

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання

02-07-69М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Технології та обладнання первинної обробки, зберігання
та транспортування сільськогосподарської продукції»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія» спеціальності Н7 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
Науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол №3 від 18.11.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Технології та обладнання первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності Н7 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Шимко А. В., Змієвська О. Г. – Рівне : НУВГП, 2025. – 30 с.

Укладачі: Шимко А. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії;
Змієвська О. Г., старший викладач кафедри агроінженерії

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії.

Схвалено на засіданні кафедри агроінженерії протокол № 4 від 05 листопада 2025 року

Керівник групи
забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Бундза О. З.

Попередня версія МВ 02-07-39М

© А. В. Шимко,
О. Г. Змієвська, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

Вступ

1. Лабораторна робота № 1.....	5
2. Лабораторна робота № 2.....	20
3. Лабораторна робота № 3.....	23
4. Лабораторна робота № 4.....	26
5. Лабораторна робота № 5.....	29

Список використаних джерел

ВСТУП

Основної мета діяльності галузей сільського господарства: поліпшення забезпечення населення високоякісними продуктами харчування, а промисловість — сировиною, залежить від упровадження високоефективних технологій, достатньо ефективної селекції. Ефективність галузі має ряд складових, які можна поділити на технологічні, видові та невідомі фактори, які знаходяться поза свідомістю людини. Технологічні фактори забезпечуються створенням системи машин і технологічного обладнання для галузей рослинництва та переробної промисловості. У багатьох з них досягнута комплексна механізація виробничих процесів. Повна реалізація згаданих складових може задовольнити потребу в продуктах харчування, а промисловість — сировиною для переробки.

Предметом дисципліни «Технології та обладнання первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції» є основні технології первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції. Особливості чинних технологій та новітні напрямки їхнього розвитку. При вивченні курсу студент отримує широке уявлення про правильну організацію виробництва сільськогосподарської продукції в конкретних умовах господарства з найбільшим економічним ефектом і в інтересах народного споживання. Це і є першою задачею курсу. Безпосередньо в господарствах, суміжних підприємствах виробляється із своєї сировини широкий асортимент продуктів і товарів як для місцевого споживання, так і на продажу за межами господарства або навіть району чи області.

Лабораторна робота № 1

Тема: Визначення показників якості зерна

Мета роботи – навчитись оцінювати якість зерна різних зернових культур за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

1. Теоретичні відомості

Під якістю зерна розуміють сукупність біологічних, фізико-хімічних, технологічних та споживчих властивостей та ознак зерна, визначаючи його придатність до використання за призначенням: для насінневих, продовольчих, фуражних та технічних цілей.

Необхідними умовами для точної оцінки якості зерна є вірне прийняття проб і підготовка їх до аналізу, тому ДСТУ 3768:2019 "ПШЕНИЦЯ. ТЕХНІЧНІ УМОВИ" встановлює правила прийому та методи відбору проб. Зерно приймають партіями. Під партією розуміють будь-яку кількість зерна, однорідного за якістю, призначеного для одночасного прийому, здавання, відвантаження та одночасного зберігання, наприклад, зерно, зберігання в силосі, ешелон зерна тощо. Однорідність партії встановлюється органолептично за зовнішнім оглядом партії зерна та за зображенням точкових проб, що відображаються з доступною глибиною.

Призначені для переробки партії зерна аналізують, визначаючи наступні вихідні показники: вологість, натурність, зольність, вміст клейковини, зараженість зерна, складовість.

1.1. Вивчення форми та розмірів зерен і насіння

Форма зерна є особливістю роду, виду і сорту, тому вона служить ознакою, використовується для розпізнавання сорту культури або характеризує особливості зерна, впливаючи на технологію його очищення, сортування та переробки.

Всі різноманітні форми зерна та насіння можуть бути зведені до кількох основних типів: кульоподібні, сечевицеподібні, еліпсоїд обертання, форма з різними розмірами в трьох напрямках: довжина, ширина, товщина (рисунк 1.1).

Довжина зерна - це розташування між основою та верхівкою, ширина - найбільша відстань між бічними сторонами, товщина – найбільша відстань між спинною та брюшною сторонами.

Шароподібна форма зерна є характерною приблизним співпадінням вимірювань в трьох напрямках. Таку форму мають насіння гороху, проса, сорго і деякі сорти кукурудзи.

За умови сочевицеподібної форми (форма двоякоопуклої лінзи) довжина насінини дорівнює ширині при значно меншій товщині. За формою до цього типу відносять насіння сочевиці та насіння деяких бур'янів із сімейства бобових.

Форма еліпсоїда обертання відрізняється однаковою шириною та товщиною, довжина ж значно більше. Форму цього типу має насіння багатьох бобових культур.

Для зерна злакових найбільш характерна форма, при якій всі три розміри різні. Форма зерна злакових навіть наближено не співпадає ні з однією правильною геометричною фігурою. Їм дають назви форм, характерні для певної культури: округло-овальна (пшениця), веретеноподібна (жито), брунькоподібна (деякі сорти бобових та квасолі) тощо. Насіння рослин з сімейства гречкових мають форму тригранної піраміди. Зерно, яке у більшій мірі наближене за формою до кулі, дає більший вихід муки. Зерно кулеподібної форми має більш високу об'ємну масу, так як більш щільно вкладається в мерці.

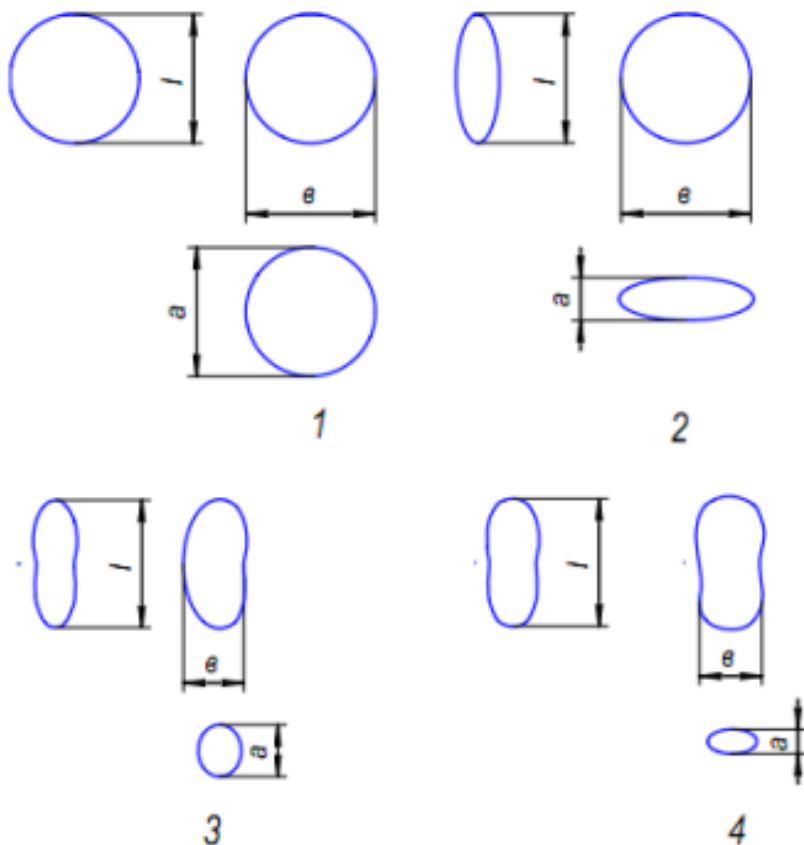


Рис. 1.1. – Форми зерна та насіння: a -товщина, h -ширина, d - довжина, 1-кулеподібна форма; 2-сочевицеподібна форма; 3- еліпсоїд обертання; 4-всі три розміра зерна відрізняються один від другого.

Лінійні розміри зерна визначають двома способами:

- 1) вимірювання їх мікрометром, штангенциркулем, за допомогою мікроскопа;
- 2) просіюванням наважки зерна на ситах з отворами різного перерізу і форми.

Обладнання і прилади: ваги; набір сит з круглими отворами діаметром від 1,0 до 8,0 мм; з поздовжніми отворами розміром від 1х20 до 5х20 мм; розсів лабораторний; чашечки для наважок; шпатель; пінцети; мікрометри або штангенциркулі.

Методика вимірювання параметрів зерна мікрометром (товщиноміром) або штангенциркулем.

Виділяють наважку 100 г. Потім наважку висипають на розбірну дошку. Після відділення всіх домішок наважку розрівнюють на дошці і відбирають підряд без вибору 100-300 зерен.

За допомогою мікрометра встановлюють з точністю до 0,01 мм розміри зерна по довжині, ширині і товщині. В кінці вимірювань по кожному з параметрів виводять середній розмір (як середнє арифметичне), одночасно відзначають межі коливань кожного розміру.

Для підрахунку кількості зерен певного розміру по кожному параметру (довжина, ширина і товщина) будують варіаційні ряди (ряди розподілу досліджуваної випадкової величини). Для складання варіаційного ряду розподілу по кожному параметру, всю зону розсіювання, обмежену крайніми (мінімальним й максимальним) значеннями ознаки, ділять на групи. Кількість груп бажано прийняти від 8 до 15.

Різниця між групами (класами) зерен за розміром беруть найчастіше в 0,2 або 0,5 мм.

Середнє арифметичне значень розподілу ознаки визначаємо:

$$\bar{x} = \frac{\sum_1^n x_i \cdot n_i}{N}, \quad (1.1)$$

де x_i – текуче значення ознаки; N – загальна кількість виконаних замірів.

Методика вимірювання параметрів зерна з використанням сит

З огляду на трудомісткість виміру розмірів зерен мікрометром, необхідно прямо виділяти класи в певному інтервалі просіюванням наважок (100 г) зерна на наборі сит з інтервалом в 02-05 мм. Просіювання проводиться вручну або на лабораторному розсіві.

Наважку зерна просівають двічі: в наборі сит з круглими отворами для поділу зерна по ширині і в наборі сит з продовгуватими отворами - для поділу зерна по товщині.

Масу зерен, що залишилися на кожному ситі, виражають у відсотках – **це буде частота класів** варіаційного ряду.

Довжину зерен визначають тільки вручну за допомогою штангенциркуля або мікрометра.

Отримані варіаційні ряди зображують графічно. На вертикальній осі наносять число зерен в кожному класі, а по горизонтальній - границі класів. Завдані точки з'єднують плавною кривою. Варіаційні криві розподілу якої-небудь ознаки слід описати аналітично, що має велике практичне значення.

Порядок виконання роботи

1) наважки чистого зерна (100 г) просівають через набір сит з круглими або довгастими отворами з інтервалом в 02-05 мм;

2) після просіювання залишки зерен на кожному ситі зважують на технічних вагах і виражають у відсотках до маси наважки - це і буде частота класів варіаційного ряду. Результати оформляють у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Варіаційний ряд розподілу зерна пшениці (по ширині, товщині, довжині) і дані його обробки

Граничні значення інтервалів, мм						Сума
Середнє значення інтервалу, x_i , мм						
Частота n_i						100
$x_i \cdot n_i$						

За формулою (1.1) визначаємо середньоарифметичне ознаки. Після отримання варіаційних рядів потрібно зобразити їх графічно.

1.2. Визначення скловидності

Консистенція ендосперму зерна пшениці може бути склоподібною, частково склоподібною і борошнистою. Структура ендосперму, його скловидність або мучнистість, залежать від кількості, складу, властивостей, розмірів, форми і розташування крохмальних зерен, кількості, властивостей і розподілу білкових речовин; характеру та міцності зв'язку між білковими речовинами і крохмалем. Від скловидності зерна в значній мірі залежать: режим і схема помелу, витяг крупок і їх якість, легкість просіювання через сита, ступінь зволоження і час зволоження після замочування при кондиціонуванні.

Склоподібне зерно пшениці зазвичай містить велику кількість білкових речовин, ніж мучнисте. З склоподібного зерна виходить більш високий вихід борошна, ніж з борошнистого. Борошно з борошнистого зерна зазвичай м'яке, з склоподібного - крупчаста, що дуже цінується в хлібопеченні.

У мукомольному виробництві прийнята наступна класифікація пшениці по скловидності: менше 40% - низької скловидності (І група), від 40% до 60%-середньої скловидності (ІІ група) і понад 60% - високої скловидності (ІІІ група).

Скловидність спостерігається в зерні пшениці, жита, ячменю, кукурудзи і рису. Однак значення скловидності, як показника технологічних властивостей, твердо встановлено тільки для зерна пшениці. Для таких культур, як жито, ячмінь, кукурудза, даний показник не використовується. Рідко встановлюють скловидність у зернівок рису.

Скловидність пшениці визначають за ДСТУ, який встановлює методи визначення скловидності:

- з використання діафаноскопу;
- по результатах огляду зрізу зерна.

Для визначення загальної скловидності виділяють без вибору 100 цілих зерен і розрізають їх поперек, посередині. Непотрібні половинки відкидають, а ті що залишаються розділяють на скловидні, частково скловидні, борошністі.

Підраховують число зерен в двох групах, де по різниці (від 100 віднімають суму двох інших груп), визначають відсоток зерен в кожній групі по підрахунку. Потім до 80% додають половину частково скловидних і таким шляхом одержують цифру загальної скловидності у відсотках.

Розходження між результатами паралельних аналізів не повинно перевищувати 5 %.

$$OC = PC + ЧС / 2, \quad (1.2)$$

де PC – кількість повністю скловидних зерен, шт; ЧС – кількість частково скловидних зерен, шт; OC – загальна скловидність.

Методика визначення скловидності діафаноскопом (рис. 1.2)

На решітці приладу розміщують зерна борозенкою вниз. Решітку встановлюють між лінзою і джерелом світла.

Зерна скловидні просвічуються добре, крохмалисті – не просвічуються зовсім, напівскловидної консистенції – частково. Проглядають не менше як 100 зерен.



Рис. 1.2 – Діафаноскоп для визначення скловидності зерна ДСЗ – 3

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

Принцип дії діафаноскопія 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 укладаються в сто комірок касети, яка вставляється у вхідний отвір вузла протяжки до зачеплення з роликami подачі. За допомогою гвинта подачі касета переміщається в зону візуального спостереження кожного ряду зерен, освітлену світловим потоком.

Обладнання і прилади: Діафаноскоп для визначення скловидності зерна ДСЗ – 3, дослідні зразки зерна.

1.3. Показники свіжості зерна

Показники характеризуються кольором, запахом і смаком. Всі ці показники Показники свіжості зерна визначаються органолептично (сенсорно) і дають уяву про добротність і здоров'я зерна.

Відхилення цих ознак від норми свідчить про те, що під час вирощування, обробки, зберігання зерно зазнало впливу несприятливих процесів.

Органолептичне визначення свіжості є обов'язковим при оцінці якості партії зерна різного призначення.

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

Зміна притаманних зерну кольору і блиску - перша ознака можливого погіршення якості внаслідок несприятливих умов при дозріванні і збиранні зерна, порушення технологічних прийомів обробки і зберігання.

На колір зерна можуть впливати: пошкодження морозом (так зване морозобійне зерно білуватє з сітчастою оболонкою), суховієм (дрібне, щупле, білуватє), ураженє клопами черепашками (з світлими вдавнєними плямами),

порушення теплових режимів сушіння, самозігрівання (потемніле). При розвитку на поверхні зерна мікроорганізмів воно втрачає характерний блиск.

Як правило, зерна з змішаним кольором відрізняються від нормальних хімічним складом і структурою оболонок, харчові і технологічні переваги погіршуються, тому такі зерна відносяться до фракції зернової, а в деяких випадках смітної домішки.

Колір зерна і блиск визначають порівнюючи зразок з еталоном при розсіяному денному світлі.

Запах зерна. Запах зерна в здоровому зерну кожної культури притаманний свій запах – слабкий, маловідчутний у зерна злаків, різкий специфічний – в ефіроолійних культур.

При своїй природі всі невластиві зерну запахи поділяють на дві групи: сорбційні і запахи розкладу.

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

Набування сорбційних запахів проходить при зборі урожаю з поля, яке засмічене полином, часником, коріандром і іншими культурами, які містять ефірні масла. В зернову масу можуть попадати також спори і мішечки твердої сажки, які мають запах оселедця, обумовлений присутністю в спорах трилестиламіну). Зерно інтенсивно сорбує цей запах. Димного запаху зерно набуває при порушенні технології сушіння, коли воно знаходиться поблизу продуктів горіння, а запаху нафтопродуктів – не тільки при безпосередньому наближенні до них, а й тоді, коли їх зберігають поблизу зерна.

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

Хлібоприймальні підприємства приймають зерно з деякими сорбційними запахами по спеціальному дозволу. Зерно з запахом нафтопродуктів, гербіцидів, інсектицидів і диму – не приймається.

Запахи розкладу обумовлені активними фізіологічними і мікробіологічними процесами, які виникають при зберіганні зерна з підвищеною вологістю. Зерно з запахом розкладу вважається дефективним, крім зерна що має комірний запах.

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

Комірний запах виникає в зерновій масі при довгому зберіганні без переміщення. В основі його природи лежить накопичення проміжних продуктів анаеробного дихання зерна. При провітрюванні цей запах легко видаляється.

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

Плісняво-тухлий запах – стійкий, неприємний, появляється в зерні внаслідок активного розвитку пліснявих грибів при зберіганні зерна з підвищеною вологістю. Продукти життєдіяльності грибів і розпад азотистих речовин зерна, які викликають появу плісняво-тухлого запаху, дуже стійкі і зберігаються в борошні і печеному хлібі.

Гнильний запах обумовлений інтенсивним розвитком шкідників хлібних запасів (головним чином кліщів), накопичення їх екскрементів і трупів. Він появляється також в результаті повного псування зерна при гнитті.

Зерно з солодовим, плісняво-тухлим і гнильним запахами не приймається хлібоприймальними підприємствами як дефектне.

Смак зерна

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

Солодкий смак виникає в зерні при проростанні 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. Вони мають розвинуті проростки і корінці. Солодкий смак відчувається також в недозрілому зерні, в якому зберігається підвищений вміст цукру, так як процеси синтезу крохмалю ще не завершені.

Таке зерно при високому ступені дефектності відносять до зернової домішки.

Гіркий смак найчастіше обумовлений попаданням в зерно частин рослин полину гіркого або полину Сіверса, які містять гірку речовину - глюкозид абсінтин. Дрібні частини полину запилюють зерно при обмолоті і залишаються на ньому. Коли рослини містять багато соку полину його попадання можливе на зернівки і при обмолоті. Крім гіркості, таке зерно має і запах полину внаслідок сорбції ефірних масел.

Гірко-полинне зерно хлібоприймальні підприємства приймають лише по спец дозволу. Перед переробкою на млині для часткового знаття гіркоти зерно миють.

Кислий смак відчувається при розвитку на зерні плісняви. Як звично, він супроводжується появою плісняво-тухлого запаху. Таке зерно не приймається.

Методика визначення запаху проводиться як 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 °C) закривають пробкою і витримують 30 хв. Потім відкриваючи на короткий час колбу встановлюють наявність запаху.

Методика визначення смаку із середнього зразка виділяють 100 г зерна, очищають від смітної домішки і розмелюють на лабораторному млинку. Із розмеленого зерна виділяють наважку біля 50 г і змішують її з 100 мл питної води. Отриману суспензію вливають посуд зі 100 мл води,

нагрітої до кипіння, ретельно перемішують скляною паличкою. Визначення смаку проводять органолептично після того, як суміш охолоне до 30-40 0С . Смак зерна зазвичай перевіряють лише в партіях, яке має відхилення по кольору і запаху.

Для виконання даної роботи використовується зерно, що знаходиться в малих кристалізаторах.

Досліджується зерно послідовно, по відповідних номерах на кристалізаторах.

Результати аналізу записуються в таблицю, по закінченню роботи в зошит записують висновки і пропозиції по прийманню і використанню зерна, з який були відібрані дані середні проби.

1.4. Визначення вологості

Вміст води є одним із важливих показників, які впливають на зберігання, енергетичну цінність зерна та на вихід муки, яка отримується із даного зерна. Одним із процесів при зберіганні зерна є дихання, яке супроводжується втратою сухих речовин, виділенням теплоти, діоксиду вуглецю та води. При збільшенні масової частки води в зерновій масі утворюється вільна вода, що у свою чергу створює умови для розвитку шкідників, посилює гідролітичні процеси в результаті збільшення активності ферментів.

Зерно пшениці, за вмістом води, можна поділити на чотири стани: сухе – до 14%,0 включно, середньої сухості – від 14,0% до 15,5% включно, вологе – від 15,5% до 17,0% включно та сире – понад 17,0%.

У сухому зерні та зерні середньої сухості майже немає води, процеси дихання є незначними, тому таке зерно є придатним для тривалого зберігання. За вологим зерном потрібен нагляд, оскільки в ньому можливе зволоження в процесі дихання і, як наслідок, поступовий розвиток процесу самозігрівання. У сирому зерні всі фізіологічні процеси можуть призвести до псування зерна за рахунок створення

умов для розвитку мікроорганізмів. Таке зерно може проростати під час зберігання. Зменшення вмісту вологи в зерні є єдиною умовою для обмеження можливості проростання зерна при його зберіганні. За вмістом води у зернині роблять висновки про наявність сухої речовини у зерні, а отже і про поживні речовини, що визначають його енергетичну цінність.

Масова частка вологи впливає на технологічні властивості зерна. Підвищення її вмісту ускладнює процес розмелювання зерен та просіювання продуктів розмолу, знижує продуктивність обладнання та збільшує енергоємність процесу.

Основним методом визначення масової частки вологи в зерні, відповідно до ГОСТ 3043-55, є висушування розмеленого зерна в електричній сушильній шафі при температурі 1300° протягом 40 хв при загальній тривалості процесу просушування 50-55хв.

Обладнання і прилади: лабораторний млин, сито із розміром комірки 0,8мм, банка із притертою пробкою, металеві бюкси, електрична сушильна шафа, технічні ваги.

Методика визначення вологості

Зерно, яке відібране для визначення масової частки вологи, масою близько 30 г, розмелюють разом із домішками на лабораторному млині. Помол за один раз повинен відповідати наступним умовам: прохід через дротяне сито із розміром комірки 0,8 мм для пшениці повинен бути не менше 60%. Для виключення втрат вологи, розмелене зерно поміщають у банку із притертою пробкою. Перед взяттям навішення розмелене зерно перемішують. У дві попередньо зважені металеві бюкси діаметром 48 мм і висотою 20 мм беруть навішення розмеленого зерна по 5 г із похибкою 0,01г.

Висушування проводять прискореним способом. Масову частку вологи розраховують по різниці між масою навішення до та після висушування, відносно маси взятого навішення і виражають у %. Якщо вологість зерна перевищує 18%, його перед визначенням вологості стандартним методом просушують при температурі 105° . Тривалість підсушування залежить від виду зернової культури та вологості зерна.

Вологість розраховують за наступною формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

де W – вологість зерна, %; m_0 – маса пустого бюкса з кришкою, г; m_1 – маса бюкса з кришкою и навішенням розмеленого зерна до висушування, г; m_2 – маса бюкса з кришкою и навішенням розмеленого зерна після висушування, г.

Питання для перевірки знань за темою

1. З яких компонентів складається зернова маса?
2. Які фактори впливають на склад зернової маси?
3. Зерно яких культур містить найбільше крохмалю та білків?
4. Які вуглеводи є в зернівці злакових культур?

Лабораторна робота № 2

Тема: Визначення кута природного відкосу зернових мас

Мета роботи: Ознайомитися з методом визначення одного з основних показників фізичних властивостей зернової маси. Вивчити вплив різних чинників на даний показник.

1. Теоретичні відомості

Зернова маса являє собою механічну суміш твердих частинок різної форми і крупності. Вона, залежно від виду культури, вологості, засміченості сторонніми домішками, володіє певними фізичними властивостями, серед яких велике практичне значення має сипкість.

Сипкість зернової маси характеризується **кутом природного укосу** або кутом тертя зерна об поверхню будь-якого матеріалу. Завдяки сипкості здійснюється транспортування зернової маси порами, транспортерами, шнеками та іншими машинами, здійснюється завантаження зерна в бункера, в силоси і вивантаження з них самопливом; враховується при проектуванні та експлуатації елеваторів, млинів, крупозаводів, комбикормових заводів, транспортних установок. Найбільшою сипкістю характеризуються зернові маси, які утворились із зернівок кулястої форми з гладкою поверхнею, незначною вологістю і засміченістю.

Для визначення сипкості зернової маси різних культур встановлюють кут природного відкосу, т.т. кут між основою і твірною конусу, який отримуємо за умови вільного вертикального падіння зернової маси на горизонтальну поверхню.

Кут природного відкосу чи кут скату зернової маси – це кут, який утворений між діаметром основи та твірною конуса, який утворюється при вільному падінні зерен на горизонтальну поверхню.

Кут тертя зернової маси – це найменший кут, при якому зерно починає рухатись по наклонній поверхні.

Обладнання і прилади: Зернова маса; штатив; воронка; лінійка; кутомір; лабораторна установка для визначення кута.

Методика визначення кута природнього відкосу зернової маси методом висипання з воронки

Кут природнього відкосу зернової маси визначається за допомогою приладу, показаного на рис. 2.1

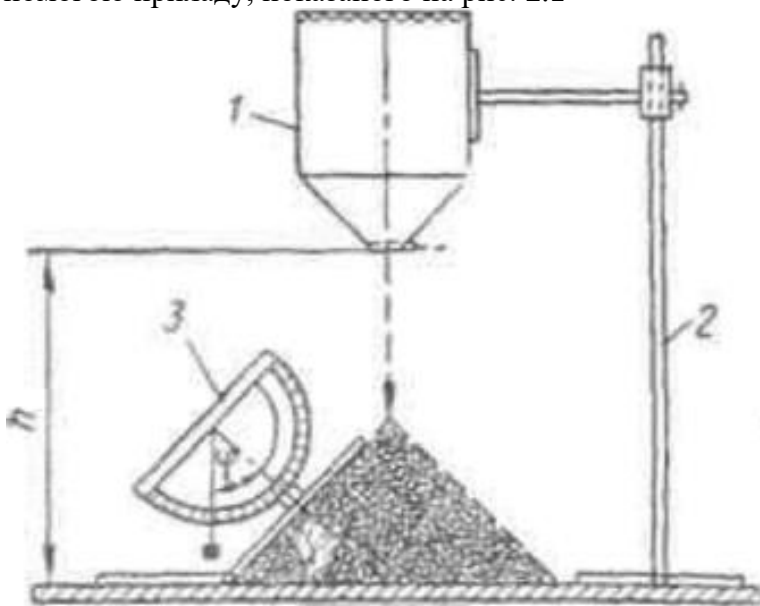


Рисунок 2.1 – Прилад для визначення кута природнього відкосу зернової маси: 1 – воронка; 2 – підставка; 3 – лінійка з транспортиром та прямовисом.

Прилад складається з воронки 1 з отвором, що закривається, підставки 2 для кріплення воронки і лінійки 3 з транспортиром та прямовисом. Воронку 1, через яку висипають зерно, закріплюють на висоті h , та заповнюють до верху зерном. При висипанні з воронки на площину зернова маса

утворює конус. Кут між твірною та діаметром основи конуса є кутом природнього відкосу зернової маси. Його заміряють за допомогою лінійки та транспортира із подальшим внесенням отриманих даних у таблицю.

Питання для перевірки знань за темою

1. Що таке кут тертя зернової маси об поверхню матеріалу?
2. Що таке сипкість та чим вона характеризується?
3. Будова приладу для визначення кута природнього відкосу зернової маси?
4. Як визначається кут природнього відкосу зернової маси?

Лабораторна робота № 3

Тема: Методика визначення коефіцієнта внутрішнього тертя сипких матеріалів

Мета роботи: Ознайомитися із методикою визначення коефіцієнта внутрішнього тертя зернових мас.

Теоретичні відомості До найважливіших параметрів, що характеризують фізико-механічні властивості сипких продуктів відносяться коефіцієнти тертя .

Дані коефіцієнти виражають зв'язок між частинками сипких продуктів і використовуються з метою дослідження руху зернової маси по поверхням обладнання.

Обладнання і прилади: Зразки зернових матеріалів; лабораторна установка для визначення кута внутрішнього тертя; транспортер.

Методика проведення досліджень

Для проведення дослідів нами була виготовлена лабораторна установка, загальний вигляд якої подано на рис. 3.1, а схему на рис. 3.2.

Лабораторна установка складається з короба 1 (рис. 3.2), який має прямокутний отвір у дні. Отвір (розмірами 0,03х0,03 м) перекривається заслінкою 2. Короб встановлено на ніжках на столі. Досліди проводять в такій послідовності. У короб насипають зерно. Після цього заслінку повільно зсувають вбік, звільняючи отвір. Зерно при цьому висипається на поверхню стола, де формується гірка (рис. 4.2).

За допомогою транспортера заміряли кут α , який називається кутом насипання або кутом відкосу. Кут відкосу дорівнює куту внутрішнього тертя.

Досліди проводили з п'ятикратною повторюваністю. Результати заносили в лабораторний журнал і визначали середні значення.

Досліди проводили за різної вологості добрив: 1%; 5%; 13%.

У якості експериментального матеріалу використовували фізичну модель добрив – кульки діаметром 7, 9 і 11 мм.

За результатами досліджень визначено коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{S_c}{\chi_{\text{сеп}}} 100\%, \quad (3.1)$$

де S_c – середнє квадратичне відхилення окремого вимірювання:

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\chi_i - \chi_{\text{сеп}})^2}{n-1}}, \quad (3.2)$$

де χ_i – значення, отримане в i -му досліді; $\chi_{\text{сеп}}$ – середнє значення низки дослідів; n – кількість повторностей дослідів.

Результати досліджень та розрахунків за формулами (4.1) і (4.2) вносились до таблиці.



Рисунок. 3.1. Лабораторна установка для визначення кута внутрішнього тертя
Досліди проводили в такій послідовності.

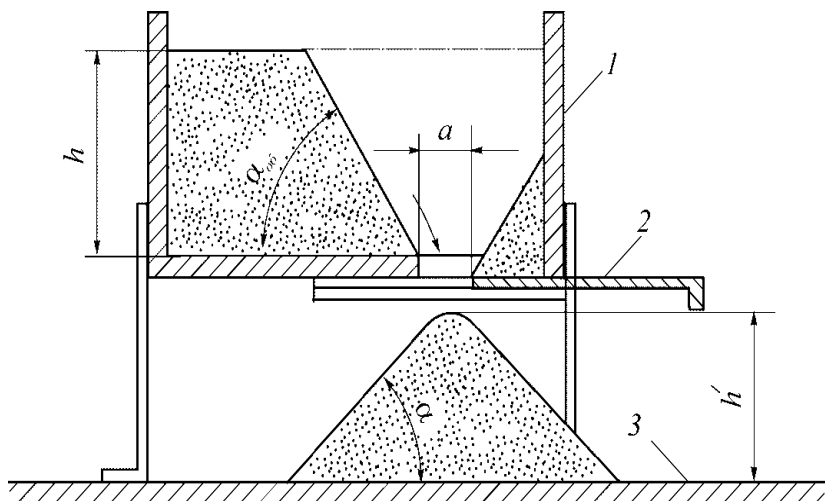


Рисунок 3.2. Схема лабораторної установки для визначення кута внутрішнього тертя: 1 – короб; 2 – заслінка; 3 – поверхня стола

Питання для перевірки знань за темою

1. Що таке органо-мінеральні добрива? Для чого вони використовуються?
2. Які основні характеристики органо-мінеральних добрив?
3. Як визначити коефіцієнт варіацій?
4. Коротко розкажіть про методику визначення кута внутрішнього тертя?

Лабораторна робота № 4

Тема: Визначення кількості та якості клейковини в зернах пшениці

Мета роботи – навчитись визначати кількість та якість клейковини різних сортів пшениці

1. Теоретичні відомості

Під клейковиною розуміють білкову структуру, яка, при поглинанні води, утворює гумоподібну масу. Створює основний вплив на характеристики хліба, а саме форму, якість, пористість та здатність до зберігання.

Якість клейковини характеризується кольором, здатністю до бубнявіння, пружністю та розтяжністю.

Клейковина може мати 2 кольори, світлий та темний. Світла клейковина має найкращу розтяжність і пружність, а темна може свідчити про несприятливі впливи на зерно в процесі дозрівання, зберігання чи обробки.

Пружність клейковини – здатність повертатися в початковий стан при розтягуванні чи надавлюванні.

Розтяжність – властивість клейковини розтягуватися в довжину і може відноситися до трьох груп: коротка – розтяжка до 10см, середня – розтяжка від 10 см до 20 см, довга – розтяжка більше 20 см.

В залежності від пружності та розтяжності, клейковину можна розділити на три групи:

1 група – добра пружність та середня або довга розтяжка. Отримане тісто має добру формостійкість і розпушеність, що дозволяє хлібинам мати більший об'єм та пористість.

2 група – добра чи задовільна пружність та будь-яка із трьох груп розтяжності. Тісто має меншу газотримуючу здатність. Хліб має менший об'ємний вихід та пористість і здебільшого являється доброякісним.

3 група – слабка пружність. Має властивість сильно розтягуватися, провисати, рватися під дією власної ваги у висячому положенні, пливти та кришитися. Хлібини низькосортні, погано розпушені і з дуже малим виходом.

Обладнання і прилади: ваги технічні; зерно; сито з капроною тканиною; мірний циліндр на 20мл; чашка Петрі; фарфорова ступа; лабораторний млин; контейнер; ємність з водою.

Методика визначення кількості клейковини

Необхідну кількість зерна, для виробництва приблизно 25грам муки, засипаємо в лабораторний млин. Розмелюємо зерно. Отриману муку пересипаємо в контейнер. З контейнера відбираємо наважку та зважуємо на технічних вагах. Наважку масою 25 грам пересипаємо в фарфорову ступу. Потім в фарфорову ступу додаємо рівно 13 мл води з подальшим замішуванням тіста. При замішуванні тіста не повинно залишитися залишків муки на стінках фарфорової ступи. Отриману кульку тіста залишаємо в фарфоровій ступи, накриваємо чашкою Петрі та залишаємо на 20 хвилин. Після заданого часу, дістаємо кульку з тіста із фарфорової ступи приступаємо до відмивання клейковини. Для цього поміщаємо сито в ємність з водою і починаємо розминати кульку тіста у воді над ситом. Під час процесу розминання кульки необхідно змінювати воду в ємності. Процес розминання продовжується до тих пір, поки вода в ємності не буде прозора. Після вимивання клейковини, її підсушують для вилучення залишкової вологи і зважують на технічних вагах. За відношенням маси клейковини до загальної маси муки визначають групу клейковини.

Питання для перевірки знань за темою

1. Чим характеризується клейковина?
2. Що таке пружність та розтяжність клейковини?

3. Як поділяється клейковина? Дайте коротку характеристику груп клейковини?

Лабораторна робота №5

Ознайомлення з елеваторно-складським господарством

Тема: Будова, принцип роботи елеватора та обладнання, яке використовується на елеваторах

Мета роботи: Ознайомитись із обладнанням, яке використовується на елеваторах для сушіння зерна, визначення якості зерна, вимірювання температури та зважування зерна.

Робота виконується екскурсійним методом на Здолбунівський елеватор агрохолдингу «АСТ».

Ознайомитись з елеватором по технологічному ланцюжку, а саме з обладнанням для сушіння зерна (зерносушарка Strahl 15000FR), очисним обладнанням компанії Westrup A/S, аспіраційною системою. Огляд зерноскладу з аероолобом. Ознайомлення з видами аналізів та обладнанням для їх проведення для визначення якісних характеристик зерна.

Питання для перевірки знань за темою

1. Що таке елеватор?
2. Яка техніка використовується для сушіння зерна на елеваторах?
3. Які види аналізів проводять для визначення якісних характеристик зерна?
4. Яке очисне обладнання використовувалось на елеваторі Здолбунівський елеватор агрохолдингу «АСТ». Яке очисне обладнання Ви знаєте?

Список використаних джерел

1. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. URL: https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agronomija/teh_zber_t_a_per_prod_rosl/Golovna/golovna.htm
2. Технологія переробки плодів та овочів : електронний підручник. URL: https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agronomija/tehn_pererob_plodiv_i_ovochiv/Golovna/Golovna.htm
3. Подпратов Г. І., Бобер А. В., Ящук Н. О. Технохімічний контроль продукції рослинництва: підручник. Київ, 2022. 789 с.
4. Подпратов Г. І., Бобер А. В., Ящук Н. О. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. Київ, 2023. 847 с.