	
		За ГОСТ 7758-75	фактично	За ГОСТ 7758-75	фактично	г	%
I – квасоля біла	1 – бомба						
	2 – перловка						
	3 – біла овальна						
	4 – змійка						
	5 – рачки						
	6 – лопата						
II – квасоля кольорова однотонна	1 – зелена						
	2 – коричнева						
	3 – червона						
	4 – інші однорідного кольору						
III – квасоля строката	1 – строката світла						
	2 – строката темна						

## 9.6. Визначення типового складу кукурудзи

Типи кукурудзи визначають за кольором і формою зерна [34] (табл. 23). Типи визначають із зерна взятого з середньої частини початку. Початки із зерна блідо-рожевого кольору відносять до типу білозерної кукурудзи. Початки із зерном жовтого кольору різних відтінків (блідо-жовтого, оранжевого) зараховують до типів жовтозерної кукурудзи. Якщо зустрічаються початки із зернами, неоднаковими за консистенцією і кольором, то тип зерна визначають відповідно до форми, консистенції і кольору основної маси зерна в початках.

Для визначення типу кукурудзи в зерні, із середньої проби після обмолоту початків виділяють смітні домішки і всі биті зерна, а потім беруть наважку 50 г. До наважки включають цілі зерна, а також, і зерна, які належать до зернової домішки. Не включають у наважку зерна неправильної форми, які розміщені на кінцях початка. Розбирають наважку, відокремлюючи зерна основного типу та інших типів, які мають контрастне забарвлення (біле в жовтому і навпаки).

Таблиця 23– Типи зерна кукурудзи

Тип	Колір і форма зерна	Вміст зерна інших типів, %
1–зубоподібна жовта	Жовтий, оранжевий, жовтий з білою верхівкою. Переважно довгаста зі скошеними боками, сплюснена, на верхівці зерна вм'ятина.	15, у т.ч. білої не більше 5
2–зубоподібна біла	Білий, палевий, блідо-рожевий. Переважно довгаста зі скошеними боками, сплюснена, на верхівці зерна вм'ятина.	15, у т.ч. білої не більше 7
3–кремениста жовта	Жовтий, оранжевий з білою верхівкою. Верхівка зерна округла, без вм'ятини, зерно блискуче.	15, у т.ч. білої не більше 5
4–кремениста біла	Білий, палевий, блідо-рожевий. Верхівка зерна округла, без вм'ятини, зерно блискуче.	15, у т.ч. жовтої не більше 5
5–напівзубоподібна жовта	Жовтий, оранжевий. Форма перехідна від зубоподібної до кременистої, з ледь помітною вм'ятиною на верхівці або без вм'ятини.	25 у т.ч. білої не більше 5
6–напівзубоподібна біла	Білий, палевий, блідо-рожевий. Форма перехідна від зубоподібної до кременистої, з ледь помітною вм'ятиною на верхівці або без вм'ятини.	25, у т.ч. жовтої не більше 2
7–розлусна біла	Білий. Форма видовжена з дзьобоподібною або округлою верхівкою, зерно гладеньке.	15, у т.ч. жовтої не більше 5
8–розлусна жовта	Жовтий. Форма видовжена з дзьобоподібною або округлою верхівкою, зерно гладеньке.	15, у т.ч. білої не більше 5
9–воскоподібна	Білий, світло-жовтий. Форма зубоподібна й напівзубоподібна.	3

### **9.6.1. Завдання**

1. Визначити типовий склад партії кукурудзи.
2. Результати визначення порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновки про відповідність зразків вимогам.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Вкажіть, на які типи і підтипи за якими ознаками поділяється зерно вівса, проса, гороху, рису.
2. Перелічіть типи і підтипи насіння квасолі.
3. На які типи поділяють зерно кукурудзи.

### **ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ**

до першого модуля

1. За надходження на підприємство неоднорідного за якістю зерна показники якості встановлює лабораторія:

- а) за пробою від кожної окремої партії;
- б) за середньодобовою пробою.

2. Складський документ на зерно і аналізну картку оформляється:

- а) окремо на кожну партію, що надійшла від господарства;
- б) одночасно на декілька партій, які надійшли від господарства.

3. Приймання продукції затареної в мішки стандартною масою проводять:

- а) без їх зважування;
- б) зі зважуванням;
- в) за кількістю місць.

4. Партія зерна це:

а) будь-яка кількість зерна, однорідного за якістю і оформлена одним документом про його якість;

- б) певна кількість зерна, відібрана за один прийом;
- в) будь-яка кількість зерна заданої вологості.

5. Середній зразок це:

- а) маса зерна 2 кг;
- б) сукупність всіх вибірок з партії зерна;
- в) частина вихідного зразка для визначення якості зерна;

6. Середній зразок для оцінки якості зерна може бути:
- а) будь-якої маси;
  - б) 2–3 кг;
  - в) 6–7 кг.
7. Середня проба зерна формується:
- а) на основі наважок зерна;
  - б) через поділ об'єднаної проби;
  - в) апаратом БИС – 1.
8. До запахів розтління зерна належать:
- а) запах ефірних масел;
  - б) комірний;
  - в) запах диму;
  - г) солодовий;
  - д) плісняви;
  - ж) затхлий;
  - з) запах нафтопродуктів;
  - е) гнилісний.
9. Оцінку якості зерна за смаком визначають у випадку коли відчувають:
- а) комірний запах;
  - б) запах плісняви;
  - в) солодовий запах;
  - г) полинний запах.
10. Комірний запах зерна обумовлюється:
- а) анаеробним диханням зерна;
  - б) підвищеною вологістю зерна;
  - в) капілярно-пористою структурою зерна;
  - г) шпаруватістю зернової маси.
11. Допускається до зберігання в одному силосі зерно різних партій з різницею у вологості не більше:
- а) 2 %;
  - б) 3 %;
  - в) 5 %.
12. Для пшениці, жита визначення вологості проводять з попереднім підсушуванням за вологості зерна вищої:
- а) 15,5 %;
  - б) 17 %;
  - в) 20 %.

13. Тривалість попереднього підсушування зерна різних сільськогосподарських культур однієї вологості:

- а) різна;
- б) однакова.

14. Тривалість попереднього підсушування під час визначення вологості зерна різних сільськогосподарських культур від вологості:

- а) залежить;
- б) не залежить.

15. Натура зерна характеризує:

- а) харчову цінність зерна;
- б) хлібопекарські властивості зерна;
- в) борошномельні властивості зерна;
- г) використовується для розрахунку місткості силосів, дозаторів;

- д) використовується для визначення активності  $\alpha$ -амілази;
- є) питому масу зерна.

16. Пшениця з натурою меншою 730 г/л на сортові помели:

- а) використовується;
- б) не використовується.

17. Крупна смітна домішка зерна – це компоненти смітної домішки, які залишилися на ситі з отворами діаметром:

- а) 1 мм;
- б) 1,5 мм;
- в) 6 мм;
- г) 8 мм.

18. Крупну смітну домішку в зерні виділяють з:

- а) середнього зразка;
- б) робочої наважки.

19. Вміст очевидно вираженої смітної і зернової домішок проводять шляхом ручного сепарування:

- а) середнього зразка;
- б) робочої наважки.

20. Робоча наважка (г) для виділення очевидно вираженої смітної і зернової домішок різних культур:

- а) тотожна;
- б) різна.

## МОДУЛЬ 2. ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС РІЗНОГО ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

### Заняття 10 ОЦІНКА РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ДООЧИСТКА ЗЕРНА

**Мета:** ознайомитись з проходженням процесів очистки, сушіння та проведення активного вентиляювання.

У результаті проведення занять студент має знати, як проводяться розрахунки продуктивності зерноочисних машин, сушарок та підтримання режимів зберігання за вентиляювання. Вміти розраховувати продуктивність зерноочисних машин (рис. 6), процесу сушіння та режими зберігання за вентиляювання.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зернові суміші різної засміченості, зразки зерна до сушіння і після, набори лабораторних сит, ваги, психрометри Августа або Ассмана, гігрометр чи гігрограф, номограми, таблиці, зерноочисні машини різних конструкцій (навчання проводяться у навчально-дослідному господарстві).

#### 10.1. Розрахунок продуктивності зерноочисних машин

У технічних характеристиках зерноочисних машин продуктивність їх роботи наведена за 1 год чистого часу роботи із зерном пшениці з чистотою 96 % або засміченістю 4 % та вологістю 16 %. У разі зміни чистоти зерна на 1 % продуктивність машин змінюється на 2 %, а за аналогічної зміни його вологості – на 3 %.



Рис. 6. Зерноочисна машина АСМ-40.

Розраховуючи продуктивність роботи зерночисних машин з іншими культурами, використовують коефіцієнти еквівалентності: для насіння овочевих культур – 0,1; насіння трав – 6,2; проса – 0,3; гречки – 0,5; вівса, рису, сочевиці – 0,6; ячменю – 0,8; жита – 0,9; гороху – 1,0; квасолі – 1,2.

Оцінку якості роботи машини визначають за ступенем виділення домішок та втратами зерна у відходах. Ступінь очищення зерна ( $C_0$ ) розраховують за формулою:

$$C_0 = \frac{A_1 + A_2 + A_n}{B_1 + B_2 + B_n},$$

де  $A_1, A_2, A_n$  – обсяг виділених домішок різних видів, %;

$B_1, B_2, B_n$  – вміст домішок різних видів (по кожному окремо) в зерні до очищення, %.

Втрати зерна у відходах визначають з відношення повноцінного зерна у відходах до маси відходів [19, 35].

## 10.2. Технологічні розрахунки процесу сушіння зерна

З підвищенням температури повітря збільшується його здатність утримувати вологу у вигляді пари. За підвищення вологості та зниження відносної вологості повітря створюються сприятливі умови для випаровування вологи із зерна та переходу водяної пари в зовнішнє газоповітряне середовище.

*Принцип роботи зерносушарок.* Зовнішнє повітря нагрівається і подається до зернової маси або домішується до гарячих (600 °C) топкових газів; утворюється газоповітряна суміш, яка подається в сушарку. Зовнішнє повітря домішується в різних співвідношеннях, залежно від потрібного режиму сушіння, температури нагрітого та зовнішнього повітря. Газоповітряна суміш чи нагріте повітря подається до заповненої зерном камери сушарки. Теплоносій, піднімаючись угору, нагріває зерно, вбирає вологу, що випаровується із зерна, і відводиться за межі камери. З підвищенням температури зерна переміщення водяної пари з внутрішніх шарів до поверхні прискорюється. У сушарках шахтного, барабанного типу зерно в камерах перемішується, що прискорює сушіння (рис. 7).

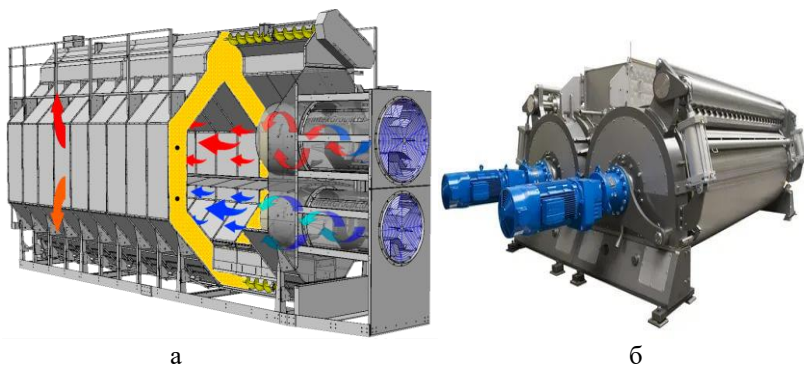


Рис. 7. **Зерносушарки** (а–шахтна, б – барабанна).

Швидкість сушіння зерна і температурний режим залежать від будови зерна, його хімічного складу, вологості та зрілості. Свіжозібране зерно та зерно з підвищеною вологістю більш чутливе до високих температур. Збільшення температури зерна понад 38–45 °С (залежно від культури) може призвести до погіршення його властивостей. Зерно на насіння потребує особливого режиму сушіння.

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

Рогоподібна оболонка зерна кукурудзи в качанах погано пропускає вологу, а вологість стрижня качана під час збирання завжди більша, ніж зерна. Ці особливості враховують за визначення режиму сушіння зерна чи кукурудзи в качанах.

Насіння конюшини, люцерни дуже дрібне, погано продувається потоком повітря, його сушать, змішуючи з сухим вівсом, ячменем, а невеликі партії розсипають тонким шаром, піддаючи дії навколишнього середовища (повітря, сонячних променів).

Перед сушінням зерно завантажують в камеру, регулюють випускний апарат, вмикають топку. Потім вентилятором подають повітря, доводять його температуру до заданої. На початку роботи



через кожні 15–20 хв перевіряють температуру теплоносія. Стежать за якістю зерна спочатку за зовнішнім виглядом, а за встановлення режиму температури теплоносія – за допомогою термометра. Температуру теплоносія перевіряють за термометром, розміщеним у трубопроводі, до надходження повітря в камеру. За сушіння зерна продовольчої пшениці, крім температури, визначають кількість і якість клейковини, а насіння – схожість. Якщо режим сушіння певної партії зерна лише пробують встановити, краще починати з менш цінного зерна. Щодо партій особливо цінного зерна, то обов'язково слід пересвідчитись, що його якості не погіршаться внаслідок сушіння, а вологість знизиться до заданої величини.

Для вимірювання температури зерна проби беруть спеціальним ковшем із коробів нижнього відвідного ряду сушильної камери (з шахтних сушарок) чи відразу при виході з барабана (з барабанних сушарок). Проби вміщують у дерев'яний ящик (15X15X25 см), що має кришку з отвором, у який вставляють термометр. За визначення максимальної температури нагріву 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 посівного матеріалу для аналізу вологості та схожості відбирають при виході з сушарки (після охолоджувальної камери чи колонки).

У висушеному зерні не має бути зерен підгорілих, з тріснутими чи здутими оболонками, із запахом диму чи сірчистого газу, з нальотом незгорілих частинок палива, запарених (з сирію або розбухлою оболонкою), із зменшенням кількості і зниженням якості клейковини, битих. Наявність зерен з тріснутими, здутими оболонками або підгорілих свідчить про порушення режиму сушіння, погану роботу випускної системи. Якщо і після її регулювання таке зерно є, то продовжують регулювати температуру теплоносія.

За наявності запарених зерен підвищують температуру теплоносія. За зменшення кількості і зниження якості клейковини в зерні пшениці перевіряють рівномірність нагріву зерна в різних частинах сушильної камери.

Після закінчення сушіння визначають втрати маси  $X$  (%) 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, %.

Масу зерна після сушіння  $M_2$  (г) можна визначити за формулою:

$$M_2 = \frac{(100 - W_1) \times M_1}{100 - W_2},$$

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

Абсолютна вологість теплоносія під час сушіння підвищується за рахунок виділеної зерном води. Отже, інтенсивність сушіння зерна і ефективність процесу сушіння загалом визначаються зміною абсолютної вологості теплоносія. Його відносна вологість 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 певної сушарки визначають за продуктивністю вентилятора, тобто за кількістю повітря, що подається в сушильну камеру за годину.

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 води, тому абсолютна вологість відпрацьованого повітря така сама, як і при вході в сушарку. На початку сушіння, коли в зерні багато вільної води, абсолютна вологість повітря зростає більш істотно, ніж надалі. Залежність між поданням теплоносія і виділенням води із зерна прямо пропорційна.

Абсолютну вологість (тиск водяної пари за повного насичення) можна визначити за показником відносної вологості.

Продуктивність зерносушарок вимірюють в планових тоннах. Під плановою тонною розуміють 1 т просушеного зерна за зниження його вологості на 6 %. У характеристиках зерносушарок їх продуктивність також виражена в планових тоннах [19].

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 – 0,5; посівного матеріалу всіх культур – 0,5; гречки – 1,2; кукурудзи – 0,6; вики, сочевиці, рису – 0,3–0,4; бобів, люпину, квасолі – 0,1–0,2.

### 10.3. Розрахунки під час проведення вентилявання зерна

Активним вентиляванням здійснюють підсушування, охолодження, обігрів, газацию, дегазацию зерна. Активне вентилявання ефективне за дотримання відповідного режиму, що визначається температурою, відносною вологістю повітря, висотою насипу, питомою подачею повітря, його тривалістю. Одним з основних чинників є питома подача повітря-відношення кількості повітря, м<sup>3</sup>, що проходить через насип зерна за 1 год, до кількості вентиляваного зерна, т. (табл. 24).

Таблиця 24 – Розмір мінімальної подачі повітря та максимальної висоти насипу за вентилявання зерна різної вологості

Культура	Вологість зерна, %	Питома подача повітря, м <sup>3</sup> . (т/год)	Висота насипу, м
Пшениця	16	30	3,5
Жито, овес	18	40	2,5
Кукурудза	22	80	2,0
Соняшник	16	30	3,7
	20	60	2,0
	22	80	2,0
Кукурудза (в качанах)	18	30	3,5
	20	40	3,0
	25	45	2,5
	30	50	2,2
	35	55	1,8
Соя	40	60	1,5
	15	160	
	16	190	
	17	220	
	18	300	
	19	360	
Просо	20	345	
	16	30	2,0
	18	40	2,0
	20	60	1,8
	22	80	1,6

За влаштування нових установок для вентилявання слід проводити розрахунки необхідного робочого майданчика для конкретного вентилятора (табл. 25).

Сушіння зерна вентиляванням, особливо не підігрітим повітрям, ефективно за вологості зерна не вище 3–4 % за критичну. У процесі сушіння зерна висоту насипу іноді змінюють.

Таблиця 25 – Основні технічні характеристики відцентрованих вентиляторів

Вентилятор		Максимальна потужність, м <sup>3</sup> /год	Загальний тиск, Н/м.кв.	Потужність електродвигуна, кВт
серія	номер			
ЭВР	4	8750	1100	4,5
ВР	6	19000	1200	10,0
Ц6-46	5	8500	1160	4,5
Ц6-46	7	15500	1000	7,0
Ц9-55	6	20000	1050	10,0
Ц9-55	8	36000	1050	20,0
Ц13-50	4	12000	1200	7,0
Ц13-50	5	15000	900	7,0
Ц6-45	5	7250	1100	4,5
Ц6-45	8	20000	1220	14,0
Ц9-57	4	8750	1050	4,5
Ц9-57	6	19750	1030	10,0
Ц9-57	8	35000	1050	20,0
Ц4-70	5	9000	900	2,8
Ц4-70	8	23000	1020	7,0
Ц4-70	12	60000	1800	20,0

За відносної вологості повітря понад 60–65 % його обов'язково підігрівають для потреб вентилявання. Величину підігріву розраховують з огляду на те, що за зміни температури на 1 °С відносна вологість повітря змінюється на 5 %.

Зерно рису сушити важче через наявність повітряного прошарку між плівкою та ядром зерна. При цьому застосовують високі питомі подачі повітря. За низької відносної вологості повітря подачу повітря знижують і навпаки [19].

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

Кількість водяної пари в атмосферному повітрі вимірюється її масою в одиниці об'єму повітря і називається *абсолютною* воло-

гістю повітря. Її вимірюють у грамах на 1 м<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>) або в міліметрах ртутного стовпа (мм рт. ст.). Останні показують парціальний тиск водяної пари. *Парціальним* називається 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 до тиску насиченої водяної пари за тієї ж температури становить *відносну вологість повітря*  $\omega$  %, яку визначають за формулою:

$$\omega = \frac{e}{E} 100,$$

де  $e$  – абсолютна вологість, г/м<sup>3</sup>;

$E$  – тиск насиченої водяної пари за тієї ж температури, г/м<sup>3</sup>.

З підвищенням температури повітря його вологоємність збільшується.

Температуру, при якій за вмістом водяної пари повітря набуває стану насиченості, називають *точкою роси*.

На практиці відносну вологість повітря визначають психрометром, який складається з сухого та мокрого термометрів і таблиці. Більш точні 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.

Під час вентилування зерна потрібно знати його рівноважну вологість за певних умов. Для її визначення використовують планшетки і номограми. За двома шкалами лівого боку шкали температур за сухим та мокрим термометрами визначають абсолютну вологість повітря; з правого боку залежно від абсолютної вологості та температури зерна визначають рівноважну вологість зерна. Якщо остання нижча від фактичної вологості зерна (навіть на 1 %), то вентилування вважають доцільним.

Необхідність проведення вентилування слід перевіряти через кожні шість, а за нестійкої погоди – через кожні три години. 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 °С), але за невеликої різниці температур за психрометром, ефективність сушіння низька (може призвести навіть до підвищення вологості зерна).

Таблиця 26 – Швидкість сушіння свіжозібраного зерна при вентиляванні атмосферним повітрям вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup> (т/год)

Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за добу							
	першу		другу		третю		четверту	
	загалом	за 1 год	загалом	за 1 год	загалом	за 1 год	загалом	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	-	-
17	7,2	0,300	15,4	0,321	-	-	-	-
16	8,2	0,342	-	-	-	-	-	-

Для сушіння вентиляванням необхідно, 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 і зерна, так і від питомої подачі повітря.

Враховуючи дані таблиці 26, приблизна втрата вологи під час підсушування зерна вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup>/год для зернових культур буде становити відповідно до даних таблиці 27.

Таблиця 27 - Швидкість сушіння зерна за вентилявання атмосферним повітрям вентилятором з продуктивністю 100 м<sup>3</sup> (т/год)

Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за 1 год	Вихідна вологість зерна, %	Зниження вологості, % за 1 год
15	0,380	25	0,125
16	0,342	26	0,121
17	0,300	27	0,118
18	0,257	28	0,116
19	0,219	29	0,115
20	0,190	30	0,114
21	0,167	31	0,113
22	0,150	32-35	0,112
23	0,139	36-50	0,111
24	0,131		

Активним вентиляванням проводять також охолодження зернової маси (табл. 28). Зниження температури зерна (навіть за умо-

ви, що її вологість не перевищує базисну норму) зумовлює зменшення інтенсивності його дихання, а отже, і зменшення втрат. Тому, бажано охолоджувати будь-яке зерно, особливо підвищеної вологості. Ефективним є охолодження зерна на кормові цілі, яке після охолодження можна використати плющеним без проміжного висушування. У разі охолодження за допомогою установок для активного вентилявання використовують холод спеціальних рефрижераторних установок або добовий перепад температур.

Таблиця 28 – Тривалість охолодження зернової маси вентиляванням

Різниця температур зерна і повітря, °С	Об'єм повітря, що подається, м <sup>3</sup> (т/год)					
	20	40	60	80	100	120
	середня швидкість охолодження зерна, °С /год, за					
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

За охолодження зерна строки його безпечного зберігання значно подовжуються. Для охолодження 1 т зерна потрібно близько 2000 м<sup>3</sup> повітря.

Для вентилявання підігрітим повітрям використовують установки ВП-300, ВП-400, а також будь-який вентилятор з калорифером [19].

#### 10.4. Завдання

Приклад розв'язання задач за визначення тривалості очистки, сушіння та активного вентилявання для підсушування та охолодження:

**1.** Визначити тривалість очистки зерна жита масою 100 т на зерноочисній машині ОВС-25, якщо його вологість 20 %, чистота 81 %.

Зниження продуктивності машини через зміну вологості:

Кожен відсоток зміни вологості партії зерна змінює продуктивність зерноочисних машин на 3 %. Тому зміну продуктивності за вологістю визначають за формулою:

$$ЗПв=(W_n-W_f) \times 3\%=(16-20) \times 3=-12,$$

де  $W_n$  – планова вологість партії зерна, за якої проводили визначення продуктивності машини, %;

$W_f$  – фактична вологість партії зерна, %.

Зниження продуктивності машини за рахунок зміни засміченості:

Кожен відсоток зміни чистоти партії зерна змінює продуктивність зерноочисних машин на 2 %. Тому зміну продуктивності за чистотою визначають за формулою:

$$ЗПс=(Дп-Дф) \times 2\%=(4-13) \times 2=18 \%,$$

де Дф – фактичний вміст смітної домішки, %, яка дорівнює 100%-Ч=100%- 81%=19%;

Дп – плановий вміст домішок за яких проводили визначення продуктивності машини, %.

Загальна зміна продуктивності буде становити:

$$ЗП=ЗПв+ЗПс=-12+(-18)=-30.$$

В усіх розрахунках мінусове значення вказує на зменшення продуктивності машини, плюсове - на збільшення продуктивності.

Продуктивність зерноочисної машини ОВС–25 (ФП), врахувавши зміну продуктивності за вологістю і засміченістю, буде становити:

$$\text{ФП}=(\text{ПП}+(\text{ПП} \times \text{ЗП}:100)) \times \text{К}=25 \text{ т/год}+(25 \text{ т/год} \times (-30\%):100\%) \times 0,9=15,75 \text{ т/год},$$

де ПП – планова продуктивність, наведена у технічних характеристиках зерноочисних машин за 1 год чистого часу роботи із зерном пшениці з відповідною чистотою та вологістю, т/год;

ЗП – загальна зміна продуктивності зерноочисної машини, %;

К – коефіцієнт еквівалентності для культури.

Тривалість очистки буде становити:

$$T=m:\text{ФП}=100 \text{ т}:15,75 \text{ т/год}=6,34 \text{ год.}$$

Отже, для очистки машиною ОВС-25 100 т жита з вологістю 20 % і чистотою 81 % необхідно 6,34 год.

**2.** Визначити тривалість сушіння зерна жита масою 100 т в зерносушарці СЗС-8 з початковою вологістю 18 % до вологості 14 %.

Визначаємо обсяг роботи зерносушарки в планових тоннах (Мп). Коефіцієнт переведення об'єму просушеного зерна з фізичних тонн у планові залежно від вологості до і після сушіння становить 0,8. Надалі фізичну масу зерна множать на коефіцієнт і отримують обсяг роботи в планових тоннах:

$$Mn.m.=M \times K=100M \times 0,8=80 \text{ планових тонн.}$$



Для визначення фактичної продуктивності зерносушарки в планових тоннах для жита потрібно планову продуктивність сушарки помножити на перевідний коефіцієнт:

$$\text{ФПс} = \text{ППс} \times \text{Кп.с.} = 8 \text{ т/год} \times 1,1 = 9,09 \text{ год.}$$

$$\text{Тс} = \text{Мп.м.} : \text{ФПс} = 80 \text{ т} : 8,8 \text{ т/год} = 9,09 \text{ год.}$$

Отже, для сушіння 100 т зерна жита з вологістю 18 % до вологості -14 % в зерносушарці СЗС-8 необхідно 9,09 год.

### **Запитання для самоперевірки**

1. З яких компонентів складається зернова маса?
2. З урахуванням яких чинників підбирають зерноочисні машини?
3. Які є способи сушіння зерна?
4. Від чого залежить режим сушіння зерна?
5. Яка мета активного вентилявання?
6. Які умови потрібно виконати, щоб проводити вентилявання зернових мас?

## **Заняття 11**

### **ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСХОВИЩАХ ТА ЙОГО КІЛЬКІСНИЙ І ЯКІСНИЙ ОБЛІК**

**Мета:** ознайомитись з вимогами до зерносховищ, що призначені для зберігання зернової продукції та методикою проведення розрахунків втрат зерна сільськогосподарських культур під час зберігання.

У результаті проведення занять студент має вивчити вимоги до сховищ для зберігання зерна сільськогосподарських культур і вміти проводити розрахунки втрат зерна під час зберігання.

#### **11.1. Будова зерносховищ і розрахунок їх місткості**

Зерно можна зберігати впродовж тривалого часу лише в типових сховищах, вимоги до яких пов'язані з особливостями зерна та насіння. Приміщення зерносховищ мають бути сухими, чистими, добре вентиляваними, непроникними для птахів, гризунів, гідро-і термоізолюваними, а 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 процеси – приймання, сушіння, очищення, завантажування, вивантажування – повністю механізовані і автоматизовані. Потужна аспіраційна система елеваторів забезпечує необхідні санітарні умови для працюючих. На комплексних механізованих складах з використанням стаціонарної механізації близько 30 % робіт з відвантаження зерна здійснюють за допомогою пересувних механізмів, а на складах, обладнаних лише верхньою галереєю – 100 %. На механізованих складах операції здійснюються засобами пересувної механізації та вручну [19, 35].

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

У системі хлібоприймальних пунктів поширені зернові комплексні механізовані зерносховища та елеватори (табл. 29). Під час конструювання зерносховищ враховують питому масу, сорбційні властивості зернових мас, кут природного скоочування зерна. Ці показники визначають міцність конструкцій, висоту сховища, набір певних механізмів та ін.

Сухе зерно продовольчого призначення можна зберігати в силосах, інших типах сховищ з необмеженою висотою. Посівний матеріал зберігають шарами різної висоти залежно від шпаруватості зернової маси і наявності системи вентиляції. Якщо останньої немає, таке зерно зберігають шаром не вище 2–3 м, або у тарі висотою 6–8 мішків. Свіжозібране зерно зберігають насипом не вище 2,5 м (рядове) і 1,5 м (насіenne).

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, викладених не на фундамент, а безпосередньо на ґрунт. Однак така підлога, через надмірну теплопровідність, зумовлює появу конденсованої вологи і не є надійним ізолятором.

Стіни зерносховища мають бути рівними, без щілин, щоб запобігти скупченню пилу та шкідників, сухими, зручними для проведення всіх операцій, зокрема дезінсекції.

Перевагу надають залізобетонним, бетонним, цегляним, оштукатуреним стінам. Допускаються дерев'яні безпустотні стіни за умови ретельного з'єднання дощок у швах, щоб виключити затікання дощової води, та витікання зерна. Зерно, особливо насінневого призначення, не має доторкатись до стін, тому засіки будують на відстані 50–80 см від стін.

Покрівля зерносховища має бути водонепроникною, світлою, щоб не допустити нагрівання. 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.

Таблиця 29 – Техніко-економічна характеристика зерно- і насіннесховищ

Тип	Місткість, т	Площа забудови, м <sup>2</sup>	Характеристика
1	2	3	4
Насіннесховище	1300	1238	Одноповерхове, із збірного залізобетону, зберігання в засіках чи тарі, є відділення для протруєння та зберігання протрусеного насіння.
«-«-«-«	2300	1888	Оснащене верхньою і нижньою галереями, активне вентилування засіків. Продуктивність приймання 20 т/год.
«-«-«-«	1000	760	Конструктивно подібне до попереднього, не має відділення для протруєння.
«-«-«-«	2000	1408	Те саме
«-«-«-«	500	583	Має робочу башту для приймання, зважування, протруєння, затарювання, верхній та нижній конвєсери, активне вентилування, приймає 20 т/год, протрує 10 т/год, фундаменти бутобетонні, підлога асфальтована, стіни та балки дерев'яні, для залікового зберігання. Фундаменти і приміщення із збірного залізобетону, перегородки цегляні, підлога асфальтована.
«-«-«-«	1000	918	
«-«-«-«	1500	1313	
«-«-«-«	2000	1583	
«-«-«-«	500	577	
«-«-«-«	1000	906	
«-«-«-«	1500	1233	
«-«-«-«	2000	1563	
«-«-«-«	2000	1477	

1	2	3	4
Механізований зерносклад	5000	794	Для кормового зерна з 4 секцій по 1250 т, має вентиляцію, колони, балки, перекриття залізобетонні, стіни і перегородки цегляні. Продуктивність приймання 50 т/год.
Насіннесховище	1500	794	Має металеві бункери (44 шт.), відділення для протрусення, затарювання, зберігання в штабелях 150 т насіння. Повністю механізоване. Приймає 10т/год. Фундамент, колони та балки із залізобетону, стіни і перегородки цегляні, покрівля із шиферу.
Зерносклад бункерного типу	3600	473	Має фундамент, каркас під силосним поверхом, покриття із збірного залізобетону.
Зерносховища з силонами	200	762	Споруда із залізобетону. Повністю механізоване. Має чотириповерхове очисне, одноповерхове сушильне відділення з 12 силосами, що обладнані активним вентиляванням. Складська частина – 48 силосів, 7,2 м заввишки.

## 11.2. Кількісний і якісний облік зерна під час зберігання

*Облік свіжозібраного зерна і спостереження за ним.* За показниками вологості та засміченості зерна, яке надходить з поля, визначають технологію його подальшої обробки і розраховують суму списання втрат внаслідок зміни в масі зерна після його сушіння та очищення. Тому в міру надходження на тік від кожної партії зерна відбирають зразки, аналізують їх на місці, а зразки особливо цінного насінневого матеріалу відправляють для аналізу до контрольно-насінної лабораторії. Втрату маси зерна за зміну його вологості під час післязбиральної обробки (X) визначають за формулою:

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

де W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> – вологість зерна відповідно до і після обробки, %.

Втрату маси, внаслідок видалення смітної домішки понад списаний обсяг зерновідходів (дрібно́го, битого, щуплого зерна) (X1) визначають за формулою:

$$X1 = \frac{(a1 - a2) \times (100 - X)}{100 - a2},$$

де a1, a2 – вміст смітної домішки в зерні відповідно до і після очищення, %;  
X – втрата маси від зниження вологості, %.

Якщо після первинної післязбиральної обробки проводять доочищення зерна, то, крім першого списання втрати маси, аналогічно визначають втрату після чергової обробки (активного вентилявання, вторинного очищення тощо). Під час тривалого зберігання насіннєвого матеріалу може збільшуватись його вологість, особливо у весняний період. Величину збільшення маси партії зерна (X2) визначають за формулою:

$$X2 = \frac{100(W2 - W1)}{100 - W2},$$

де W1, W2 – вологість зерна відповідно до і після зберігання, %.

Природні втрати зерна спостерігаються під час його зберігання внаслідок дихання. Норми природних втрат залежать від культури, способу і строку зберігання зерна (табл. 30). Ними користуються за списання втрат наприкінці зберігання зерна після проведення розрахунків зміни маси внаслідок зміни вологості та вмісту смітної домішки [19].

Таблиця 30 – Обмежувально-контрольні норми природних втрат під час зберігання зерна, %

Зерно (насіння) і продукти його переробки	Строк зберігання	На складах		В елеваторах	На пристосованих майданчиках
		насіпом	у тарі		
1	2	3	4	5	6
Пшениці, жита, ячменю	До 3 міс.	0,07	0,04	0,05	0,12
	До 6 міс.	0,09	0,06	0,07	0,16
	До 1 року	0,12	0,09	0,10	-
Вівса	До 3 міс.	0,09	0,05	0,06	0,15
	До 6 міс.	0,13	0,07	0,08	0,20
	До 1 року	0,17	0,09	0,12	-
Гречки, рису (необрушеного)	До 3 міс.	0,08	0,05	0,06	-
	До 6 міс.	0,11	0,07	0,08	-
	До 1 року	0,15	0,10	0,12	-

Продовження табл. 30

1	2	3	4	5	6
Проса, чумизи, сорго	До 3 міс.	0,11	0,06	0,07	-
	До 6 міс.	0,15	0,08	0,09	0,14
	До 1 року	0,19	0,10	0,14	0,19
Кукурудзи	До 3 міс.	0,13	0,07	0,08	0,18
	До 6 міс.	0,17	0,10	0,12	0,22
	До 1 року	0,21	0,13	0,16	-
Кукурудзи в качанах	До 3 міс.	0,25	-	-	0,45
	До 6 міс.	0,30	-	-	0,55
	До 1 року	0,45	-	-	0,70
Гороху, сочевиці, бобів, квасолі, вики, сої	До 3 міс.	0,07	0,04	0,05	-
	До 6 міс.	0,06	0,06	0,07	-
	До 1 року	0,12	0,08	0,10	-
Соняшнику	До 3 міс.	0,20	0,12	0,14	0,24
	До 6 міс.	0,25	0,15	0,18	0,30
	До 1 року	0,30	0,20	0,23	-
Інших олійних культур	До 3 міс.	0,10	0,08	-	-
	До 6 міс.	0,13	0,11	-	-
	До 1 року	0,17	0,14	-	-
Крупи	До 3 міс.	-	0,04	-	-
	До 6 міс.	-	0,06	-	-
	До 1 року	-	0,09	-	-
Борошно	До 3 міс.	-	0,05	-	-
	До 6 міс.	-	0,07	-	-
	До 1 року	-	0,10	-	-
Висівки	До 3 міс.	0,20	0,012		
	До 6 міс.	0,25	0,16		
	До 1 року	0,35	0,20		

Якщо зерно відпускали із складу для реалізації, то перед розрахунком природних втрат потрібно визначати середню тривалість його зберігання. Для цього суму щоденних чи помісячних (за зберігання понад 90 діб) залишків зерна ділять на його кількість, визначену за відпуском зважуванням з додаванням залишку. За тривалості зберігання до 90 діб норму втрат (ХЗ) розраховують за формулою:

$$XZ = \frac{Ht}{90},$$

де Н – норма втрат (за таблицею 30 – до 3 міс. включно), %;

t – тривалість зберігання, діб.

За середньої тривалості зберігання понад 90 діб норму природних втрат (X4) визначають за формулою:

$$X4 = H \frac{\delta e}{t},$$

де  $H$  – норма втрат за попередній строк зберігання, %;

$\delta$  – різниця між найвищою для даного строку зберігання та попередньою нормами втрат, %;

$e$  – різниця між середнім строком зберігання даної партії та встановленим строком для попередньої норми;  $t$  – кількість місяців зберігання, до якої належить різниця між нормами втрат.

Після розрахунку норм здійснюють списання втрат. Наведені формули можна використовувати щодо партій зерна, маса яких у процесі зберігання не змінюється. В іншому випадку визначають середній строк зберігання в днях (якщо він не перевищує 3 міс.) або в місяцях.

Якісний облік зерна включає спостереження за його температурою, вологістю, зараженістю шкідниками, зміною органолептичних показників. Температуру свіжозібраного зерна, якщо воно вологе чи сире (перші 3 міс. після збирання) вимірюють щодня; зерна середньої сухості – один раз на 3 доби; сухого зерна – не рідше одного разу за 15 діб; вологого та сирого, що зберігається за температури, нижчій за 10 °С – двічі на декаду.

Температуру вимірюють за допомогою залізних чи дерев'яних термоштанг. Для вимірювання температури зерна на великій глибині зернового насипу застосовують додаткову штангу, що нагвинчується на штанговий термометр. Спостереження ведуть за кожним засіком. Якщо зерно насипано шаром 1,5 м, можна виміряти температуру в одному шарі, а від 1,5 до 2 м – не менш ніж у двох шарах. Термометри встановлюють у захищених від прямих сонячних променів місцях. Тривалість вимірювання – 25–30 хв.

Для вимірювання температури зерна, що зберігається, використовують також електротермометри ЕТЗ-58, які складаються з термошупа, з'єднувального кабелю, вимірювального приладу та двох дерев'яних футлярів. Термошуп – триметрова розбірна металева штанга трубчастого типу з датчиком на кінці. На зовнішній поверхні штанги через кожні 5 см нанесено поділки для відліку величини заглиблення. Кабель з'єднує датчик термошупа з вимірювальним приладом, на верхній панелі пластмасового корпусу якого змонтовано мікроамперметр та рукоятки керування, а у

днищі – джерело живлення. Температуру зерна вимірюють також напівпровідниковим термометром МТ-54.

Стан вологості сухого і середньої сухості зерна перевіряють один раз на місяць, вологого, сирого, після обробки (очищення, сушіння, вентилявання) – один раз на 15 діб. Зараженість шкідниками перевіряють щодаки за температури зерна вищій за 10 °С, раз на 15 діб – нижчій за 10 °С, та один раз на місяць – за температури, нижчій від 0 °С. Зразок відповідної маси для визначення зараженості шкідниками зерна відбирають у найменш вентиляваних частинах насипу. У силосах елеватора зараженість визначають лише у верхніх шарах насипу. За тривалого зберігання зерна в типових зерносховищах сільськогосподарських підприємств необхідна систематична органолептична оцінка.

Свіже зерно має характерні запах, колір та блиск. Зміна цих показників чи поява плямистих, потемнілих зерен, втрата блиску свідчать про розвиток небажаних процесів [19, 35].

### 11.3. Завдання

Приклад розв’язання задач з визначення необхідної площі та засіків під час закладки зерна на зберігання і виправданих втрат зерна після зберігання.

1. Визначити кількість засіків, які займе партія зерна пшениці озимої масою 100 т у зерносховищі. Корисна довжина сховища 50 м, ширина – 10 м. Висота насипу 2,5 м. Натурна маса зерна становить 755 г/л.

Визначаємо об’єм, який займе партія:

$$V = \frac{Mn}{N} = \frac{100\text{т}}{0,755 \text{ м}^3} = 132,5 \text{ м}^3$$

де  $Mn$  – маса партії, т;  $N$  – натурна маса партії, т/ м<sup>3</sup>.

Площу, яку займе партія, визначають поділивши об’єм партії зерна на висоту його насипу:

$$P = \frac{Vn}{Hn} = \frac{132,5\text{м}^3}{2,5\text{м}} = 53 \text{ м}^2$$

За визначення ширини засіків у зерносховищі враховують, що засіки у сховищі розміщують на відстані від стін 0,5 м, а по середині сховища залишають прохід 2 м. Тобто загальну ширину займуть засіки -  $10\text{ м} - 0,5\text{ м} - 0,5\text{ м} - 2\text{ м} = 7\text{ м}$ , звідси ширина засіка може становити 3 і 4 м.



Для розрахунків беремо одну сторону з шириною засіка 3 м. Тому довжина (I), яку займе партія, буде становити:

$$I = \frac{P}{d} = \frac{53 \text{ м}^3}{3 \text{ м}} = 17,7 \text{ м}$$

Для визначення кількості засіків ми повинні пам'ятати, що довжина кожного засіка може бути 3, 6 і 9 м., тому для даних розрахунків візьмемо 6 м. Звідси кількість засіків буде становити:

$$\begin{aligned} &18 \text{ м} \\ &\text{-----} = 3 \text{ м засіка} \\ &6 \text{ м} \end{aligned}$$

Отже, для розміщення 100 т зерна озимої пшениці з висотою насипу 2,5 м необхідно 3 засіки шириною 3 м і довжиною 6 м.

2. Визначити втрати зерна пшениці озимої під час зберігання (табл. 31).

Надходження зерна пшениці – 600 т.

Фактичний залишок після переважування – 592,5 т. Нестача – 7,5 т. Витрати – 590 т. Залишок – 2,5 т.

Середній термін зберігання: 7 місяців.

$$4200 : 600 = 7 \text{ міс.}$$

Природні втрати зерна:

$$X1 = H + \frac{b \cdot v}{t} = 0,9 + \frac{0,03 \cdot 1}{6} = 0,095\%$$

Маса зерна для списання  $592,5 \times 0,095 : 100 = 0,56 \text{ т.}$

Таблиця 31 – Втрати зерна пшениці озимої під час зберігання

Дата	Надходження зерна, т	Витрата, т	Залишок на початок наступного місяця, т	Вологість, %	Смітна домішка, %
Липень	300		300	15,5	1,0
Серпня	200		500	14,2	0,8
Вересень	100		600	14,0	0,7
Жовтень		50	550	13,5	0,5
Листопад		50	500	13,5	0,5
Грудень		50	450	13,5	0,5
Січень		50	400	13,5	0,5
Лютий		50	350	14,0	0,5
Березень		50	300	14,0	0,5
Квітень		50	250	14,0	0,5
Травень		240	10	14,0	0,5
Залишок		2,5			
	600	592,5	4200		

Різниця між недостачею зерна і нормою природних втрат становить:

$$7,5 - 0,56 = 6,94 \text{ т.}$$

Середньозважена вологість зерна, що надійшло:

$$300 \text{ т} \cdot 14,5 \% = 335 \text{ (т \%)}.$$

$$200 \text{ т} \cdot 14,2 \% = 284 \text{ (т \%)}.$$

$$100 \text{ т} \cdot 14,0 \% = 1400 \text{ (т \%)}.$$

$$\text{Разом: } 8590 \text{ (т \%)}.$$

$$\text{Вср} = 8590 : 600 = 14,3 \%$$

Середньозважена вологість витраченого зерна:

$$200 \text{ т} \cdot 13,5 \% = 2700 \text{ (т \%)}.$$

$$392,5 \text{ т} \cdot 14,0 \% = 5495 \text{ (т \%)}.$$

$$200 \text{ т} \cdot 13,7 \% = 2740 \text{ (т \%)}.$$

$$\text{Разом: } 8195 \text{ (т \%)}.$$

$$\text{Вср} = 8195 : 592,5 = 13,98 \%$$

Середньозважений вміст смітної домішки у зерні, що надійшло – 0,5 %.

Зміни маси через зміну вологості зерна:

$$X2 = \frac{100(W2 - W1)}{100 - W2} = \frac{100(14,3 - 13,8)}{100 - 13,8} = 0,58\%$$
$$= 600 \times 0,58 = 3,48 \text{ т.}$$

Зміни маси через зміну вмісту смітної домішки:

$$X3 = \frac{(a1 - a2)(100 - x)}{100 - a2} \quad X3 = \frac{(0,88 - 0,5)(100 - 0,58)}{100 - 0,5} = 0,38\%$$
$$= 600 \times 0,38 = 2,28 \text{ т.}$$

Загалом втрати:

$$0,56 \text{ т} + 3,48 \text{ т} + 2,28 \text{ т} = 6,32 \text{ т.}$$

Отже, виправдані втрати під час зберігання зерна становлять 6,32 т, а залишок має становити (600 т - 6,32 т) 593,7 т.

### Запитання для самоперевірки

1. Що потрібно знати, щоб розрахувати площу складських приміщень для зберігання зерна?
2. Якими ознаками характеризується висота насипу?
3. З яких компонентів складається зернова маса?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### до другого модуля

1. Найбільш сприятливим способом тривалого зберігання зерна різних сільськогосподарських культур є зберігання в:

- а) сухому стані (з вологістю нижче критичної);
- б) вологому стані;
- в) без доступу повітря.

2. Погіршення якості зерна будь-яких сільськогосподарських культур за зберігання з вологістю нижче критичної:

- а) можливе;
- б) неможливе.

3. Проростання зерна пшениці за зберігання з вологістю нижче 14,0 %:

- а) можливе;
- б) неможливе.

4. Після збирання вологого зерна терміново мають бути створені наступні умови:

- а) підвищення температури зберігання;
- б) обробка хімічними сполуками для пригнічення розвитку мікроорганізмів;
- в) недопущення надходження кисню.

5. Режим зберігання вологого зерна в охолодженому стані базується на:

- а) низькій тепловій інерції зернових мас;
- б) принципі термоанабіозу.

6. За зберігання вологого зерна для запобігання росту всіх видів грибів і пов'язаного з ними накопичення мікотоксинів в зерні необхідні температури:

- а) 4 – 5 °С;
- б) 0 °С;
- в) –10 °С і нижче.

7. За герметизації силоса небажані зміни в сухому зерні різних сільськогосподарських культур:

- а) можливі;
- б) неможливі.

8. Охолодження зерна повітрям можна проводити:

- а) в бункерах;
- б) за напольного зберігання;

в) в силосах.

9. За герметичного зберігання вологого зерна пшениці можливе:

- а) слабке бродіння;
- б) утворення різних смаків;
- в) поліпшення якості клейковини;
- г) значне підвищення схожості.

10. Вологе зерно, що зберігалось в герметичних умовах для переробки:

- а) придатне;
- б) не придатне.

11. У газгольдерних установках можливе тривале зберігання (2–3 роки) зерна пшениці, жита з вологістю:

- а) до 15 %;
- б) в межах 18 – 20 %.

12. Є значний ризик підвищення температури вологого зерна за зберігання його:

- а) в газгольдерних установках;
- б) напівгерметичних бункерах.

13. Вологе зерно, яке підлягало хімічному консервуванню мурашиною, оцтовою, пропіоновою кислотами придатне:

- а) для продовольчих потреб;
- б) для посіву;
- в) кормових потреб.

14. Дози низькомолекулярних карбонових кислот для обробки вологого зерна від пліснявіння, проростання, самозігрівання, на тривалість захисту:

- а) впливають;
- б) не впливають.

15. Дози пропіонової кислоти для консервування вологого зерна залежать від його:

- а) температури;
- б) вологості;
- в) бажаного терміну зберігання.

16. Рекомендовані дози пропіонової кислоти для консервування вологого зерна для зернових і зернобобових культур:

- а) однакові;
- б) різні.

17. За обробки пропіоновою кислотою зерно:

- а) можна тривалий час зберігати з вологістю до 40 %;
- б) може зумовлювати легеневі захворювання;
- в) має погані смакові властивості для тварин;
- г) спричинює корозію машин і механізмів.

18. За можливості використання технологій зберігання вологого зерна попередня очистка його від сміттєвих домішок:

- а) не доцільна;
- б) бажана.

19. Тимчасове зберігання зерна і насіння:

- а) до 1 місяця;
- б) впродовж 2-3 місяців;
- в) до 8 місяців;
- г) впродовж 2-3 років.

20. Тривале зберігання зерна:

- а) 8-12 місяців;
- б) 2-3 місяців.

## МОДУЛЬ 3. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### Заняття 12

#### ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ І ЯКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ

**Мета роботи:** ознайомитись з методами визначення клейковини в борошні.

У результаті проведення роботи студент має знати суть методу визначення клейковини в борошні, порядок визначення, точність зважування і точність методу, вміти оцінювати правильність отриманого результату.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** зразки зерна пшениці, тритикале, призначені для аналізу, млинок МУЛ-1, терези ВЛТК-500, порцелянові чашки, мірний циліндр 50 мл, чашки Петрі, скляна паличка для замісу тіста, кристалізатор, дротяне сито № 067, термометр, капронове сито № 38, хімічні склянки, прилад ІДК-1, товчачки, прилад «Glutomatic», дистильована вода і розчин хлористого натрію, буферний розчин рН –5,95, ємність для розчину хлористого натрію, підставка для підтримання постійного тиску потоку розчину під час відмивання клейковини, термометр від 0 до 50 °С .

#### Зміст заняття

Особливе значення в оцінюванні якості зерна пшениці мають показники, які характеризують його борошномельні і хлібопекарські властивості. Істотне значення у формуванні ознак якості хлібобулочних виробів мають потенціальні хлібопекарські властивості зерна, умови його вирощування, обробка і зберігання.

На величину об'ємного виходу хліба впливає газоутримувальна здатність тіста. Вона може бути різною і залежить від кількості та властивостей клейковини, яка являє собою специфічний сильно гідратований білковий комплекс. Якщо клейковина якісна і її достатньо, то тісто дуже пластичне і добре утримує вуглекислий газ, що в ньому нагромаджується [27].

*Клейковиною* називають компактну гумоподібну масу, яка залишається в результаті обережного розмивання пшеничного тіста у воді. Після видалення із тіста водорозчинних речовин, крохма-

лю і клітковини, залишається нерозчинний у воді згусток певної пружності та еластичності. Відмита із шматочка тіста клейковина називається *сирою*.

*Клейковина* містить до 70 % води, яка є органічною складовою частиною набувнявілих (гідратованих) драглів. За перерахунку на суху речовину клейковина на 82–85 % складається з білків. У ній також міститься крохмаль (6–16 %), небілкові азотисті речовини (3–5 %), цукор (1–2 %) і мінеральні речовини (0,9–2 %). Всі вони входять до складу драглів клейковини і навіть за найстараннішого відмивання залишаються в білковій основі. Основну масу білків клейковини становлять гліадин і глютенін у співвідношенні 1:1. Нерівномірний розподіл речовин у зерні відображається на кількості речовин у клейковині.

*Якість клейковини* характеризується кольором, пружністю, розтяжністю і здатністю до бубнявіння.

За кольором клейковина може бути світла або темна. Світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і пружність. Темні тони свідчать про несприятливі умови під час досягання, зберігання і обробки зерна.

*Пружність* – властивість клейковини повертатися до початкового стану після розтягування або надавлювання.

*Розтяжність* – здатність клейковини розтягуватися в довжину. Шматочок клейковини тим або іншим способом розтягують до розриву з таким розрахунком, щоб це розтягування тривало 10 с. У момент розриву клейковини відмічають довжину, на яку вона розтягнулась. За розтяжністю клейковина характеризується: *коротка* – за розтяжності 10 см, *середня* – від 10 до 20 см, *довга* – понад 20 см.

Залежно від пружності і розтяжності клейковину підрозділяють на три групи:

*I група* – клейковина з доброю пружністю і довгою або середньою розтяжністю. Клейковина цієї групи дає можливість одержати тісто з доброю формостійкістю і досить розпушене, завдяки чому хлібні вироби мають більший об'ємний вихід і пористість;

*II група* – клейковина з доброю або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою або довгою. Тісто має меншу газотримувальну здатність. Хліб випікається з меншим об'ємним виходом і пористістю, але здебільшого доброякісним;

*III група* – клейковина із слабкою пружністю. Ця клейковина має властивість дуже витягуватися, провисати за розтягування, прориватися у висячому положенні під дією власної ваги, пливати, а також кришитися. З борошна, яке має клейковину цієї групи, отримують низькопористий, погано розпушений хліб з дуже малим об'ємним виходом.

На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливають: 1) сортові особливості; 2) умови вирощування і збирання врожаю; 3) несприятливі умови зберігання і обробки, підвищена вологість, підвищені температури сушіння, пошкодження клопом-черепашкою, проростання; 4) умови відмивання: температура води, її склад, час відлежування.

## **12.2. Методика визначення кількості і якості клейковини**

*Ручний метод.* Для визначення вмісту клейковини із середнього зразка виділяють наважку 60 г, яку очищають від смітної домішки крім зіпсованих зерен та розмелюють на лабораторному млині МУЛ-1. Зерно обов'язково засипають у працюючий млин.

Просіюють борошно через капронове сито № 38, прохід має становити не менше 40 %, в іншому випадку проводять додатковий помел продукту.

Після помелу борошно добре перемішують і виділяють 2 наважки по 25 г. Наважку переносять у порцелянову чашку і додають 14 мл водопровідної води. Замішують тісто, використовуючи скляну паличку. Після того як тісто прийме нормальну консистенцію, рахують його частини, що прилипли до палички, ступки, пальців і з'єднують їх з кусочком тіста. Тісто добре промивають, скручують у вигляді кульки і залишають в закритій чашці на 20 хв для рівномірного просочування частинок борошна водою і набрякання білків.

Через 20 хв починають відмивати клейковину в кристалізаторі. Коли в воді накопичується крохмаль і частинки оболонок, воду замінюють, проціджуючи її через дрібне сито. Після того, як утворюється зв'язана густоподібна маса, починають відмивання клейковини під струменем води. Відмивання проводять до тих пір, поки оболонка буде повністю відмита і стікаюча вода буде прозорою.

Відмиту клейковину віджимають між долонями, витираючи її час від часу сухим рушником. При цьому клейковину декілька



разів вивертають і знову віджимають між долонями, поки вона не почне злегка прилипати до рук. Віджату клейковину зважують.

Якщо різниця між зважуваннями не перевищує 0,1 г, то відмивку вважають завершеною. Кількість сирієї клейковини виражають у процентах до наважки подрібненого зерна. Для цього одержану масу множать на 4.

За контрольних і арбітражних аналізів розходження у визначенні кількості сирієї клейковини не має перевищувати  $\pm 2\%$ . Під час замішування тіста, відмивання і визначення кількості клейковини використовують звичайну воду, температура якої має бути  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ .

*Визначення вмісту клейковини в борошні пшениці і тритикале за допомогою приладу «Glutomatic» (фірма «Falling Number», Швеція).* Прилад має вбудований дозатор розчину, камеру замішування та відмивання клейковини з електронним контролем та автоматичним виконанням операцій, центрифугу зі швидкістю обертання 6000 об/хв і запрограмованим часом відтискання клейковини протягом 1 хв, два центрифужні піддони з круглими отворами діаметром 500 ммк.

Готують розчин: 200 г хлористого натрію розчиняють у воді, потім додають 7,54 г  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  і 2,46 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$ , об'єм розчину доводять до 10 літрів. Цей розчин використовують свіжовиготовленим.

*Хід аналізу.* Клейковину відмивають паралельно у двох повтореннях. Для одного визначення зважують 10 г борошна з точністю до 0,01 г. Наважку борошна переносять у відмивальну камеру приладу, сито якої попередньо змочують буферним розчином. Після кожного визначення його ретельно промивають під сильним струменем води. За щоденного використання «Glutomatic» сито на ніч бажано поміщати у ферментативний розчин.

Кількість 2 % сольового розчину, що додають до замісу, контролюють дозуючим обладнанням приладу «Glutomatic» і зазвичай він становить від 4,9 до 5,2 мл, однак може змінюватися, якщо вміст клейковини у борошні набагато вищий чи нижчий за середню кількість. Відмивну камеру приладу з наважкою борошна та необхідною для замісу клейковини кількістю сольового розчину встановлюють у тримачі приладу. Натисканням кнопки «пуск» починається заміс тіста у відмивній камері, а потім електронний

пристрій приладу через 20 с перемикає його на режим відмивання. Процес відмивання триває 5 хвилин, при цьому витрачається 200–270 мл розчину, температура якого має підтримуватися в межах 22–24 °С. Після відмивання сиру клейковину виймають пінцетом із відмивної камери, ділять на 2 рівні частини, кожен з яких насаджують на штир центрифуги і злегка притискають її до піддону. Центрифугування триває 60 с. Після зупинки центрифуги клейковину знімають пінцетом і зважують з точністю до 0,01 г.

Опрацювання результатів. Уміст сирої клейковини (К) виражають у відсотках до маси наважки борошна:

$$K = \frac{M \times 100}{A},$$

де М – маса сирої клейковини у наважці за фактичної вологості борошна, г;  
А – маса борошна, взятого для відмивання клейковини, г.

Уміст сирої клейковини, скорегованої на вологість 14 % (Кс) розраховують за наступною формулою:

$$K_c = \frac{K(100-14)}{100-v},$$

де v – фактична вологість борошна, г.

Різниця між двома визначеннями, виконаними одночасно чи у швидкій послідовності одним і тим же аналітиком, може перевищувати 0,5 % щонайбільше в одному випадку з 20 за нормального і правильного дотримання методики.

За кінцевий результат беруть середнє значення з двох повторень. За значного розходження даних з двох повторень необхідно провести третє визначення, і за кінцевий результат приймати середнє арифметичне всіх трьох визначень. Достовірність результатів встановлюють за різницею між найбільшою та найменшою величиною, яка не має перевищувати 1 %. Якщо це не дотримано, потрібно провести додаткове визначення і розрахувати середнє з чотирьох. Відтворюваність методу, що визначається як різниця між двома різними і незалежними результатами, отриманими двома операторами, які працюють у різних лабораторіях на одному й тому ж досліджуваному матеріалі, може перевищувати 2,5 % сирої клейковини щонайбільше в одному випадку з 20 за нормального і правильного дотримання методики [27].

### 12.3. Визначення якості клейковини

Із відмитої клейковини беруть наважку 4 г, яку 3–4 рази розминають пальцями. Після чого формують у шарики і кладуть на 15 хв у чашку з водою за температури  $18 \pm 2$  °С. Пружні властивості визначають приладом ІДК–1 (вимірювач деформації клейковини, 1 модель). Прилад слугує для визначення групи якості клейковини пшениці за її здатністю здійснювати опір деформації.

*Порядок роботи з приладом ІД–1.* У центрі опорного столика розміщують зразок клейковини, який підготовлений до випробування за стандартною методикою. Натискають кнопку “Пуск” і через 2–3 с відпускають. Пуасон (верхня пластинка) опускається і починає відрахунок часу, впродовж якого пуасон з силою 120 г тисне на клейковину (30 с). Чим менша пружність клейковини, тим нижче опускається пуасон, тим більші будуть показники приладу. Залежно від показників приладу, які виражаються в умовних одиницях, клейковину відносять до відповідної групи якості.

Показники приладів записують з точністю до однієї поділки шкали (5 умовних одиниць). Частка до половини поділки шкали не враховується, а частка, що дорівнює половині поділки і більше, вважається за цілу поділку.

Результати аналізу порівнюють з даними стандарту та записують в таблицю аналізу. Вагу клейковини після першої відмивки і наступних записують як повторність.

Для отримання якісного борошна створюють помольні суміші з двох або більше різних за силою пшениць. Необхідність підготовки сумішей зерна перед помелом зумовлена різноякісністю зерна пшениць за борошномельними та технологічними якостями. Процес підготовки зерна до помелу включає: розміщення зерна в сховищах млинів, складання рецептури суміші, роздільну обробку зерна, змішування його перед помелом. У сховищах млинів зерно розміщують залежно від скловидності, вмісту та якості клейковини, вологості, вмісту смітних домішок тощо.

Рецептуру зернової суміші складають з урахуванням вологості, зольності, вмісту клейковини. Зерно різних партій змішують за умови, якщо різниця за вологістю не перевищує 1–1,5 %. За зольністю змішують зерно високозольне (із зольністю понад 1,97 %) з низькозольним для одержання суміші з зольністю не вище 1,79 %. Різні суміші обробляють окремо. Помольну суміш за скловидніс-

тю розраховують за системою рівнянь, а за клейковиною можна розраховувати ще й за методом конверту.

### 12.4. Завдання

Скласти помольну суміш з вмістом клейковини 25 % із різних за якістю пшениць, вміст клейковини яких 32 і 21 % відповідно.

Отже, для створення помольної суміші з вмістом клейковини 25 % потрібно взяти 7 частин пшениці з вмістом клейковини 21 % та 4 частини з вмістом клейковини – 32 %.

### Запитання до самоперевірки

1. З чого складається клейковина пшениці? Дати їй характеристику за фізичними властивостями.
2. Яке значення має клейковина для хлібопекарських властивостей борошна?
3. На які групи якості поділяється клейковина? Навести їх характеристику.
4. Як визначити вміст і якість клейковини.

## Заняття 13

### ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА ПАДІННЯ

**Мета:** ознайомитися із методикою визначення числа падіння і навчитися визначати число падіння.

**Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви:** прилад «Falling Number» (фірма «Falling Number», Швеція), віскозиметр із затискувачем, конденсатор, нагрівач потужністю 600 V, пробірки, піпетки, дистильована вода, ваги, млинок 3100 (фірма «Falling Number», Швеція).

*Число падіння (FN) (Число Хагберга або Число Хагберга–Пертена), є міжнародно стандартизованим (ІСС 107/1, ІСО 3093-2004, ААСС 56-81В) методом визначення пошкодження зерна. Він запроваджений на початку 1960-х років (тест FN), став світовим стандартом у зернопереробній та борошномельній промисловості для вимірювання активності альфа-амілази у зерні пшениці, тритикале, жита і ячменю.*

Метод визначення числа падіння базується на швидкій клейстеризації водяної суспензії борошна на киплячій водяній бані з

подальшим вимірюванням ступеня розрідження крохмального гелю під дією альфа-амілази.

Чим більше міститься в зерні водорозчинних та гідролізованих речовин (моноукрів, декстринів і т. д.), тим гірша якість борошна. Особливо це характерно для незрілого зерна, в якому незавершені процеси синтезу складних хімічних сполук, а також для пророслого зерна. Приготована за певними правилами водно-борошниста суспензія з такого зерна має значно меншу в'язкість, ніж суспензія із зерна нормально визрілого, що не проросло. Якщо в пробірку із суспензією, приготовану з пророслого зерна, опускають спеціальний пристрій – віскозиметр-мішалку, він проходить через неї до певного рівня пробірки за менш тривалий час (в секундах), ніж через суспензію з зерна нормальної якості. Звідси і назва показника – *число падіння*. Попередньо для клейстеризації крохмалю суспензію нагрівають на водяній бані [36].

*Число падіння* – це час у секундах, необхідний для змішування і падіння на певну відстань віскозиметра-мішалки в гарячій суспензії із борошна та води, яка розріджується.

*Підготовка проби для аналізу.* Визначають число падіння на приладі «Falling Number», який складається з водяної бані діаметром 15 см з кришкою і тримачем для пробірок, віскозиметра із затискувачем, який закріплює стрижень віскозиметра у тримачі, і конденсатора для зниження паровиділення. Нагрівання бані здійснюють електричним нагрівачем потужністю 600 V. Пробірки віскозиметра виготовляють зі спеціального скла і забезпечені стандартними гумовими корками. Внутрішній діаметр пробірок  $21 \pm 0,02$  мм, зовнішній –  $23,8 \pm 0,25$  мм, довжиною –  $220 \pm 0,3$  мм. Піпетка ( $25 \pm 0,2$  мл) слугує для вимірювання об'єму дистильованої води, необхідного для приготування суспензії. Точність вагів, що використовують для зважування наважки,  $\pm 0,01$  г.

Час процесу регулюється автоматично, але можливе використання секундоміра. Зерно, що аналізують, подрібнюють на лабораторному млинку. Принцип його дії базується на високошвидкісному подрібненні і просіюванні продукту, що потрапляє на сито з отворами 0,8 мм. Допустима межа вологості для зерна – 25 %. За розмелювання різних проб проміжної очистки не потрібно, тому що млин обладнано циклонним колектором, який забезпечує самоочищення.

Для розмелювання беруть 300 г зерна. За маси зерна менше ніж 200 г, результати не достовірні. Зерно обережно засипають у дробарку, щоб уникнути перевантаження за нагрівання. Подрібнення триває 30–40 с після засипання останньої порції зерна у дробарку. Залишок оболонок на ситі (близько 1 % від засипаного зерна) до розрахунку не беруть. Подрібнене зерно ретельно перемішують і відбирають наважку. На показник числа падіння впливає розмір часток подрібненого зерна, який має відповідати наступній специфікації [37] (табл. 32).

Таблиця 32 – Розмір отворів сит

Прохід сита, %	Отвори сита
100	710 мікрон
94–98	500 мікрон
55–70	210 мікрон

Ситовий аналіз виконують у такий спосіб: 100 г подрібненого і перемішаного зерна просівають крізь кругле сито діаметром близько 22 см. Сито струшують вручну в горизонтальному напрямку впродовж 3 хв., постукуючи ним кожні 15 с по столу. Число падіння визначають у наважці шроту або борошна 7 г за вологості 15 %. У разі відхилення вологості від норми наважку беруть з урахуванням вологості проби (табл. 33). При цьому кількість води, що додають у процесі аналізу, незмінна.

Таблиця 33 - Наважка розмеленого зерна або борошна залежно від вологості для визначення числа падіння

Вологість, %	Наважка, г	Вологість, %	Наважка, г	Вологість, %	Наважка, г
9,0	6,40	12,0	6,70	15,0	7,00
9,2	6,45	12,2	6,70	15,2	7,00
9,4	6,45	12,4	6,75	15,4	7,05
9,6	6,45	12,6	6,75	15,6	7,05
9,8	6,50	12,8	6,80	15,8	7,10
10,0	6,50	13,0	6,80	16,0	7,10
10,2	6,55	13,2	6,80	16,2	7,15
10,4	6,55	13,4	6,85	16,4	7,15
10,6	6,55	13,6	6,85	16,6	7,15
10,8	6,60	13,8	6,90	16,8	7,20
11,0	6,60	14,0	6,90	17,0	7,20
11,2	6,60	14,2	6,90	17,2	7,25
11,4	6,65	14,4	6,95	17,4	7,25
11,6	6,65	14,6	6,95	17,6	7,30
11,8	6,70	14,8	7,00	17,8	7,30

Для швидкого визначення вологості подрібненого зерна і борошна можна використовувати спеціальні прилади.

Перед визначенням числа падіння у борошні його попередньо просіюють крізь сито 0,8 мм для відокремлення грудочок.

*Хід аналізу.* У водяну баню наливають дистильовану воду на 2–3 см нижче верхнього краю посудини і доводять її до кипіння. Під час визначення числа падіння вода має кипіти. Охолоджуючу кришку щільно встановлюють на місце і приєднують вбудований в неї холодильник до холодної водяної системи. Холодна вода має текти безперервно протягом усього часу роботи апарату. У пробірку віскозиметра кладуть наважку  $7,0 \pm 0,01$  г подрібненого зерна або борошна 15 % вологості, потім доливають 25 мл дистильованої води температурою 20 °С.

Пробірку закупорюють чистим гумовим корком і струшують 20–30 разів для отримання однорідної суспензії. Потім виймають корок і за допомогою віскозиметра-мішалки частки борошна, що прилипли, переміщують донизу. Пробірку з віскозиметром-мішалкою через отвір у кришці поміщають на киплячу водяну баню, одразу ж висунувши тримач вперед. Пробірка віскозиметра має бути встановлена у прилад і закріплена впродовж 30 с після змішування. Як тільки тримач поставлено на місце, вмикається автомат часу й апарат починає працювати, здійснюючи при цьому два перемішуючих рухи в секунду (один перемішуючий рух вгору інший вниз). Довжина перемішуючого руху регулюється нижнім обмежувачем мішалки і дном пробірки віскозиметра, мішалка при цьому має легко рухатися. Важливо дотримуватися певної швидкості перемішування.

Через 59 с мішалка зупиняється в найвищому положенні, тобто нижня обмежуюча частина її стикається з корком, котрий за допомогою затискача тісно прикріплений до пробірки приладу. Мішалка залишається 0,5 с у найвищій позиції, рівно через 60 с після вимикання регулятора часу вона відключається і починає під дією власної ваги опускатися в суспензії. Коли нижній кінець верхнього обмежувального пристрою опуститься до верхнього кінця пробірки, автомат часу вимикається і подає сигнал про закінчення аналізу. У випадку застосування секундоміра його вимикають вручну.

По закінченні аналізу, натиснувши відповідну кнопку на панелі, відпускають тримач і виймають пробірку з поршнем. Зафік-

сована зупинкою приладу цифра на табло показує число падіння в секундах. Знявши показники приладу, їх скидають натисканням відповідної кнопки. Число падіння визначають як середнє між паралельними вимірюваннями. За повторних визначень однієї проби відхилення результатів має знаходитись у межах  $\pm 5\%$  середнього значення числа падіння. За числом падіння визначають стан вуглеводно-амілазного комплексу зерна чи борошна, судячи (опосередковано) про активність альфа-амілази (табл. 34).

Таблиця 34 - Умовна характеристика активності альфа-амілази в зерні різних видів залежно від числа падіння

Активність альфа-амілази	Число падіння, с		
	пшениця	жито	тритикале
Висока	<150	<80	<100
Середня	150–300	80–200	100–250
Низька	>300	>200	>250

### Запитання до самоперевірки

1. Для чого потрібно визначати число падіння зерна?
2. Як визначають число падіння зерна?
3. У якому зерні визначають число падіння?
4. Для визначення числа падіння яка потрібна наважка борошна і її вологість.

## Заняття 14

### ВИЗНАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, ТРИТИКАЛЕ ТА ЖИТА МЕТОДОМ ПРОБНИХ ВИПІЧОК

**Мета:** вивчити методику виготовлення хліба з зерна пшениці, тритикале та жита.

**Обладнання:** тістомісилка, термостат для бродіння тіста, тістоперебивальна і формувальна машина, хлібопекарська піч, ваги технічні, об'ємомір «ОМХ-1», форми для випічки, емальовані миски для відлежування тіста, термометри на 50 і 300 °С, циліндри, совки, колби, склянки, піпетки.

Тістомісилка Свансона, призначена для замісу тіста зі 100–200 г борошна, модель 100–200 А має чотири місильні лопаті пальцеподібної форми, що обертаються попарно в голівці тістомісилки



(100 об/хв). На дні алюмінієвої діжі встановлені два нерухомих пальці, навколо яких обертаються парні рухомі місильні лопати.

Тістомісилка має годинник (на 15 хв), який автоматично зупиняє процес замісу, коли спливає встановлений час.

Тістоперебивальна і формувальна машини монтуються на загальній плиті в одному агрегаті.

Тістоперебивальна машина складається з двох станин, у які вмонтовано пару вальців, покритих шаром тефлону для запобігання прилипанню тіста за перебивання. Вальці діаметром 10 і довжиною 15 см, що відповідає довжині форми для випікання хліба із 300 г борошна. За випікання хліба зі 100 г борошна зверху над вальцями встановлюють пересувний механічний обмежувач, за допомогою якого можна змінити ширину прокочуваної смужки тіста до 7,5 см.

Товщину смужки тіста за прокочування регулюють зазором між вальцями, що встановлюють за допомогою рухомого вальця пластикового обмежувача. Розмір зазору – від 3 до 9 мм.

Формувальна машина складається з трьох дерев'яних вальців діаметром 7 і довжиною 37 см, з яких два нижні вальці вмонтовані у станину, а третій, верхній – рухомий. За допомогою рукоятки верхній валок можна притискати до нижніх вальців під час формування тіста. Обидва прилади приводять в дію через редуктор електромотором потужністю 0,2 НР. Є також педальний вмикач, за допомогою якого вмикають і зупиняють прилад.

Термостат для бродіння тіста модель 505-СС, виготовлений із нержавіючої сталі. Зовнішні розміри – 150×150×60 см. Усередині термостату є чотири полиці, на передній панелі по троє дверцят для кожної з полиць. Стінки термостату подвійні, між ними міститься теплова ізоляція. У стелі лівої частини термостату – чотири термоелементи, які нагрівають циркулююче всередині шафочки вологе повітря. На верхній полиці зліва розміщена під кутом металічна пластина, що спрямовує струм повітря, а над термоелементами – захисна пластина з азбесту для запобігання місцевому перегріву. Максимальна потужність термостату – 1600 W. Праворуч від полиці розташований зволожувач повітря відцентрової дії. За допомогою вентилятора нагріте і зволожене повітря рівномірно розподіляється крізь жалюзі, циркулює по всіх полицях. Регулятори, розміщені на панелі праворуч у верхній частині термостату,

здійснюють термо- і вологорегулювання. Контроль за їх роботою і за роботою вентилятора здійснюється за допомогою сигнальних ламп.

Електрична піч з горизонтально-обертним подом діаметром 80 см робить один оберт за 50 с. Розмір печі – 125×105 см. Знизу, під обертним подом розміщені нагрівальні елементи (три секції) з трьома ступенями нагріву – слабким, середнім і сильним. Діапазони нагріву 150–288 °С. Загальна потужність печі 6 кВт. За сильного нагріву температура у печі за 35 хв досягає 230 °С. Задана температура підтримується автоматично.

Прилад для вимірювання об'єму хліба «ОМХ-1» має дві сполучені рівні за об'ємом коробки, верхня заповнюється дрібним насінням (ріпаку), а в нижню вставляється хліб. Об'єм хліба вимірюють за об'ємом витісненого насіння ріпаку. Відлік ведуть за склянню градуйованою трубкою, що з'єднує обидві коробки.

Хлібні форми з 2-міліметрової жерсті розмірами знизу 6,5×10,5 см, зверху 8,0×12,5 см, висотою 8 см використовують для випічки пшеничного хліба [27].

#### **14.1. Безопарний метод лабораторної випічки хліба з інтенсивним замісом тіста з пшеничного борошна методом пробних випічок**

*Рецептура тіста.* Борошно 70 % виходу – 100 г (за вологості 14 %), дріжджі пресовані – 3 г, цукор – 2,5 г, сіль – 1,3 г, бромат калію – 0,003 г, аскорбінова кислота – 0,0075 г, вода проточна відповідно до ВПЗ борошна по фаринографу за консистенції тіста 500 о. ф.

*Приготування розчинів.* Соле-цукровий розчин готують такої концентрації, щоб у 25 мл була належна за рецептурою кількість солі та цукру на 100 г борошна. Розчин готують зранку на всю денну випічку. Для 40 хлібців беруть 100 г цукру і 52 г солі, розчиняють у гарячій воді (50–60 °С) і доводять об'єм до 1000 мл. Дріжджову суспензію готують за два заходи, щоб дріжджі не втрачали підйомної сили. Суспензію готують такої концентрації, щоб у 25 мл її містилась потрібна за рецептурою кількість дріжджів на 100 г борошна. Для 20 хлібців беруть 60 г пресованих дріжджів, припускають їх у теплій воді і доводять об'єм до 500 мл. Готову суспензію ставлять у термостат для підтримання

постійної температури 30 °С. Для приготування розчину бромату калію зважують 500 мг  $\text{KBr}_2\text{O}_3$ , розчиняють у невеликій кількості води і доводять об'єм до 500 мл.

Для приготування розчину аскорбінової кислоти зважують 50 мг кислоти, розчиняють у невеликій кількості води і доводять об'єм до 50 мл.

*Замішування, розділення і бродіння тіста.* У діжку тістомісилки приливають 50 мл соле-цукрового розчину, 6 мл розчину  $\text{KBr}_2\text{O}_3$ , 1,5 мл розчину аскорбінової кислоти, кількість води, якої не вистачає за розрахунком ВПЗ борошна, визначеної на фаринографі (за мінусом води, що входить до складу розчинів), потім вносять 200 г борошна і 50 мл дріжджової суспензії. Тісто замішують впродовж 7 хв. Температура розчинів, борошна, води та тістомісильної діжі має бути збалансована так, щоб початкова температура тіста становила 30 °С. Після замісу тісто кладуть в емальовану миску і ставлять у термостат на 10 хв для зняття напруги, що утворюється в тісті за замісу. Потім тісто ділять на дві рівні частини (за масою), кожен прокочують двічі через вальці тістоперебивальної машини. Перший раз із зазором 3/16 дюйма, ширина смужки 10 см. Утворену смужку тіста одним злегка загнутим кінцем кладуть на два нижніх дерев'яних валки формувальної машини, притискають третій рухомий валець і згортають тісто в рулон, кінці якого прищипують вручну, підгинають до низу, майже з'єднуючи їх, і укладають у змащену форму. Потім форми ставлять у термостат для бродіння і розстойки до готовності для садіння у піч (180–240 хв). Кінцева температура тіста 31 °С.

*Випічка.* Випікають хліб впродовж 25 хв за температури 230 °С. Зволоження пекарної камери забезпечують, поміщаючи в неї невелику ємність з водою. Загальна тривалість процесу від початку замісу тіста до кінця випічки 3,5–4,5 год.

*Аналіз хліба.* Випечений хліб зберігають у шафі до наступного дня, не допускаючи його пересихання чи відпотівання. Аналізують хлібці через 16–20 год. Визначають об'ємний вихід, оцінюють зовнішній вигляд, пористість, еластичність і забарвлення м'якуша. Зовнішній вигляд оцінюють як середнє з трьох показників: форми, ознак поверхні і забарвлення шкоринки. Хліб не повинен мати неспецифічного для нього смаку й запаху. Всі якісні

показники оцінюють за бальною шкалою (табл. 35). Загальну хлібопекарську оцінку у балах визначають як середнє з показників об'єму хліба, зовнішнього вигляду, пористості, забарвлення та еластичності м'якуша [27].

Таблиця 35 – Хлібопекарська оцінка хліба у балах

Бал	Оцінка хліба
8–9	відмінна
6,6–7,8	добра
5,4–6,4	цілком задовільна
4,0–5,2	задовільна нижче
4,0	незадовільна

Сорти пшениці, що отримали високу оцінку за технологічними якостями, рекомендують для занесення до переліку сильних і цінних за якістю (додатки 1, 2).

## 14.2. Безопарний метод лабораторної випічки хліба з інтенсивним замісом тіста з житнього борошна методом пробних випічок

*Рецептура тіста.* Борошно житнє просіяне – 300 г, дріжджі пресовані – 7,5 г, сіль (екстра) – 4,5 г, молочна кислота (49 %) – 4,0 мл, вода (без урахування вологості борошна) – 225 мл. Робочі розчини готують для кожного замісу окремо.

*Хід аналізу.* У діжку тістомісилки приливають 100 мл робочого розчину молочної кислоти, засипають 300 г борошна, додають 100 мл дріжджово-сольового розчину і решту 25 мл води, яку попередньо використовували для споліскування посуду з-під останнього розчину. Замішують тісто впродовж 2 хв. Однак загальний час замісу збільшують, тому що місилку 2–3 рази зупиняють для очищення лопатей.

Отримане тісто кладуть до емальованої миски й поміщають для бродіння у термостат за температури 32 °С і відносної вологості повітря 75–85 %.

Час бродіння 60 хв. Тісто обережно виймають з миски і ділять на 2 рівні частини за масою, викладають їх у змащені олією форми. Розміри форм: знизу 5,5×9,5 см, зверху 7,5×11,5 см, висотою 7 см. Поверхню тіста у формах загладжують рукою, злегка змоченою у воді. Форми з тістом ставлять у термостат для розстойки до

готовності для садіння у піч. Випікають хліб 30 хв за температури 230 °С.

Хліб аналізують через 16–20 годин. Вимірюють його об'єм, оцінюють зовнішній вигляд, забарвлення, пористість і еластичність м'якуша відповідно до додатка 2.

### **14.3. Лабораторна випічка хліба з борошна тритикале**

*Рецептура тіста.* Борошно 67 % виходу – 100 г (вологістю 14,0 %), дріжджі пресовані – 3 г, сіль – 1,5 г, молочна кислота (49 %) – 1,0 мл, бромат калію – 0,002 г, аскорбінова кислота – 0,0075 г, вода – 65 мл.

*Приготування розчинів.* Для виготовлення розчину бромату калію зважують 500 мг  $KBrO_3$ , розчиняють у невеликій кількості води і доводять до 500 мл.

Для виготовлення розчину аскорбінової кислоти зважують 500 мг кислоти, розчиняють у невеликій кількості води і доводять об'єм до 50 мл.

Сольовий розчин готують такої концентрації, щоб у 25 мл його містилась потрібна за рецептурою кількість солі для 100 г борошна. Дріжджову суспензію готують на кожний заміс з 6 г дріжджів і 50 мл води.

*Хід аналізу.* У діжу тістомісилки додають 50 мл сольового розчину, 4 мл розчину бромату калію, 1,5 мл розчину аскорбінової кислоти, 200 мг борошна, приготовану дріжджову суспензію і бракуючу кількість води. Тісто замішують упродовж 2 хв. Температура розчинів, борошна, води і тістомісильної діжі має бути збалансована так, щоб кінцева температура тіста була 30 °С. Після замісу тісто кладуть до емальованої миски і ставлять у термостат на 10 хв для відлежування. Потім тісто ділять на дві рівні за масою частини, кожен пропускають крізь вальці тістоперемивальної машини з зазором 5/32 дюйма і згортають у рулон на формувальній машині. Рулон заціплюють вручну на кінцях і кладуть у форму (розміри форм: знизу 5,5×9,5 см, зверху 7,5×11,5, висотою 7 см), яку ставлять у термостат для бродіння і розстойки тіста до готовності для садіння у піч. Кінцева температура тіста 30–31 °С. Випікають хліб впродовж 25 хв за температури 230 °С. Загальна тривалість процесу від початку замісу до кінця випічки 2,5–3,0 год. Аналізують хліб через 16–20 год. Визначають його

об'ємний вихід, оцінюють зовнішній вигляд, пористість, еластичність і колір м'якуша за дев'ятибальною шкалою (додаток 3). Зовнішній вигляд хліба оцінюють як середнє з трьох показників: форми, ознак поверхні і забарвлення шкоринки [27].

#### 14.4. Завдання.

Випекти пшеничний хліб безопарним способом.

##### Запитання до самоперевірки

1. Які є способи випікання пшеничного хліба?
2. Як підготувати сировину для випікання хліба?
3. Яка береться рецептура для випікання хліба?
4. За якими показниками визначається якість пшеничного хліба?
5. Охарактеризувати показники зовнішнього вигляду хліба?
6. Як класифікується якість пшеничного хліба за органолептичними показниками?
7. У чому полягає відмінність випікання житнього хліба?
8. Охарактеризувати технології випічки житнього хліба?
9. Як оцінюється якість хліба з тритикале?

#### Заняття 15

### ВИЗНАЧЕННЯ МАКАРОННИХ ЯКОСТЕЙ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ

**Мета:** навчитися визначати якість макаронів пшениці твердої.

**Обладнання:** прилад макаронний лабораторний «АМЛ-1», водяний термостат, прилад для варіння макаронів фірми «Buhler» (модель ТАІ-801), вентилятор, кювета для води розміром 44×33 см, дві плексигласові або дерев'яні касети розміром 24×22×8,5 см кожна, водяна баня, сушильна шафа, циліндри для вимірювання, ваги.

Прилад макаронний лабораторний «АМЛ-1», який складається з тістомісильної камери, камери для випресовування макаронів, редуктора, електродвигуна. Місилка дозволяє замішувати тісто з крупки наважкою від 300 до 1500 г. Вона обладнана трьома змішувальними лопатями на горизонтальному валу, який робить 90 об/хв. Камера для випресовування макаронів розташована під тістомісильною камерою і з'єднана з нею через квадратний отвір

із засувкою. Камера для випресовування макаронів має нагнітальний шнек і бронзову матрицю із фторо-пластмасовою вставкою, в якій зроблено отвори для макаронів із зовнішнім діаметром 5,5 мм і внутрішнім – 3,5 мм.

Водяний термостат довжиною 100 см, шириною 60 см і високою 80 см, який підтримує температуру від 30 до 60 °C ( $\pm 1$  °C), відносну вологість повітря від 60 до 90 % ( $\pm 5$  %).

Прилад фірми «Buhler» (модель ТАІ-801) для варіння макаронів, складається з двох циліндрів для варіння з випускним пристроєм і спеціальною кришкою із зондовим термометром. Кожний циліндр має незалежний, регульований за допомогою реостата електрообігрів, секундомір та сигнальну лампочку. Збоку вмонтовано обертовий валюметр, який має верхню посудину для води й нижню для розміщення в ній сітчастого кошика і градуйованого скляного циліндра з позначками від 0 до 450 мл ( $\pm 5$  мл).

*Технологічний процес.* Беруть 600 г крупки (базисна вологість 14 %), поміщають у тістомісилку, включають прилад «АМЛ-1» і, поступово додаючи необхідну кількість води, рівномірно розподіляють її по всій поверхні крупки. Температура води має бути 60–65 °C (теплий заміс). За такого замісу швидше проходить зволоження частинок крупки, утворення клейковини, ниток, плівок і зв'язування їх між собою, тісто швидше формується у грудочки і легко вимішується. М'якість і пластичність тіста, замішаного на теплій воді, полегшує і прискорює формування виробів, які стають більш гладенькими.

Відразу після додавання води, а потім через 5 хв після замісу тістомісилку зупиняють для очищення шипів місильних лопатей від налиплого тіста. Загальний час, необхідний для повного замісу, 15–20 хв. За цей час тісто перетворюється у пружну пластичну суміш, яка на вигляд складається з окремих грудочок, що розсипаються. Консистенцію замішаного тіста визначають органолептично через 5 хв після початку замісу. За кількістю води, яку заливають для замісу, визначають вологість готового тіста (додаток 5). Вологість макаронного тіста коливається в межах 29,5–33,5 %.

Попередній розрахунок кількості води, необхідної для отримання належної вологості (за даною вологістю крупки), визначають за формулою:

$$X = M \frac{(B - b)}{100 - b}$$

де X – кількість води, потрібної для замісу, мл;

M – маса крупки, г;

B – кінцева вологість тіста, %;

b – вологість крупки, %.

*Випресовування тіста.* Коли тісто готове, відчиняють засувку і за допомогою місильних лопат переміщують тісто до камери для випресовування, де воно шнеком подається на матрицю і пресується в макарони. Перші вигнуті макарони завдовжки 5–7 см не придатні для подальших аналізів, тому їх обрізають і вибраковуюють.

Випресовані пасма макаронів поміщають на столи, розрізають на відрізки довжиною 22 см і розміщують у касетах для сушіння.

*Сушіння макаронів.* У день виготовлення макаронів у камері термостата підтримують температуру 36 °С і відносну вологість повітря до 80 %, отвори зверху термостата відчиняють. Після повного завантаження касет, у камеру термостата поміщають кювет з водою (1 л) кімнатної температури, вмикають вентилятор, один отвір закривають, інший – залишається відкритим: повітря надходить лише крізь щілини у ковпачку. Наступного дня отвір зверху термостата закривають, працює вентилятор і підтримується температура 40 °С. Активне сушіння макаронів проводять безпосередньо впродовж 40 год., вологе повітря з термостата за періодичного відкривання дверцял видалиться, відносна вологість його при цьому поступово знижується до 75 %. За цей час касети з макаронами чотири рази повертають на 180 °С для рівномірнішого сушіння.

На третю добу сушіння вранці виливають воду з кювета і відключають нагрівання, однак вентилятор продовжує працювати. До кінця робочого дня температура у термостаті поступово знизиться до 25–27 °С, а відносна вологість повітря – до 65–70 %.

По закінченні сушіння макарони зв'язують у пучки і кладуть в ексикатор для відлежування. Кінцева вологість макаронів після відлежування має бути не більше 13 %. Сухі макарони оцінюють органолептично за забарвленням, використовуючи підібрані еталони. Оцінку виражають у балах: 9 – жовте; 7 – кремове; 5 – світло-кремове (білувате) або жовте із буруватим відтінком; 3 – жовте



або біле із коричневим відтінком; 1 – темне або біле із сіруватим відтінком.

*Визначення вологості сухих макаронів.* Для цього розмелюють 15 г макаронів, просівають крізь дротяне сито № 067, беруть наважку 10 г і висушують у сушильній шафі за температури 130 °С впродовж 40 хв. За різницею у вазі визначають відсоток вологи. Після варіння макаронів органолептично визначають консистенцію, коефіцієнт розварювання, втрати сухої речовини. Для контролю зміни кольору за приготування, визначають колір зварених макаронів за тими ж показниками, що і сухих.

**Визначення втрат сухої речовини.** Для цієї мети за варіння встановлюють дві мірні посудини ємністю 1000 мл під циліндрами для варіння і в них за рівномірного помішування виливають воду, в якій варилися макарони. Кількість води в посудинах доводять до 1000 мл. Збовтують вміст циліндра, щоб каламуть була рівномірною. За допомогою піпетки відбирають 50 мл розчину і переносять у порцелянову чашку. Спочатку розчин випарюють на водяній бані, потім залишок висушують у термостаті за 130 °С до постійної маси. Втрати сухої речовини (X) у відсотках розраховують за формулою:

$$X = \frac{A \times 100}{B(100 - W)}$$

де А – маса сухого залишку, г;

В – маса повітряносухих макаронів, що відповідає 50 мл взятого для аналізів розчину, г; W – вологість сухих макаронів, %.

Макарони за показниками якості оцінюють за дев'ятибальною шкалою (табл. 36).

Таблиця 36 - Шкала оцінки якості макаронів з крупки твердих пшениць

Показник	Бали				
	9	7	5	3	1
1	2	3	4	5	6
Забарвлення макаронів	жовте	кремове	світло-кремове (білувате) чи жовте з буруватим відтінком	жовте з коричневим відтінком	темне або біле з сіруватим відтінком

Продовження табл. 36

1	2	3	4	5	6
Втрати сухої речовини за варіння, %	до 5,9	6,0–6,5	6,6–7,0	7,1–7,6	7,7 і більше
Коефіцієнт розварювання макаронів за масою	3,0–3,2	3,3–3,5	3,6–3,8	3,9–4,2	4,3 і більше
Коефіцієнт розварювання макаронів за об'ємом	3,1–3,5	3,6–3,8	3,9–4,1	4,2–4,4	4,5 і більше

Загальну оцінку в балах розраховують як середнє з наступних показників: забарвлення макаронів, втрати сухої речовини, коефіцієнти розварювання за масою і об'ємом (виражені у балах) [27].

### Запитання до самоперевірки

1. Для виробництва макаронних виробів які специфічні вимоги ставлять до борошна?
2. Яка кількість білків необхідна для отримання якісних макаронних виробів?
3. Як визначають вологість сухих макаронів?

## Заняття 16

### ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КРУП

**Мета:** навчитися визначати якість круп.

**Матеріали та обладнання:** зразки різних гатунків круп з проса, рису, гречки, вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху, ваги лабораторні, сита, шпателі, бюкси, розбірні дошки, муфільна піч, тиглі, щипці, лупа.

*Плівковість* – це відносний вміст квіткових плівок чи плодкових оболонки у круп'яних і насінних оболонках круп'яних і зернобобових культур, виражений у відсотках. Її визначають у всіх пробах рису, проса, гречки, вівса і пивоварного ячменю, що надійшли на аналіз до лабораторії. У пробах гороху плівковість визначають під час контрольних аналізів. Для цього відбирають дві паралельні наважки: рису – по 10 г, проса, гречки і вівса – по 5 г, ячменю – по 50 зерен, гороху – по 25 насінин кожна.

Зважують наважки й окремо квіткові плівки (плодових чи насінних оболонки) на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Для контролю зважують і ядра.

Розходження результатів двох паралельних визначень плівковості не має перевищувати 1 %. За результат аналізу приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень з точністю до 0,1 % [38].

### 16.1. Рис

Відокремлюють плівки рису за допомогою лабораторного лушцильника «Satake». До початку аналізів необхідно відрегулювати робочий зазор між лушцильними вальцями так, щоб за кожний пропуск через машину отримати найбільшу кількість обрушених ядер за найменшого їх дроблення і подрібнення плівок. Борошністі зерна рису слід лушити обережніше, ніж склоподібні. Величина зазору між вальцями 0,5–1,0 мм.

*Хід аналізу.* Взяти дві наважки. Увімкнути електродвигун приладу. Засипати у приймальну воронку приладу наважку зерна. Коли вся наважка пройде крізь лушцильник, що видно через оглядове скло, вимкнути електродвигун. Якщо за один пропуск усі зерна не обрушуються, роблять один-два додаткових пропуски через машину. Плівки та ядра вивантажити зі збірників і зважити [27].

### 16.2. Просо

Відокремлення плівок проса здійснюють на приладі ГДФ, принцип роботи якого полягає в багаторазовому пропусканні наважки між гумовими вальцями – швидкохідними і тихохідними – зі співвідношенням швидкостей, що дорівнює 1:2. Відокремлені від ядер плівки підхоплюються зустрічним струменем повітря й осідають у циклоні. Ядра і необрушені зерна повертаються на повторне лущення. Рециркуляція здійснюється до повного обрушення наважки.

*Хід аналізу.* Взяти дві наважки зерна. Увімкнути в мережу прилад ГДФ, натиснути кнопку «пуск» і засипати наважку в приймальний бункер. Засувка збірника ядер розташована в лівому положенні. Момент закінчення лущення визначити за припиненням осідання лушпиння в скляному збірнику. Переключити засув-

ку збірника ядра праворуч і натиснути кнопку «стоп». Ядра накопичуються в ящику-збірнику. Додатково ввімкнути пневмосистему кнопкою «пуск» на 5–10 с для видалення залишків продуктів і вимкнути прилад. Видалити й окремо зважити плівки і ядра [27].

### 16.3. Гречка

Плодові оболонки відокремлюють на приладі ВПГ-1, принцип роботи якого полягає в багаторазовому стискуванні плодів при ударах об жорстку поверхню деталей лушпильника з одночасним розділенням продуктів лущення у струмені повітря.

*Хід аналізу:* Взяти дві наважки зерна. Увімкнути прилад у мережу і засипати наважку в приймальний бункер. Важіль поставити у положення «робота». Натиском важеля відкрити вхідний отвір і засипати наважку в робочу зону. Прилад, установлений на постійну експозицію оброблення 60 с, після закінчення цього часу автоматично вимикається, і крупно подрібнене лушпиння в суміші з часточками ендосперму висипається на верхнє сито. Декілька разів повернути важіль у положення «вивантаження». Вийняти з приладу комплект сит, вкладених одне в одне і струшуванням вручну розсіяти різні за розміром частинки. Зсипати з верхнього сита чисте лушпиння, а з наступних сит вибрати дрібні частки плівок і приєднати їх до основної маси лушпиння (іноді на дні також опиняється певна кількість шматочків плівок). Зважити все зібране лушпиння і визначити плівковість за формулою:

$$П = \left( \frac{М}{М1} + 0,013 \right) \times 100,$$

де П – плівковість, %;

М – маса плодових оболонок, г;

М1 – маса вихідної наважки, г;

0,013 – інструментальна поправка приладу на втрати.

### 16.4. Ячмінь

В основі методу визначення плівковості ячменю лежить спосіб відокремлення квіткових плівок від поверхні зерна після їхнього відшарування в результаті розчинення лугом клеючої речовини.

*Хід аналізу.* Відібрати дві проби по 50 зерен з непошкодженими квітковими плівками, кожну пробу зважити. Зерна висипати у пробірки, залити 10 мл 3 % розчину NaOH кімнатної температури і витримати без нагрівання 75 хв. Потім злити лужний розчин, перенести зерна в воронку з сітчастим дном і промити під струменем холодної води. Оброблені у такий спосіб зерна покласти у чашки Петрі (чи іншу зручну ємність) і залити невеликою кількістю води, щоб запобігти підсиханню. Обережно зняти пінцетом плівку, спочатку зі спинного, а потім з черевного боків зерна. Плівки від кожної проби помістити в бюкси і сушити за температури 130 °С 40 хв або за температури 105 °С 3 год. Одночасно висушують 12 підготовлених проб або 6 сортотразків. Під час оброблення оболонка втрачає в середньому 1/12 частину маси, що враховують за обчислення. Висушені плівки охолоджують в ексикаторі і зважують. Паралельно визначають вологість наважки зерна, що аналізують. Підрахунок проводять за формулою:

$$P_v = \frac{M}{M_2} \times 100 \left( \frac{M_1 \times 100}{M_2 \times 12} \right),$$

де  $P_v$  – плівковість ячменю на повітряно-сухе зерно, %;

$M_1$  – маса висушених плівок (оболонки), г;

$M_2$  – маса 50 зерен ячменю в пробі, г.

Примітка: дослідами встановлено, що різницею між абсолютно сухою і повітряно-сухою масою плівок можна знехтувати. Плівковість на абсолютно суху речовину обчислюють за формулою:

$$P_{a.p.} = \frac{P_p - 100}{100 - W},$$

де  $P_{a.p.}$  – плівковість на абсолютно суху речовину, %;

$W$  – вологість проби, %;

$P_p$  – плівковість на повітряно-сухе зерно.

## 16.5. Овес

Квіткові плівки вівса відокремлюють вручну.

*Хід аналізу.* Кожне зерно, взяте з призначеної для визначення плівковості наважки, затискають між великим і вказівним паль-

цями лівої руки. Кінцем препарувальної голки, яку тримають у правій руці, натискають на зерно з червеного боку біля зародка і виштовхують ядро з плівки. Цілісність ядра і плівки при цьому не порушується [27].

## 16.6. Горох

Відокремлюють насінні оболонки вручну.

*Хід аналізу.* Очистити 2 проби насіння по 25 шт. кожна. Замо-чити проби в дистильованій воді за температури близько 80°C, щоб вода повністю вкривала насіння. Через 1–1,5 години злити воду й обережно зняти препарувальною голкою насінну оболонку, намагаючись не відломити зародок. Насінні оболонки й облущені сім'ядолі (по кожній пробі окремо) покласти в таровані бюкси і поставити в сушильну шафу, нагріту до температури 130 °С. Сушити до постійної маси: оболонки – 40–60 хв, сім'ядолі – 4–6 год. Після охолодження в ексікаторі зважити оболонки і сім'ядолі. Плівковість гороху (абсолютно сухого) обчислюють за формулою:

$$P = \frac{M1}{M1 + M2},$$

де P – плівковість гороху, %;

M1 – маса насінних оболонок після сушіння, г;

M2 – маса сім'ядолей після сушіння, г.

## 16.7. Завдання.

Визначити плівковість у пробах рису, проса, гречки, вівса і пивоварного ячменю.

### Запитання до самоперевірки

1. Дати визначення що таке плівковість?
2. Як визначають плівковість у зерні рису?
3. Як визначають плівковість у зерні проса?
4. Як визначають плівковість у зерні гречки?
5. Як визначають плівковість у зерні вівса і пивоварного ячменю?

## Заняття 17

### ВИЗНАЧЕННЯ КРУПНОСТІ ТА ВИРІВНЯНОСТІ КРУП'ЯНИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ ВИДІВ ЗЕРНА

**Мета:** навчитися визначати крупність та вирівняність круп'яних і зернобобових видів зерна.

**Матеріали та обладнання:** зразки різних гатунків крупи з проса, рису, гречки, вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху, ваги лабораторні, сита, шпатель, бюкси, розбірні дошки, муфільна піч, тиглі, щипці, лупа.

Крупність і вирівняність за шириною і товщиною зерна круп'яних і зернобобових видів визначають за допомогою розсіюників-класифікаторів різноманітної конструкції. Проби зерна просівають крізь набір штампованих сит з отворами різного розміру та форми. Розміри отворів сит зменшуються за величиною від верхніх до нижніх [27] (таблиця 37, додаток б).

Крупність характеризують за розмірами отворів двох суміжних сит, на яких за сортування залишилась найбільша кількість зерна. Її виражають у міліметрах двома числами. На першому місці записують розмір сита, сходом з якого отримана найбільша фракція.

Таблиця 37 – **Набори сит для визначення крупності і вирівняності зерна**

Культура	Форма отворів сит	Розміри отворів сит (діаметр або ширина), мм							
		2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
Просо	Видовжені (довжина 20 мм)	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
Гречка	Круглі	4,8	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2
Рис	—«»—	4,0	3,8	3,0	-	-	-	-	-
Кукурудза кремениста і зубоподібна	—«»—	10,0	9,0	8,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0
Кукурудза розлусна	—«»—	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	-	-	-
Горох	—«»—	9,0	8,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	-
Сочевиця	—«»—	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
Чина, нут, квасоля	—«»—	10,0	9,0	8,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0
Ячмінь	Видовжені (довжина 20 мм)	2,8	2,5	2,2	-	-	-	-	-
Овес	—«»—	2,3	2,0	1,8	-	-	-	-	-

Вирівняність обчислюють у відсотках як суму сходів двох суміжних найбільших фракцій до наважки (з точністю до 0,1 %). Марка розсійника, величина наважки і час просіювання для різних культур наведено в таблиці 38.

Порядок роботи на розсійниках різних марок подібний і полягає в наступному. Спочатку зважують пробу зерна. Всі види аналізують в одному повторенні, ячмінь – у двох. Поміщають наважку на верхнє сито набору, складеного відповідно до таблиці 38. Закрити розсійник кришкою, закріпити сита й увімкнути двигун. По закінченні заданого часу розсійник зупинити (прилади з автоматичним пристроєм типу «КРЛ-1» зупиняються автоматично), зсипати по черзі у лоток схід з кожного сита і зважити з точністю до 0,1 г. Прохід нижнього сита зважують окремо та відносять до відходів і на крупу не переробляють.

Таблиця 38 – Величина наважки, час просіювання окремих видів зерна і марка розсійника

Культура	Наважка, г	Час, хв	Марка розсійника
Просо	250	5	«КРЛ-1»
Гречка	500	8	—«»—
Рис	100	5	—«»—
Кукурудза, горох, квасоля, чина, нут	100	3	—«»—
Сочевиця	200	3	—«»—
Ячмінь	100	5	Розсійник Фогеля «ЯКТА К-294»
Овес	500	5	—«»—

*Приклад розрахунку крупності та вирівняності.* За сортування 500 г гречки найбільшу кількість насіння отримано з сит діаметром отворів 4,5 мм (320 г) і 4,2 (150 г). Крупність у цьому випадку становить 4,5–4,2 мм, вирівняність  $(320+150) \times 2 = 940 : 10 = 94$  %. Якщо сортова наважка дорівнює 100 г, сума двох суміжних сходів у грамах відповідає вирівняності зерна у відсотках.

### Запитання до самоперевірки

1. Дати визначення крупності зерна?
2. Що розуміють під вирівняністю зерна?
3. Як визначити крупність у круп'яних і зернобобових видів зерна?
4. Як визначають вирівняність у круп'яних і зернобобових видів зерна?



## Заняття 18

# ВИЗНАЧЕННЯ ТИПОВОГО СКЛАДУ ТА ВИХОДУ КРУП ІЗ ЗЕРНА КРУП'ЯНИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

**Мета:** ознайомитися з методами визначення типового складу, виходу крупів із зерна круп'яних і зернобобових культур.

**Матеріали та обладнання:** зразки різних гатунків крупи з проса, рису, гречки, вівса, ваги лабораторні, сита, шпателі, бюкси, розбірні дошки, щипці, лупа.

Для виявлення в сортах домішок зерна іншого типу слід давати опис зовнішнього вигляду проб, які аналізують. Проба, що містить понад 10 % зерен (насінин) іншого типу, не може характеризувати сорт і визначенню якості не підлягає. Форму зерна і забарвлення квіткових плівок (насінних чи плодових оболонок) визначають візуально, співставляючи з еталонами зерна. Відповідно до чинних стандартів і ботанічних описів прийнято наступні визначення (табл. 39).

Забарвлення насіння гороху залежить від забарвлення сім'ядолей, які просвічуються через прозору насінну оболонку і може бути жовто-рожевим чи зеленим з різними відтінками. Забарвлення насінних оболонок квасолі може бути однотонним: білим, червоним, коричневим, оливковим тощо (з відтінком від світлого до темного) чи з малюнком: темний малюнок на світлому фоні і навпаки. Відповідно до ГОСТ 7758-75 «Фасоль продовольственная. Технические условия» за формою насіння розрізняють 6 підтипів білої квасолі: бомба, перловка, овальна, змійка, рачки, лопата; чотири підтипи кольорової однотонної і два підтипи кольорової строкатої [27].

Продовольчий нут має насіння від білого до жовто-рожевого забарвлення, за формою насіння на підтипи не поділяють.

Тарілочну сочевицю за забарвленням поділяють на три підтипи: зелена темних відтінків, світло-зелена і з неоднорідним забарвленням.

Крім вказаних ознак, які встановлюють за зовнішнього огляду зерна, в деяких круп'яних видів визначають додатково індивідуальні анатомо-морфологічні особливості будови, які можуть прямо чи опосередковано впливати на технологічні властивості сортів.

Таблиця 39 – **Опис форми та забарвлення зерна**

Культура	Форма зерна, інші ботанічні особливості	Забарвлення зерна
Просо	Шароподібне, овальне, видовжене.	Біле, кремове, жовте, червоне, коричневе, сіре (всі кольори можуть бути з відтінком від світлого до темного); двокольорове зерно – кремове з червоним бочком.
Рис	Округле, видовжене широке, видовжене вузьке; з остюками, безосте, із зачатками остюків.	Солом'яно-жовте, золотисте, коричневе, двокольорове забарвлення – грані коричневі чи темно-бурі, а ребра – солом'яно-жовті, усі кольори можуть мати відтінки від світлого до темного.
Гречка	Тригранне – округле чи видовжене, веретеноподібне, крилате, безкриле; з плескатими, опуклими, увігнутими гранями.	Буре, коричневе, сіре (сріблясте), чорне; однотонне чи з малюнком у вигляді крапок, штрихів, плям.
Овес	Товстоплідне, середньоплідне, тонкоплідне, проміжної форми; безосте, остисте, із слабо розвиненими остюками.	Біле і жовте різних відтінків.

### 18.1. Рис

*Аналіз рису.* Велике значення за переробки зерна рису має форма зернівки, склоподібність (щільність) ендосперму, наявність червоних, зелених і крейдяних зерен.

У робочих бланках аналізу вказують форму зерна, колір плівков, наявність чи відсутність остюків (табл. 39). Визначають уміст червоних, зелених і глютинозних зерен під час розбирання наважки лушеного рису, що залишилася після визначення плівковості (дві наважки обрушеного рису змішують і відбирають для аналізу 10 г). На розбірній дошці відокремлюють вручну всі червоні (червонувато-коричневі), зелені (всіх відтінків), крейдяні і глютинозні зерна, зважуючи окремо з точністю до 0,1 г і обчислюють їх уміст у відсотках до взятої наважки з точністю до 0,1.

До крейдяних відносять зерна з борошнистим деформованим ядром, що нагадує на зламі крейду і за натискання вони легко руйнуються. Глютинозні зерна відрізняють від борошнистих за особливостями розрізу, вони набагато щільніші за останні, в роз-

різі стеариноподібні, однорідні за кольором, без борошнистого чи склоподібного вкраплення.

Для визначення склоподібності з тієї самої наважки після перемішування відраховують посіпль 100 цілих зерен і розрізають кожне лезом бритви впоперек посередині. Відповідно до ГОСТ 10987-76 «Зерно [39]. Методы определения стекловидности» зерна за ознаками розрізу відносять до однієї з трьох груп:

- склоподібне зерно – з повністю склоподібним ендоспермом;
- борошнисте зерно – з повністю борошнистим ендоспермом;
- частково склоподібне зерно – з частково борошнистим чи частково склоподібним ендоспермом.

Підраховують їх кількість за типом зерна у відсотках. Крім того, обчислюють загальну склоподібність, яка складається із суми всіх склоподібних і половини частково склоподібних зерен у відсотках. Обчислення загальної склоподібності зерна здійснюють з точністю до десятих часток відсотка з наступним заокругленням результату до цілого числа.

*Вимірювання довжини і ширини зерен рису мікрометром.* Для визначення типу рису за формою зерна потрібно заміряти довжину і ширину зерен у квіткових плівках чи без них (ядер). Товщину не вимірюють.

*Порядок роботи.* З наважки, що залишилася після визначення плівковості, відраховують 20 ядер. Кожне ядро беруть пінцетом і затискають спочатку по осі найбільшого, а потім середнього розміру – між штифтом і основою спеціального мікрометра, який фіксує розмір у мм з точністю до 0,01. Обчислюють середню довжину і ширину ядер. Визначають відношення довжини до ширини. Результат записують з точністю до 0,1 %. Аналогічно вимірюють довжину і ширину зерен у квіткових плівках.

*Визначення тріщинуватості рису.* Тріщинуватість рису, зумовлена несприятливими умовами збирання, зберігання чи неправильним сушінням, погіршує його технологічні якості. Наявність тріщин у зернівці рису ускладнює його переробку і знижує вихід найціннішого виду готової продукції – цілого ядра.

*Порядок роботи.* Тріщинуватість рису визначають за допомогою діафаноскопу. Для цього після визначення плівковості з наважки відраховують 100 ядер, які кладуть у прорізи пластини діафаноскопу. У прохідному світлі приладу підраховують зерна з

видимими однією чи більше тріщинами в ендоспермі, кількість таких зерен виражають у відсотках.

*Визначення виходу круп.* Проби зерна круп'яних культур, що надходять до лабораторії, переробляють на лабораторних машинах на крупи, що відповідає вимогам державних стандартів на цей вид продукції. Переробка відбувається за технологічними схемами, подібними до виробничих відповідно до «Правилами організації и ведення технологического процесса на крупяных предприятиях» (Москва, 1981 р.). Завданням лабораторної переробки зерна є отримання круп з найбільшим вмістом цілого ядра за найкращої обробки поверхні.

Процес лабораторної переробки більшості круп'яних (рис, проса, вівса, ячменю) і гороху складається з двох основних етапів: лущення чи видалення квіткових (у гороху – насінних) оболонки і шліфування, тобто зняття тонших, щільно прилеглих до ендосперму плодкових і насінних оболонки, а також більшої частини зародка і деякої частини алейронового шару. Видалення зародків у 80 % ядер може слугувати одним з показників достатнього шліфування крупи. У вівса за шліфування видаляють, крім того, волоски на поверхні ядра. У гречки виробництво крупи включає лише лущення – видалення плодкових оболонки.

Рисові крупи, відповідно до ГОСТ 6292-93 «Крупа рисовая. Технические условия», являють собою оброблені на шліфувальній машині зерна лущеного рису, в яких шорстка поверхня від білого до кремового забарвлення. Допускаються поодинокі зерна з кольоровими відтінками та червоними смужками. Нелущених зерен у крупах допускається не більше 3 шт. у наважці зі 100 г зерна.

Крупи, отримані за лабораторного оброблення рису, містять як цілі, недроблені ядра, так і частки ядра різного розміру, що не пройшли крізь сито з отворами діаметром 1,5 мм.

Крім круп, продуктом перероблення рису є кормова мучка, що утворюється у процесі шліфування. До відходів відносять прохід крізь сито з отворами діаметром 3 мм, що виділяється під час визначення крупності і вирівняності зерна, а також плівки.

*Переробка.* Наважка зерна, що надходить на робочі органи лущильника під дією гумових валків, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю, піддається нетривалому стисканню і зсуву, що зумовлює розмикання плівок, які охоплюють

ядро, але не зрослися з ним. У системі аспірації плівки відсмоктуються, після цього ядро повертається пневмотранспортером у збірник-циклон. Шліфування ядра відбувається під дією на нього абразивної поверхні конічного барабану, сітчастої обічайки і взаємного тертя ядер між собою. Шліфована крупка через пневмотораспортер вертається в той же збірник-циклон.

Час луцення і шліфування залежить від особливостей сорту, а також стану наважки, і встановлюється індивідуально.

*Технологічна схема переробки включає наступні операції.* 1. Із проби відібрати дві наважки масою по 100 г. 2. Встановити у гніздо луцильника збірник плівок із сітчастим дном і боковими стінками з сітчастими вікнами. 3. Засипати наважку рису у збірник-циклон і встановити його над бункером луцильника. 4. Повернути вмикач і тумблер у положення «увімкнено». 5. Установити на реле тривалість часу в секундах, необхідну для луцення наважки. 6. Натиснути кнопку «пуск», потім «цикл» (сигнальна лампа гасне). 7. Коли цикл луцення закінчується (сигнальна лампа спалахує), повернути бункер з наважкою луценого рису, встановити його над завантажувальним отвором шліфувального постау. 8. Через 10–15 с натиснути кнопку «стоп». 9. Установити перехідник (без дна). Плівки зсипати на лоток. 10. Установити на реле часу потрібну для шліфування тривалість. 11. Натиснути кнопку «пуск», потім «цикл» (лампочка погасне). Цикл шліфування закінчується в момент спалаху сигнальної лампочки. Відразу ж натиснути кнопку «стоп». 12. Знову увімкнути прилад і через 10–15 с натиснути кнопку «стоп». 13. Повернути збірник-циклон для розвантаження, відкрити заслінку та вивантажити наважку на лоток. 14. Просіяти крупу крізь сито з отворами діаметром 1,5 мм для відокремлення дробленки (мучки). 15. Зважити шліфовані крупки. 16. Аналогічно переробити другу наважку. Після перероблення двох наважок вивантажити і зважити плівки. 17. Очистити прилад, об'єднати і зважити всю мучку, яка пройшла крізь сітчасту обічайку за шліфування, з торбочки аспіра-тора, вибрану з середини приладу (йоршом), прохід крізь сито 1,5 мм, зметену зі столу.

За результат аналізу приймають середнє значення двох визначень. Допускається розбіжність між значеннями не більше 1 %. Якщо різниця перевищує 1 %, слід відібрати й переробити третю наважку рису і взяти середнє значення двох найближчих показників.

*Контроль шліфування.* Крупи, отримані після шліфування, мають бути рівномірного білого (до кремового) кольору, без залишків плодкових і насінних оболонок на поверхні.

Допускаються поодинокі ядра з кольоровими смужками. Основна маса ядер не має містити зародка (на його місці помітні заглиблення).

Процес шліфування не має давати багато подрібнених ядер. За шліфування наважки, що містить велику кількість ядер з тріщинами чи сортів з крихким ендоспермом, абразивний конус шліфувального барабану слід піднімати, наближаючи до нього гальмівні колодки з еластичної м'якої гуми.

*Оцінка товарної якості круп.* Усі проби круп аналізують в один день, щоб уникнути зміни забарвлення. Після вироблення крупів проби для подальшого аналізу зберігають у прохолодному, захищеному від світла місці.

Забарвлення круп визначають за денного розсіяного світла. Починати аналіз потрібно обов'язково з сорту, забарвлення круп і консистенція якого вже відомі.

Із проби шліфованого рису беруть наважку 5 г з точністю до 0,01 г і розбирають на ціле і дроблене ядро. До дроблених відносять розколоті ядра рису розміром менше ніж  $2/3$  нормального. Всі інші крупи відносять до цілих ядер. Зважують дроблений рис і обчислюють його вміст у відсотках. Віднявши від 100 % отриману цифру, знаходять уміст у крупах цілого ядра.

## 18.2. Просо

*Аналіз проса.* Із проб виділяють наважку зерна 50 г. При цьому визначають форму зерна і забарвлення квіткових плівок (табл. 39).

Крім цього, встановлюють типовий склад і вміст обрушеного зерна. Для визначення типового складу зерна з наважки 10 г вилучають вручну зерно основного типу, домішки інших типів і обчислюють вміст. З цієї ж наважки відбирають обрушені ядра і записують їх уміст у відсотках. Уміст зерна з пошкодженим під плівкою ядром встановлюють одночасно з визначенням плівковості.

Для цього аналізу використовують обидві наважки ядер після визначення плівковості зерна на лушчильнику «ГДФ». На розбірній дошці з обрушеної наважки виділяють пошкоджені ядра, зважують і обчислюють їх уміст у відсотках.

Під час проведення аналізу можуть виникати сумніви щодо правильності віднесення того чи іншого ядра до пошкодженого, особливо, якщо воно забруднене. У цьому випадку наважку ядер кладуть на годинникове скло й наносять на нього 5–10 мл 96-градусного етилового спирту або денатурату. При цьому всі пошкоджені ділянки ядра миттєво темнішають, а здорові не змінюють свого жовтого забарвлення.

*Визначення виходу круп.* З проса виробляють пшоно, що відповідає вимогам ГОСТ 572-60 «Крупа пшено шлифованное» [40]. Пшоно високої якості має бути яскраво-жовтого кольору, ендосперм склоподібної структури. Вміст пошкоджених ядер у крупах не має перевищувати 0,5 %, нелущених зерен – 0,4 %, кількість битих ядер – 1 %. Битими вважаються ядра, що проходять крізь дротяне сито № 056.

За оцінки якості сортів проса перевагу надають сортам з крупним зерном округлої форми й середнім вмістом плівок. Таке зерно легко піддається переробці, дає високий вихід пшона.

*Переробка.* Переробляють просо на крупу на луцильно-шліфувальній установці «ЛУП-1М». Між гумовими валками луцильного органу відбувається нетривале затискання зерна і зсув квіткових оболонки, що вільно охоплюють ядро і з'єднуються з ним лише в одній точці – рубчику. Система аспірації поділяє отриманий продукт на ядра й лушпиння з домішками пилоподібних часток. Шліфують ядра проса аналогічно до процесу шліфування рису, описаного вище.

Поверхня добре шліфованого пшона матова, вкрита тонким шаром мучелі, у 70–80 % ядер на місці зародка видно заглиблення. За достатнього шліфування з поверхні ядер знімається 4–5 % мучки. Лущення і шліфування на «ЛУП-1М» проводять без поділу наважки на фракції за крупністю.

*Технологічна схема* 1. Установити ємність для плівок із сітчастим дном і боковими стінками. 2. Засипати наважку проса 50 г у бункер-циклон і встановити його над лійкою луцильника. 3. Повернути ручку вимикача у положення «увімкнено». При цьому спалахує лампочка. 4. Установити важіль перемикача швидкостей луцильника в належне положення (одноразова операція). 5. Установити на реле часу тривалість, необхідну для лущення (60 с або більше, якщо зерно менш якісне). 6. Натиснути кнопку «пуск»,

увімкнути електродвигун приводу вентиляторів. 7. Повернути ручку перемикача праворуч від нейтрального положення для увімкнення луцильника. 8. Підняти важіль перемикача «цикл» догори й відразу ж відпустити. Спалахує лампочка циклона, відкривається заслінка бункера-циклона. 9. По закінченні циклу луцення лампочка гасне. Бункер-циклон з наважкою луценого проса встановити над засипною лійкою шліфувального поставу. 10. Через 3–5 с натиснути кнопку «стоп». 11. Установити замість ємності для плівок з сітчастими вікнами проміжну ємність (без дна). 12. Установити на реле часу тривалість, необхідну для шліфування проса (60–80 с). 13. Натиснути кнопку «пуск». 14. Повернути ручку перемикача ліворуч від нейтрального положення, вмикаючи шліфувальний постав. 15. Установити ручку перемикача «цикл» догори, через 2–3 с відпустити рукоятку. 16. Коли час циклу минає, заслінка автоматично закривається, двигун шліфувального поставу вмикається і пшоно збирається в бункері-циклоні. 17. Натиснути кнопку «стоп». 18. Повернути циклон у положення для вивантаження, вручну відкрити заслінку і вивантажити крупи у відповідну ємність. 19. Зважити крупи на технічних вагах з точністю до 0,01 г. 20. Аналогічно переробити другу наважку.

Після перероблення двох наважок вивантажити половину зі збірника, зважити. Вихід пшоно визначають як середнє арифметичне з результатів двох повторень у відсотках до взятих наважок. Очистити машину і зважити мучку.

*Контроль шліфування:* щоденний – за мучкою, періодичний – за забарвленням ядер. Ступінь шліфування пшоно контролюють методом фарбування. Наважку шліфованих ядер спочатку поміщають на 1,5 хв у 0,025 % розчин метиленової синьки в етиловому спирті, потім двічі промивають струменем холодної води і на 3 хв занурюють у 0,5 % водний розчин червоного конго. Після цього розчин зливають, а ядра знову промивають під струменем води і висушують на повітрі (або між аркушами фільтрувального паперу). При цьому ендосперм забарвлюється в червоний колір, а оболонки, що залишились – у синій. На добре шліфованому пшоні помітні лише поодинокі сині крапки.

*Оцінка товарної якості круп.* Якість пшоно оцінюють за наважкою 50 г, виділеної з проби, отриманої після визначення відсотка його виходу. Основним показником є забарвлення пшоно, яке



визначають візуально. Для цього частину наважки розсипають тонким суцільним шаром на чорному аркуші паперу чи темній розбірній дошці. Забарвлення пшона позначають одним із наступних кольорів: яскраво-жовтий, жовтий, жовтий із сірим відтінком, світло-жовтий із сірим відтінком, кремовий, світло-кремовий (обидва також можуть мати сірий відтінок), сірий.

Одночасно із забарвленням круп визначають консистенцію пшона, яку характеризують за зовнішнім виглядом як склоподібну, напівсклоподібну чи борошністу, залежно від того, яка з названих фракцій переважає.

Для визначення вмісту пошкодженого ядра у крупах розбирають наважку 10 г і відокремлюють усі пошкоджені ядра. До пошкоджених відносять ядра зі змінним забарвленням ендосперму, зважують їх і обчислюють вміст у відсотках. Контроль пошкодженого ядра у крупах здійснюють так само, як і зерна під плівками.

### 18.3. Гречка і овес

*Аналіз зерна.* Зерно, що залишилось у стаканчику після відбирання наважки на плівковість, не зважуючи, висипають на аркуш паперу й визначають форму та забарвлення відповідно до таблиці 39.

*Визначення виходу гречаних круп.* Крупи мають відповідати вимогам ГОСТ 5550-74 «Крупа гречневая. Технические условия» [41]. Отриманий продукт складається з ядриці і проділу. Ядриця – це ядро гречки, звільнене від плодових оболонок, неколоте, яке не проходить крізь сито 1,6×20 мм. Проділ – частки розколотого у процесі перероблення ядра, що проходять крізь металоткане сито № 08. За оцінки якості сортів гречки перевагу надають сортам з крупним вирівняним зерном.

*Переробка.* Плодові оболонки відокремлюють шляхом нетривалого затискання і зсуву. Цей процес здійснюють у вальцедекотовому приладі «ЛВС-1» із серпоподібної робочою зоною та регулярним зазором між вальцем і декою. Величина робочого зазору залежить від крупності перероблюваної фракції і має бути на 0,1 мм меншою за діаметр отворів сита, сходом з якого отримана перероблювана фракція зерна. Лущення виконують пофракційно, починаючи з найкрупнішої.

Продукти лушення з робочої зони потрапляють у напрямний коливний лоток, на якому відбувається їх самосортування, в результаті чого плівки і мучка концентруються переважно у верхньому шарі. У розшарованому стані продукти попадають у розширювальну камеру, де під дією висхідного струму повітря пелува і мучка відсмоктуються і спрямовуються в осаджувальну камеру, а ядра й необрушені зерна падають у збірник.

Ефективність лушення гречки на «ЛВС-1» залежно від крупності фракції коливається в значних межах. Після лушення наважка складається з суміші обрушених і необрушених зерен, тому перероблення ведуть з проміжним відбиранням ядер.

Нелушені зерна гречки відбирають від ядриці і дрібніших продуктів лушення через сортування на ситах з отворами на 0,2–0,3 мм менше діаметра отворів сит, що характеризують крупність даної фракції. При цьому нелушені зерна йдуть сходом, а ядриця і проділ – проходом. Обрушені ядра відокремлюють після кожного пропуску фракції крізь вальцедековий станок, а необрушені спрямовують на повторне оброблення; для лушення кожної фракції потрібно зробити від 3 до 15 пропусків. У кожній фракції допускається залишок кількох необрушених зерен, які приєднуються для лушення до наступної фракції. За лушення найдрібнішої фракції наважки лишається необроблений рудяк (кормові відходи), кількість якого не має перевищувати 1 %.

*Технологічна схема* 1. Зважити пробу масою 500 г. 2. Установити на розсійнику «КРЛ-1» сита в порядку зменшення (за розміром), засипати наважку на верхнє сито, закрити розсійник кришкою й закріпити його з ситами. 3. Увімкнути розсійник на 8 хв. 4. Після сортування зняти кришку і зсипати зерно, починаючи з верхнього сита, окремо у відповідні ємності. Кожну фракцію окремо зважити і записати масу в робочий бланк. 5. Підготувати фракції зерна для лушення, дотримуючись наступних правил: якщо верхня фракція не перевищує 80 г, її слід з'єднати з наступною фракцією; схід із сита 4,2 мм переробляють завжди окремо; сходи з сит 4,0 і 3,8 мм об'єднують; – об'єднують також сходи з сит 3,6 і 3,4 мм; – схід із сита 3,2 мм лущать окремо. 6. Встановити поворотним лімбом робочий зазор «ЛВС-1» за розміром фракції. 7. Натиснути кнопку «пуск». 8. Засипати зерно у приймальний бункер, найкрупніше зерно зсипати з лотка поступово. 9. Після

проходження всієї фракції між вальцем і декою, що спостерігається через скло, натиснути кнопку «стоп». 10. Висипати наважку зі збірника на відповідне сито, відсіяти обрушене зерно від необрушеного й останнє повернути на повторну обробку. Врахувати кількість пропусків. 11. Описаний у пунктах 6–10 процес повторювати для кожної фракції. 12. Наприкінці перероблення наважки все обрушене зерно зсипати разом і просіяти крізь сито 1,6×20 мм для відокремлення ядриці від проділу. 13. Зважити окремо ядрицю і проділ. 14. Очистити станок йоршиком усередині, щіткою – зовні, зібрати мучку. 15. Полову з приймального просіяти крізь металоткане сито № 08 і отриману проходом мучку з'єднати з мучкою за п. 14. 16. Зважити мучку й половиу.

Контроль за виконанням аналізу полягає у візуальному огляді всіх продуктів переробки: у полові не має бути цілих зерен і ядер гречки, у крупах – часток полови.

*Визначення крупності ядра гречки.* Здебільшого, крупне, добре вирівняне за розміром зерно гречки забезпечує крупне рівномірне ядро. Крупне ядро краще очищається від насіння бур'янів і не обрушених зерен гречки, а також має вищу харчову цінність завдяки відносно великим розмірам зародка і вмісту біологічно активних речовин.

Під крупністю ядра розуміють уміст у відсотках до вихідної наважки фракції, отриманої сходом із сита з круглими отворами діаметром 3,8 мм.

*Хід аналізу.* 1. З точністю до 0,01 г зважити на технічних вагах наважку круп масою 100 г. 2. Помістити наважку на сито розсійника «КРЛ-1» з діаметром отворів 3,8 мм, під ним розмістити днище розсійника. Укомплектувати розсійник нижче днища будь-якими ситами, закрити кришкою і здійснити сортування впродовж 3 хв. 3. Зсипати східну фракцію в лоток і зважити, розрахувати відсоток з точністю до 0,1.

*Визначення виходу круп з вівса.* У лабораторних умовах із зерна вівса виробляють шліфовані крупи (без пропарювання). Ці крупи, відповідно до ГОСТ 3034-75 «Крупа овсяная. Технические условия» [42], мають складатися з цілих, обов'язково шліфованих ядер вівса. Частка битих ядер не має перевищувати 1%. Забарвлення круп залежить від забарвлення зовнішніх шарів ендосперму і має бути світлих відтінків. У процесі шліфування звільненого від

квіткових оболонки ядра, у вівса з поверхні зерна, крім частин, які виділяють в інших круп'яних видів, видаляють ще волоски, які знижують засвоюваність крупи.

*Переробка.* У вівса ядро еластичне, здатне витримувати більші механічні навантаження, ніж зерно інших круп'яних видів. Квіткові плівки щільно охоплюють ядро, хоч і не зростаються з ним. Спеціального лабораторного приладу для лущення вівса немає. Цей процес послідовно здійснюють на декількох машинах. У спеціально модифікованій обійці зерно вівса піддають ударам і тертю об бичі й абразивну поверхню, що забезпечує ніби зішкрябання квіткової плівки. Для лущення наважку вівса сортують за крупністю на чотири фракції, при цьому прохід нижнього сита для переробки не йде, а використовується на кормові цілі. Якщо прохід нижнього сита становить 20 % і більше, пробу вважають фуражною і на крупи не переробляють.

Ефект лущення на обійці невисокий: залежно від будови зерна кожен фракцію лущать кілька разів, при цьому 2–3 рази – без проміжного відбирання ядра. Для відокремлення обрушених і необрушених зерен наважку сортують на лабораторному трієрі. Необрушене зерно повторно пропускають крізь обійку, фіксуючи загальну кількість пропусків. Відокремлені луски видаляють за допомогою з'єднаної з обійкою аспіраційної машини. Обрушене зерно з усіх фракцій з'єднують разом і шліфують на спеціальній лабораторній машині. Луски, що потрапили у крупи, відокремлюють на лабораторному сепараторі.

*Технологічна схема 1.* Взяти наважку масою 500 г. 2. Засипати наважку на верхнє сито розсійника для сортування вівса «ЯКТА К-294» («Петкус»), увімкнути розсійник в електромережу і сортувати зерно на фракції до тих пір, поки кожна фракція не зійде по поверхні у призначений для цього короб. 3. Кожну східну фракцію зважити окремо. Прохід нижнього сита відносять до відходів. 4. Увімкнути в електромережу обійну машину, засипати в бункер одну чи дві об'єднані після сортування фракції. Одночасно увімкнути аспіратор для відокремлення лусок. 5. Повторити лущення без проміжного відбирання ядра двічі-тричі (залежно від міцності ендосперму). 6. Увімкнути в електромережу сепаратор «АЛА К-293» («Петкус») і налагодити подачу повітря таким чином, щоб забезпечити повне відвіювання лусок. 7. Засипати змішаний про-

дукт у бункер сепаратора, відрегулювати швидкість подачі суміші направляючим лотком у робочу камеру. Після відвіювання всіх плівок, що залишилися після луцення, зібрати окремо плівки й суміш обрушених та необрушених зерен. 8. Увімкнути трієр «РО-ТА К-292» («Петкус») в електромережу та засипати суміш обрушених і необрушених зерен у приймальний бункер. Після розділення чисте ядро залишити в накопичувальній ємності, необрушене – спрямувати на повторне луцення до повного відокремлення квіткових плівок. Кілька необрушених зерен, що залишилися від крупнішої фракції (масою 10 г), можна приєднати для луцення до дрібнішої. Залишок дрібних необрушених зерен зважити й віднести до відходів. 9. Отримане після всіх пропусків крізь обійку чисте ядро зважити. 10. Увімкнути машину для шліфування вівсяного ядра «УЛШ-1» в електромережу тумблером «вмикання» (спалахує лампочка); встановити на реле часу тривалість луцення (120–180 с). 11. Засипати все отримане ядро у приймальний бункер, закрити кришкою з ущільненням; увімкнути послідовно тумблери «пуск», «цикл». Після вмикання тумблера «цикл» сигнальна лампочка гасне. 12. Після закінчення циклу (сигнал спалахує) вимкнути машину, потім знову увімкнути на 10–15 с. 13. Вивантажити шліфовані крупи з бункера, пропустити крізь аспіратор і зважити. 14. За різницею маси в п. 9 і п. 13 обчислити вихід мучки, який має становити близько 10 % від виходу круп. 15. Відсіяти дроблені крупи крізь сито з отворами діаметром 1 мм, зважити. 16. Після перероблення кожної проби зібрати всю половину (з аспіратора обійки й сепаратора) і зважити. 17. Після закінчення аналізів (наприкінці робочого дня) очистити шліфувальну машину від мучки – всередині йоржиком, зовні – щіткою.

Вихід круп обчислюють за відношенням до взятої наважки зерна (500 г): масу шліфованих ядер множать на 2 і ділять на 10.

#### **18.4. Бобові культури**

*Визначення типового складу насіння.* Для аналізу використовують наважки, відібрані для визначення його крупності й вирівняності. Насіння кожної проби ретельно оглядають і, співставляючи з еталонами, визначають їх форму, забарвлення оболонки чи сім'ядолей (якщо оболонки прозорі), а також відмічають сортові особливості проб (забарвлення рубчика насінин тощо).

*Квасоля.* Вирівняність насінин за довжиною визначають за допомогою спеціального пристрою, що являє собою жерстяну коробку, розділену поперечними перетинками на 16 комірок, ширина яких зменшується від першої до останньої на 0,5 мм кожна. Насінину квасолі беруть пінцетом і проносять по довжині над кожною коміркою коробки, опускаючи її у відповідну за розміром. Передня стінка коробки знімається, висуваючи її зверху, можна витягнути насіння з кожної комірки й порахувати його. Для вимірювань беруть дві проби по 25 насінин. Щоб визначити вирівняність квасолі за довжиною, суму насінин двох найбільших суміжних фракцій у штуках множать на 4.

*Горох.* Визначення виходу круп. Із насіння гороху в лабораторії отримують крупи, що відповідають вимогам ГОСТ 6201-68 «Горох шлифованный. Технические условия» [43]. Після перероблення наважка містить два види готового продукту: горох цілий лущений полірований з нерозділеними сім'ядолями та горох колотий лущений полірований, що являє собою півсфери сім'ядолей чи їхні крупні частки. Їх вихід вираховують окремо. Нелущеного зерна має бути не більше 3 % або 10 шт у наважці 100 г. Крім лущеного гороху за переробки отримують півки (насінні оболонки) та кормові відходи: подрібнений горох – прохід крізь сито з отворами діаметром 3 мм, схід із сит з отворами діаметром 1,5 мм; січку – частинки, що проходять крізь сито з отворами 1,5 мм, але затримуються на ситі з отворами 1,0 мм, а також – мучку, що складає прохід крізь сито з отворами 1,0 мм. Січка і мучка мають бути повністю видалені з цілого і розколотого гороху, подрібненого допускається не більше 0,1 % у цілому та 1 % у колотому горосі.

*Переробка.* Знімають насінні оболонки на лабораторному приладі «ЛШЯ-2» шляхом їх зішкрібання за тертя насіння об послідовно розміщені абразивні диски, металеві частки кожуха робочої зони й зерен між собою. Прилад дозволяє отримувати у сортів зі слабким змиканням оболонки з сім'ядолями крупні, не дроблені частини півки, які добре піддаються сепаруванню та видаленню.

*Технологічна схема.* 1. Зважити дві проби зерна масою по 100 г. 2. Перевести тумблер приладу «ЛШЯ-2» у положення «робота» і помістити наважку в бункер. 3. На шкалі реле часу встановити необхідну тривалість обробки, яку визначають дослідним шляхом за стандартними сортами: для крупнозерного гороху 90–

115 с, для дрібнозерних сортів 120–180 с. 4. Натисканням на важіль увімкнути двигун приладу, при цьому наважка переміщується в робочу зону. 5. Коли заданий час минає, двигун автоматично вимикається, обробка закінчується. 6. За допомогою ручки перемістити ротор у крайнє верхнє положення і встановити тумблер у положення «розвантаження». Під дією власної ваги наважка повністю вивантажується з камери у підставлену ємкість. 7. Обрушене зерно в суміші з плівками помістити в набір сит: верхнє з продовгуватими отворами 4,0×20 мм, два середніх – з круглими діаметром 3,0 і 1,5 мм, нижнє – дно. Крупні частини оболонки, що перебувають на верхньому ситі, розім'яти пальцями, щоб вони пройшли крізь сито. 8. Схід із сита 4,0×20 мм – цілий лущений полірований горох – зважити. 9. Схід із сита 3,0 мм – суміш розколотого лущеного полірованого гороху й оболонки – пропустити крізь сепаратор «АЛА К-293» для відокремлення лусок. Увімкнути сепаратор в електромережу, засипати наважку у приймальний лоток, відрегулювати тягу на відсмоктування оболонки; після проходження всієї наважки крізь аспіраційну колонку вимкнути прилад, висипати зі збірників і зважити окремо оболонки і крупи. 10. Після закінчення аналізів за весь день вибрати мучку та січку з мішка-збірника, закріпленого на аспіраторній установці «ЛШЯ-2». Зважити весь продукт, отриманий за робочий день, і розділити на кількість проаналізованих наважок – для визначення середнього показника виходу борошна та січки. Якщо він перевищує 10 %, слід відрегулювати прилад чи зменшити експозицію обробки.

*Контроль лущення.* Ступінь лущення контролюють за наявністю необрушеного зерна, кількістю мучки та січки, стану поверхні сім'ядолей – вона має бути злегка шорстка, матова, але відповідати кольору сім'ядолей. Якщо оброблений горох не відповідає цим вимогам, потрібно продовжити обробку. За виявлення розбіжностей, що перевищують 1 %, слід взяти для переробки ще одну наважку 100 г.

### **18.5. Ячмінь круп'яний**

*Визначення виходу круп.* У лабораторії виробляють перлові п'ятимірні крупи, відповідно до ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная. Технические условия», являє собою повністю звільнене від квіткових плівок і добре відшліфоване ядро [44].

Перлові крупи гарного товарного вигляду, з добрим розварюванням можна отримати лише за переробки борошністого або напівсклоподібного ячменю, достатньо крупного, добре вирівняного за розміром, з жовтими оболонками різного відтінку і сприятливою для переробки формою. Зерна ячменю з синьо-зеленими чи коричневими оболонками для виробництва круп використовувати не слід, тому що добру білу крупу з нього можна отримати лише за посиленого шліфування, що пов'язане з великими втратами сировини та енерговитратами. Забарвлення насінних оболонок можна встановити лише за лущеним зерном (пенсаком).

*Переробка.* Особливістю будови зерна ячменю є зростання квіткових пльвок з плодовими оболонками по всій його поверхні. Щільно з'єднані з ендоспермом оболонки ячменю, на відміну від оболонок інших круп'яних (рису, проса, гречки, вівса), потребують значних зусиль для видалення. Висока міцність ядра та наявність глибокої борозенки потребують особливої схеми перероблення зерна на крупи.

Лущення і шліфування досягають послідовним стиранням у лабораторній машині (голендері) периферійних шарів – квіткових, плодкових і насінних оболонок, частково – алейронового шару й верхніх шарів ендосперму. Це досягається дією на зерно абразивного барабана та металічної обечайки, а також взаємним тертям зерен.

За шліфування гострі грані крупинок заокруглюються, крупа набуває світлого рівномірного забарвлення.

Крупа № 1 і 2 має видовжену форму, № 3, 4 і 5 – кулясту. У перлових крупах № 1 і 2 недодертими вважаються ядра, що мають поза борозенкою залишки квіткової пльвічки більш ніж на чверті поверхні зерна. Крім круп, за лабораторної переробки ячменю отримують 50–60 % мучелі, що відокремлюється у вигляді проходу крізь дротяне сито № 059. Уміст часток ядра у мучиці не має перевищувати 5 %.

Перед переробкою проби від неї відокремлюють дрібне зерно – прохід сита з отворами 2,2×20 мм, що не підлягає переробленню.

Відповідно до правил ведення технологічного процесу на крупозаводі ячмінь переробляють на перлові крупи покращеної якості, вихід якої становить близько 40 %.



Під час шліфування слід враховувати, що схід із верхнього сортувального сита з діаметром отворів 3,5 мм не являє собою крупу, а так званий пенсаком.

*Технологічна схема* 1. Зважити дві проби зерна масою по 100 г. 2. Засипати наважку на верхнє сито розсійника Фогеля, закрити кришкою, закріпити бічні штанги і увімкнути розсійник на 5 хв. 3. Зважити схід із кожного з трьох сит і записати масу в грамах. Об'єднати сходи для переробки. Якщо прохід нижнього сита становить понад 20 %, пробу вважають фуражною і на крупи не переробляють. 4. Установити на годинниковому механізмі голендера «Сатаки» час, необхідний для обробки зерна, не менше 6 хв. 5. Увімкнути «пуск». 6. Засипати наважку зерна у приймальний бункер, відкрити заслінку й випустити зерно самопливом у робочу зону. 7. Після автоматичної зупинки двигуна голендера (зупинка вказує на те, що встановлений для обробки час вже минув) вибрати мучку з двох бічних відсіків збірника готових продуктів. 8. Відкрити випускний лючок на 5–10 с, знову увімкнути двигун (вручну). При цьому в середній відсік збірника готових продуктів із робочої зони висипаються крупи. 9. Видалити за допомогою сита № 056 з крупи залишки мучки та з'єднати її з основною масою мучки, вибраної за п. 7. 10. Зважити окремо крупи і мучку, записати їхню масу в робочий бланк.

*Контроль шліфування.* Закінчення переробки визначають за вмістом недодертих ядер, забарвленням мучки і вмістом пенсаку на верхньому ситі (3,5 мм). Кількість недодертих ядер у крупах № 1 і 2 не має перевищувати 0,7 %; пенсаку на верхньому ситі має бути не більше 5 %; забарвлення останньої мучки має бути близьким за забарвленням до ендосперму, тобто майже білим. Якщо за встановлений час крупи не будуть достатньо відшліфовані, наважку знову засипати в голендер і шліфувати додатково, збільшуючи час обробки для борошнистих сортів на 30 с, для склоподібних – на 1 хв.

Крім загального виходу круп визначають вихід кожного номера. Для цього крупи просіюють крізь набір сит (табл. 40).

У лабораторній практиці трапляються виходи, які перевищують або не досягають нормативу (40 %), що пов'язане з сортовими особливостями ячменю або з умовами його вирощування.

Таблиця 40 – Розмір отворів сит для визначення виходу круп різних номерів

Номер круп	Діаметр отворів сит, мм	
	прохід	схід
1	3,5	3,0
2	3,0	2,5
3	2,5	2,0
4	2,0	1,5
5– схід встановлюють на дротяному ситі № 056.	1,5	-

*Оцінка товарної якості круп.* За пробою масою 30 г установлюють забарвлення перлових круп і повноту шліфування (наявності борозенки). Крупи можуть мати кремове (світло-кремове) забарвлення з жовтуватим, іноді зеленуватим, сіруватим чи коричнюватим відтінком.

Відмічають помітну візуально наявність залишків оболонки у глибоких борозенках, недодертого зерна та інших дефектів перлових крупів.

### Запитання до самоперевірки

1. За якими показниками визначають якість рисової, гречаної, пшеничної, кукурудзяної круп?
2. Як одержати крупу підвищеної харчової цінності?
3. За якими ознаками поділяють зерно на типи, з якого готують крупи?
4. Як визначають типи у зерна рису, проса, гречки, вівса?

## Заняття 19 ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

**Мета:** навчитися визначати якість олійних культур, ознайомитися з методами визначення лушпинності сім'янок соняшника гідротермічним методом та вмісту жиру (за Рушковським).

**Реактиви та обладнання:** пінцет, металеві бюкси з отворами (3–4 мм) і без отворів, лоток для відбирання середніх проб, аналітичні ваги, водяна баня, хлористий кальцій гранульований (прожарений) або натрій сірчаноокислий безводний (прожарений), ефір сірчаний (етиловий), апарати Сокслета, ложечка з алюмінію для

взяття наважок, скляні бюкси (діаметром 40 мм і заввишки 60–70 мм) з притертими кришками, пакетики з фільтрувального паперу масою близько 250 мг кожний, лабораторний млин ЛЗМ або ступка діаметром 170–200 мм з товкачиком, щипці тигельні, воронки діаметром 100–150 мм, щипці плескаті.

До олійних культур відносять рослини, плоди чи насіння яких багаті жиром (олією). За способом використання ці культури можуть бути розділені на такі групи:

- культури, які вирощують в основному для отримання плодів і насіння, багатих жиром: соняшник, гірчиця, ріпак, свиріпа, ріцина, кунжут, лялеманція, перила, а також до цієї групи часто відносять сою і арахіс;

- культури, які вирощують для отримання волокна, але із плодів і насіння яких отримують жир: льон-довгунець, конопля, бавовник, кенаф;

- культури, які вирощують для отримання плодів, багатих ефірними оліями, з яких отримують і звичайні рослинні олії: коріандр, аніс, кмін, фенхель.

Рослинні олії використовують в харчовій, кондитерській, консервній промисловості. Відходи від виробництва рослинних олій (нежирова частина багата білками) є сировиною для виготовлення халви та інших кондитерських виробів, отримання амінокислот (наприклад, глютамінової кислоти).

Рослинні олії також використовують за виробництва миючих засобів, як змашувачі, для виробництва лаків, фарб, оліф, лінолеуму, непромокаючих тканин, в текстильній промисловості, і металообробному виробництві. Рослинні олії і їх похідні застосовують у фармацевтичній промисловості.

Побічні продукти масложирового виробництва – жмих і шрот – багаті білками, мінеральними речовинами, містять вуглеводи, вітаміни, певну кількість жиру і є цінним концентрованим кормом для тварин і одним з цінних інгредієнтів за виготовлення комбикормів.

*Вміст жиру* і його якість є основним показником, який характеризує цінність олійної культури. Вміст жиру в насінні олійних культур коливається в значних межах залежно від сорту, регіону і умов вирощування та ступеня стиглості насіння. Для характеристики властивостей і якості жиру найбільш часто використовують число омилення, йодне число і кислотне число.

*Число омилення* характеризує здатність олії до омилення і визначається кількістю міліграмів гідроксиду калію, необхідного для нейтралізації як вільних, так і зв'язаних з гліцерином жирних кислот, які містяться в 1 г олії. Для більшості рослинних жирів число омилення становить 170–200. За цим показником визначають чистоту і природу жиру.

*Йодне число* характеризує здатність олії висихати і виражається кількістю грамів йоду, який з'єднується з 100 г досліджуваної олії. Чим більше йодне число, тим вища здатність олії до висихання. За ступенем висихання рослинні олії поділяють на три групи: висихаючі (йодне число більш 130) – льняна, перилова, рижійна та ін., застосовують в основному для технічних цілей; напіввисихаючі (йодне число від 90 до 130) – соняшникова, ріпакова, гірчична, сафлорова та ін., використовують частіше для харчування; невисихаючі (йодне число 80–90) – касторове, рицинове, застосовують для медичних і технічних цілей.

*Кислотне число* – це основний показник якості олії. Він характеризує вміст в олії вільних жирних кислот. Визначається кількістю міліграмів гідроксиду калію, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г олії. Чим кислотне число нижче, тим вище якість олії.

### **19.1. Показники якості олійних культур**

Якість партій насіння олійних культур оцінюють, насамперед, за загальними показниками: кольором, запахом, смаком, вологістю, засміченістю, зараженістю шкідниками. У деяких культур і партій визначають лущпинність.

За оцінювання і характеристики ознак якості насіння олійних культур є певні особливості. Зокрема під час приймання і відпускання насіння встановлені більш низькі критерії вологості порівняно із зерном злакових і зернобобових культур. Це пояснюється тим, що жир, який міститься в них, не здатен поглинати і утримувати вологу, тому вільна волога в насінні олійних культур з'являється за їх більш низької вологості, чим у зерна злакових і зернобобових культур, тобто критична вологість їх значно нижча (табл. 41).

Таблиця 41 – Стан насіння олійних культур за вологістю, %

Культура	Сухе (не більше)	Середньої сухості	Вологе	Сире (і більше)
Соняшник	7,0	7,1 – 8,0	8,1 – 9,0	9,1
Рицина	6,0	6,1 – 7,0	7,1 – 9,0	9,1
Конопля	11,0	11,1 – 12,0	12,1 – 14,0	14,1
Рижий, сафлор, свиріпа	9,0	9,1 – 11,0	11,1 – 13,0	13,1
Кунжут	8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 12,0	12,1
Льон олійний	8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 13,0	13,1
Мак олійний	10,0	10,1 – 11,0	11,1 – 12,0	12,1
Арахіс	8,0	8,1 – 11,0	11,1 – 13,0	13,1
Ріпак	7,0	7,1 – 8,0	8,1 – 10,0	10,1
Гірчиця	8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 14,0	14,1

У плодів ефіроолійних культур, які використовуються як промислово сировину, за розбирання наважок виділяють: цілі нормальні плоди, ефіроолійну домішку, у розколоті плоди, сміттеву домішку.

На насіння більшості олійних культур поширені державні стандарти, які встановлюють технічні вимоги до якості заготівельного і постачального для промислової переробки насіння, правила приймання, методи визначення їх якості, правила транспортування і зберігання.

Для формування на хлібоприймальних чи переробних підприємствах однорідних за основними технологічними властивостями партій, насіння окремих олійних культур підрозділяють на типи залежно від кольору (гірчиця, мак олійний, кунжут), біологічних особливостей рослини – яра чи озима культура (ріпак, рижій), крупність насіння (рицина) або зони вирощування (конопля).

У кожному типі визначеної культури стандартами нормовано вміст домішок насіння інших типів на рівні 5, 10, 15 %. Якщо вміст домішок насіння інших типів перевищує встановлену норму, насіння цієї культури визначають як суміш типів з вказаним вмістом насіння основного та інших типів у відсотках.

За визначення засміченості домішок, які містяться в партії насіння олійних культур поділяють на дві групи – сміттева і олійна. Олійний залишок за своїм складом подібний до зернової домішки злакових культур. Домішки негативно впливають на збереженість насіння, знижують вихід і якість олії. Особливо сильно на якість олії впливають такі фракції домішки як пошкоджене насіння, в якому міститься низькоякісний жир [6,19].

Базисні і обмежувальні норми за вологістю, вмістом сміттєвих і олійних домішок наведено в таблиці 42.

Таблиця 42 – Стан насіння олійних культур за вологістю, сміттєвими та олійними домішками, %

Культура	Показник		
	вологість, %, не більше	сміттєві домішки, %, не більше	олійні домішки, %, не більше
Соняшник	7	1	3
Рицина	9	2	4
Льон олійний	13	3	6
Мак олійний	11	1	2
Кунжут	9	2	6
Сафлор	13	2	4
Гірчиця	12	2	6
Ріпак	7	2	6
Арахіс	10	2	4
Свиріпа	12	2	6

## 19.2. Визначення лушпинності

Гідротермічний метод визначення лушпинності сім'янок соняшника базується на дії різкої зміни температури на плодову оболонку сім'янки, внаслідок чого відбувається розрив механічних тканин лушпиння й полегшується його відокремлення від ядра.

Перевагою методу є те, що за його використання висушують лушпиння та ядра сім'янок, а це виключає вплив різниці вихідної вологості сім'янок на точність визначення вмісту лушпиння.

*Хід аналізу.* Для аналізу відбирають по 2 наважки 5,0–5,5 г. Сім'янки переносять у металеві бюкси з отворами. Бюкси ставлять на киплячу водяну баню на 5–10 хв (залежно від товщини лушпиння). Потім бюкси виймають і ставлять у холодну воду на 2–3 хв. У результаті різкої зміни температур відбувається розрив тканин лушпиння. Після термічного впливу воно легко відокремлюється від ядра за допомогою пінцета.

Лушпиння та окремо ядра сім'янок висушують у термостаті за 100–105 °С впродовж 3 год. Висушені проби охолоджують за кімнатної температури у відкритих бюксах. Потім зважують окремо лушпиння та лушпиння разом з ядрами. Обчислюють лушпинність за формулою:

$$X = \frac{A}{B} \times 100$$

де А – маса лушпиння, г;

В – маса лушпиння та ядер сім'янок, г.

Різниця між двома паралельними визначеннями не має перевищувати 1 %.

*Визначення вмісту жиру (за Рушковським).* Вміст жиру – важливий показник якісної оцінки сортів олійних видів.

Цей метод призначений для визначення вмісту жиру в соняшнику, ріпаку, сої, макусі, шротах.

В основу методу покладено принцип визначення вмісту жиру за знежиреним залишком. Наважки висушеного й розтертого насіння кладуть у пакетики з фільтрувального паперу й екстрагують діетиловим ефіром в апараті Сокслета до повного знежирення. Кількість видобутого жиру розраховують за різницею між початковою наважкою та масою знежиреного залишку.

*Приготування пакетиків.* Для приготування пакетиків підбирають однаковий за щільністю та якістю фільтрувальний папір. Аркуш його розрізають на прямокутники, однакові за розміром (50×70 мм). Їх складають уздовж так, щоб одна частина була ширшою за другу на 3 мм, її загинають, потім край подвійної смужки загинають ще раз і отримують смужку з двох шарів паперу шириною близько 2 см. Цю смужку загинають з одного краю в бік, протилежний попередньому загину, а край отриманого при цьому трикутника вставляють під згин. Після взяття наважки таким чином закривають другий край пакетика.

*Визначення вологості фільтрувального паперу.* Для розрахунку вмісту жиру в досліджуваній наважці слід знати вміст гігроскопічної вологи в пакетиках. За масових аналізів визначати вологість кожного пакетика недоцільно, тому визначають вологість усієї партії фільтрувального паперу.

Нарізають фільтрувальний папір згідно зі вказаними вище розмірами і в кількості, яка потрібна для проведення аналізів, або відразу готують пакетики з паперу і кладуть їх в одному місці в картонну коробку або дерев'яний ящик з отворами. На аналітичних вагах визначають масу повітряно-сухого й абсолютно сухого бюксів. Із заго-

товленої партії пакетиків беруть 10 шт. (близько 2,5 г), розміщують у раніше висушений впродовж 1 год за температури 100–105 °С зважений бюкс, висушують за 100–105 °С до постійної маси. Це маса абсолютно сухого паперу в сухому бюксі, вона буде постійною для даної партії паперу. Потім кришку бюкса знімають і відкритий бюкс ставлять туди, де містяться заготовлені пакетики, щоб вологість їх порівнялась із вологістю всієї маси пакетиків. Ящик, у якому зберігають пакетики, щільно не закривають. Готувати пакети слід щонайменше за 2 тижні до початку аналізів.

Коли починають аналізи, щодня визначають масу бюкса вже з повітряно-сухими пакетиками, контролюючи у такий спосіб можливу зміну вологості паперу. Визначають уміст гігроскопічної вологи у двох паралельних наважках паперу, на початку і в кінці роботи. Для наступних обчислень беруть середній показник. Розраховують уміст гігроскопічної вологи (x) за формулою:

$$X = \frac{A - B}{a} \times 100,$$

де *B* – постійна абсолютно суха наважка пакетиків, г.

Приклад. Маса абсолютно сухого бюкса – 28,0748 г;  
 маса повітряно-сухого бюкса – 28,0778 г;  
 маса абсолютно сухого бюкса з наважкою після висушування – 30,4776 г;  
 маса повітряно-сухого бюкса з повітряно-сухими пакетиками – 30,6519 г.

$$X = \frac{(30,6519 - 28,0778) - (30,4776 - 28,0748)}{(30,6519 - 28,0748)} \times 100 = 7 \%$$

*Відбирання та підготовка середніх проб для аналізу.* Проби соняшника і дрібнонасінних видів масою близько 15 г відбирають безпосередньо з надісланих проб у металеві бюкси, а сої – вагою 100 г – у паперові стаканчики.

Насіння сої подрібнюють на дисковому або іншому лабораторному млині й потім знову відбирають у металевий бюкс середню пробу вагою приблизно 15 г. Ядра, отримані за визначення відсотка оболонки у двох паралельних наважках насіння рицини і сафлору, змішують і переносять у металевий бюкс.



Ядра арахісу від усіх чотирьох наважок після видалення оболонок змішують і з загальної кількості виділяють 100 шт. Кожне ядро розрізають уздовж на дві частини, одну із них відкидають, а іншу ще раз ділять навпіл. Із четвертинок ядер відбирають пробу масою 20 г у металевий бюкс.

Визначення вмісту жиру проводять в абсолютно сухому насінні олійних культур. Для цього підготовлені проби висушують впродовж шести годин за температури 100–105 °С, умовно приймаючи, що за цей час досягнуто повного висушування і процеси окислення помітно не впливають на вміст жиру. Висушені проби накривають кришками і ставлять в ексикатор для охолодження.

Потім проби цілого насіння соняшнику, льону, гірчиці та інших дрібнонасінних видів, а також подрібненого насіння сої, ядер сафлору, рицини й арахісу розмелюють на млині «Пірует» упродовж 30 с–1 хв або розтирають у фарфоровій ступці діаметром 16–18 см до отримання однорідної маси. Розтирають дуже ретельно і швидко, інакше жир буде вилучатися повільно й не повністю, крім того, у погано розтертій неоднорідній масі оболонки розміщуються нерівномірно, що спричиняє неточність аналізу.

Після розтирання проби знову переносять у металеві бюкси і ставлять в ексикатор або відразу беруть наважки.

*Хід аналізу.* У пронумеровані простим олівцем і зважені на торзійних вагах пакетики із повітряно-сухого фільтрувального паперу беруть із розтертої середньої проби дві наважки по 0,6–0,7 г. Усі операції, пов'язані зі зважуванням, роблять швидко, щоб матеріал не поглинав вологу з повітря.

Пакетики з наважками кладуть у невеликі марлеві торбинки, по 10–12 шт. у кожну. Паралельні наважки розподіляють у банки з притертими пробками та заливають зневодненим чистим діетиловим ефіром, підготовленим, як вказано в розділі «Зернові і зернобобові види. Кукурудза на зерно». За зберігання наважок на повітрі олія швидко окислюється і розчинність її знижується, що призводить до отримання занижених результатів аналізу і збільшує розходження між паралельними визначеннями. Екстрагують жир в апаратах Сокслета, встановлених на водяній бані у металевих штативах. Зручніше користуватися екстракторами ємністю 100 або 200 мл.

Після відстоювання торбинки з пакетиками щипцями їх переносять до апаратів Сокслета. Бажано, щоб паралельні наважки

екстрагувались на різних банях. Екстрагують 8–10 год, залежно від олійності насіння. Час екстрагування в апаратах Сокслета можна скоротити до чотирьох годин, але тоді треба збільшити до двох діб попереднє відстоювання, змінюючи двічі ефір. Для того щоб визначити, чи повністю пройшло екстрагування, краплю ефіру з екстрактора наносять на годинникове скло або шліф колби. Якщо жир вилучено весь, на склі або шліфі колби не залишиться ніяких плям. Роботу апаратів Сокслета належить регулювати так, щоб впродовж години відбулося 6–8 зливів ефіру. Температуру води у банях підтримують у межах 50–60 °С, залежно від температури повітря у приміщенні.

У разі потреби припинення екстракції досліджуваної рідини слід залишити її в екстракторі, заповненому ефіром.

По закінченні екстрагування для вилучення парів ефіру торбинки зі знежиреними наважками в пакетиках виймають з екстракторів і розкладають на папері у витяжній шафі або ставлять у прилад для відгонки летких рідин. Потім пакетики переносять у скляні бюкси з притертими покриттями. У кожний бюкс кладуть по 8–10 пакетиків і висушують у термостаті за температури 100–105 °С впродовж 4-х год, після цього охолоджують в ексикаторі і зважують на торзійних вагах. Вміст жиру (x) у взятій наважці обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(a-b)(v-g)}{A-b} \times 100,$$

де a – маса повітряно-сухого пакетика з абсолютно сухою наважкою, мг;  
 б – маса повітряно-сухого пакетика, мг;  
 в – маса абсолютно сухого пакетика з абсолютно сухою знежиреною наважкою, мг;  
 г – маса абсолютно сухого пакетика, мг.

Масу абсолютно сухого пакетика (Г) розраховують за такою формулою:

$$\Gamma = \frac{b \times (100-d)}{100},$$

де d – вміст гігроскопічної води у фільтрувальному папері, %.

*Приклад.* Маса повітряно-сухого пакетика 267 мг, уміст гігроскопічної води в повітряно-сухому пакетіку 6,65 %. Маса абсолютно сухого пакетика становить:

$$\frac{267 \times (100 - 6,65)}{100} = 249 \text{ мг.}$$

Маса повітряно-сухого пакетика з абсолютно сухою наважкою – 957 мг, маса абсолютно сухого пакетика з абсолютно сухою знежиреною наважкою – 531 мг; розраховуємо вміст жиру:

$$\frac{(957 - 267) - (531 - 249)}{957 - 267} \times 100 = 59,1 \text{ \%}.$$

Усі аналізи виконують за двома паралельними наважками. Розбіжність між ними допускається щонайбільше 0,5 %.

Насіння соняшнику, подрібнене з лущинням, аналізують за трикратної повторності. Максимальна розбіжність між найбільшим та найменшим показниками при цьому не має перевищувати 1 %.

Для насіння ріцини, сафлору й арахісу за даними вмісту оболонок у насінні й жиру в сухому ядрі обчислюють відсоток жиру (x) в усьому насінні за формулою:

$$X = \frac{(100 - л) \times я}{100},$$

де л – уміст оболонок, %;

я – уміст жиру в абсолютно сухому ядрі, %.

Записи виконують за відповідною формою (табл. 43).

Таблиця 43 – **Форма запису даних у журнал**

Назва сорту (код)	Номер пакетика	Маса, мг						Вміст жиру в абсолютно сухій речовині, %
		повітряно-сухого пакетика	повітряно-сухого пакетика з сухою наважкою	повітряно-сухого пакетика зі знежиреною сухою наважкою	сухого пакетика	сухого залишку	наважки	

### **19.3. Порядок виконання аналізу олійності та вологості насіння олійних культур лабораторним ЯМР-аналізатором «АМВ-1006М»**

Після перевірки готовності аналізатора за стандартними зразками, аналізують пробу насіння.

В аналізаторі використано явище ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Аналітичне застосування методу ЯМР для одночасного вимірювання олійності і вологості засноване на залежності амплітуди сигналів ЯМР від вмісту води і жиру в аналізованій пробі і відмінності часів релаксації протонів цих компонентів.

До складу аналізатора входить магнітна система, виконана на основі електромагніту і забезпечує створення високостабільного постійного поляризованого магнітного поля. У зазорі магнітної системи розташований датчик сигналів ЯМР, в який поміщається аналізована проба. Датчик сигналів ЯМР призначений для впливу на зразок імпульсів радіочастотного поля резонансної частоти і прийому сигналів, створюваних відповідною системою протонів аналізованого зразка. Посилення сигналів ЯМР до необхідної амплітуди і її перетворення в цифровий код проводять за допомогою спеціальних блоків аналізатора (підсилювача сигналів ЯМР і амплітудно-цифрового перетворювача). Отримана інформація про амплітуду сигналів ЯМР в цифровому вигляді надходить на персональний комп'ютер, до якого підключені електронні ваги для вимірювання маси аналізованої проби. За вимірними амплітудами сигналів ЯМР протонів води і жиру з використанням градууювальних рівнянь і маси аналізованої проби обчислюються значення вологості і олійності (рис. 8) [27].



**Рис.8. Лабораторний ЯМР-аналізатор «АМВ-1006М».**

## 19.5. Обчислення збору олії з гектара посіву

Продуктивність сортів олійних культур визначають за двома показниками: кількістю абсолютно сухого насіння з гектара та відсотковим вмістом олії в ньому. Похідна цих двох величин становить збір олії з гектара та є основним показником за оцінки якості сортів олійних культур. Оскільки у звітах закладів експертизи врожай насіння приводять до стандартної вологості 9–14 % (залежно від виду), для перерахунку даних урожаю насіння на абсолютно суху речовину зручніше користуватися відповідними коефіцієнтами. Такі коефіцієнти знаходять відніманням відсотка стандартної вологості від 100 і діленням різниці на 100.

Зокрема, для соняшнику, гірчиці, ріпаку озимого та ярого із стандартною вологістю 12 % коефіцієнт сухої речовини становить 0,88; льону олійного, сафлору та рижю з вологістю 13 % – 0,87; арахісу з вологістю 11 % – 0,89; ріщини, маку, перили з вологістю 10 % – 0,90; кунжуту з вологістю 9 % – 0,91; сої з вологістю 14 % – 0,86. Отже, збір олії з гектара в кг (А) можна обчислити за наступною формулою:

$$A = U \times K \times Ж,$$

де: У – урожай насіння (ц/га) за стандартної вологості;

К – коефіцієнт сухої речовини;

Ж – уміст жиру в насінні, %.

Слід пам'ятати, що підрахунок збору олії за вказаною формулою буде правильним, якщо насіння добре очищене. Якщо воно засмічене, то слід ввести відповідну поправку у вигляді коефіцієнта засмічення насіння, який обчислюють як різницю між абсолютно чистим насінням (100 %) і відсотком засмічення, і ділять на 100.

Наприклад, засмічення становить 3,2 %, тоді коефіцієнт засмічення буде дорівнювати:

$$C = \frac{100 - 3,2}{100} = 0,968.$$

При цьому формула матиме наступний вигляд:

$$A = U \times K \times Ж \times C,$$

де С – коефіцієнт засмічення, а інші елементи мають ті ж значення, що і в попередній формулі.

## 19.6. Завдання

1. Визначити явно виражені олійні і смітні домішки в насінні соняшнику.
2. Визначити лушпинність насіння соняшнику.

### Запитання до самоперевірки

1. Що належить до олійних домішок?
2. Як визначити смітні і олійні домішки?
3. Насіння яких сільськогосподарських культур використовують для виготовлення олії?

## Заняття 20

### ВИЗНАЧЕННЯ ЙОДНОГО ЧИСЛА ОЛІЇ

**Мета:** навчитися визначати йодне число олії.

**Обладнання:** рефрактометр лабораторний універсальний; прес для вичавлювання олії; ультратермостат або універсальний термостат; бюкси або тиглі; скляна паличка з оплавленим кінцем; полотняні торбинки для вичавлювання олії із насіння за розміром прес-стакана.

*Йодне число* – кількість грамів йоду, здатного приєднатись до 100 г олії. Воно вказує на вміст ненасичених жирних кислот, які зумовлюють здатність олії до перетворення (висихання та ін.), і є одним із найважливіших показників якості олії.

В олії різних культур йодне число коливається в певних межах. Чим вище йодне число, тим більша здатність олії до висихання. Олії льону, перили та деяких інших видів належать до групи висихаючих олій і є цінною сировиною для лакофарбної промисловості, тому за експертизи сортів цих видів, поряд з визначенням вмісту жиру визначають йодне число. Є кілька методів його визначення, однак вони, здебільшого, різняться за показниками.

Найзручнішим для масових аналізів є рефрактометричний метод, який використовують у лабораторіях олійнодобувної та жиропереробної промисловості. Цей метод ґрунтується на залежності між йодним числом і коефіцієнтом рефракції олії: олія з найвищим йодним числом виявляє найбільший коефіцієнт заломлення. Цей метод використовують лише для олій, отриманих холодним пресуванням.

*Хід аналізу.* Відбирають середню пробу насіння масою близько 50 г і очищають від битого, пошкодженого хворобами і домішок, насипають у полотняну торбинку, яку кладуть у прес-стакан і вичавлюють олію на лабораторному пресі. Перші краплі олії відкидають, решту збирають у попередньо пронумерований бюкс або тигель. Отриману олію відстоюють у прохолодному місці, аналізують наступного дня.

Коефіцієнт заломлення визначають універсальними рефрактометрами «РЛУ» або «ІРФ». Коли визначити показник заломлення потрібно того ж дня, олію фільтрують крізь паперовий фільтр. Аналізують за розсіяного денного світла або за електричного освітлення, найкраще за температури +20 °С.

Для підтримання в рефрактометрі належної постійної температури користуються ультратермостатом Хепплера типу Н або НБ, а також універсальним термостатом «У-8». Роботу розпочинають після того, як температура в рефрактометрі стане постійною впродовж 15–20 хв.

Установивши потрібну температуру, рефрактометр перевіряють в дистильованій воді (коефіцієнт заломлення за температури +20 °С становить 1,333) або за юстированою платівкою, що додається до приладу, на неробочій поверхні якої є показник заломлення, і розпочинають визначення коефіцієнта заломлення олії. Під час роботи з універсальним рефрактометром марки «РЛУ» спочатку відкривають засув, відсовують нижню призму рефрактометра й оплавленою скляною паличкою наносять на неї дві-три краплі олії, потім швидко посувають нижню призму до верхньої, закріплюють засувом і спрямовують дзеркало й окуляр так, щоб у полі зору чітко було видно перетин ліній. Якщо межі темної і світлої частини поля зору недостатньо чіткі, то поворотом компенсаторного гвинта, розміщеного праворуч від зорової труби, його роблять різкішим. Рухом алідади межу темної частини поля зору підводять точно в точку перетину ліній і за допомогою лупи через дві хвилини (щоб олія набула температури рефрактометра) тричі відраховують із точністю до 0,0002. З отриманих даних виводять середнє. По закінченні визначення олію видаляють із поверхні призми сухою ватою, потім її протирають ватою або м'якою фланеллю, змоченою ефіром, краще петролейним, і знову витирають сухою ватою. Для визначення йодного числа олії (U) за коефіцієнтами заломлення користуються формулою:

$$U = \frac{(nD^{20} - 1,4595)}{0,0118} \times 100,$$

де  $nD^{20}$  – показник заломлення олії за температури 20 °С.

Цей метод дозволяє отримати результат з точністю до трьох одиниць (за йодного числа понад 100). Для зручності підрахунків у кінці методики додається таблиця йодних чисел, відповідних коефіцієнту заломлення олії (додаток 7). Якщо показник заломлення визначали за температури понад +20 °С, отриманий результат перераховують до температури +20 °С за такою формулою:

$$N_{d^{20}} = N_{d^t} + (t^0 - 20) \times 0,00035,$$

де  $N_{d^{20}}$  – показник, який шукають для заломлення за температури 20 °С;

$N_{d^t}$  – показник заломлення за температури досліджу;

$t^0$  – температура досліджу;

0,00035 – зміна показника заломлення за підвищення температур на 1 °С [27].

### Запитання для самоперевірки

1. Дати визначення, що таке йодне число?
2. Як визначають йодне число?
3. Як впливає йодне число на якість олії?

## Заняття 21

### ОЦІНКА ЯКОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ І ДОБРОЯКІСНОСТІ СОКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**Мета:** ознайомитися з методами оцінки якості коренеплодів і соку цукрових буряків.

У результаті проведення роботи студент має знати як визначати кондиційність коренеплодів цукрових буряків і вміти проводити визначення вмісту розчинних сухих речовин в соку коренеплодів.

#### 21.1. Визначення кондиційності коренеплодів

Вирощені цукрові буряки згідно з договорами контрактації надходять на цукрові заводи. Останні, починаючи з 20 липня, ведуть спостереження за нарощенням маси коренеплодів, гички, а



пізніше й цукристості коренеплодів щодакдно до 1 жовтня на всіх контрольних ділянках.

Переробка коренеплодів починається з початку вересня. Зібрані технічно зрілі коренеплоди у день збирання відвозять на бурякопункт або на кагатне поле господарства.

Кондиційними вважаються коренеплоди, що відповідають вимогам стандарту на цукрові буряки для промислової переробки. На приймальні пункти буряки доставляють самоскидами. Приймальник оцінює кондиційність одержаної продукції, відмічаючи наявність зелені, цвітухи, в'ялих, підморожених, механічно пошкоджених коренеплодів.

До кондиційних належать буряки у стані тургору. Його перевіряють відламуванням кінцевої частини коренеплоду 1 см завтовшки. Кондиційність за тургором визначають також лабораторно: з коренеплодів вирізують пластинки 0,5 см завтовшки загальною площею 30–50 см<sup>2</sup>, зважують і занурюють у воду. Через 1–2 год пластинки виймають, воду з поверхні вимочують ганчіркою. Після зважування пластинок визначають вміст увібраної води. Якщо він перевищує 5 %, то коренеплід вважається в'ялим.

У партії кондиційних буряків не має бути більше 1 % коренеплодів, пошкоджених цвітухою, 12 % дуже механічно пошкоджених (на 1/3 і більше), 3 % зелені.

Якщо цукрові буряки хоч за одним з цих показників не відповідають вимогам стандарту, їх відносять до категорії некондиційних. У цьому випадку приймальник (за згодою здавальника) на накладних ставить штамп «некондиційні», і далі за розрахунків такі буряки оплачуються зі знижкою в ціні на 20 %. Якщо здавальник (представник господарства) не погоджується з оцінкою браківника, то кондиційність партії буряків визначають лабораторно. Для аналізу в трьох місцях партії (по діагоналі) лаборанти вручну відбирають пробу масою 10–15 кг, оцінюють її, і результати вважаються остаточними. Інколи для вирішення спірних питань запрошують районного інспектора по заготівлях рослинницької продукції. Цукристість і забрудненість буряків визначають лабораторно. Проби відбирають з кожної 5–10-ї партії. Забрудненість коренеплодів стандартом не нормується, але маса домішок не враховується в залікову масу. Показник базисної цукристості визначають для кожного заводу окремо (середній за останні 5 років).

Для визначення забрудненості і цукристості в лабораторіях бурякопунктів використовують пристрій «Рюпро». З машини з коренеплодами механічним пробовідбірником відбирають зразок В1 масою 10–12 кг, зважують його, миють на механічній мийці. На конвеєрі коренеплоди вручну очищають від гички, відбирають дрібні (діаметром менше 1 см). Потім коренеплоди знову зважують на автовіагах і одержаний результат (В2) використовують для визначення забрудненості:

$$X = \frac{B1-B2}{B1} \cdot 100$$

Далі чиста проба надходить на лінію визначення цукристості. Застосовують холодну водну дигестію з наступним фільтруванням. Вміст цукру визначають за допомогою поляриметра. Наприкінці доби по кожній виробничій одиниці (ланці, бригаді) лабораторія вираховує середні арифметичні показники цукристості та забрудненості і передає ці дані в бухгалтерію цукропункту чи цукрозаводу для розрахунків за прийняті коренеплоди [6].

## 21.2. Визначення доброякісності соку цукрових буряків

Основним показником технологічності коренеплодів є доброякісність їх соку. Її визначають кількістю частин сахарози у 100 частинах сухої речовини нормального соку коренеплодів. Чим вища доброякісність соку, тим цінніші для промислового виробництва коренеплоди цукрових буряків. Доброякісність характеризує чистоту соку. У результаті очищення соку, видалення нецукрів доброякісність соку підвищується. Показник доброякісності (Д) визначають за формулою:

$$D = \frac{C}{P} \cdot 100$$

де Д – доброякісність нормального соку, од.;

С – вміст сахарози, %;

Р – вміст сухих розчинних речовин за рефрактометром, %.

Для визначення доброякісності соку проби коренеплодів подрібнюють, пресують і в так званому нормальному соку визначають вміст сухих речовин (брикс), сахарози (дигестію), а за різницею – нецукрів.

### 21.3. Визначення вмісту розчинних сухих речовин

В основі лежить принцип неоднакового заломлення променя світла, що проходить крізь розчини різної концентрації. Із збільшенням концентрації показник заломлення вищий. Використовують кілька моделей рефрактометрів.

Рефрактометр лабораторний РЛ. Джерелом світла для нього є електролампа або природне денне освітлення (при закритому нижньому вікні). Перед початком вимірювання прилад перевіряють на нуль-пункт, для чого 1–2 краплі дистильованої води наносять на поліровану площину вимірювальної призми і встановлюють окуляр на різкість за шкалою і візирною лінією сітки. Потім окуляр за допомогою рукоятки переміщують, поки візирна лінія сітки не збіжиться з межею в світлотіні. Якщо прилад встановлено правильно, остання за температури 20 °С має збігатися з нульовою поділкою шкали сухих речовин та поділкою 1,333 шкали показників заломлення. В окулярі шкалу сухих речовин видно справа, показники заломлення – зліва.

Після встановлення приладу на нуль-пункт верхню призму піднімають, витирають поверхню зіткнення освітлювальної та вимірювальної призм насухо чистою марлею. Потім на поверхню наносять 1–2 краплі досліджуваного розчину і плавно опускають верхню призму. Перші кілька крапель відкидають, а для дослідження беруть наступні. Переміщенням окуляра в поле зору приладу вводять межу світлотіні, встановлюють на різкість, повертаючи сектор дисперсійного компенсатора. Переміщують рукоятку з окуляром, як зазначено вище, роблять відлік по шкалі.

Польовим рефрактометром визначають вміст цукру в коренеплодах у польових умовах. Корпус приладу складається з двох трубок. На кінці широкої трубки розміщена камера з верхньою освітлювальною та нижньою вимірювальною призмами. У трубку вмонтований об'єктив. Протилежний від призм кінець має окуляр.

Утримуючи рефрактометр у горизонтальному положенні, піднімають освітлювальну призму, а на нижню вимірювальну наносять кілька крапель досліджуваного розчину (соку). Потім верхню призму опускають, повертають рефрактометр, спрямовують до світла освітлювальну призму. Окуляр встановлюють так, щоб поділки шкали та межа між світлою і темною частинами поля були виразними. Відлік роблять по шкалі знизу вгору до

межі між світлою і темною частинами поля, щоб кожна поділлка дорівнювала 0,2 %.

Для забезпечення правильності результатів визначення слід дотримуватись методики відбору проби. Її відбирають спеціальним щупом, не викопуючи коренеплоду із землі. Щуп розміщують під кутом 35–40 °С до верхньої бокової частини коренеплоду. Проби подрібнюють і пресують для одержання соку.

Перевіряють польовий рефрактометр за допомогою дистильованої води за температури 20 °С. Для одержання правильних показників вимірювання лінія межі між світлою і темною частинами поля має проходити через нульову поділлку шкали. У іншому випадку повертають регулювальний гвинт поблизу окуляра. Якщо температура досліджуваного соку відхиляється від 20 °С, враховують відповідну поправку (додаток 8).

#### 21.4. Визначення вмісту сахарози

Витяжку готують холодною (на установці «Рюпро») чи гарячою (у звичайній лабораторії) водною дигестією. Подрібнену масу заливають розчином свинцю ацетату (з розрахунку за гарячої водної дигестії на 26 г маси 178,2 мл розчину).

Колбу з розчином ставлять на водяну баню і витримують за температури 85–90 °С впродовж 30 хв. Потім охолоджують до 20 °С, фільтрують крізь подвійний сухий фільтр. Якщо фільтрат мутний, то фільтрують повторно, додавши 2–3 краплі оцтової кислоти. Прозорий фільтрат досліджують на поляриметрі. Показ шкали множать на 2.

За даними про вміст розчинних сухих речовин та цукристість визначають доброякісність соку цукрових буряків. Далі, маючи показники цукристості (С) та доброякісності (Д), розраховують технічну цінність буряків (Ц) як кількість кілограмів цукру, яку можна одержувати із 100 кг буряків:

$$Ц = \frac{С \cdot Д}{100}.$$

За нормальних умов цукрові буряки, що надходять на переробку з господарств, мають доброякісність 84–89 %. У процесі зберігання коренеплодів цей показник може знижуватись.

Поляризаційний датчик А1-ЕПД використовують для автоматичного контролю вмісту цукру в соку. Прилад має вимірваль-

ний блок з освітлювачем, поляризатором-модулятором, проточною поляриметричною трубкою, аналізатором, фотоголовкою, підсилювачем, приводом важільного механізму та перетворювачем, а також блок живлення.

Об'ємний дозатор пропорційної дії А1-ЕДО застосовують на лініях визначення цукристості пунктів приймання буряків. Межі дозування 250–400 мл. Поляризаційна система спостереження зв'язує датчик маси з дозуючим пристроєм. Тривалість циклу – 40 с.

Технологічна оцінка коренеплодів цукрових буряків під час зберігання передбачає облік втрат маси і цукру. Під час закладання на зберігання в кожний кагат вкладають 5–8 сіток з 20–30 коренеплодами, зваженими після очищення. Сітки нумерують, у журналі обліку вказують їх масу, номер, кількість коренеплодів, дату закладання, номер кагату.

У цукровій промисловості діють допустимі норми добових втрат цукру (%) залежно від зони та місяця зберігання.

Фактичні втрати підраховують на основі даних досліджень проб до та після зберігання в кагатах [19].

## **21.5. Завдання**

Кагатне поле з'єднане з цукровим заводом гідроконвеєром 500 м завдовжки. Коренеплоди зберігають у високих кагатах з активним вентиляванням. Розрахувати: 1) розмір кагатного поля і кількість кагат для розміщення 150 тис. т коренеплодів; 2) кількість вапна, необхідного для дезінфекції кагатного поля та коренеплодів; 3) втрати маси коренеплодів та цукру за період зберігання 100–120 днів; 4) доброякісність соку коренеплодів та кондиційність буряків.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Які буряки відносять до кондиційних?
2. Як проводять визначення доброякісності соку цукрових буряків?
3. Як визначають вміст сахарози в цукрових буряках?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ до третього модуля

1. Оптимальна температура бродіння тіста під час хлібопечення:

- а) 16–20 °С;
- б) 21–27 °С;
- в) 28– 32 °С;
- г) 33– 37 °С.

2. Особливості технології виробництва житнього хліба обумовлені:

- а) високим показником зольності борошна;
- б) підвищеною кислотністю житнього борошна;
- в) високим вмістом жиру в житньому борошні;
- г) нативною активністю амілолітичних ферментів.

3. Технологічні операції, які здійснюють на стадії підготовки сировини під час виробництва хлібобулочних виробів:

- а) змішування борошна, заміс тіста;
- б) змішування борошна, вистоювання тіста;
- в) змішування борошна, нагрівання води,
- г) проціджування рідких розчинів;
- д) нагрівання води, бродіння опари.

4. Основна сировина у виробництві хліба – це:

- а) борошно, цукор, сіль, дріжджі;
- б) борошно, цукор, вода, дріжджі;
- в) борошно, вода, сіль, дріжджі;
- г) борошно, цукор, яйця.

5. Специфічний компонент рецептури житнього тіста:

- а) емульсія;
- б) дріжджі;
- в) закваска;
- г) емульгатори.

6. Класифікують макаронні вироби:

- а) за кольором;
- б) за сортом;
- в) за смаком.

7. Слабка пшениця характеризується:

- а) високим вмістом клейковини;
- б) низькою врожайністю;

- в) високим вмістом білка;
  - г) низьким вмістом клейковини.
8. Зниження або втрата сипкості круп виникає внаслідок:
- а) збільшення засміченості;
  - б) розмноження молочнокислих бактерій;
  - в) окиснення жирів;
  - г) зменшення показника кислотності.
9. За кількістю якісного ядра і засміченістю круп визначають:
- а) сорт;
  - б) розварюваність;
  - в) сипкість;
  - г) вологість.
10. Біологічну цінність круп визначають залежно від:
- а) виду, номеру;
  - б) способу обробки поверхні;
  - в) зовнішнього вигляду;
  - г) вмісту поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин.
11. За хімічним складом найбільше білків містять крупи:
- а) манна, вівсяна;
  - б) рисова, перлова;
  - в) ячна, кукурудзяна;
  - г) гречана, горох лущений.
12. Асортимент круп, що виробляють із зерна ячменю:
- а) крупа перлова п'ятиномерна, крупа ячмінна триномерна;
  - б) крупа «Полтавська»;
  - в) крупа «Артек», крупа ячмінна триномерна;
  - г) крупа «Геркулес».
13. Виробляють із зерна пшениці:
- а) крупа «Артек», крупа «Полтавська»;
  - б) крупа «Полтавська», толокно;
  - в) крупа «Продільна»;
  - г) крупа «Продільна», крупа «Полтавська».
14. Сахарозу вилучають із буряка шляхом:
- а) пресування;
  - б) екстрагування;
  - в) випаровування;
  - г) гідротермічної обробки.

15. Меляса – це:

а) подрібнена м'якоть буряка;

б) уварений цукровий сироп;

в) цукор третьої кристалізації;

г) відхід цукрового виробництва – коричнева густа рідина з гострим запахом і неприємним смаком.

16. Значну частину маси цукрового буряка становить:

а) вода;

б) білки;

в) клітковина;

г) пектинові речовини.

17. Втрати цукру під час зберігання цукрових буряків залежать від:

а) температури зберігання;

б) розвитку мікрофлори;

в) травмованості;

г) хімічного складу.

18. За анаеробного дихання цукрових буряків втрати цукру в основному відбуваються за розпаду цукрози на:

а) інвертні цукри;

б) інвертні цукри і нецукри.

19. Оптимальна температура під час зберігання фабричних цукрових буряків:

а)  $-2-3$  °C;

б)  $0+3$  °C;

в)  $15+20$  °C.

20. Для тривалого зберігання закладають фабричні цукрові буряки:

а) кондиційні;

б) некондиційні.

21. Для тривалого зберігання закладають фабричні цукрові буряки:

а) до 1 жовтня;

б) після 1 жовтня.



## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

1. Дайте визначення партії зерна.
2. Дайте визначення точкової, середньої та об'єднаної проби зерна.
3. Перелічіть методи відбору точкових проб.
4. Опишіть суть методів виділення середньої проби і наважки.
5. Дайте визначення вологості зерна. Методи для визначення вологості зерна, їх суть.
6. Перелічіть чинники, які впливають на результати визначення вологості зерна.
7. Опишіть метод визначення вологості зерна на вологомірі, переваги і недоліки цього методу.
8. Опишіть метод визначення вологості зерна методом прискороного висушування, вкажіть переваги і недоліки цього методу, точність визначення.
9. Опишіть метод визначення вологості зерна з попереднім підсушуванням, точність визначення.
10. Опишіть метод визначення вологості насіння олійних культур, точність визначення.
11. Що характеризує маса 1000 зерен? Розміри наважок для визначення маси 1000 зерен різних культур.
12. Опишіть метод визначення маси 1000 зерен, точність визначення.
13. Від чого і як саме залежить маса 1000 зерен? Для зерна якого цільового призначення маса 1000 зерен є важливим показником?
14. Дайте визначення щільності зерна. Від чого залежить щільність зерна?
15. Перелічіть способи визначення щільності зерна. Опишіть метод визначення щільності зерна за допомогою градуйованого посуду.
16. Дайте визначення натури зерна. Опишіть метод визначення натури зерна, точність зважування, допустима різниця за паралельних визначеннях.
17. Які чинники і яким чином впливають на величину натури зерна?

18. Перелічіть причини псування зерна. Метод визначення дефектних зерен.

19. Охарактеризуйте, за якими ознаками і на які групи поділяють зерно з різними видами псування.

20. Перелічіть характерні ознаки зерна пошкодженого клопом-черепешкою.

21. Перелічіть характерні ознаки зерна пошкодженого і зіпсованого сушкою або самозігріванням.

22. Процес пошкодження зерна клопом-черепешкою.

23. Перелічіть причини травмування зерна. Метод визначення травмованих зерен.

24. Перелічіть види макротравм, їх вплив на насіннєві властивості зерна.

25. Перелічіть види мікротравм, їх вплив на насіннєві властивості зерна.

26. Дайте визначення поняттям зернова маса, основне зерно і засміченість.

27. Перелічіть, що відносять до зернової домішки.

28. Вкажіть, що відносять до смітної домішки.

29. Перелічіть, що входить до шкідливої домішки.

30. Опишіть метод визначення засміченості зерна, точність визначення, норми допустимих розходжень.

31. Правила просіювання наважок крізь сита за визначення засміченості.

32. Перелічіть класифікацію плодів і насіння дикорослих рослин, які засмічують зерно.

33. Дайте визначення зерну, яке відносять до мараного і сіньюгучного.

34. Дайте визначення склоподібності зерна. Від чого залежить склоподібність зерна?

35. Методи визначення склоподібності зерна.

36. Дайте визначення базовим та обмежувальним нормам.

37. Перелічіть базові показники якості зерна.

38. Опишіть метод визначення плівчастості.

39. Перелічіть стани зерна за вологістю та засміченістю.

40. Післязбиральне дозрівання, його біологічна суть. Використання в практиці.

41. Шахтні зерносушарки і технологія сушіння в них.

42. Сировина, асортимент та рецептура комбікормів.
43. Активне вентилування зерна. Типи установок для активного зберігання зерна.
44. Режими сушіння зерна.
45. Вимоги до якості цукрового буряка, який заготовляють.
46. Значення зберігання запасів продукції рослинництва в народному господарстві.
47. Металеві бункери для зберігання зерна.
48. Схема технологічного процесу та характеристика обладнання для переробки трести на волокно на державних та господарських підприємствах.
49. Сорбційні властивості зернової маси.
50. Термостійкість зерна за сушіння.
51. Підготовка сховищ для соковитої продукції до приймання нового врожаю.
52. Вплив сапрофітних, фітопатогенних, патогенних мікроорганізмів зерна на його харчову цінність. Контроль токсичності зерна.
53. Класифікація насінне, -зерно сховищ. Засоби їх механізації.
54. Зерносховища с.-г. типу для насіння і зерна продовольчо-фуражного призначення. Їх будова.
55. Визначення доцільності активного вентилування.
56. Бетонні силоси для зберігання зерна. Їх переваги і недоліки.
57. Режими зберігання зерна.
58. Особливості хімічного складу і технологічної якості коренеплодів цукрового буряка.
59. Можливість накопичення зерном отруйних властивостей. Мікотоксини.
60. Переваги і недоліки зберігання вологого зерна.
61. Сировина для виробництва комбікормів.
62. Показники борошномельних та хлібопекарських властивостей пшениці.
63. Явище самозігрівання зернової маси під час зберігання. Види і стадії самозігрівання.
64. Вимоги до зерносховищ усіх типів.
65. Способи знезараження зерна від шкідників хлібних запасів.

66. Контроль за якістю сушіння зерна.
67. Сильна та тверда пшениця. Їх значення, особливості оцінки якості.
68. Злежування зерна. Старіння зерна.
69. Технологічні комплекси машин для післязбиральної обробки зерна.
70. Очищення зернових мас від домішок.
71. Зберігання коренеплодів.
72. Значення хімічного консервування зернових мас.
73. Визначення життєздатності, екстрактивності ячменю.
74. Режими зберігання зернових мас.
75. Назвати основні характеристики зерна.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пузік Л.М., Пузік В.К. Технологія зберігання і переробки зерна: навч. посіб. Х. 2013. 315 с.
2. ДСТУ 2422-94. Зерно заготівельне і постачальне. Терміни та визначення. К 1995. 7 с.
3. ГОСТ 13856.3-83. Зерно. Правила приймання та методи відбору проб. Москва 1983. 25 с.
4. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ» 2019. 18 с.
5. ДСТУ ISO 13690:2003 (ISO 13690:1999, IDT). Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб. Державний стандарт України. Київ, 2003. 28 с.
6. Глеваський В.І. Технологія зберігання і переробка продукції рослинництва: метод. вказівки для практичних занять та самостійної роботи за кредитно-трансферною системою організації навчального процесу для здобувачів вищої освіти денної форми навчання. Біла Церква, 2014. 95 с.
7. Методичні рекомендації по відбору проб та зразків зернових культур: розпорядження начальника Центрального митного управління лабораторних досліджень та експертної роботи від 10.11.2006 р. N 41/1-р "Щодо розробки методичних рекомендацій по відбору проб та зразків. Київ 2006. 8с.
8. ГОСТ 10967 – 90 Зерно. Методы определения запаха и цвета. (Зерно. Методи визначення запаху і кольору. Москва 1990. 25 с.
9. Казаков Е. Д. Основные сведения о зерне. Москва: Зерновой союз, 1997. 144 с.
10. Казаков Е. Д., Карпиленко Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов СПб. ГИОРД. 2005. 512 с.
11. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержание металломагнитной примеси (Переиздание). docs.cntd.ru.
12. ДСТУ ISO 6639-1:2007. Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 1 Основні положення (ISO 6639-1:1986, IDT) ДП «УкрНДНЦ». <http://uas.org.ua>.
13. ДСТУ ISO 6639-1:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 2 Основні положення (ISO 6639-1:1986, IDT) ДП «УкрНДНЦ». <http://uas.org.ua>.
14. ДСТУ ISO 6639-1:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 3 Основні положення (ISO 6639-1:1986, IDT) ДП «УкрНДНЦ». <http://uas.org.ua>.

15. ДСТУ ISO 6639-1:2007 Зернові і бобові. Виявлення прихованого заселення комахами. Частина 4 Основні положення (ISO 6639-1:1986, IDT) ДП «УкрНДНЦ». <http://uas.org.ua>.

16. Подпратов Г.І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А.М., Хилевич В.С. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посіб. Київ: Мета, 2002. 495 с.

17. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексик О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник. Полтава, 2003. 420 с.

18. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. Три-святський А.А. и др. Москва Агропромиздат, 1991. 415 с.

19. Подпратов Г.І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: навч. посібник. Київ: Вища освіта, 2004. 272 с.

20. ГОСТ 10840-64 Зерно. Метод определения натуре (Зерно. Методи визначення натуре.) Москва, 1964. 8 с.

21. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексик М.М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: навч. посіб. Дніпропетровськ, 2005. 248 с.

22. Визначення щільності зерна, його складових частин і продуктів помелу— реферати та учбові матеріали на [um.co.ua](http://um.co.ua).

23. ДСТУ ISO 712:2015. Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод. (ISO 712:2009, IDT). Київ, 2015. 30 с.

24. Методи визначення вологи, їх класифікація та сутність. Студопедія ([studopedia.com.ua](http://studopedia.com.ua)).

25. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. docs.cntd.ru.

26. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості. Київ, 2007. 10 с.

27. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ, 2016. 158 с.

28. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности (Зерно. Методи визначення склоподібності). Москва, 1976. 25 с.

29. ДСТУ 4963: 2008. Овес. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2010. 13 с.

30. ГОСТ 22983-88. Просо. Требования при заготовках и поставках (с Изменением N 1). docs.cntd.ru.

31. ДСТУ 4965:2008. Рис. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2009. - 12 с.

32. ДСТУ 4523:2006. Горох. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2009. 10 с.

33. ГОСТ 7758-75. Фасоль продовольственная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой). docs.cntd.ru.
34. ДСТУ 4525:2006. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.
35. Маньківський А.Я., Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Сеньків А.М. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції: навч. посіб. Київ, 1999. 383 с.
36. ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82). Зерновые культуры. Определение числа падения. docs.cntd.ru.
37. Число падіння – опис показника, вимір числа падіння зерна і борошна в лабораторії (soctrade.ua).
38. Показники якості крупів і борошна. Студопедія (studopedia.com.ua).
39. ГОСТ 6292-93. Крупа рисовая. Технические условия. 1993. М. 28 с.
40. ГОСТ 572-60. Крупа пшено шлифованное. Москва, 1960. 33 с.
41. ГОСТ 5550-74. Крупа гречневая. Технические условия. Москва, 1974. 40 с.
42. ГОСТ 3034-75. Крупа овсяная. Технические условия. Москва, 1975. 30 с.
43. ГОСТ 6201-68. Горох шлифованный. Технические условия. Москва, 1968. 35 с.
44. ГОСТ 5784-60. Крупа ячменная. Технические условия. Москва, 1960. 32 с.

## **ДОДАТКИ**



## Якісні показники пшеничного хліба

Якісні ознаки	Бали				
	1	3	5	7	9
Об'ємний вихід хліба, см <sup>3</sup>	менше 600	600–800	800–1000	1000–1200	понад 1200
Зовнішній вигляд хліба: поверхня  форма забарвлення шкоринки	рвана  увігнута попелясте	з тріщинами  плеската бліде з сіруватим відтінком	шерехувата,  горбкувата напівовальна жовте	рівна  овальна світло-коричнєве	гладка, глянцева куполоподібна золотисто-коричнєве
Пористість	крупна, нерівномірна, товстостінна	рівномірна, товстостінна	помірно крупна, рівномірна	дрібна, тонкостінна, нерівномірна	дрібна, тонкостінна, рівномірна
Еластичність	нееластичний, не відновлюється	нееластичний, погано відновлюється	малоеластичний, недостатньо відновлюється	помірно еластичний, добре відновлюється	еластичний, швидко відновлюється
Забарвлення м'якуша	темне	темно-сіре чи брудно-жовте	світле з сіруватим відтінком	світле або світле з жовтим відтінком	біле чи біле з жовтуватим відтінком
Смак і запах	не відповідає пшеничному хлібу	не відповідає пшеничному хлібу	без специфічного смаку, пріснуватий	специфічний для пшеничного хліба	присмний, специфічний для пшеничного хліба

## ДОДАТОК 2

## Класифікаційні норми, які використовують для характеристики сортів пшениці за хлібопекарськими якістьми

Показники	Сильні пшениці			Пшениці цінні за якістю	Пшениці-філери		Слабкі пшениці
	відмінний поліпшувач	добрий поліпшувач	задовільний поліпшувач		добрий	задовільний	
Твердозерність	твердозерні і середньотвердозерні			-	-	-	-
Склоподібність, % не менше	60	60	60	50	50	40	-
Вміст білка, % не менше	16	15	14	13	12	11	8
Вміст клейковини у зерні, % не менше	32	30	28	25	24	22	15
Вміст клейковини у борошні 70 % виходу, % не менше (ручний метод)	36	34	32	29	27	25	20
Вміст клейковини у борошні 70 % виходу, % не менше (за допомогою «Glutomatic»)	34	32	30	27	25	23	18
Якість клейковини у зерні і борошні, од. ВДК	45–75	45–75	45–75	45–65	35–90	20–100	0–120
Розрідження тіста за фаринографом, о. ф. не більше	30	50	60	80	120	150	більше 150
Калориметрична оцінка, о. вал. не менше	85	80	70	55	45	30	менше 30
Питома робота деформації тіста за альвеографом, о. а. не менше	500	400	280	260	240	180	менше 180
Пружність тіста за альвеографом, мм не менше	100	90	80	70	60	50	менше 50
Відношення пружності тіста до розтяжності за альвеографом	0,8–1,5	0,8–1,5	0,7–2,0	0,7–2,2	0,5–2,4	0,3–2,6	більше 2,6; менше 0,3
Об'ємний вихід хліба, мл не менше (метод лабораторної випічки)	1400	1300	1200	1100	900	800	менше 800
Загальна хлібопекарська оцінка за лабораторної випічки, бал не менше	8,4	8,2	8	7	6	5	менше 5

## ДОДАТОК 3

Шкала оцінки якості хліба із житнього борошна 63 % виходу  
(за лабораторної випічки)

Оцінка, балів	Об'єм хліба зі 100 г борош- на, см <sup>3</sup>	Зовнішній вигляд			М'якуш			
		форма	поверхня	забарвлення шкоринки	забарвлен- ня	пористість	еластичність	смак
Добра (7)	більше 400	напівоваль- на	гладенька	світлокоричне- ве	світле, від- повідно до сорту бо- рошна	порівняно дрібна, рів- номірна	еластичний, сухий	власти- вий жит- ньому хлібу
Задовільна (5)	300–400	плеската	шорстка	коричневе	темнувате	середня, рівномірна	злегка змина- ється	власти- вий жит- ньому хлібу
Незадовіль- на (3)	менше 300	увігнута	тріщинува- та	сірокоричневе	темне, не відповідає сорту бо- рошна	крупна, не- рівномірна	нееластич- ний, змина- ється (кри- шиться)	не влас- тивий житньому хлібу

**Шкала оцінки якості хліба з борошна тритикале 67 % виходу  
(за лабораторної випічки)**

Оцінка, балів	Об'єм хліба зі 100 г бо- рошна, см <sup>3</sup>	Зовнішній вигляд			М'якуш			
		форма	поверхня	забарвлення шкоринки	забарвлення	пористість	еластичність	смак
Відмінна (9)	більше 800	напівовальна	гладенька	світлокоричневе	світле, відпо- відно до сор- ту борошна	порівняно дрібна, рівно- мірна	еластичний, сухий	властивий хлібу з бо- рошна три- тикале
Добра (7)	700-800		гладенька	світлокоричневе	світле	дрібна, рівно- мірна	сухий	властивий хлібу з бо- рошна три- тикале
Задовільна (5)	600-700	плеската	шорстка	коричневе	темнувате	середня, рів- номірна	недостатньо еластичний	властивий хлібу з бо- рошна три- тикале
Незадовільна (3)	500-600	плеската	шорстка, горбкувата	сірокоричневе	темне	товстостінна, нерівномірна	нееластичний	не власти- вий хлібу з борошна тритикале
Погана (1)	Менше 500	увігнута	шорстка, горбкувата	сіре	темне	майже відсут- ня	нееластичний	не власти- вий хлібу з борошна тритикале

## ДОДАТОК 5

**Кількість води у мл, необхідної для замісу макаронного тіста  
різної вологості (наважка крупки 600 г)**

крупки	Вологість, %					крупки	Вологість, %				
	тіста						тіста				
	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5		29,5	30,5	31,5	32,5	33,5
11,0	158	169	180	191	202	14,0	131	142	153	164	175
11,1	157	168	179	190	201	14,1	131	142	153	164	175
11,2	156	167	178	189	200	14,2	130	141	152	163	174
11,3	155	166	177	188	199	14,3	129	140	151	162	173
11,4	155	166	177	188	199	14,4	128	139	150	161	172
11,5	154	165	176	187	198	14,5	127	138	149	160	171
11,6	153	164	175	186	197	14,6	126	137	148	159	170
11,7	152	163	174	185	196	14,7	125	136	147	158	169
11,8	151	162	173	184	195	14,8	124	135	146	157	168
11,9	150	161	172	183	194	14,9	123	134	145	156	167
12,0	149	160	171	182	193	15,0	123	134	145	156	167
12,1	148	159	170	181	192	15,1	122	133	144	155	166
12,2	147	158	169	180	191	15,2	121	132	143	154	165
12,3	147	158	169	180	191	15,3	120	131	142	153	164
12,4	146	157	168	179	190	15,4	119	130	141	152	163
12,5	145	156	167	178	189	15,5	118	129	140	151	162
12,6	144	155	166	177	188	15,6	117	128	139	150	161
12,7	143	154	165	176	187	15,7	116	127	138	149	160
12,8	142	153	164	175	186	15,8	115	126	137	148	159
12,9	141	152	163	174	185	15,9	115	126	137	148	159
13,0	140	151	162	173	184	16,0	114	125	136	147	158
13,1	139	150	161	172	183	16,1	113	124	135	146	157
13,2	139	150	161	172	183	16,2	112	123	134	145	156
13,3	138	149	160	171	182	16,3	111	122	133	144	155
13,4	137	148	159	170	181	16,4	110	121	132	143	154
13,5	136	147	158	169	180	16,5	109	120	131	142	153
13,6	136	146	157	168	179	16,6	108	119	130	141	152
13,7	135	145	156	167	178	16,7	107	118	129	140	151
13,8	134	144	155	166	177	16,8	107	118	129	140	151
13,9	132	143	154	165	176	16,9	106	117	128	139	150

## Номери капронових, шовкових і металотканих сит

Капронові, ГОСТ 1746-71		Шовкові						Металоткани		
номер сита	розмір отворів, мкм	швейцарська система, № сита	полегшені ГОСТ 4403-91		швейцарська система, № сита	обважені ГОСТ 4403-91		швейцарська система, № сита	ГОСТ 3924-74 і ГОСТ 6613-86	
			номер сита	розмір отворів, мкм		номер сита	розмір отворів, мкм		номер сита	розмір отворів, мкм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-	-	-	-	1250	-	-	-	-	1,25	1250
					18	71	1150		1,2	1200
7	1093	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1013	-	-	-	22	80	1000	-	1	1000
-	-	-	9	900	24	90	900	-	09	900
9	874	-	-	-	-	-	-	-	085	850
-	-	-	-	-	26	100	800	-	08	800
10	763	-	-	-	-	-	-	30	075	750
-	-	-	11	710	30	110	710	-	07	700
12	596	-	-	-	-	-	-	-	060	600
13	619	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	564	-	-	-	34	130	560	-	056	560
-	-	-	-	-	36	140	530	40	053	530
15	517	-	15	500	40	150	500	-	05	500
16	475	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	42	160	450	-	045	450
17	438	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	405	1	19	400	46	170	400	-	042	420

## Продовження додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	420	-	-	-	-	-	-	50	040	400
20	394	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	370	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	2	21	360	50	190	360	-	0355	355
23	329	3	23	315	54	200	315	-	0315	315
25	294	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	4	25	280	56	210, 230	280	-	028	280
27	264	M	-	-	-	-	-	-	-	-
32	226	-	-	-	-	-	-	-	0224	224
35	219	6	29	220	72	280	220	-	-	-
38	200	7	32	200	-	-	-	-	02	200
-	-	-	35	180	-	-	-	-	018	180
43	165	8	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	9	38	160	-	-	-	-	016	160
49	143	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	10	43	140	-	-	-	-	014	140
52	142	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	122	11	46	125	-	-	-	-	0125	125
61	114	14	55	110	-	-	-	-	0112	112
64	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	99	16	61	100	-	-	-	-	01	100
70	93	17	67	90	-	-	-	-	009	90
73	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	82	20	73	80	-	-	-	-	008	80
-	-	25	76	71	-	-	-	-	0071	71

## ДОДАТОК 7

**Обов'язкові значення олійності та вологості ГСО № 3107-84 + 3112-84  
(комплект № 27)**

Олійні культури та продукти їх переробки	Номер ГСО	Олійність, %	Вологість, %
Соняшник	1	34,78	5,52
	2	37,43	14,15
	3	41,33	18,40
	4	44,55	9,99
	5	47,52	11,69
	6	50,63	16,01
	7	54,19	7,92
	8	56,52	5,70
	9	60,72	19,76
Бавовник	10	15,16	6,68
	11	19,06	16,12
	12	23,12	12,16
	13	26,20	8,55
	14	30,86	20,08
Соя	15	14,70	7,21
	16	17,45	8,65
	17	20,09	12,11
	18	23,17	16,05
	19	27,71	19,54
Гірчиця, ріпак	20	34,82	5,76
	21	38,38	16,05
	22	41,14	12,23
	23	45,42	8,23
	24	50,52	10,29
	25	53,25	19,31
Льон	20	35,03	6,64
	21	39,72	19,18
	22	42,35	14,69
	23	46,65	10,11
	24	52,55	13,24
	25	57,90	25,37
Макуха	26	13,63	5,24
	27	18,04	6,77
	28	22,74	2–3,27
	29	0,45	-
Шрот	30	1,49	-
	31	2,90	-



## ДОДАТОК 8

Таблиця коефіцієнтів рефракції олії та відповідних їм йодних чисел  
за температури 20 °С

Коефіцієнт рефракції	Йодне число	Коефіцієнт рефракції	Йодне число	Коефіцієнт рефракції	Йодне число
1,4720	106	1,4761	141	1,4801	175
1,4721	107	1,4762	142	1,4802	175
1,4722	108	1,4763	142	1,4803	176
1,4723	108	1,4764	143	1,4804	177
1,4724	109	1,4765	144	1,4805	178
1,4725	110	1,4766	145	1,4806	179
1,4726	111	1,4767	146	1,4807	180
1,4727	112	1,4768	147	1,4808	181
1,4728	113	1,4769	147	1,4809	181
1,4729	114	1,4770	148	1,4810	182
1,4730	114	1,4771	149	1,4811	183
1,4731	115	1,4772	150	1,4812	184
1,4732	116	1,4773	151	1,4813	185
1,4733	117	1,4774	152	1,4814	186
1,4734	118	1,4775	153	1,4815	186
1,4735	119	1,4776	153	1,4816	187
1,4736	119	1,4777	154	1,4817	188
1,4737	120	1,4778	155	1,4818	189
1,4738	121	1,4779	156	1,4819	190
1,4739	122	1,4780	157	1,4820	191
1,4740	123	1,4781	158	1,4821	192
1,4741	124	1,4782	158	1,4822	192
1,4742	125	1,4783	159	1,4823	193
1,4743	125	1,4784	160	1,4824	194
1,4744	126	1,4785	161	1,4825	195
1,4745	127	1,4786	162	1,4826	196
1,4746	128	1,4787	163	1,4827	197
1,4747	129	1,4788	164	1,4828	197
1,4748	130	1,4789	164	1,4829	198
1,4749	131	1,4790	165	1,4830	199
1,4750	131	1,4791	166	1,4831	200
1,4751	132	1,4792	167	1,4832	201
1,4752	133	1,4793	168	1,4833	202
1,4753	134	1,4794	169	1,4834	203
1,4754	135	1,4795	169	1,4835	203
1,4755	136	1,4796	170	1,4836	204
1,4756	136	1,4797	171	1,4837	205
1,4757	137	1,4798	172	1,4838	206
1,4758	138	1,4799	173	1,4839	207
1,4759	139	1,4800	174	1,4840	208
1,4760	140	-	-	-	-

## ДОДАТОК 9

## Значення поправки для показників рефрактометра

Температура соку, °С	Вміст сухих речовин, %									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	75
Слід відняти										
12	0,21	0,23	0,27	0,27	0,29	0,31	0,31	0,31	0,31	0,29
15	0,25	0,27	0,31	0,31	0,34	0,35	0,36	0,37	0,36	0,36
17	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	0,23	0,23	0,23	0,20	0,17
18	0,11	0,12	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,12	0,09
19	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05
Слід додати										
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
23	0,18	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
24	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,28	0,29	0,29
25	0,30	0,32	0,32	0,34	0,36	0,36	0,38	0,36	0,36	0,38
26	0,36	0,39	0,39	0,41	0,43	0,43	0,46	0,44	0,43	0,44
27	0,42	0,46	0,46	0,48	0,50	0,51	0,55	0,52	0,50	0,51
28	0,50	0,53	0,53	0,55	0,58	0,59	0,63	0,60	0,57	0,59
29	0,57	0,60	0,61	0,62	0,66	0,67	0,71	0,68	0,65	0,60
30	0,64	0,67	0,70	0,71	0,74	0,75	0,80	0,76	0,73	0,75

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	3
МОДУЛЬ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА (НАСІННЯ) ЯК ОБ'ЄКТА ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ .....	5
Заняття 1. ВІДБІР ПРОБ ТА ПІДГОТОВКА ЇХ ДО АНАЛІЗУ.....	5
1.1. Зміст заняття .....	5
1.2. Відбір точкових проб.....	6
1.3. Складання об'єднаної проби.....	11
1.4. Виділення середньої проби зерна.....	11
1.5. Розрахункове завдання для виконання .....	12
Заняття 2. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СВІЖОСТІ ЗЕРНА .....	12
2.1. Зміст заняття .....	13
2.2. Колір зерна .....	13
2.3. Запах зерна .....	14
2.4. Смак зерна .....	16
2.5. Завдання.....	17
Заняття 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСМІЧЕНОСТІ, ТРАВМОВАНОСТІ ЗЕРНА ТА МАСИ 1000 ЗЕРЕН.....	18
3.1. Визначення засміченості зерна.....	18
3.1.1. Зміст заняття .....	18
3.1.2. Порядок виконання роботи .....	20
3.1.3. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки .....	22
3.1.4. Завдання.....	22
3.2. Визначення травмованості насіння .....	23
3.2.1. Зміст заняття .....	23
3.2.2. Порядок визначення травмованості зерна .....	24
3.2.3. Завдання.....	24
3.3. Визначення маси 1000 зерен.....	25
3.3.1. Зміст заняття .....	25
3.3.2. Порядок визначення маси 1000 зерен .....	25
3.3.3. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки .....	26
3.3.4. Завдання.....	26
Заняття 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАРАЖЕНОСТІ ЗЕРНА КОМІРНИМИ ШКІДНИКАМИ І ПОШКОДЖЕННЯ КЛОПОМ-ЧЕРЕПАШКОЮ .....	27
4.1. Зміст заняття .....	27
4.1.1. Визначення зараженості зерна шкідниками .....	27
4.1.2. Визначення явної форми зараженості .....	30
4.1.3. Визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі...30	
4.1.4. Порядок визначення пошкодження зерна .....	31
4.1.5. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки .....	32

4.2. Визначення пошкодження зерна клопом-черепашкою	
ГОСТ 30483-97 .....	32
4.2.1. Порядок визначення пошкодження клопом-черепашкою .....	32
4.2.2. Опрацювання результатів, визначення загальної похибки .....	33
4.3. Завдання .....	33
Заняття 5. ВИЗНАЧЕННЯ НАТУРИ ЗЕРНА. ГОСТ 10840-64 .....	34
5.1. Зміст заняття .....	34
5.2. Порядок визначення природи зерна .....	34
5.3. Завдання .....	36
Заняття 6. ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ (ГУСТИНИ) ЗЕРНА .....	36
6.1. Зміст заняття .....	37
6.2. Порядок визначення щільності зерна .....	37
6.3. Завдання .....	38
Заняття 7. ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА .....	38
7.1. Зміст заняття .....	39
7.2. Порядок визначення вологості зерна і борошна .....	41
7.3. Завдання .....	49
Заняття 8. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛОПОДІБНОСТІ ЗЕРНА .....	50
8.1. Зміст заняття .....	50
8.2. Завдання .....	52
Заняття 9. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПОВОГО СКЛАДУ ЗЕРНА .....	53
9.1. Визначення типового складу вівса .....	53
9.1.1. Завдання .....	54
9.2. Визначення типового складу проса .....	54
9.2.1. Завдання .....	55
9.3. Визначення типового складу зерна рису .....	55
9.3.1. Завдання .....	55
9.4. Визначення типового складу гороху .....	56
9.4.1. Завдання .....	56
9.5. Визначення типового складу квасолі .....	57
9.5.1. Завдання .....	57
9.6. Визначення типового складу кукурудзи .....	58
9.6.1. Завдання .....	59
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ .....	59
МОДУЛЬ 2. ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС РІЗНОГО ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .....	62
Заняття 10. ОЦІНКА РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ ТА ДООЧИСТКА ЗЕРНА .....	62
10.1. Розрахунок продуктивності зерноочисних машин .....	62
10.2. Технологічні розрахунки процесу сушіння зерна .....	63
10.3. Розрахунки під час проведення вентиляції зерна .....	67

10.4. Завдання.....	71
Заняття 11. ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСХОВИЩАХ ТА ЙОГО КІЛЬКІСНИЙ І ЯКІСНИЙ ОБЛІК.....	73
11.1. Будова зерносховищ і розрахунок їх місткості.....	73
11.2. Кількісний і якісний облік зерна під час зберігання.....	76
11.3. Завдання.....	80
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ до другого модуля.....	83
МОДУЛЬ 3. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	86
Заняття 12. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ І ЯКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ.....	86
Зміст заняття.....	86
12.2. Методика визначення кількості і якості клейковини.....	88
12.3. Визначення якості клейковини.....	91
12.4. Завдання.....	92
Заняття 13. ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА ПАДІННЯ.....	92
Заняття 14. ВИЗНАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, ТРИТИКАЛЕ ТА ЖИТА МЕТОДОМ ПРОБНИХ ВИПІЧОК.....	96
14.1. Безопарний метод лабораторної випічки хліба з інтенсивним замісом тіста з пшеничного борошна методом пробних випічок.....	98
14.2. Безопарний метод лабораторної випічки хліба з інтенсивним замісом тіста з житнього борошна методом пробних випічок.....	100
14.3. Лабораторна випічка хліба з борошна тритикале.....	101
14.4. Завдання.....	102
Заняття 15. ВИЗНАЧЕННЯ МАКАРОННИХ ЯКОСТЕЙ.....	102
ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ.....	102
Заняття 16. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КРУП.....	106
16.1. Рис.....	107
16.2. Просо.....	107
16.3. Гречка.....	108
16.4. Ячмінь.....	108
16.5. Овес.....	109
16.6. Горох.....	110
16.7. Завдання.....	110
Заняття 17. ВИЗНАЧЕННЯ КРУПНОСТІ ТА ВИРІВНЯНОСТІ КРУП'ЯНИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ ВИДІВ ЗЕРНА.....	111
Заняття 18. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПОВОГО СКЛАДУ ТА ВИХОДУ КРУП ІЗ ЗЕРНА КРУП'ЯНИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР.....	113
18.2. Просо.....	118
18.3. Гречка і овес.....	121
18.4. Бобові культури.....	125

18.5. Ячмінь круп'яний.....	127
<b>Заняття 19. ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР</b>	
.....	130
19.1. Показники якості олійних культур.....	132
19.2. Визначення лушпинності .....	134
19.3. Порядок виконання аналізу олійності та вологості насіння олійних культур лабораторним ЯМР-аналізатором «АМВ-1006М» .....	140
19.5. Обчислення збору олії з гектара посіву .....	141
19.6. Завдання.....	142
<b>Заняття 20. ВИЗНАЧЕННЯ ЙОДНОГО ЧИСЛА ОЛІЇ</b> .....	142
<b>Заняття 21. ОЦІНКА ЯКОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ І ДОБРОЯКІСНОСТІ СОКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ</b> .....	144
21.1. Визначення кондиційності коренеплодів.....	144
21.2. Визначення доброякісності соку цукрових буряків .....	146
21.3. Визначення вмісту розчинних сухих речовин.....	147
21.4. Визначення вмісту сахарози.....	148
21.5. Завдання .....	149
<b>ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ до третього модуля</b> .....	150
<b>ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ</b> .....	153
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	157
<b>ДОДАТКИ</b> .....	160

*Навчальне видання*

**Технологія зберігання та переробки  
продукції рослинництва: практикум  
(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти зі спеціальності 201–Агрономія)/  
уклад. В. І. Глеваський та ін.**

Комп'ютерна верстка *Мельник В.С.*

Здано до складання 10.11.2021. Підп. до друку 29.11.2021.  
Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 8,3. Тираж 50.  
РВІКВ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ  
09117, Біла Церква, Соборна пл.,8; тел. 33-11-01

