

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-333М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт із освітньої компоненти
«Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості ННІАЗ
Протокол № 7 від 17.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт із освітньої компоненти «**Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Колесник Т. М., Яценко Л. А – Рівне : НУВГП, 2024. – 64 с.

Укладачі: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка; Яценко Л. А., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Керівник групи забезпечення
освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»

Налобіна О. О.

© Т. М. Колесник,
Л. А. Яценко, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Передмова	4
Загальна інформація про навчальну дисципліну та систему оцінювання досяг-нень здобувачів	5
Практична робота №1. Принцип відбору зразків с-г матеріалів. Морфологічні особливості будови ґрунту. Фізико-технологічні властивості ґрунту. Визначення гранулометричного складу ґрунту	6
Практична робота №2. Технологічні властивості ґрунту. Визначення вологості та об'ємної маси ґрунту	19
Практична робота №3. Характеристика механіко-технологічних властивостей основних видів твердих добрив. Визначення фракційного складу добрив, розміру та однорідності гранул, міцності гранул, сипкості, розчинності	28
Практична робота №4. Засоби захисту рослин (ЗЗР). Препаративні і робочі форми. Вимоги до внесення. Безпека праці з ЗЗР	32
Практична робота №5. Механіко–технологічні властивості зерна як посівного матеріалу і об'єкту доробки. Визначення розмірних властивостей зернової маси, вплив на витікання крізь отвори	39
Практична робота №6. Технологічні властивості рослинних матеріалів. Визначення вологості рослинних матеріалів	52
Практична робота №7. Розробка агротехнічної складової технології вирощування культур	58
Рекомендована література до виконання циклу практичних робіт	63

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів» є важливим етапом у підготовці фахівців спеціальності «Агроінженерія», оскільки вона охоплює вивчення основних властивостей матеріалів, із якими працюють сільськогосподарські машини. Всі технологічні процеси в аграрному виробництві, такі як обробка ґрунту, сівба, внесення добрив, обробка рослин засобами захисту, збирання та обмолочування сільськогосподарських культур, здійснюються за допомогою спеціалізованих машин, які взаємодіють з різними матеріалами, такими як ґрунт, посівний матеріал, стебла культур, кормові рослини, зернова маса та інші сировинні ресурси. Ці матеріали є предметом вивчення дисципліни і характеризуються специфічними механічними і технологічними властивостями, які визначають ефективність та точність виконання технологічних операцій. Оскільки кожен вид сільськогосподарського матеріалу має свої унікальні характеристики, необхідно застосовувати спеціалізовані методи досліджень для точного визначення їх механіко-технологічних властивостей.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів» є формування у студентів системного розуміння механічних властивостей сільськогосподарських матеріалів, що дозволить ефективно застосовувати їх у практичній діяльності, оскільки вони впливають на хід виконання технологічних операцій та ефективність використання машин і знарядь відповідно до особливостей технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Основні завдання: отримати знання щодо фізико-механічних і технологічних властивостей с-г матеріалів стосовно їх взаємодії з робочими органами машин, способів та методик визначення цих властивостей, набути навичок раціонального їх використання з метою забезпечення тривалої роботи елементів конструкцій та забезпечення якісного виконання агротехнічних операцій, отримання с.-г. продукції за найменших затрат.

Ключові слова: сільськогосподарські матеріали, фізичні, фізико-механічні, технологічні властивості, агротехнологія.

У результаті вивчення освітньої компоненти здобувачі повинні набути таких компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмій, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК-6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.

ЗК-8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК-3. Здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини; матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови, та теорії сільськогосподарської техніки.

Результатами навчання після вивчення даної навчальної дисципліни повинні бути наступні:

РН-1. Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї, концепції з метою використання у професійній діяльності.

РН-13. Описувати будову та пояснювати принцип дії сільськогосподарської техніки. Вибирати робочі органи машин відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей сільськогосподарських матеріалів.

РН-17. Вибирати та застосовувати механізовані технології відповідно до агрокліматичних умов та обґрунтовувати технології за економічними та якісними критеріями.

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вид занять	Кількість годин за формами навчання	
	денна	заочна
Лекції	16	5
Практичні роботи	14	4
Самостійна робота	60	80

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ ТА СИСТЕМУ ОЦІНЮВАННЯ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ

№ з/п	Назва теми	Кількість балів
1	Принцип відбору зразків с-г матеріалів. Морфологічні особливості будови ґрунту. Фізико-технологічні властивості ґрунту. Визначення гранулометричного складу ґрунту	6
2	Технологічні властивості ґрунту. Визначення вологості та об'ємної маси ґрунту.	9
3	Характеристика механіко-технологічних властивостей основних видів твердих добрив. Визначення фракційного складу добрив, розміру та однорідності гранул, міцності гранул, сипкості, розчинності.	9
4	Засоби захисту рослин. Препаратори і робочі форми. Вимоги до внесення. Безпека праці з ЗЗР	9
5	Механіко–технологічні властивості зерна як посівного матеріалу і об'єкту доробки. Визначення розмірних властивостей зернової маси, вплив на витікання крізь отвори	9
6	Технологічні властивості рослинних матеріалів. Визначення вологості рослинних матеріалів.	9
7	Розробка агротехнічної складової технології вирощування культур. Підбір механізованих технологій відповідно до агрокліматичних умов, вимоги за якісними критеріями.	9
	Разом	60

Практична робота №1

Тема. Принцип відбору зразків с-г матеріалів. Морфологічні особливості будови ґрунту. Фізико-технологічні властивості ґрунту. Визначення гранулометричного складу ґрунту.

Мета: розглянути основні принципи відбору зразків с.-г. матеріалів; ознайомитися з морфологічними особливостями будови ґрунтів різних типів; визначити гранулометричний склад ґрунту.

Теоретичний матеріал

1. Принцип відбору зразків с-г матеріалів

Відбір ґрунтових зразків у польових умовах

Процедура відбору ґрунтових зразків залежить від цілей досліджень. Зразок має відображати середній стан досліджуваного об'єкта, тобто відповідати вимогам репрезентативності. Відбір зразків здійснюється згідно з ДСТУ 4287:2004 "Якість ґрунту. Відбирання проб". Для відбору проб використовують план землекористування господарств. Елементарна ділянка — це частина поля визначеної площі 5–8 га для зони Полісся, 10–15 га для Лісостепу і 15–20 га Степу, із якої відбирають проби ґрунту для формування середнього змішаного зразка, який надсилається до лабораторії. Змішаний зразок включає 20-30 індивідуальних проб, взятих рівномірно по всій площі ділянки, яка повинна мати однорідний рельєф.

Відбирання індивідуальних проб залежить від конфігурації поля. Якщо воно довге і вузьке, проби беруться по середній лінії вздовж поля або зигзагом через певну відстань. При формі поля, близькій до квадрата, індивідуальні проби беруть в точках розміщення по діагоналях (рис. 1.1). На схилі землях відбір проводиться у верхній, середній і нижній частинах ділянки.



Рис. 1.1 Можливі маршрути відбору зразків ґрунту

Ґрунт відбирається за допомогою ручного бура чи лопати, відповідно до вибраного маршруту. Якщо проба відбирається лопатою, потрібно на весь штик зняти шар ґрунту, а потім відібрати 2 – 3 см по всій глибині орного шару. Порції ґрунту з точкових проб поміщають в тару (відро). Після закінчення маршруту об'єднану пробу ґрунту у відрі добре перемішують (уникаючи розсіпання), видаляють рослинні рештки, розминають великі грудки землі (ні в якому разі не можна їх відкидати). З отриманої маси формують середню пробу вагою приблизно 500 г вологого ґрунту, поміщають її у пакет та заповнюють акт відбору і роблять відповідні позначення на карті. Усереднення проби проводять методом квартування (рис. 1.2).

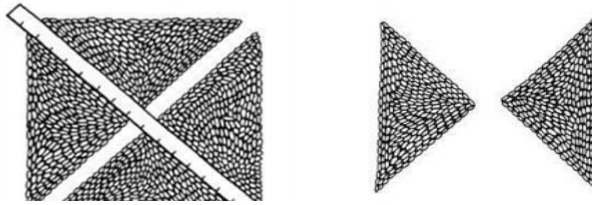


Рис. 1.2 Метод квартування ґрунтового зразка

Необхідно слідкувати, щоб номер зразка збігався з позначенням елементарної ділянки на карті, щоб надалі мати можливість правильно перенести отримані результати в натуру. В загальному випадку відбір проб ґрунту для польових культур рекомендують проводити на глибину обробки ґрунту. На насадженнях ягідників проби відбирають на глибину 0 – 15 см, плодових дерев та виноградників – із двох глибин 0 – 20 і 20 – 40 см, пасовищах – 5 – 10 см; у квітниках – 0 – 15 см, на насадженнях декоративних дерев та кущів – 0 – 30 см, на декоративних газонах – 5 – 10 см. Перед взяттям точкової проби верхній шар ґрунту, що містить рослинні рештки (0 – 3 см, 0 – 5 см, залежно від ґрунту і типу насаджень) попередньо знімають і відкидають.

Сучасні технології відбору ґрунтових зразків передбачають використання мобільних установок, які дозволяють проводити відбір в чітко заданій точці з прив'язкою до GPS. Мобільний комплекс включає автоматичний ґрунтовий пробовідбірник, супутникову систему позиціонування, бортовий комп'ютер, програмне забезпечення (рис. 1.3).



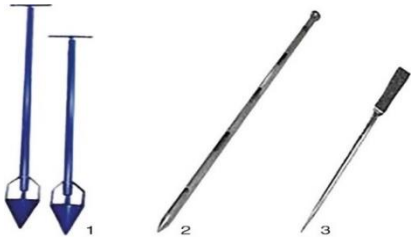
Рис. 1.3 Пробовідбірник ґрунтових зразків AgriSoilSampler

Працює методом свердління, Максимальна глибина взяття проби 30 см. Швидкість взяття проб – 7-10 секунд Пробовідбірник оснащено автоматичною системою контролю фіксації і відбору проб ґрунту. Коробка для взяття проб закрита, що захищає зразки від вологи, пилу тощо Працездатність у складних умовах: відбір проб можливий при промерзанні ґрунту до 20 см, а також по оранці, глибокому рихленні, дискуванням.

Відбір насіння

Насіннева партія являє собою кількість однорідного насіння однієї культури, сорту, репродукції та фізичних якостей, зібраного в один урожайний рік і маючого одне походження, яке пронумеровано і засвідчено відповідними документами. Розмір партії варіюється в залежності від величини насіння (наприклад, від 250 центнерів для зернових до 2 центнерів для тютюну).

Для аналізу фізичних та посівних якостей будь-якої партії насіння необхідно відібрати середній зразок, який повинен відображати всі характеристики великої партії насіння. Відбір середнього зразка здійснюється за допомогою щупів (рис. 1.4), якими відбирають проби насіння з різних місць. Проба – це невелика кількість насіння, відібрана за один раз з партії або її частини (контрольної одиниці).



Щупи ручні: 1 – конусний; 2 – циліндричний багаторівневий; 3 – мішковий

Рис. 1.4 Типи щупів для відбору зразків сипких матеріалів (насіння або добрив)

Якщо насіння зберігається в насипі або в кузові автомобіля, проби відбирають конусним або циліндричним щупом з п'яти різних точок на глибині 10 см від поверхні, в середині насипу і біля підлоги.

Якщо насіння зберігається в мішках, то для партії до 10 мішків проби беруть з кожного мішка у трьох місцях - зверху, посередині і знизу; для партії до 25 мішків - по одній пробі з кожного мішка; для партії до 100 мішків - від кожного п'ятого мішка; для партії більше 100 мішків - від кожного десятого мішка по одній пробі, чергуючи місце взяття.

Від партій насіння, що їх зберігають або транспортують насипом точкові проби дозволено відбирати від кожної партії (контрольної одиниці) у п'яти місцях за схемою (А) (рис. 1.5). Із транспортних засобів, завантажених понад 25 т, проби відбирають в одинадцяти місцях за схемою (Б). Для відбору зерна з автомашин або засіків використовують конусний щуп, який вводять у п'ять різних точок і на трьох різних глибинах, таким чином отримують загалом 15 виїмок.

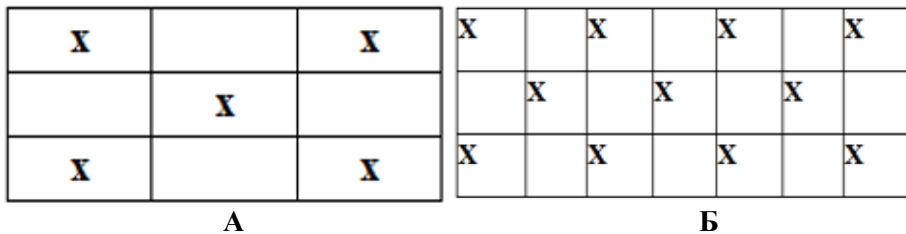


Рис. 1.5 Відбір зразків насіння із партій, що транспортуються насипом

Зібране зерно з кожної контрольної одиниці змішують разом, отримуючи попередню пробу, з якої методом квартування відбирають середню пробу для подальшого аналізу.

Після перевірки кожної проби на однорідність їх об'єднують, щоб отримати вихідний зразок. У випадку значних відмінностей між пробами партію ділять на декілька контрольних одиниць, з кожної з яких складають вихідний зразок. З вихідного зразка шляхом хрестоподібного ділення відбирають два середніх зразка: один для визначення вологості і пошкодження шкідниками (зберігається у скляному посуді, щільно закритому і запечатаному сургучем, воском або парафіном), інший - для визначення фізичних та посівних якостей насіння (зберігається у матерчатих мішечках).

Маса середнього зразка для аналізу варіюється в залежності від типу насіння: для зернових - 1000 г, для дрібнозернових культур, льону, коноплі - 500 г, для багаторічних трав

- 250 г, для дрібнонасіненних олійних культур, моркви, ріпи - 50 г. Кожен середній зразок етикетується із зазначенням назви господарства, культури, сорту, номера партії і зразка, маси партії або кількості місць, дати і номера акта відбору зразка. Зразки з оформленими актами відбору надходять на аналіз до Державної насінневої інспекції.

Відбір проб добрив

А) Тверді мінеральні добрива - відбираємо приблизно з 5% мішків з кожної партії мінеральних добрив (з тари до 50 кг); - не зафасовані проби мінеральних добрив з вагонів, автомашин, насипу відбирають ручним пробовідбірником із розрахунку: • 36 разових проб з вагону, • 22 разові проби з насипу до 60 т, • 7 – 10 разових проб із автомашини, - з біг-бегів проводимо відбір 4-6 точкових проб нижче поверхні добрива на 10-15 см; - для добрив, що поставляються насипом проводимо відбір 10-20 точкових проб нижче поверхні купи якомога більш рівномірно в масі добрива; - добрива, які знаходяться в полі або складі, беруть шупом 1 – 2 проби на всю глибину кучі з кожного квадратного метру поверхні.

Б) Рідкі мінеральні добрива Вміст ємності ретельно перемішуємо. Для цього ємність, механічно збовтуємо, перевертаємо або качаємо на ребрі 20-30 разів. Великі ємності перемішуємо спеціальними мішалками. Якщо в ємності утворився твердий осад, то рідину зливаємо в іншу ємність, перемішуємо осад і рідину поступово наливаємо назад, постійно перемішуючи.

Маса зразку для аналізу повинна бути не менше 1,5 кг/л Обладнання для відбору має бути чистим, сухим та не впливати на характеристики добрив з тари до 50 кг - не менше ніж від 5% мішків (формуємо об'єднану середню пробу). Агролабораторія, якій довіряють 3 з біг бегів - відбираємо 4-6 точкових забори нижче поверхні добрив на 10-15 см з насипу - 10-20 точкових проб нижче поверхні купи, якомога рівномірніше в масі добрив в складі чи на полі - беруть 1 точкову пробу на всю глибину з кожного метру квадратного рідкі добрива - вміст ємності ретельно перемішуємо на ребрі 10-20 разів, для великих ємностей - використовуються спеціальні мішалки. Якщо міститься твердий осад - рідину зливаємо, перемішують осад та знову доливають рідину постійно перемішуючи.

2. Морфологічні особливості будови ґрунту.

Ґрунтом називають верхній шар суші земної кори, що утворився і змінюється в результаті вивітрювання гірських порід і безперервного впливу фізико-хімічних і біологічних процесів, а також діяльності людини (рис. 1.8), та який на відміну від гірської породи набув у процес розвитку основної своєї ознаки родючості. У процесах вивітрювання і ґрунтоутворення гірські породи розпадаються і утворюють пухку масу, яка складається з різних за розміром ґрунтових частинок.

Морфологічні особливості будови ґрунту є важливими характеристиками, що дозволяють визначити тип ґрунту та оцінити його властивості. Ці ознаки включають колір, глибину гумусового горизонту, структуру, форму часток та інші фізичні характеристики. Вивчення морфологічних ознак ґрунтів є основним етапом їхньої класифікації та діагностики.

Колір ґрунту є однією з найбільш помітних та діагностично важливих ознак ґрунту. Він визначається на основі кольорових стандартів, таких як таблиці кольорів Munsell. Колір ґрунту може свідчити про його хімічний склад, рівень гумусу, ступінь зволоженості та окисно-відновні умови.

Найбільш важливі для забарвлення ґрунтів наступні групи речовин:

- гумусові речовини надають ґрунту чорного, темно-сірого та сірого забарвлення (таке забарвлення мають, наприклад, чорноземи);

- сполуки окисного заліза (Fe_2O_3) забарвлюють ґрунт у червоний, помаранчевий та жовтий кольори (таке забарвлення мають червоноземи, жовтоземи, каштанові ґрунти);
- сполуки закисного заліза (FeO) забарвлюють ґрунт у сизі та блакитні кольори (таке забарвлення мають, наприклад, тундрові глеєземи, дерновоглеєві ґрунти тайги);
- кремнезем (SiO_2), карбонат кальцію ($CaCO_3$), гіпс ($CaSO_4$) і легкорозчинні солі забарвлюють ґрунт у сірі та білуваті кольори (так забарвлені, наприклад, підзолисті, сірі лісові ґрунти). Формування кольорів ґрунтів за С.О. Захаровим: інтегральне забарвлення ґрунту формується в результаті змішування чорного кольору органічних речовин, червоного – окисного заліза та білого кольору карбонатів, кремнезему та оксиду алюмінію.

Глибина гумусового горизонту. Гумусовий горизонт — це шар ґрунту, який містить найбільшу кількість органічних речовин. Глибина цього горизонту може значно варіюватися в залежності від типу ґрунту і кліматичних умов. Глибокий гумусовий горизонт зазвичай свідчить про високий рівень родючості ґрунту (рис. 1.6).

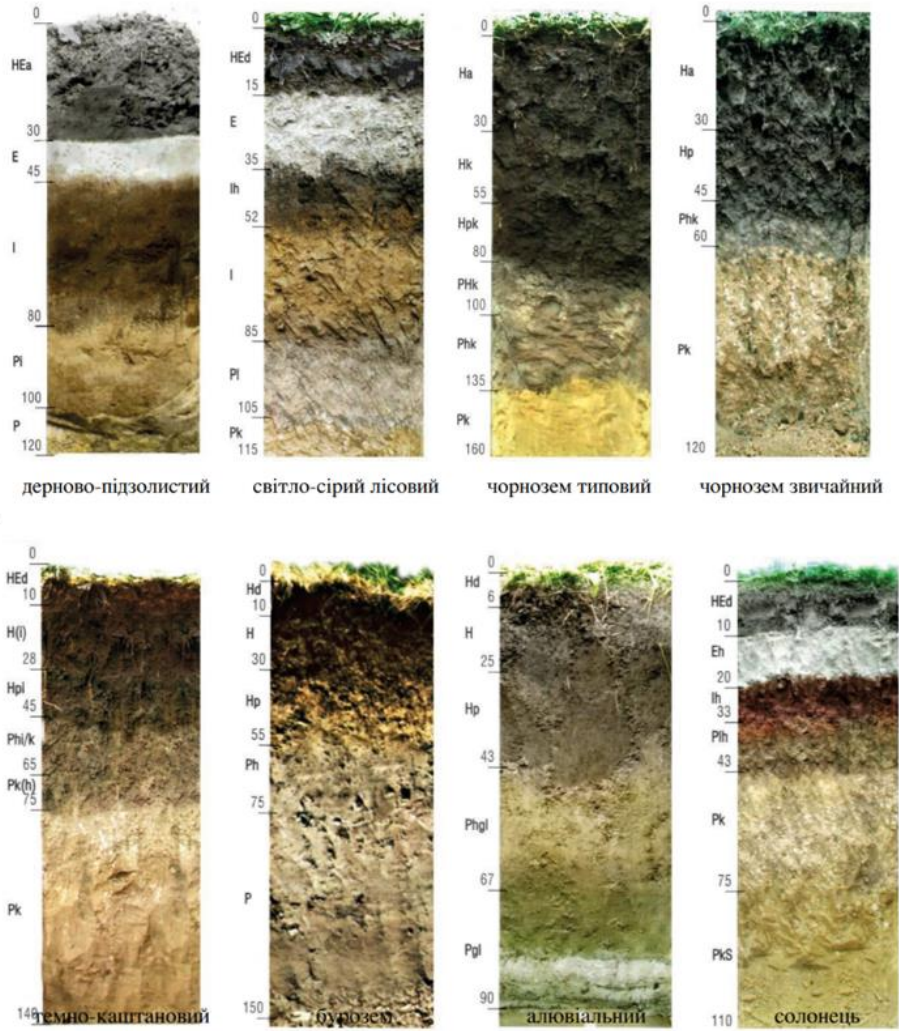


Рис. 1.6 Зображення ґрунтових профілей основних типів ґрунтів (за М.І. Полупаном та ін.)

Структура ґрунту характеризується розміром, формою і взаємним розташуванням ґрунтових агрегатів (ґрудок) (рис. 1.7). Структура ґрунту впливає на його водопроникність, аерацію та здатність утримувати вологу та поживні речовини, а також можливість впровадження певних агротехнологій.

Форма часток ґрунту також є важливою ознакою, яка впливає на фізичні властивості ґрунту, зокрема на його щільність, пористість і здатність до ущільнення, т.б. агрофізичні та технологічні його показники (табл. 1.1).

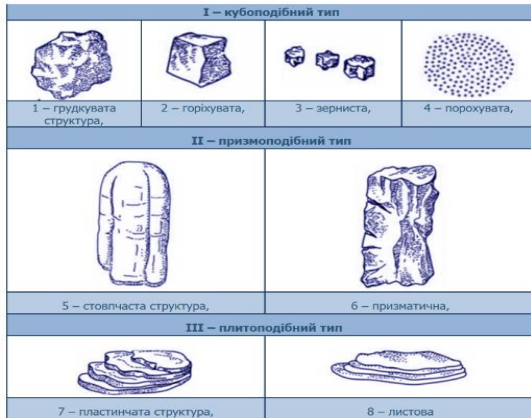


Рис. 1.7 Класифікація структурних елементів ґрунту (за С.А. Захаровим)

Консистенція ґрунту – це ступінь зв'язності часток ґрунту в умовах різної вологості. Консистенція ґрунту впливає на його оброблюваність, схильність до ерозії та інші агротехнічні властивості.

Гранулометричний склад ґрунту – це окремі частинки (механічні елементи) ґрунту, з яких складається тверда фаза. Близькі за розміром частинки називають фракціями.

Гранулометричний склад ґрунту це відносний вміст у ньому окремих гранулометричних (механічних) фракцій. Частинки ґрунту, діаметр яких перевищує 1 мм, відносять до фракцій ґрунтового скелету, а частинки, менші за 1 мм, - до фракцій дрібнозему. У межах дрібнозему фракції розміром від 0,01 до 1,0 мм відносять до фракції фізичного піску, а менші за 0,01 мм - до фізичної глини (табл. 1.1). Термін «фізичний» означає, що частинки ґрунту даної величини схожі за фізичними властивостями. Чим дрібніші механічні частинки, тим більше їх значення для родючості ґрунту.

Таблиця 1.1

Класифікація гранулометричних (механічних) фракцій порід і ґрунту (за М. О. Качинським)

Фракція	Діаметр часточок, мм	Фракція	Діаметр часточок, мм
Камінці	> 3	Пил	0,05-0,01
Гравій	3-1	крупний	0,010-0,005
Пісок		середній	0,005-0,001
крупний	1-0,5	Мул	
середній	0,50-0,25	грубий	0,001-0,0005
дрібний	0,25-0,05	тонкий	0,0005-0,0001
		Колоїди	< 0,0001

В Україні використовується також тричленна класифікація ґрунтів за гранулометричним складом, запропонована професором М. Годліним. Ця класифікація базується на виокремленні з групи часточок «фізичний пісок» фракції грубого пилю (0,05-0,01 мм), яка має значну питому вагу в ґрунтах України (табл. 1.2).

Найдрібніші частинки (колоїди) є найбільш активним компонентом ґрунту, який забезпечує рослини основними поживними речовинами (табл. 1.3). Фізичні властивості ґрунтів залежать від співвідношення гранулометричних елементів та їхньої взаємодії з навколишнім середовищем. Тому умови для росту рослин і агротехнічні заходи, спрямовані на досягнення високих і стабільних врожаїв, варіюються залежно від гранулометричного складу ґрунту. Агровластивості ґрунтів значною мірою визначаються їхнім гранулометричним складом.

Таблиця 1.2

Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом (за М. М. Годліним)

Групи ґрунтів за гранулометричним складом	Підгрупи ґрунтів за гранулометричним складом	Часточки, мм		
		> 0,05	0,5-0,01 (грубий піл)	< 0,01
Піщаний	Піщаний	90	6	6
	пилювато-піщаний	90	6	6
	глинисто-піщаний	75-90	15	15
Супіщаний	супіщаний	40-60	30-45	10-20
	піщано-супіщаний	45-70	20-35	10-20
	пилювато-супіщаний	25-50	40-60	10-25
Піщано-суглинковий	піщано-легкосуглинковий	30-60	10-30	25-40
	піщано-середньо-суглинковий	20-40	20-40	35-50
	піщано-важкосуглинковий	10-20	20-40	45-60
Грубопилювато-суглинковий	легкосуглинковий	25	55-65	20-35
	середньосуглинковий	15	50-60	30-50
Пилювато-суглинковий	пилювато-легкосуглинковий	20	40-50	30-45
	пилювато-середньосуглинковий	10	35-45	40-55
	пилювато-важкосуглинковий	5	30-40	50-65
Глинистий	глинистий	10	35	60-80
	важкоглинистий	10	25	70-90
	піщано-глинистий	10	30	60-80

Гранулометричний склад впливає на опір ґрунту при обробітці, що визначає рівень витрат енергії та паливно-мастильних матеріалів (табл. 1.4).

Існує декілька методів визначення гранулометричного складу ґрунту: візуальний, органогенний (на дотик), просіювання на ситах, вимивання з воді, аерометричний, центрифугування, метод піпетки (за М.О. Качинським), метод Філатова та ін. За стандартний метод визначення гранулометричного складу ґрунту по середній пробі прийнято метод піпетки в модифікації М.О. Качинського. В польових умовах гранулометричний склад ґрунту визначають візуально і органогенно (на дотик), тобто за зовнішніми ознаками.

Таблиця 1.3

Порівняння властивостей гранулометричних елементів ґрунту

Показники	Пісок (0,05-2 мм)	Глина (<0,002 мм)	Мул (0,002 – 0,05 мм)
Легкість обробки	Легко обробляти	Важко обробляти	Легко обробляти
Поживні речовини	Бідний поживними речовинами	Багатий поживними речовинами	Містить достатньо поживних речовин
Швидкість висихання	Швидко сохне	Сохне повільно, але тріскається при висиханні	Сохне не надто швидко, але тріскається при висиханні і вимагає обробки землі для кращої циркуляції повітря
Швидкість прогрівання після зими	Швидко прогрівається після зими	Після зими повільно прогрівається	Швидко прогрівається після зими
Здатність утримувати воду	Погано тримає воду	Затримує воду занадто довго	Добре дронує, але зберігає достатню кількість вологи
Швидкість всмоктування води (мм/год)	0,6 мм/год	0,1 мм/год	0,3 мм/год

Джерело: <https://eos.com/uk/blog/vydy-ta-typy-gruntiv/>

Таблиця 1.4

Коефіцієнти питомого опору ґрунтів різного типу (кг/см²) залежно від їх гранулометричного складу (за А.Ф. Проніним)

Типи ґрунтів	Ступінь освоєння ґрунту	Ступінь суглинковий			
		Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий
Дерново-підзолистий	Цілина	0,408	0,507	0,717	0,994
	Трав'яний пласт	0,308	0,438	0,567	0,784
	Стерня	0,259	0,354	0,478	0,669
Чорнозем	Цілина	0,403	0,531	0,721	0,923
	Трав'яний пласт	0,323	0,456	0,582	0,884
	Стерня	0,252	0,361	0,499	0,639

Основи агромеханіки ґрунту. Внаслідок механічної дії сільськогосподарської техніки на ґрунт відбуваються два протилежні процеси ущільнення або руйнування.

Ущільнення ґрунту є параметром ґрунту, який негативно впливає на його продуктивність, енергетичні витрати на обробіток, формування продуктивності культури. Двома найважливішими чинниками, що спричиняють ущільнення ґрунту є монокультура та використання важкої сільськогосподарської техніки.

Наслідки переущільнення ґрунту: погіршує його структуру, аерацію, нітрифікаційну здатність тощо; погіршує мікрорельєф агрофону та умови проведення наступних технологічних операцій; знижує ефективність дії мінеральних добрив; сприяє розвитку ерозійних процесів; збільшує тяговий опір ґрунтообробних машин, унаслідок чого на 10...17% зростають питомі витрати енергії та палива; викликає зниження продуктивності агрегатів на 8...12% і більше; призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур на 15% і більше.

Плужна підшва – це ущільнений шар ґрунту на межі орного і підорного горизонтів (рис. 1.8). Вона значно погіршує (зменшує) надходження води у ґрунт, у підорний шар, обумовлює перезволоження верхніх шарів і збільшує стікання води з полів. Створюється плужна підшва при проведенні основного обробітку ґрунту протягом тривалого часу на однакову глибину. Щоб не допустити її утворення необхідно чергувати різноглибинні технології обробітку.

Зниження ущільнювального впливу рушіїв МТА на ґрунт здійснюється: за рахунок проведення технологічних операцій і конструктивних заходів.

Технологічні операції:

- проведення польових робіт у найбільш оптимальні агротехнічні строки (період «стигlosti» ґрунту);
- поєднання операцій (плоскоріжучою лапою), що виконуються за один прохід агрегату;
- впровадження чизельного обробітку ґрунту, який є менш енергоємним порівняно з відвальною оранкою, руйнує плужний слід і дає змогу майже вдвічі більше накопичити та зберегти вологи в ґрунті;
- впровадження нульового обробітку ґрунту (сівба стерньовою сівалкою, пшеницю схрестити з пирієм тощо);
- вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням постійної технологічної колії (коліїної системи землеробства).



Рис. 1.8 Формування ущільненого шару ґрунту при роботі лемішного плуга

Конструктивні заходи:

- широке впровадження тягово-приводних агрегатів (мостова технологія обробітку сільськогосподарських культур);
- використання широкопрофільних (аркових) шин з низьким внутрішнім тиском повітря.
- обладнання енергетичних засобів здвоєними або строєними колесами;
- використання гусеничних і напівгусеничних енергетичних засобів на основних польових роботах;
- впровадження гумоармованих гусениць для зменшення їхньої маси, а отже, і загального тиску трактора на ґрунт.

Руйнування ґрунту в процесі його обробітку – це технологічна властивість зумовлена здатністю до розпушування і подрібнення. Під час оранки плуг повинен забезпечувати якісне перевертання шару ґрунту та його розпушування на грудки оптимального розміру (1–10 мм) із мінімальним рівнем розпорошення. Часточки ґрунту менші за 0,5 мм і більші за 50 мм негативно впливають на властивості ґрунту. Агрегати розміром 0,5-10 мм створюють умови для сприятливого перебігу фізико-хімічних і біологічних процесів, розміром 10-50 мм підвищують аерацію, створюють опір запливанню та швидкому осіданню ріллі, не ускладнюють проведення польових робіт.

Процес руйнування структури ґрунту під механічною дією на нього ґрунтообробних машин і ходових систем польових машин зводиться до того, що ці машини здатні руйнувати лише створену людиною, так звану «штучну» структуру ґрунту. Справжню природну структуру ґрунту, яка формується під впливом природних процесів і біологічної діяльності, такі машини не здатні руйнувати. Це означає, що справжня структура ґрунту залишається незмінною та не пошкоджується під впливом сучасних плугів, борон і культиваторів.

Агрономічно цінною структурою вважається така, що утворена з водостійких ґрунтових агрегатів, які не руйнуються під дією падаючих крапель дощу. Найбільш стійкими до розмивання водою є ґрунтові агрегати розміром від 0,25 до 10 мм. Отже, структурний стан ґрунту характеризується процентним вмістом у ньому агрономічно цінних агрегатів розміром від 0,25 до 10 мм (табл.).

За структурним станом ґрунти поділяють на три групи: *безструктурні, слабоструктурні і структурні*

До *безструктурних* відносять піщані та супіщані ґрунти, які містять у своєму складі менше 10% агрономічно цінних водотривких агрегатів. Тіккі ґрунти характеризуються високою водопровідністю, низькою вологоємністю, ненасиченістю основами (кальцієм і магнієм), низьким вмістом гумусу (не більше 1%) та недостатньою забезпеченістю елементами живлення.

До *слабоструктурних* відносять грубо- та піщанопилуваті легко- та середньосуглинкові ґрунти, які містять у своєму складі • менше 50% водотривких агрегатів. Такі ґрунти містять 1- 3% гумусу, мають недостатню вологоємність і пористість, незадовільну водопроникність, здатні до запливання, ущільнення та утворення ґрунтової кірки.

До *структурних* відносять пилуваті середньо- та важкосуглинкові і глинисті ґрунти, які містять більше 50% водостійких агрегатів. Ці ґрунти мають високу водопроникність та добру вологоємність, достатню пористість та добре забезпечені поживними речовинами.

Відновленню структури ґрунту сприяє вирощування на полях багаторічних трав (конюшини, люцерни, еспарцету та інших сумішей із злаковими травами - тимофіївкою, вівсяницею, райграсом), сильно розвинена коренева система яких розчленовує ґрунт на окремі грудочки і ущільнює їх. Крім того, багаторічні трави залишають після себе у ґрунті велику

кількість кореневих решток (100 - 200 ц/га), з яких при розкладі утворюється гумус. Посиленню процесів структуроутворення сприяє також внесення органічних добрив, вапнування кислих та гіпсування засолених ґрунтів.

Відоме позитивне значення дощових черв'яків у структуроутворенні ґрунту. Вони пропускають відмерлі органічні рештки як поживу разом з частинками ґрунту через свій травний шлях і виділяють так звані копроліти у формі дрібних грудочок. Ці копроліти мають високу водостійкість.

Отже, структура ґрунту поряд з іншими фізичними його властивостями має надзвичайно важливе значення з агрономічної точки зору. Лише структурні ґрунти мають сприятливий для росту та розвитку культурних рослин водний, повітряний, тепловий та поживний режими.

Завдання для виконання практичної роботи №1

Завдання 1. Опис морфологічних ознак ґрунту

1. Ознайомитися з колекцією структурних елементів ґрунтів та зобразити в робочому зошиті їх типи.
2. Ознайомитися з колекцією ґрунтових монолітів і дати характеристику основних фізичних властивостей певного типу ґрунту.
3. Визначити потужність гумусового горизонту ґрунтів різних типів за зразками монолітів.
4. Записати характеристики ґрунту у табл. 1.
5. Зробити висновки про можливі заходи зменшення негативного впливу техніки на ґрунт.

Подання результату. Результат представити у вигляді рисунку структурних елементів ґрунту і таблиці характеристик його ознак .

Таблиця 1. Характеристика (тип) ґрунту

Ознака	Характеристика
Назва ґрунту	
Колір ґрунту	
Глибина гумусового горизонту	
Структура ґрунту	
Форма часток	
Консистенція	
Заходи по зниженню негативного впливу техніки на ґрунт	

Висновки:

Завдання 2. Визначення гранулометричного складу ґрунту візуальним «мокрим» способом (польовий метод)

1. Взяти близько 50 г ґрунту, просіяного через сито з діаметром отворів 1 мм у чашку.
2. Зволожити до тістоподібного стану і розклати на долоні в шнур діаметром 3 мм.
3. Отриманий шнур скрутити в кільце діаметром близько 2 см (навколо пальця).

3. За зовнішнім виглядом шнура ґрунту роблять висновок про гранулометричний склад ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2. Визначення гранулометричного складу ґрунту польовим методом

Гранулометричний склад	Проба на розкочування шнура діаметром 2-3 мм
Пісок	Не розкочується
Супісок	Не розкочується, мнеться на немічні кульки
Легкий суглинок	При розкочуванні шнура утворюються окремі ковбаски або циліндрики
Середній суглинок	Шнур суцільний або при згинанні розламується
Важкий суглинок	Кільце зі шпаринами
Глина	Тонке кільце без шпарин

3. Замалювати зовнішній вигляд отриманого шнура ґрунту та визначити його гранулометричний склад.

4. За даними табл. 3 (ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту показники родючості ґрунтів) аналізувати придатність досліджуваного ґрунту для вирощування певних с-г культур

5. Результати подають у формі висновків до завдання 2.

Таблиця 3. Оптимальні параметри гранулометричного складу за вирощування сільськогосподарських культур

Сільськогосподарська культура	Оптимальний гранулометричний склад
Озима пшениця	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Озиме жито	Середньосуглинковий, легкосуглинковий
Ярий ячмінь	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Овес	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Кукурудза на зерно	Легкоглинистий, важкосуглинковий, середньосуглинковий
Цукровий буряк	Важкосуглинковий, середньосуглинковий, легкосуглинковий
Соняшник	Важкосуглинковий, середньосуглинковий
Картопля	Середньосуглинковий, легкосуглинковий, супіщаний
Льон довгунець	Середньосуглинковий, легкосуглинковий

Завдання 3. Визначення вмісту гранулометричних (механічних) елементів ґрунту

1. Лабораторні сита (рис. 4) розмістити у послідовності Сито із найбільшими отворами (10 мм) розміщують на самому верху, а сита з меншими діаметрами (7 мм, 5 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм) — поступово донизу. У піддоннику (який розміщується на дні колонки сит) буде збиратися найдрібніша фракція ґрунту (менше 0,25 мм).

2. Взяти наважку ґрунту масою 200 г, помістити наважку на верхнє сито. Зверху набір сит накрити кришкою для запобігання розкиду ґрунту під час просіювання. Переміщуючи набір сит круговими рухами, просіяти ґрунт крізь сита (рис. 5).

3. Після просіювання, зважте окремо всі структурні фракції, що залишилися на кожному ситі, а також в піддоннику.

4. Запишіть масу кожної фракції в таблицю 5. Для зручності, фракції будуть класифіковані за розмірами: на верхньому ситі

(10 мм) будуть агрегати понад 10 мм (фракція 10 мм), на ситі з розміром отворів 7 мм структурні агрегати розміром 7-10 мм (фракція 7-10 мм), і т.д. У піддоннику фракція, яка містить агрегати розміром менше 0,25 мм.

5. Вирахувати процентний вміст відповідних фракцій у ґрунті за формулою:

$$X = A \times 100/M, \text{ де}$$

де X - процентний вміст у ґрунті структурних агрегатів окремої фракції; A - маса структурних агрегатів окремої фракції, г; M - маса ґрунту, взятого для просіювання (наважка).

6. Результати аналізу записати в таблицю.

7. Розрахувати коефіцієнт структурності (Кстр) ґрунту за формулою:

$$\text{Кстр} = \frac{\Sigma \text{агрегатів (\%)} \text{ розміром } 0,25 - 10 \text{ мм}}{\Sigma \text{агрегатів (\%)} \text{ розміром } > 10 \text{ мм і } < 0,25 \text{ мм}}$$

Чим більше значення Кстр, тим краща структура ґрунту, тим менше вимагається тягових зусиль для його обробітку.

Якщо: $\text{Кстр} \geq \frac{70\%}{30\%} = 2,33$ оцінка відмінна;

Якщо: $\text{Кстр} = \frac{70 \dots 55\%}{30 \dots 45\%} = 2,33 \dots 1,22$ оцінка добра;

Якщо: $\text{Кстр} = \frac{55 \dots 40\%}{45 \dots 60\%} = 1,22 \dots 0,67$ оцінка задовільна;

Якщо: $\text{Кстр} = \frac{40 \dots 20\%}{60 \dots 80\%} = 0,67 \dots 0,25$ оцінка незадовільна;

8. За таблицею 4 оцінити стан ґрунту за структурою.

Таблиця 4. Оцінка структурного стану ґрунту

Вміст агрегатів 0,25-10 мм, % від маси повітряно-сухого ґрунту	Структурний стан
80	Відмінний
80-60	Добрий
60-40	Задовільний
40-20	Незадовільний
< 20	Поганий

9. Зробити висновки. Аналізуючи структурний склад, зверніть увагу на розмір і переважаючі фракції. За агровиробничою оцінкою фракції ґрунту розміром від 1 до 5 мм є найбільш цінними. Якщо переважають структурні елементи розміром понад 10 мм – ґрунт глибистий, якщо переважають фракції менш як 0,25 мм – ґрунт надзвичайно розпилений.

Подання результатів. Результати представити у формі таблиці та висновків.

Таблиця 5. Результат вмісту структурних агрегатів різного розміру в ґрунті

Показник	Розмір фракції, мм							Сума фракцій 0,25-10 мм	
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	0,5-0,25		<0,25
Маса фракції, г									
Вміст фракції, %									

Висновки.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Назвіть основні чинники ґрунтоутворення.
2. Охарактеризуйте основні фізичні властивості ґрунту.
3. Охарактеризуйте основні технічні властивості ґрунту.
4. Чим визначається забарвлення ґрунту?
5. Назвіть, які структурні агрегати ґрунту є найбільш цінними.
6. Що розуміють під здатністю ґрунту до розпушення?
7. Які наслідки ущільнення ґрунту за його обробітку?
8. Назвіть рішення зменшення негативної дії МТА на ущільнення ґрунту.
9. Назвіть основні завдання обробітку ґрунту.
10. Які види обробітку ґрунту застосовують для поліпшення його агротехнічних властивостей?
11. Що таке гранулометричний склад ґрунту?
12. Що таке дрібнозем і які фракції до нього належать?
13. Як впливає розмір механічних частинок ґрунту на його обробітку?
14. Як візуально визначити гранулометричний склад ґрунту в сухому стані?

Практична робота №2

Тема. Технологічні властивості ґрунту. Визначення вологості та об'ємної маси ґрунту

Мета: ознайомитися з основними технологічними характеристиками ґрунту; освоїти метод визначення вологості ґрунту та об'ємної маси ґрунту.

Теоретичний матеріал

Фізичні властивості ґрунту характеризують стан та будову ґрунту (матеріалів): структура, гранулометричний склад, вологість, пористість (шпаруватість) та щільність.

Технологічні властивості ґрунту проявляються при механічній обробітку ґрунту та впливають на перебіг цього процесу: твердість ґрунту, коефіцієнт об'ємного зминання, в'язкість, липкість, абразивність.

Вологість ґрунту Об'єм ґрунту, що не містить твердих частинок, заповнений водою та повітрям, має важливе значення для його обробітку. Вологість ґрунту вважається оптимальною, коли вода займає три чверті капілярних пор, наявних у ґрунті.

Вологість ґрунту можна вимірювати в двох основних показниках: абсолютній та відносній вологості. Абсолютна вологість визначається як відношення різниці між масою вологої та сухої проби ґрунту до маси сухої проби. Відносна вологість ґрунту показує

співвідношення вологості ґрунту до максимально можливого обсягу води, яку він може утримувати.

Абсолютну вологість ґрунту (W_a , %) визначають за формулою:

$$W_a = ((m_b - m_c) \times 100) / m_c,$$

де m_b – маса вологого ґрунту, а m_c – маса сухого ґрунту.

Вологість ґрунту суттєво впливає на процес його обробітку. Перехід від напівтвердої до твердої консистенції, що відповідає фізичній стиглості ґрунту, є оптимальним для обробки. При цьому більша вологість забезпечує менший опір обробці та дозволяє працювати з більшими робочими швидкостями.

Для різних типів ґрунтів оптимальна вологість має наступні значення: для підзолистих ґрунтів – 12 %, для дернино-підзолистих суглинків – 12–22 %, для чорноземів – 17–30 %.

Щільність ґрунту визначається як відношення маси абсолютно сухого ґрунту до його об'єму в природному стані: $\rho_r = m/V$. Цей показник варіюється в залежності від механічного складу ґрунту та наявності гумусу. У культурній ріллі $\rho_r = 1,0 \dots 1,1$ г/см³, при 1,2 г/см³ вона ущільнена, а при 1,3... 1,4 г/см³ – сильно ущільнена. Підорні горизонти мають щільність 1,4...1,6 г/см³ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Щільність різних типів ґрунтів

Гранулометричний склад	Щільність ґрунту (г/см ³)	Гранулометричний склад	Щільність ґрунту (г/см ³)
Дерново-підзолистий	1,35-1,65	Темно-сірий лісовий середньосуглинистий	1,20-1,30
Дерново-карбонатний	1,15-1,40	Чорнозем типовий середньосуглинистий	1,10-1,35
Лучний середньосуглинистий	1,15-1,30	Чорнозем звичайний трудносуглинистий	1,10-1,25
Торф'яник низовий, ступінь розкладання торфу 35-40%	0,12-0,18	Чорнозем південний: важкосуглинистий легкоглинистий	1,20-1,40
Ясно-сірий середньосуглинистий лісовий	1,03-1,40	Темно-каштановий важкосуглинистий	1,25-1,35
Сірий лісовий середньосуглинистий	1,25-1,35	Каштановий легкоглинистий	1,30-1,40

Щільність впливає на розвиток коріння рослин, а також на водний, повітряний та харчовий режим ґрунту. Надмірне ущільнення ґрунту може призвести до зменшення врожайності або навіть до повної його втрати.

Шпаруватість ґрунту — це частка об'єму пор у ґрунті від його загального об'єму. Вона залежить від структури ґрунту і варіюється від 40-50 % для піщаних ґрунтів до 80-90 % для торф'яних. Шпаруватість зменшується, коли ґрунт висихає, оскільки тверді частинки зближуються.

Деформація ґрунту. Ґрунт піддається різним видам деформацій, таким як зсув, стиснення, розтягування, різання, кручення та згин. Для суглинистих ґрунтів межі міцності при різних видах деформацій можуть змінюватися, наприклад, межа міцності при розтягуванні складає 5-6 кПа, при стисненні — 65-108 кПа, а при зсуві — 10-12 кПа. Опір ґрунту деформаціям є важливим фактором при використанні його для сільськогосподарських робіт, оскільки багато робочих органів сільськогосподарських

машин, таких як плуги чи борони, здійснюють механічну обробку ґрунту, що призводить до його деформації.

Пластичність ґрунту — це здатність матеріалу змінювати свою форму під дією зовнішніх сил без руйнування на частини, зберігаючи цю деформацію навіть після припинення впливу цих сил, вологі та інших факторів. Пластичність вимірюється через число пластичності, яке визначається різницею між верхньою і нижньою межами пластичності:

$$\omega_p = \omega_m - \omega_r,$$

де: ω_m — верхня межа пластичності, вологість, при якій ґрунт починає розпливатися від найменшого впливу; ω_r — нижня межа пластичності, вологість, при якій ґрунт, розканий у стержень діаметром 8 мм, починає кришитись.

Для різних типів ґрунтів значення числа пластичності є різними: супісок – 1...7; суглинок – 7...17; глина – більше 17

Пружність ґрунту — це його здатність відновлювати початкову форму після припинення впливу зовнішніх сил. Пружність залежить від механічного складу ґрунту, вологості та задернілості. Після деформації ґрунту відновлення форми може становити від 30% до 80% від початкового стану.

В'язкість ґрунту визначається його здатністю чинити опір деформації при прикладі сили, тобто це міра того, як ґрунт "поводиться" під час переміщення чи при зміщенні частинок. В'язкість є важливою характеристикою при роботі з ґрунтом, особливо при його обробці вологими умовами. Коли ґрунт має високу в'язкість, це означає, що його частинки сильно зчеплені між собою, що може ускладнювати його обробку, наприклад, при оранці або обробці іншими сільськогосподарськими машинами. Зазвичай, глинисті ґрунти мають більшу в'язкість порівняно з піщаними, оскільки вони здатні утримувати більше води і мають менший коефіцієнт пористості.

Липкість ґрунту — це здатність його частинок прилипати до поверхонь інструментів і склеюватися. Вона виникає як під час ковзання ґрунтових частинок по робочих органах машин, так і при відриві тіл, що контактують з ґрунтом. Липкість залежить від механічного складу, вологості, структури ґрунту, матеріалу поверхні та тиску, що створюється на контактуючих поверхнях.

Липкість ґрунту залежить головним чином від механічного складу (дисперсності), вологості, матеріалу робочого органу і питомого тиску. Липкість особливо виражена в глинистих ґрунтах, де утворюються грудки, що легко прилипають до лемешів плугів, погіршуючи якість обробки та збільшуючи знос техніки. Для зменшення цього ефекту використовують спеціальні добавки або контролюють вологість ґрунту. Із збільшенням дисперсності липкість зростає, тому глинисті ґрунти більш липкі, ніж піщані; безструктурні більш липкі, ніж структурні. Липкість починає проявлятися лише при визначеній вологості: для ґрунтів з порушеною структурністю при відносній вологості 40...50%, для структурних 60...70%

Твердість ґрунту характеризує його опір зминанню, тобто здатність чинити опір проникненню в нього деформуючого тіла. Процес проникнення деформатора відбувається в напрямку сили тягіння. При заглибленні деформатора спочатку виникає пружна деформація, а потім пластична, що призводить до стискання і зминання шарів ґрунту, що знаходяться перед деформатором, у ґрунт, який його оточує. Для вимірювання опору ґрунту зминанню використовують різні прилади, звані твердомірами (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Твердомір (пенетромтр) Wile Soil (Farmcomp)

Задернілість ґрунту — це властивість ґрунту, яка проявляється в його пронизаності кореневою системою рослин. Це характерно для ґрунтів, які знаходяться в умовах природного або пасовищного покриття, таких як цілинні ґрунти, торф'яники, або поля, засіяні багаторічними травами.

У задернілому ґрунті можна виділити два шари з різними властивостями: верхній, який володіє пружністю, і нижній, що є більш пластичним або навіть може поводитися як сипучий матеріал. Міцність на зсув задернілого ґрунту, який має багаторічні рослинні покриви, у три рази перевищує міцність на зсув ґрунтів з одноразовими посівами, такими як стерня озимої пшениці, при однакових значеннях вологості та механічного складу. Ключові характеристики задернілості ґрунту включають товщину шару дернини, зв'язність цього шару та ступінь задерніння орного шару. Товщина дернини залежить від виду рослин і тривалості їх росту та коливається від 6 до 18 см. Зв'язність дернини визначається напруженням, при якому відбувається розрив шару, що також служить мірою міцності на розтяг. Для оцінки ступеня задерніння ґрунту проводять пробу на глибину одного шару, виділяючи підземні частини рослин (коріння), які висушують і зважують. Ступінь задерніння вимірюється як маса коренів, віднесена до об'єму проби. Цей показник залежить від виду рослин і тривалості їх росту. Наприклад, на цілинних ґрунтах ступінь задерніння становить 18-39 г/дм³, на пасовищах — до 24 г/дм³, а на конюшині після дворічного використання — від 4,5 до 8,0 г/дм³.

Абразивність ґрунту характеризується його здатністю до пошкодження або зносу робочих органів машин. Це властивість залежить від складу ґрунту, зокрема від наявності твердих частинок, таких як пісок, гравій або камені. Абразивні ґрунти мають високий вміст твердих частинок, які під час обробки можуть зношувати або ушкоджувати леза, плуги, диски та інші компоненти сільськогосподарської техніки. Наприклад, піщані ґрунти можуть мати високу абразивність, якщо вони містять велику кількість твердих, гострих піщинок. Абразивність також впливає на довговічність обладнання, тому для таких ґрунтів часто вибирають більш міцні матеріали для виготовлення робочих органів або застосовують спеціальні покриття для зменшення зносу. Чим більше в ґрунті часточок піску розміром 0,25 – 1,0 мм, тим більше абразивне зношування металу (табл. 2.2).

Фрикційні властивості ґрунту визначаються силами тертя, які виникають при взаємодії ґрунту з іншими тілами або між його частинками. Сила тертя, що виникає при ковзанні, має граничне значення, яке визначається коефіцієнтом тертя та кутом тертя, що залежить від складу ґрунту, вологості та швидкості відносного руху.

Сила тертя, що виникає внаслідок ковзання, представляє собою силу опору переміщенню. Сила тертя направлена проти швидкості відносного руху і рівна тій силі, яка її збуджує, але має граничне (максимальне) значення, вище якого не буває:

$$0 \leq F_{\text{тер}} \leq F_{\text{max}}$$

Коефіцієнт пористості ε служить для характеристики складу ґрунтів. Він рівний відношенню об'єму пористості V_n до об'єму твердих частин V_T

При $0,5 < \varepsilon < 1,5$ ґрунт ущільнений, а при $\varepsilon = 1,5$ — ґрунт пористий.

Таблиця 2.2

Вплив гранулометричного складу ґрунту на питомий опір і зношення робочих органів ґрунтообробних знарядь при оранці (за В.М. Степановим)

ґрунти та їх гранулометричний склад		Питомий опір, кг/см ²	Питоме зношення маси лемешів, г/га
Глинисті		0,7...0,8	2...10
Суглинкові:	важкі	0,5...0,7	-
	середні	0,4...0,5	20...30
	легкі	0,3...0,4	-
Супіщані		0,2...0,3	-
Піщані		0,2	70...100
Піщані каменисті		-	200...300

Здатність ґрунту до кришення виражається відношенням маси грудок розміром менше 50 мм до маси ґрунту в пробі, виражених у відсотках. Границею не цільового обробітку ґрунту вважається кількість пилюватих частин близька до 3% за об'ємом.

Ідеальним вважається такий обробіток ґрунту, коли на глибині заробки насіння його складові частини досягають розміру 0,25...7 мм.

Об'ємна вага складає $1.1 \pm 0,1$ г./см³. в залежності від типу ґрунту і оброблюваної культури. Мінімальний розмір частинок для ґрунтів, порушених ерозією не повинен бути менший 1 мм.

Коефіцієнт тертя ґрунту – величина не постійна. Він залежить від багатьох факторів, але головним чином від механічного складу і вологості. Коефіцієнт тертя глинистого ґрунту приблизно в 2 рази вищий ніж піщаного. При низькій вологості від 0 до 8... 10% ґрунтова волога не липне до металу – відбувається “справжнє” або “істинне” тертя і коефіцієнт тертя не залежить від вологості ґрунту. Збільшення коефіцієнта тертя при подальшому зростанні вологості ґрунту пояснюють виникненням сил молекулярного притягування ґрунтових частин до поверхні металу, котрі зростають із збільшенням вологості від 8...10 до 30...45% (в залежності від механічного складу ґрунту). Якщо вмісту вологи в ґрунті достатньо, щоб забезпечити безперервний її притік до поверхні контакту ґрунту з металом, то вона відіграє роль змазки і коефіцієнт тертя з підвищенням вологості ґрунтом зменшується. Для орієнтовних розрахунків тобто без врахування механічного складу і вологості ґрунту, приймають $f = 0,5$ і $\varphi = 6^\circ 30'$. Фрикційні властивості ґрунту мають вплив на процеси його механічного обробітку: від 30 до 50% енергії втрачається на подолання шкідливих опорів, із тертям ґрунту об робочі поверхні ґрунтообробних машин і знарядь.

Завдання до виконання практичної роботи №2

Завдання 1. Визначення твердості ґрунту за допомогою твердоміра (пенетрометра).

1. Ознайомитися з будовою пенетрометра. Пенетрометр Wile Soil - прилад для вимірювання щільності ґрунту від поверхні до глибини в 45 см, по горизонтах. За допомогою пенетрометра можна визначити наявність ущільнення в ґрунті, яка глибина ущільнення. Щуп виконаний з нержавіючої сталі з насічками для визначення глибини проникнення в ґрунт (7,6 см; 15,2 см; 22,9 см; 30,5 см; 38,1 см; 45,7 см). Діапазон вимірювань від 0 до 500 psi (фунтів на кв.дюйм), відповідно 0-3500 кПа або кН/м². Круговий індикатор має кольорову шкалу: зелена смуга (0-200 psi) - нормальний ріст кореневої системи; - жовта смуга (200-300 psi) - середній ріст; - червона смуга (300 і більше psi) - поганий ріст кореневої системи. У комплект приладу входить два наконечника: ½ дюйма (1,27 см) - для проведення вимірювань в щільному ґрунті і ¾ дюйма (1,91 см) - для м'якого ґрунту. На кольоровому індикаторі циферблата відповідно дві шкали для одного і іншого наконечника.

Додаткова інформація:

- Ознайомитися додатково з прикладами різних видів твердомірів за посиланням <https://snaubulletin.com.ua/index.php/mapp/article/download/427/381/>
- Ознайомтеся з визначенням твердості ґрунту за посиланням https://www.youtube.com/watch?v=2LmWEIR_X3A&ab_channel=%D0%95%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BD

2. Перевірити готовність пристрою до роботи. Якщо це необхідно, зарядити або вставити джерела живлення.

3. Вибрати ділянку для вимірювань, яка є типовим зразком досліджуваної площі. Очистити поверхню ґрунту від рослинності та встановити пенетрометр вертикально на поверхню ґрунту у точці вимірювання.

4. Початок вимірювання проводять натискуванням на рукоятку або активуванням механізму вдавлювання (залежно від моделі) для початку вдавлювання наконечника в ґрунт. Продовжити вимірювання з постійним зусиллям для рівномірного вдавлювання наконечника. Переконайтеся, що пенетрометр залишається у вертикальному стані.

5. Виміряти опір ґрунту у п'яти точках при вдавлюванні пенетрометра на різну глибину.

6. Записати показники вимірювання опору ґрунту при вдавлюванні. Сучасні моделі, такі як Wile Soil, мають цифрові дисплеї для відображення даних у реальному часі. Записати показання опору ґрунту на різних глибинах.

7. По завершенню вимірів вийняти пенетрометр із ґрунту, уникаючи пошкоджень. Очистіть наконечник та штангу пенетрометра від ґрунту та бруду. Зберігайте пенетрометр у сухому та захищеному місці.

8. За даними всіх повторностей визначити середнє арифметичне значення твердості ґрунту і записати в таблицю 2.

9. Порівняти отримані дані з нормами та стандартами для визначення придатності ґрунту вирощування с-г культур (табл. 1).

10. Зробити висновки.

Подання результатів. Результати оформити у вигляді таблиці і висновків.

Таблиця 1. Шкала твердості ґрунту (за М.О. Качинським)

Твердість ґрунту		Стан ґрунту
кг/см ²	кПа	
<10	<1,0	Пухкий
10—20	1,0—2,0	Середньопухкий (пухкуватий)
20—30	2,0—3,0	Ущільнений
30—50	3,0—5,0	Щільний
50—100	5,0—10,0	Дуже щільний
>100	>10,0	Злитий

Таблиця 2. Результати визначення твердості ґрунту

Ґрунт	Глибина, см							
	0—20				0—40			
	I	II	III	середнє	I	II	III	середнє

Висновок.**Завдання 2. Визначення вологості ґрунту термостатно-ваговим методом.**

1. Зважити на аналітичних вагах алюмінієвий бюкс із притертою кришкою з похибкою 0,001 г.

2. Зважений пустий бюкс на 1/3 заповнити ґрунтом і повторно визначити масу заповненого ґрунтом бюксу. Результати зважування записати.

3. Відкритий бюкс із ґрунтом висушити до постійної маси в сушильній шафі при $t = 100-105^{\circ}\text{C}$ протягом 5 годин.

4. Охолодити бюкс із ґрунтом в ексікаторі та зважити. Повторно просушити ґрунт протягом 2 годин, якщо маса бюксу з ґрунтом після другого просушування залишилася постійною, то просушування припинити (допустима розбіжність у масі не повинна перевищувати 0,003 г).

5. Заповнити таблицю за результатами зважування

6. Розрахувати показники вологості (W %) за формулою:

$$W(\%) = \frac{a}{m} \times 100$$

де: a – кількість води в масі ґрунту, г; m – наважка сухого ґрунту, г; 100 – для перерахунку у відсотки.

Масу випаруваної вологи (a) визначити за формулою:

Маса вологи (a), г = Маса бюкси з вологим ґрунтом до висушування ($бг$), г – Маса бюкси з ґрунтом після висушування ($бв$), г

Масу абсолютно сухого ґрунту (m) визначити за формулою:

Маса абсолютно сухого ґрунту (m), г = Маса бюкси з ґрунтом після висушування ($бв$), г – Маса порожнього бюкса ($бп$), г.

7. Розрахувати запаси продуктивної вологи в ґрунті (W_3), м³/га за формулою

$$W_3 = h \times d \times (W, \% - W_{св}, \%),$$

де h - товщина досліджуваного шару ґрунту, см; d - об'ємна маса досліджуваного шару ґрунту, (показник взяти з завдання 3); W - вологість досліджуваного шару ґрунту, %; $W_{св}$ - ґрунтова вологість стійкого в'янення (ґрунтова-гідрологічна константа, прийнята за 1,34, % для розрахунків).

8. Перевести запас продуктивної вологи W_3 , м³/га у W_3 , мм за формулою (W_3), мм = (W_3), м³/га × 10, оскільки 1 м³/га = 0,1 мм (води)

9. Результат оформити у вигляді таблиці 4.

10. Оцінити запаси продуктивної вологи (W_3), мм порівнюючи з показниками таблиці 3.

11. Зробити висновки про забезпеченість ґрунту вологою

Подання результатів. Результати оформити у вигляді розрахунків, дані внести у таблицю і зробити висновки.

Таблиця 3. Оцінка запасів продуктивної вологи в ґрунті (за О.Ф. Вадюніною, З.О. Корчагіною)

Шар ґрунту, см	Запаси продуктивної вологи, мм	Оцінка
0-20	>40	Добре
	20-40	Задовільно
	<20	Незадовільно
0-100	>160	Дуже добре
	160-130	Добре
	130-90	Задовільно
	90-60	Погано
	<60	Дуже погано

Таблиця 4. Результати визначення польової вологості ґрунту

ґрунт і ґрунтовий горизонт, см	№ бюкси	Маса порожнього бюкса (бп), г	Маса бюкси з вологим ґрунтом до висушування (бг), г	Маса бюкси з ґрунтом після висушування (бв), г	Маса випарованої води (а), г	Маса абсолютно сухого ґрунту (m), г	Вологість ґрунту (W), %	Запаси продуктивної вологи в ґрунті (W_3), мм

Висновки.

Завдання 3. Визначення об'ємної маси (щільності) ґрунту

1. Поставити напрямник на підготовлену рівну поверхню ґрунту, в нього вставити циліндр, який за допомогою ударника занурити у ґрунт до рівня вінця на рівні поверхні ґрунту.

2. Заповнений ґрунтом циліндр підрізати ножем у нижній частині і вийняти з ґрунту, зрізати зайвий ґрунт на рівні з вінцями циліндра.

3. Перенести ґрунт без втрат в алюмінієвий бюкс і щільно закрити кришкою.

4. Одночасно відібрати наважки ґрунту на вологість. Попередньо зважити масу порожнього бюкса.

5. У лабораторії алюмінієві бюкси з відібраними зразками зважити з точністю до 0,01 г.

6. Визначити вологість ґрунту термостато-ваговим методом як у завданні 2.

7. Розрахувати об'ємну масу ґрунту (d) за формулою:

$$d = \frac{M_{сг}}{V}$$

де $M_{сг}$ – маса абсолютно сухого ґрунту в циліндрі, г; V – об'єм зразка ґрунту, $см^3$.

8. Розрахувати об'єм зразка ґрунту в циліндрі за формулою:

$$V, см^3 = \pi \times r^2 \times h,$$

де $\pi \times r^2$ - площа ріжучої частини циліндра, $см^2$; h - висота циліндра, $см$.

9. Розрахувати масу абсолютно сухого ґрунту в циліндрі ($M_{сг}$) за формулою

$$M_{сг} = \frac{M_{в} \times 100}{100 + W}$$

де $M_{в}$ – маса сирого ґрунту в циліндрі, г; W – вологість ґрунту, %.

Подання результатів. Результати оформити у вигляді розрахунків і заповненої таблиці 5. Зробити висновки.

Таблиця 5. Визначення об'ємної маси (щільності) ґрунту

ґрунт	Маса порожнього бюкса, г	Маса бюкса з ґрунтом до сушіння, г	Маса бюкса з ґрунтом після	Вологість ґрунту, %	Маса, г		Об'єм ґрунту, $см^3$	Об'ємна маса ґрунту, $г/см^3$
					сирого ґрунту в циліндрі	абсолютно сухого ґрунту в циліндрі		

Висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Що відноситься до технологічних властивостей ґрунту?
2. Що таке абсолютна вологість ґрунту?
3. Що впливає на фрикційні властивості і липкість ґрунту?
4. Які значення оптимальної вологість ґрунту для окремих типів ґрунтів?
5. Що таке твердість ґрунту?
6. Яким приладом визначається твердість ґрунту, його будова та принцип дії?
8. Що таке пористість ґрунту?
9. Що таке задернілість ґрунту і її вплив на технологічні властивості ґрунту?
10. Що слугує загальним критерієм абразивності ґрунту?
11. Що таке фрикційні властивості ґрунту?
12. Для чого використовують показники об'ємної маси ґрунту?
13. Вкажіть межі оптимальної щільності ґрунту для вирощування просапних, зернових колосових культур?

Практична робота №3

Тема. Характеристика механіко-технологічних властивостей основних видів твердих добрив. Визначення фракційного складу добрив, розміру та однорідності гранул, міцності гранул, сипкості, розчинності.

Мета: ознайомитися з властивостями твердих мінеральних добрив; навчитися розрізняти їх за фізичними властивостями; визначити гранулометричний склад добрив, їх технологічні властивості в залежності від цього.

Теоретичний матеріал

Існує стандартизована номенклатура показників для **гранульованих мінеральних добрив**.

А) Хімічні властивості добрив визначають їх ефективність та вплив на ґрунт і рослини. Основні показники включають:

Масова доля елементів живлення (%): відображає вміст основних елементів, таких як азот, фосфор, калій, кальцій, магній, а також форми їх наявності (наприклад, нітратний або амонійний для азоту).

Масова частка домішок (%): вказує на наявність небажаних компонентів, таких як біурет, хлориди або важкі метали, що можуть впливати на якість добрива.

Вологість (%): рівень води в добриві, що має значення для його зберігання та ефективності при внесенні. Регламентується стандартом для кожного добрива. Найбільша вологість добрив, при якій вони не проявляють негативних для внесення властивостей, %: сульфат амонію - до 1; аміачна селітра - до 2; амофос - до 15; фосфоритне борошно - до 10; суперфосфат гранульований - до 15; суперфосфат подвійний - до 8; калій хлористий - до 3.

Кислотність: вміст вільних кислот, особливо важливий для деяких типів добрив, таких як суперфосфат.

Б) Фізико-хімічні властивості добрив.

Розчинність: маса добрива, що може бути повністю розчинена у певному об'ємі води за певної температури (зазвичай виражається у г/100 см³ води); визначає, наскільки добре добриво розчиняється у воді, що важливо для використання у фертигації та гідропоніці. Розчинність залежить від типу добрива, його складу і грануляції. За розчинністю добрива поділяють на добре розчинні, важкорозчинні та нерозчинні у воді.

Реакція середовища (рН): впливає на кислотність або лужність ґрунту, а також на ефективність поглинання добрива рослинами. Цей показник також більш актуальний для добрив, які вносять у фертигацію або позакоренево, ніж для ґрунтових.

Гігроскопічність: здатність поглинати вологу з повітря, що впливає на умови зберігання та розсіювання добрив. Часто виражається через показник точки гігроскопічності (%).

Фізичні властивості включають:

Агрегатний стан: добрива можуть бути твердими (порошок, гранули) або рідкими (розчини, суспензії). Тверді добрива порошкоподібні (розмір часточок <1 мм), кристалічні (розмір кристалів >5 мм) і гранульовані (розмір гранул 1- 6 мм). Сьогодні на ринку майже усі тверді добрива для ґрунтового внесення постачаються у гранульованому вигляді, що обумовлено їх беззаперечними перевагами порівняно з порошкоподібними.

Розмір і форма гранул впливають на рівномірність внесення та ефективність добрива. Спосіб грануляції, серед яких мокра грануляція (нашарування); суха грануляція (компактування, пресування); прилювання (баштова грануляція), впливає не лише на фізичні характеристики добрива та визначає його технологічну ефективність: гранулометричний склад, форму гранули, її міцність, схильність до злежування, питому поверхню (що впливатиме і на розчинність) тощо.

Фізико-механічні властивості

Гранулометричний склад визначає відсоткове співвідношення окремих фракцій добрива, отримане шляхом просіювання через сита різних розмірів. Розмір основної фракції може змінюватися в залежності від країни та виробника. Найчастіше гранули мають діаметр від 1 до 4 мм. У різних країнах існують певні традиції: в Америці віддають перевагу гранулам розміру 1–4 мм, в Європі – 2–5 мм, а на заводах пострадянських країн виробляють гранули розміру від 1 до 5–6 мм. Необхідно враховувати, що після «мокрої» грануляції крупніші гранули зазвичай містять більше калію, але менше азоту та фосфору, а також води. Тому при відправці добрива на аналіз важливо правильно вибирати проби.

Об'ємна маса (насипна щільність) виражається у т/м^3 . Це маса одиниці об'єму твердого добрива. Протилежний до цього показник – *об'єм одиниці маси* (об'єм, який займає одиниця маси твердого добрива, $\text{м}^3/\text{т}$). Щільність мінеральних добрив коливається в межах 0,6–2,0 т/м^3 , проте основні їх форми мають близькі значення: 0,8–1,0 т/м^3 аміачна селітра; 1,0–1,2 суперфосфат; 0,9–1,0 т/м^3 калій хлористий. Ці показники важливі для визначення необхідної місткості складів, тари, вантажопідйомності транспортних засобів, характеристик агрегатів для внесення тощо.

В) Технологічні показники добрив

Гранична вологоємність. Характеризується максимальною вологістю добрива, за якої зберігається його здатність до нормального розкидання туковими сівалками.

Сипучість (рухливість) – здатність незмоченого добрива вільно розсипатись безперервним потоком під дією гравітаційних сил. Залежить від питомої маси і розміру гранул, їхньої вологості, характеру поверхні гранули. Маса сипучої частини добрива, віднесена до загальної маси добрива і виражена у відсотках, має назву *розсипчастість добрива*.

Здатність до розсівання – здатність їх проходити крізь висівні апарати та лійки із вузькими вихідними щілинами, не утворюючи забивання. Вона оцінюється за десятибальною шкалою гігроскопічності. Чим вище бал за цією шкалою, тим вища гігроскопічність і тим нижча розсіюваність добрив. Оцінюють розсіюваність і за кутом природного укусу добрив: $<40^\circ$ - розсіюваність рівномірна; $40\text{--}45^\circ$ - достатньо рівномірна; $45\text{--}55^\circ$ - нерівномірна; $>55^\circ$ - розсіюваність неможлива для більшості агрегатів. Порівняно добру розсіюваність мають суперфосфат, калій хлористий гранульований; посередню - аміачна селітра, калійна сіль; погану - сульфат амонію, хлористий амоній. Залежить насамперед від сипучості та гранулометричного складу, об'ємної маси, вологості добрива й повітря.

Гігроскопічність добрива безпосередньо впливає на його здатність до розсівання. Тому під час використання сильно гігроскопічних добрив великого значення набуває відносна вологість і температура оточуючого повітря. Оцінка гігроскопічності добрив проводиться за 10-бальною шкалою. Кальцієва селітра має високу гігроскопічність, близьку до 9 балів, тоді як гранульована аміачна селітра і сечовина мають значення близько 5 балів. Гранульований простий та амонізований суперфосфат оцінюються на рівні 4–5 балів, а хлористий калій - на рівні 3–4 балів. Гігроскопічність добрив визначає їх упаковку, умови транспортування та зберігання. Безтарне зберігання і транспортування дозволяється тільки для добрив з гігроскопічністю менше 3 балів. Залежно від цього показника добрива поділяють на: дуже гігроскопічні (нітрофоска, сульфат амонію, аміачна селітра, карбамід); помірно гігроскопічні (подвійний суперфосфат, калійна сіль); слабо гігроскопічні (гранульований суперфосфат, калій хлористий).

Аеродинаміка гранул і коефіцієнт аеродинамічного опору. Критична швидкість добрив залежить від розміру їх часточок і перебуває в діапазоні від 3,7 до 11,3 м/сек.

Добрива мають велику парусність. Наприклад, коефіцієнт парусності великих гранул суперфосфату 0,07, дрібних - 0,73.

Кут природного укосу (покою) – показник, важливий для добрив, які зберігають насипом. Визначається кутом конусу вільно насипаного добрива з горизонтальною площиною (відносно лінії по боковій його поверхні). Для порошкоподібних добрив він становить до 35°, гранульованих - до 40°. Його величину необхідно враховувати при закладці добрив на зберігання насипом, при проектуванні бункерів, транспортних засобів і т. д.

Злежуваність – схильність добрива до переходу у зв'язний і ущільнений стан, утворювати грудки або суцільні злиті маси. При цьому добриво втрачає свою сипучість. Залежить від вологості добрива, гігроскопічності, розміру та форми гранул, їхньої міцності, умов і тривалості зберігання. Оцінюється за 7-бальною шкалою. До добрив які дуже злежуються відносяться аміачна селітра (ступінь злежуваності II-IV), порошкоподібний суперфосфат (VI-VII ступінь) і дрібнокристалічний хлористий калій (VI ступінь). Сульфат калію практично не злежується (I ступінь). Для покращення фізико-механічних властивостей гранул їх кондиціонують – вкривають речовинами (антизлежувачами), здатними знижувати гігроскопічність і злежуваність.

Міцність гранули – властивість гранул добрива зберігати розміри і форму під впливом зовнішніх сил. Визначають статичну міцність гранул (визначається зусиллям, необхідним для руйнування гранули даного розміру за одночасного стискання між двома паралельними площинами) і динамічну міцність (визначається зусиллям, яке необхідне для руйнування гранул під час удару об тверду поверхню). Зазвичай статична міцність гранул не має бути меншою ніж 2,0–3,0 МПа. Механічна міцність гранул на роздавлювання (виражена в кг/см²) і стискання (у%) визначається на спеціальних приладах.

Основні властивості добрив повинні відповідати технічним умовам і сертифікату виробника, які за необхідності можуть бути підтверджені сертифікатом якості після проведення лабораторного аналізу.

Показники безпеки

Вибухонебезпечність, пожежонебезпечність. Характерні для аміачної селітри.

Вплив на довкілля. Радіоактивна безпечність, масова частка важких металів, сполук фтору. Правила охорони довкілля під час застосування добрива.

Особливості роботи з добривом. Засоби захисту, перша долікарняна допомога.

Отже, якість добрива – дуже широке поняття. В Україні простежується поступова зміна і еволюція його розуміння. І неабияку роль у цьому процесі відіграють виробники та трейдери, адже здорова конкуренція завжди дає змогу розкривати різні грані продукту.

Завдання до виконання практичної роботи №3

Завдання 1. Візуально оцінити фізичний стан часточок добрива (форма гранул, кристалів, дисперсність часточок), колір

1. Визначити колір добрива, виходячи з того, що: солі NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- білого кольору; солі Fe^{2+} зеленкуваті; Fe^{3+} – коричнюваті, Mn^{2+} – блідо-рожеві; Cu^{2+} – сині або зеленкуваті; Co^{2+} рожеві; Ni^{2+} – зелені, NO_2^- – із жовтуватим відтінком.

2. Визначити форму часточок та поверхню за допомогою лупи. За формою часточок добрива бувають різними: гранули NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ мають овальну форму і гладеньку поверхню; гранули суперфосфатів, амофосів, нітрофоски та інших складних добрив мають шорсткувату поверхню і неправильну форму; калійні добрива (як правило) знаходять у

вигляді кристалічних сполук; вапнякові матеріали, шлаки, фосфоритне та кісткове борошно можуть бути у тонкорозмеленому стані.

3. Результати записати у таблицю 1.

Завдання 2. Визначити розчинності гранул добрив у воді

1. Взяти 1-2 г добрива, перенести у пробірку
2. Долити 10 мл дистильованої води і добре збовтати протягом 1 хв.
3. Оцінити розчинність добрив за прозорістю розчину та кількістю (наближено) нерозчиненого осаду.

За розчинністю у воді речовини умовно поділяють на дві групи: 1. добре розчинні (у 100 г води розчиняється понад 10 г речовини); 2. малорозчинні (у 100 г води розчиняється менше ніж 1 г речовини).

За розчинністю добрива умовно поділяють на три групи: добре розчинні – всі азотні і калійні (крім калімагу) та деякі комплексні добрива (амофос, діамфос), малорозчинні (розчиняється менше половини взятого добрива) – суперфосфати, калімаг, нітрофос і нітрофоски тощо; нерозчинні – всі фосфорні (крім суперфосфатів) і вапняні добрива.

4. Результат записати у таблицю 1.

5. Ознайомитися з додатковою інформацією <https://youtu.be/9SqD6JsRXKk>

Завдання 3. Визначити гранулометричний склад добрив

1. Взяти зразок добрив масою 200 г (якщо добриво має підвищену вологість, просушити зразок при температурі 105°C).

2. Скласти сита одне на одне почергово за розмірами отворів: 5 мм, 2 мм, 1 мм, 0,5 мм і 0,25 мм, піддон.

3. Помістити зразок у верхнє сито, накрити кришкою і рівномірними рухами струсити сита протягом 10 хв.

4. Зважити масу матеріалу, що залишився на кожному ситі.

5. Записати масу кожної фракції, яка затримується на відповідних ситах.

6. Визначити частку кожної фракції (%) від загальної маси зразка за формулою:

$$X = A \times 100/M, \text{ де}$$

X - процентний вміст у ґрунті структурних агрегатів окремої фракції;

A - маса структурних агрегатів окремої фракції, г;

M - маса ґрунту, взятого для просіювання (наважка).

7. Записати результат у таблицю

8. Зробити висновки про основні властивості зразків добрив

Подання результатів. Результати оформити у вигляді розрахунків, які записати у таблицю. Зробити висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Назвіть фізичні властивості основних твердих добрив представлених на ринку?

2. Охарактеризуйте основні фізико-хімічні властивості мінеральних добрив, які впливають на якість їх використання

4. Що таке гігроскопічність добрив, як її знизити?

5. Як оцінюється здатність добрив до розсіювання?

6. Яку інформацію повинен містити сертифікат якості добрива?

8. На що впливає гранулометричний склад добрив?

9. Чи залежить міцність гранул від розміру і форми гранули?

Таблиця 1. Показники фізичного стану та механіко-технологічних властивостей добрив

Добриво	Колір	Форма і розмір гранул	Розчинність	Маса фракцій добрива, г						Частка кожної фракції, %					
				>5 мм	2–5 мм	1–2 мм	0,5–1 мм	0,25–0,5	<0,25	>5 мм	2–5 мм	1–2 мм	0,5–1 мм	0,25–0,5 мм	<0,25

Висновок.

- Від чого залежить розчинність добрив?
- Від чого залежить рівномірність добрив?
- Що є причиною підвищеної злежуваності добрив? Які заходи її зниження?
- Назвіть, які добрива є найбільш гігроскопічними, які найменш?
- Які добрива мають підвищену пожежо- і вибухонебезпечність?
- З якою метою визначають кут природного укосу добрив?

Практична робота №4

Тема. Засоби захисту рослин (ЗЗР). Препаративні і робочі форми. Вимоги до внесення. Безпека праці з ЗЗР.

Мета: ознайомитися з класифікацією ЗЗР та механіко–технологічними властивостями ЗЗР; вивчити особливості застосування ЗЗР різних препаративних форм; ознайомитися з правилами безпеки роботи з ЗЗР.

Теоретичний матеріал

Захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів є важливим аспектом сільського господарства. Розрізняють наступні методи захисту рослин: біологічний, механічний та хімічний.

Біологічний захист рослин включає використання живих організмів або продуктів їх життєдіяльності для боротьби зі шкідниками і хворобами: *природних ворогів* (хижі комахи, паразити або мікроорганізми, які знищують шкідників); *мікробіологічні препарати* (бактерій, грибків або вірусів для контролю шкідників) – ці препарати можуть бути ефективними і нешкідливими для навколишнього середовища; *феромони* (хімічні речовини, які приваблюють або відлякують шкідників, допомагаючи контролювати їхню популяцію); *селекція стійких сортів* (введення рослин, які є стійкими до певних хвороб і шкідників).

Механічний захист рослин передбачає використання фізичних засобів і прийомів для боротьби зі шкідниками: *використання пасток, ручне знищення шкідників; механічні бар'єри* (сітки, екрани тощо для запобігання проникненню шкідників); *обробіток ґрунту* (оранка, рихлення або інші методи механічної обробки ґрунту, що знижують кількість шкідників і бур'янів).

Хімічний захист рослин полягає у застосуванні хімічних препаратів для знищення шкідників і хвороб: *пестициди* (використання інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів та інших хімічних засобів для боротьби з комахами, грибками і бур'янами); *обробка насіння* (протруювання насіння перед посівом для захисту від ґрунтових шкідників і хвороб); *аерозолі; отруйні принади*.

Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження. Вибір методу залежить від конкретної ситуації та умов вирощування сільськогосподарських культур. Іноді найкращого результату можна досягти, поєднуючи декілька методів захисту.

Класифікація хімічних засобів захисту за призначенням. Класифікація за об'єктами застосування передбачає об'єднання хімічних препаратів у групи залежно від мети їх застосування. Препарати, які використовують для боротьби з шкідливими комахами, називають *інсектицидами*, для боротьби з гризунами — *зооцидами*, кліщами — *акарицидами*, хворобами — *фунгіцидами*, бур'янами — *гербіцидами*.

Механізм дії пестицидів залежить від впливу на об'єкт.

Гербіциди за характером впливу на рослини: *вибіркові або селективні гербіциди* впливають на одні види бур'янів, але при цьому не є небезпечними для інших, найчастіше культурних видів; *суцільної дії* – шкодочинні для всієї рослинності. Вибірковість гербіцидів є умовною і працює за умови, що норма їх внесення не перевищена.

Гербіциди за способом потрапляння в рослину: *контактні* – згубно впливають тільки на ті ділянки рослин, на які потрапив хімічний розчин; *системні* — при попаданні на рослину швидко проникають її тканини і призводять до повної загибелі організму. Вони дуже ефективні проти бур'янів з сильною кореневою системою, в тому числі проти багаторічних.

Інсектициди за їх дією на шкідників є *контактні*, які призводять до загибелі шкідливого об'єкта при безпосередньому контакті з ним; *кишкові* отруюють комаху або тварину після того, як вони їх з'їдають; *системні* — це отрутохімікати, які проникають у рослину через судинну систему та призводять до загибелі комах, що її поїдають; *фуміганти* отруюють шкідників газом, який проникає у їхні дихальні шляхи.

Фунгіциди за характером дії на шкодочинний об'єкт (бактерії, інфекції, віруси, те що викликає хворобу рослин): захисні використовуються для профілактики появи хвороб; лікувальні – препарати для лікування хвороб, включаючи терапевтичні, куративні, викоринюючі та винищувальні.

Фунгіциди за способом проникнення у шкідливий організм: *контактні* – ці препарати впливають на збудника хвороби при контакті з ним, а також перешкоджають поширенню інфекції на інші частини рослин; *системні* – це пестициди, які здатні засвоюватися рослинами в безпечних кількостях і таким чином змінювати обмін речовин культури, посилюючи її здатність чинити опір хворобі. Вони запобігають зараженню здорових частин рослини та знищують збудника, який вже проник в неї.

Препаративні форми пестицидів. Пестициди за фізичним станом випускають у вигляді рідких або твердих продуктів.

Препаративна форма - це комбінація активних речовин (діючого компонента) з інертними (недіючими) речовинами. Більшість таких форм вже підготовлені для безпосереднього використання. Деякі потребують розведення водою або розчинниками перед застосуванням. Часто одну й ту саму діючу речовину випускають у різних формах препаративних засобів.

Основні рідкі препаративні форми – водні розчини (ВР, ВК), концентрати суспензій (КС, СК, ТКС), концентрати емульсій (КЕ), масляні концентрати емульсій (МКЕ), водні емульсії (ВЕ), суспоемульсії (СЕ), мікроемульсії (МЕ), концентрати колоїдних розчинів (ККР), масляні дисперсії (МД), масляні концентрати (МК), мікрокапсульовані суспензії (МКС).

Водні розчини (ВР, ВК): це чисті розчини, які містять активні речовини розчиненими в воді.

Концентрати суспензій (КС, СК, ТКС): суспензії, які містять високу концентрацію активних речовин, що утримуються в розчині завдяки стабілізаторам.

Концентрати емульсій (КЕ): емульсії з високим вмістом активних речовин, які стабілізуються шляхом додавання емульгаторів.

Масляні концентрати емульсій (МКЕ): емульсії, в яких активні речовини розчинені в маслі, а не в воді.

Водні емульсії (ВЕ): емульсії, в яких вода є диспергуючим середовищем, а масло – диспергованим.

Суспензії-емульсії (СЕ): комбінація суспензії та емульсії, де частинки активної речовини утримуються в розчині.

Мікроемульсії (МЕ): маленькі емульсії з дуже маленькими диспергованими частинками.

Концентрати колоїдних розчинів (ККР): колоїдні розчини з високою концентрацією активних речовин.

Масляні дисперсії (МД): дисперсні системи, де активні речовини розчинені в маслі.

Масляні концентрати (МК): концентрати, які містять високу концентрацію активних речовин в маслі.

Мікрокапсульовані суспензії (МКС): суспензії, де активні речовини мікрокапсульовані для покращення стабільності та розподілу.

Із *твердих препаративних форм* найбільш поширені вододисперсні гранули (ВДГ), змочувані порошки (ЗП), водорозчинні порошки (ВРП), водорозчинні гранули (ВГ), таблетки.

Тверді препаративні форми:

Вододисперсні гранули (ВДГ): гранули, які розчиняються в воді для створення розчину.

Змочувані порошки (ЗП): порошки, які змочуються в воді перед вживанням.

Водорозчинні порошки (ВРП): порошки, які розчиняються в воді для створення розчину.

Водорозчинні гранули (ВГ): гранули, які розчиняються в воді для створення розчину.

Таблетки: форма препарату, яка може бути вживана безпосередньо або розчинена в воді.

Робоча форма пестицидів - це дисперсна система (розчин, емульсія, суспензія, аерозольний дим, туман, газ), яка складається з дисперсійного середовища (повітря, рідина, тверде тіло) і дисперсної фази (тверді, рідкі, газоподібні часточки пестицидів). Деякі робочі форми збігається з препаративною формою.

Для підвищення ефективності дії пестицидів до робочої форми додають наповнювачі або поверхнево-активні речовини, які покращують фізичні властивості препаратів, стабілізуючи емульсії та суспензії, збільшують площу змочування і зменшують поверхневий натяг розчинів, тим самим підвищують проникність у тканини рослин і шкідників, мають властивість прилипатив, що знижує скочування крапель із поверхні.

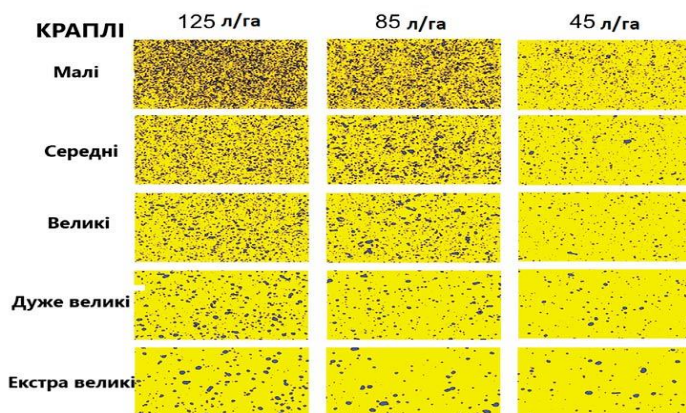
Спосіб використання хімічних ЗЗР: обприскування, опудрювання, опилювання (фумігація), протруювання насіння, розкладання принад.

Обприскування – найпоширеніший спосіб хімічної обробки рослин шляхом застосування пестициду в рідкому стані (робочої рідини). Ефективність застосування препарату залежить від концентрації діючої речовини (зазвичай виробники вказують дозу препарату на одиницю площі/об'єму), кількості витраченого робочого розчину, рівномірності розподілу її по оброблюваній поверхні та частки її змочування.

За кількістю робочої рідини, що витрачається на одиницю площі, обприскування поділяють на види: великооб'ємне, малооб'ємне і ультрамалооб'ємне. Великооб'ємне обприскування використовується, коли пестицид фітотоксичний у підвищених концентраціях робочої рідини, виявляє тільки контактну дію і для одержання максимальної ефективності необхідне добре змочування рослин. Малооб'ємне обприскування – основний спосіб застосування пестицидів для обробки посівів та насаджень. При ультрамалооб'ємному обприскуванні застосовують тільки заводські препарати, витрати їх у садах і на виноградниках становлять 5...25 л/га, а на польових культурах — 0,5...3,0 л/га. Сучасний спосіб малооб'ємного обприскування є використання БПЛА. При використанні авіаційної апаратури норма витрат робочої рідини — 25-50 л/га.

Ступінь вкривання поверхні рослин робочою рідиною залежить не тільки від витраченої кількості робочої рідини, а й від розміру одержаних крапель. При дрібнокраплинному і ультрамалооб'ємному обприскуванні витрата рідини та розмір крапель мають таку залежність: при витраті рідини 100 л/га середній діаметр крапель становить 36 мкм, при витраті 10 л/га – 15 мкм, а при витраті 2 л/га – 8-12 мкм. За однакової витрати робочої рідини ступінь вкривання зростає зі зменшенням розмірів крапель, при цьому діаметр плям і відстані між ними зменшуються (рис. 4.1).

Ефективність обприскування також визначається здатністю робочої рідини змочувати оброблювану поверхню і добре по ній розтікатися. Додавання до препаратів поверхнево-активних речовин (змочувачів або розтічників) знижує поверхневий натяг, підвищує зчеплення часточок твердого тіла і рідини, сприяючи змочуванню і розтіканню крапель.



Джерело: <https://agrotimes.ua/article/vybyrayemo-rozpylyuvach-dlya-obpryskuvacha/>

Рис. 4.1 Оцінювання частки покриття поверхні під час обприскування за допомогою водочутливого паперу

Показником змочуваності поверхні робочою рідиною – косинус крайового кута змочування: $\cos \varphi = (\sigma_{т.п} - \sigma_{р.т}) / \sigma_{р.п.}$, де $\sigma_{т.п}$ – поверхневий натяг на межі тверда поверхня–повітря, $\sigma_{р.т}$ – поверхневий натяг між рідиною та твердим тілом, $\sigma_{р.п.}$ – поверхневий натяг рідини.

Оптимальним змочування є тоді, коли краплі рідини розтікаються, але не зливаються, це відповідає $\cos \varphi$, що приблизно дорівнює 0,85 – 0,90 (рис. 4.2)

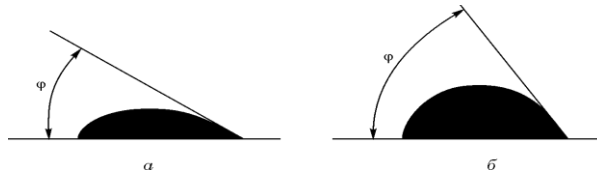


Рис. 4.2. Визначення змочуваності поверхонь за крайовим кутом змочування ϕ :
 а — поверхня змочується; б — поверхня не змочується

Спосіб подачі часток пестициду до оброблюваної поверхні впливає на втрати і залежить від конструкційних особливостей розпилювача при використанні обприскувача. Використання машин з примусовою подачею препарату до рослин за допомогою турбулентних потоків мінімізує втрати препарату. Менші часточки мають менші втрати. Досягнувши об'єкта обробки, великі та інерційні часточки, які перебувають біля центра потоку, стикаються з ним і осідають на передній (лобовій) поверхні, тоді як дрібні та менш інерційні часточки, що знаходяться ближче до краю потоку, обтікають об'єкт разом з повітряним потоком і осідають на зворотному боці внаслідок завихрення та турбулентної дифузії. Таким чином, турбулентні потоки забезпечують мінімальні втрати найдрібніших часточок пестициду, які досягають поверхні рослини і осідають у важкодоступних місцях. Пристрої, що працюють за принципом вільного падіння рідини, характеризуються збільшенням втрат пестициду зі зменшенням розміру часточок. Це пояснюється тим, що зі зменшенням розміру крапель швидкість їх осідання на поверхню рослин також значно знижується. Відповідно до особливостей внесення і призначення пестицидів обирається вид розпилювача, який кріпиться на обприскувачі (табл. 4.1) Оптимальні умови для обприскування: температура до 25 градусів та швидкість вітру для щільових розпилювачів 3 м/с, у випадку інжекторних – до 5 м/с при вологості 60%.

Приготування робочих розчинів (бакових сумішей)

Додавання компонентів у бакову суміш потрібно здійснювати послідовно з обов'язковим перемішуванням. При цьому введення наступного компонента суміші допускається тільки після розмішування і розчинення попереднього. Загальні підходи до порядку приготування бакових сумішей такі: для деяких препаратів рекомендовано попереднє приготування маточного розчину; також необхідно дотримуватися черговості додавання компонентів залежно від препаративної форми: вода → ЗП → ВДГ → ВР, ВРК, ВК → МД, МКЕ → МЕ → ККР → КЕ → рідкі добрива → вода до повного обсягу. Необхідно суворо дотримуватись рекомендацій виробника пестицидів.

Також потрібно брати до уваги якість води. Це важливий аспект при приготуванні робочих рідин. Вода має бути чистою, без домішок і мати оптимальний фізико-хімічний склад. Вода поганої якості може знизити ефективність дії пестицидів і агрохімікатів, а також пошкодити обладнання для обприскування.

Безпека праці з засобами захисту рослин при виконанні механізованих робіт























Праця з засобами захисту рослин (ЗЗР) потребує особливої уваги до питань безпеки, оскільки ці хімічні сполуки можуть мати негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище. Особливо важливо дотримуватися правил безпеки при виконанні механізованих робіт із їх внесення, щоб мінімізувати ризики отруєння та забруднення.

1. Вибір засобів захисту рослин

Перед використанням ЗЗР необхідно ретельно обрати препарат з урахуванням специфіки шкідників, хвороб чи бур'янів, а також врахувати його токсичність та вплив на навколишнє середовище. Важливо звертати увагу на інструкції виробника щодо безпечного застосування препаратів.

Таблиця 4.1

Характеристика основних розпилювачів для роботи з ЗЗР

		ID/IDN	IDK/DKN	IDKT	AD	LU	ST	DF	FT	TR	FD	FL
Марка розпилювача												
Форма конуса												
Ступінь зносу		незначний	дуже малий	дуже малий	малий	малий/середн.	середній	високий	високий	високий	незначний	дуже малий
Гербициди	передпосівні	●●	●●	●●	●●	●●	●	—	●●	○	—	—
	досходові	●●	●●	●●	●●	●●	●	—	●●	○	—	—
	післясходові системні	●●	●●	●●	●●	●●	●	○	●	○	—	—
	післясходові контактні	●	●	●●	●	●	●	●●	●	●●	—	—
Фунгіциди	контактні	●	●	●●	●	●	●	●●	●	●●	—	—
	системні	●●	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●	—	—
Інсектициди	контактні			●●			●	●●	●	●●	—	—
	системні	●●	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●	—	●●
Регулятори росту		●●	●●	●●	●●	●●	●	○	●	○	—	●

Примітка: ●● дуже добре відповідає, ● добре відповідає, ○ не зовсім відповідає, — не рекомендовано

2. Підготовка до роботи

Перед початком роботи потрібно перевірити технічний стан обладнання, яке буде використовуватись для внесення ЗЗР (трактори, обприскувачі, тощо). Обладнання повинне бути справним, без пошкоджень і витоків. Крім того, необхідно підготувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), до яких відносяться:

- Захисний одяг (комбінезон, плащ)
- Рукавички
- Окуляри чи захисний щиток
- Респіратор або маска

3. Дотримання технології внесення

При внесенні ЗЗР необхідно дотримуватись технології їх застосування, зокрема:

- Використовувати тільки рекомендовані дози препаратів
- Застосовувати препарати у сприятливі погодні умови (відсутність вітру, опадів)
- Забезпечувати рівномірне розпилення препарату

4. Заходи безпеки під час роботи

Під час механізованого внесення ЗЗР необхідно дотримуватись наступних заходів безпеки:

- Дотримуватися інструкцій виробника щодо застосування засобів захисту рослин
- Працювати у захисному одязі та засобах індивідуального захисту
- Уникати контакту з розпилюваним препаратом
- Слідкувати за технічним станом обладнання під час роботи

5. Перша допомога при отруєнні

У випадку отруєння ЗЗР необхідно негайно надати першу допомогу:

- Вивести постраждалого на свіже повітря
- Зняти забруднений одяг і промити шкіру водою
- Промити очі у випадку їх забруднення
- Викликати швидку медичну допомогу

Додаткова інформація. Ознайомитися із засобами індивідуального захисту у роботі з ЗЗР за посиланням: <https://www.youtube.com/watch?v=G5cZV4m40fw>

Завдання для виконання практичної роботи №4

Завдання 1. Ознайомлення із препаративними формами ЗЗР та особливостями їх застосування

1. Ознайомитися з препаративними формами засобів захисту рослин за допомогою роздаткового матеріалу (каталоги ЗЗР, інформаційні сайти виробників, дистриб'юторів ЗЗР тощо).

2. Підібрати препарати різного призначення, які мають різні препаративні форми.

3. Визначити дозу та строк застосування препарату для різних груп культур згідно рекомендацій виробника ЗЗР.

4. Відповідно до призначення ЗЗР визначити об'єм робочої рідини та спосіб використання пестициду.

5. Підібрати марку і тип розпилювача (табл. 4.1).

3. Результати подати у формі таблиці 1.

Таблиця 1. Особливості застосування препаративних форм хімічних засобів захисту рослин

Препаративна форма	Призначення ЗЗР	Назва препарату	Культура	Строк застосування	Доза застосування	Об'єм робочої рідини	Спосіб обприскування	Тип розпилювача
ВР								
КС								
СЕ								
МЕ								
ККР								
МК								
ВДГ								
ЗП								
ВГ								

4. Зробити висновок про особливості застосування ЗЗР різних препаративних форм.

Подання результатів. Результати роботи оформити у вигляді таблиці, зробити висновок.

Висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Вкажіть методи захисту рослин.
2. Назвіть класифікацію хімічних ЗЗР за призначенням
3. Обґрунтуйте особливість застосування гербіцидів селективної та суцільної дії.
4. Поясніть характер дії на шкочочинний об'єкт інсектицидів і фунгіцидів.
4. Що означає поняття препаративні і робоча форма пестициду?
5. Як діаметр крапель, їх кількість в одиниці об'єму та площа обробленої поверхні взаємозв'язані між собою?
6. Які основні правила приготування бакової суміші для одночасного застосування ЗЗР, добрив, наповнювачів?
7. Вкажіть способи обприскування пестицидами.
8. Від чого залежить вибір розпилювача для проведення обприскування?
9. Які чинники визначають рівномірність розподілу робочої рідини по оброблюваній поверхні?
10. Назвіть оптимальний показник змочуваності поверхні робочою рідиною.
11. Вкажіть способи зниження втрат робочої рідини за проведення обприскування.
12. Які основні правила безпеки при роботі з хімічними ЗЗР.

Практична робота №5

Тема. Механіко–технологічні властивості зерна як посівного матеріалу і об'єкту доробки. Визначення розмірних властивостей зернової маси, вплив на витікання крізь отвори

Мета: вивчити основні механіко–технологічні властивості насіння с.-г. культур; ознайомитися з основними методами їх визначення; визначити розмірні властивості зерна.

Теоретичний матеріал

До **фізико-механічних властивостей рослинних матеріалів** відносяться розмірні показники, щільність, вологість, форма і кривизна, однорідність, ізотропність та розподіл за величиною.

Технологічні властивості рослинних матеріалів включають такі характеристики, як гігроскопічність, пластичність, фрикційні властивості, крихкість, здатність до стирання, зв'язаність, міцність, злежуваність, рухомість, кут природного відкосу, схильність до склепоутворення, опір різним видам деформацій, здатність протистояти розділенню складових частин, опір подрібненню, аеродинамічні властивості та інші.

Структурні характеристики компонентів зернової маси (геометричні розміри). За своїми розмірами насіння кожної культури різко відрізняються між собою (рис. 5.1). На цій властивості оснований принцип сортування зерна на фракції та його очищення від засмічувачів. Будь-яке насіння має довжину L , ширину b та товщину d .

Абсолютна маса – це маса 1000 шт. насіння. Цей показник характеризує якість зерна, врожайність і може використовуватися при підрахунку втрат за збиральною машиною або окремою жаткою. Абсолютна маса використовується для завантаження сівалок і підрахунку кількості посівної площі через шт./га.

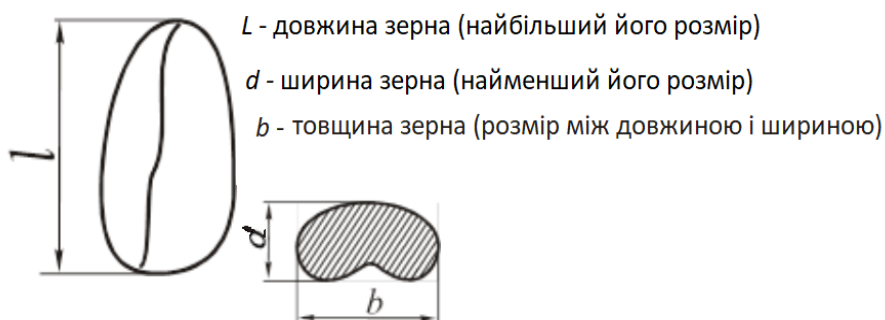


Рис. 5.1 Розмірні одиниці насіння

Таблиця 5.1

Фізико-механічні властивості зернової маси

Зернова культура	Розмір зерна, мм			Об'ємна маса, г/л	Маса 1000 зерен, г
	довжина	ширина	товщина		
Пшениця	7,5–9,5	2,5–4,0	2,0–3,0	720–780	35–45
Жито	7,0–8,5	2,5–3,5	2,0–2,8	680–750	40–50
Кукурудза	10–12	6–8	4–6	720–750	250–350
Ячмінь	7,0–8,0	2,5–3,0	2,5–3,5	600–700	40–50
Вівсянка	6,0–7,0	3,0–4,0	2,5–3,5	600–650	30–40
Рис	7,0–8,0	2,5–3,0	1,5–2,0	780–830	200–250

Об'ємна маса (натура) – це маса зерна стандартного об'єму в 1 літр. Визначається за допомогою спеціального приладу, який називається пурка. Характеризується коефіцієнтом заповнення об'єму КПл (щільність):

$$\text{КПл} = \text{QH}/\text{QTн}$$

де QH – натура зерна даної культури, г/л; QTн – теоретична маса того ж об'єму, г/л.

Для значення теоретичної натури береться максимальна величина об'ємної маси, тому коефіцієнт заповнення об'єму завжди менший за 1 (КПл < 1). Для зерна колосових культур КПл = 0,60...0,65. Об'ємна маса (натура) насіння вівса – 400...550 г/л, пшениці – 700...800 г/л, кукурудзи – 700...850 г/л.

Форма насіння. Зерно поділяється на п'ять основних класів:

Куляста — довжина, ширина та товщина насінин практично однакові або різняться незначною мірою (горох, просо, сорго).

Сочевицеподібна — ширина насінин дорівнює довжині за значно меншої товщини (сочевиця та інші).

Еліптична — товщина насінини дорівнює ширині за значно більшої довжини (соя та інші зерна бобових культур).

Довгаста — всі розміри насінини різні (пшениця, ячмінь, жито, кукурудза та інші).

Три- і багатогранна — гречка.

Шпаруватість - це об'єм проміжків між окремими насінинами в насипу, виражений в процентах до загального об'єму. Шпаруватість крупного насіння більша, ніж дрібного. В практичній роботі частіше користуються не показником натури насіння, а масою 1 м³ (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Маса 1 м³ насіння сільськогосподарських культур

Зернова культура	Маса 1 м ³ насіння, кг	Зернова культура	Маса 1 м ³ насіння, кг
Пшениця озима	780–830	Рис	760–800
Пшениця яра	750–800	Гречка	650–700
Жито	700–750	Соя	700–740
Кукурудза	720–760	Квасоля	800–850
Ячмінь	650–700	Соняшник	650–700
Овес	600–650	Ріпак	600–650

Об'єм насіння. Форма та розмір насіння обумовлюють його об'єм. Об'єм насіння вимірюється пікнометричним методом, шляхом занурення визначеної проби насіння в рідину, яка добре змочує поверхню (ксилол, толуол, спирт і т.п.). Натура насіння в значній мірі залежить від щільності при вільному пересипанні, тобто від шпаруватості. Середній об'єм насінини пшениці - 25-30 мм³, жита - 19- 20 мм³ гороху 115-320 мм³, кукурудзи - 140-260 мм³. Об'єм насіння залежить від його виповненості чи щуплості.

Виповненість характеризує умови формування та наливу насіння. За сприятливих для наливу умов формується насіння з високою виповненістю. Можна визначити як відношення середньої маси 1000 насінин в зразку до маси 1000 насінин самої крупної фракції (до 10%).

Щуплість насіння - це відношення периметру поперечною розрізу насінини до довжини кола такої ж площі. Чим більше це відношення, тим більша щуплість, т.б. це зниження нормальної виповненості, яке супроводжується деформацією оболонки і зменшенням маси 1000 насінин. Це явище негативне, тому що виникає в умовах несприятливих для наливу (посуха, вилягання рослин, епіфітотія і та ін..) і погіршує врожайні властивості насіння, а морозобійне насіння стає непридатним для сівби.

Властивості поверхні насіння визначаються головним чином шорсткістю та/або коефіцієнтом тертя. Шорсткість поверхні насіння (вимірюється у мікрометрах) – сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками на базовій довжині. Шорсткість відноситься до мікрогеометрії твердого тіла та визначає його найважливіші експлуатаційні властивості. Для вимірювання шорсткості поверхні насіння використано прилад – профілометр SRT-6210 (рис. 5.2).



Рис. 5.2 Загальний вигляд (а) і принцип роботи профілометра SRT-6210 контактного типу (б)

Джерело: https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2024/37/Aliev1_37.pdf

Електродинамічний профілометр складається з алмазної голки, що переміщаючись по поверхні зазнає коливань перпендикулярно до контрольованої поверхні відслідковуючи нерівності на ній, і датчика на базі індуктивного, ємнісного чи п'єзоелектричного

перетворювача, який перетворює коливання голки на відповідні значення електричного сигналу, що подається на електровимірjuвальний прилад. Типовий профілометр має шкалу, з якої і зчитуються значення шорсткості поверхні.

Фрикційні властивості. При переміщенні рослинного матеріалу по поверхнях необхідно перебороти силу тертя. В залежності від матеріалу може виникати тертя ковзання (наприклад, при переміщенні зерна або плодів) або тертя кочення, коли об'єкти котяться по поверхні. Тертя ковзання спостерігається, коли матеріал, наприклад, лежить на горизонтальній площині, і на нього діють сила ваги та горизонтальна рушійна сила.

Тертя спокою (статичне тертя) і тертя ковзання (динамічне тертя) мають різні характеристики, але на практиці їх часто не розрізняють через невелику різницю у величинах. Однак у деяких випадках ці різниці важливі. Коефіцієнти тертя залежатимуть від таких факторів, як розмір і чистота поверхонь, швидкість руху, наявність змащення тощо (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Коефіцієнти тертя спокою і ковзання ряду рослинних матеріалів

Назва рослинного матеріалу	Поверхня тертя	Значення коефіцієнта тертя	
		спокою (статичний)	ковзання (динамічний)
Пшениця, жито, ячмінь, рис, кукурудза, овес, соняшник	сталь	0,36...0,58	0,33...0,48
	дерево	0,33...0,62	0,28...0,52
	гума	0,47...0,66	0,47...0,62
Просо, горох, вика, чечевиця, насіння льону і Коноплі	сталь	0,31...0,38	0,30...0,36
	дерево	0,33...0,41	0,33...0,40
	гума	0,36...0,44	0,38...0,48
Картопля, цибуля, буряк, морква, ріпа	сталь	0,50...0,70	0,45...0,70
	дерево	0,55...0,78	0,48...0,75
	гума	0,60...0,90	0,57...0,90
Сіно і солома непресовані	сталь	0,25...0,35	0,24...0,39
	дерево	0,30...0,37	0,30...0,36
	гума	0,38...0,42	0,36...0,41
Листя	сталь	0,40...0,80	0,38...0,80
	дерево	0,50...1,00	0,47...0,98
	гума	0,80...1,20	0,80...1,20
	гума	0,55...0,70	0,40...0,60
Полова	сталь	0,31...0,57	0,30...0,55
	дерево	0,32...0,68	0,32...0,66
	гума	0,46...0,54	0,44...0,53

Джерело: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/page7.html

Для вимірювання коефіцієнта тертя використовують прилади, зокрема «похилу площину» (рис. 5.3). Цей прилад дозволяє визначити кути тертя спокою і ковзання через фіксацію кута нахилу площини, при якому матеріал починає рухатися або ковзає.

Коефіцієнти тертя для різних рослинних матеріалів залежать від їх вологості, сорту, умов вирощування і часу збирання. Зі збільшенням вологості тертя, як правило, зростає. Окрім тертя ковзання, існує ще тертя кручення, коли точки одного тіла рухаються по концентричних колах щодо іншого тіла.

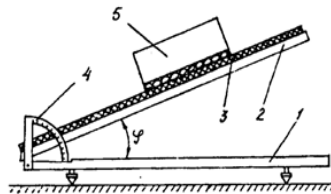


Рис. 5.3 Прилад «похила площина» для визначення коефіцієнта тертя:

1 – основа; 2 – поворотна дошка; 3 – матеріал, що прикріплюється до дошки; 4 – кутомір; 5 – повзун

Кути природного

укосу. Кут природного укосу визначається як кут між твірною конуса сипучих матеріалів і горизонтальною площиною. Він залежить від рухливості матеріалів: чим менша рухливість, тим більший кут. Для сипучих матеріалів кут природного укосу близький до кута внутрішнього тертя, а для зв'язних матеріалів твірна поверхня відкосу не є прямолінійною, тому визначають середній кут, який більший за кут внутрішнього тертя (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Кути природного укосу рослинних матеріалів

Культура		Кут природного укосу	
		при насипанні	при обваленні
Зерно	пшениці	24°...26°	34°...36°
	рису	27°...34°	30°...38°
	кукурудзи	23°...27°	33°...37°
Насіння	буряка	34°...38°	42°...50°
	трав	18°...19°	25°...27°
	льону	17°...18°	23°...25°
Насіння бавовнику	опушене	32°...38°	34°...42°
	оголене	27°...30°	28°...32°

Для визначення кута природного відкосу використовують прилад, що складається з ємкості з перегородкою та отвором, через який висипається матеріал. При цьому утворюються два відкоси: один при насипанні, інший при обваленні (рис. 5.4). Кути нахилу вимірюються за допомогою шкал на стінці приладу.

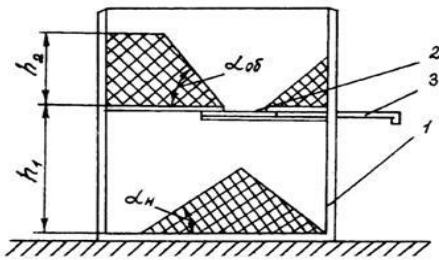


Рис. 5.4. Схема приладу для визначення кута природного укосу рослинних матеріалів:

1 – ємкість; 2 – отвір; 3 – заслінка

Значення кута природного укосу залежить від умов вирощування матеріалів, сорту, вологості та інших факторів. Зі збільшенням вологості матеріалів кути зростають. Висота матеріалу в приладі впливає на кут: чим більша висота, тим менший кут, оскільки матеріал, падаючи з більшої висоти, отримує більше кінетичної енергії і рухається вбік. Тому висота в приладі зазвичай становить 15–25 см.

Злежуваність, склепоутворювання. Рослинні матеріали мають властивість злежуватися, що означає підвищення щільності і втрату сипкості при тривалому зберіганні. Чим вища висота шару матеріалів, тим більша злежуваність через зростання тиску на нижні шари. Злежуваність також збільшується при наявності тиску чи струшуванні, і вологі матеріали злежуються швидше.

Склепоутворення — це мимовільне утворення склепів над випускним отвором, яке залежить від вологості, злежуваності, зв'язності і крупності матеріалів. Чим сильніше ці властивості, тим більша схильність до склепоутворення (рис. 5.5). Для визначення діаметра випускного отвору, при якому утворюється склеп, використовують прилад з діафрагмою і заслінкою. Матеріал заповнюється в посудину, і заслінка поступово відсувається. Якщо матеріал витікає без утворення склепу, діафрагму заміняють на меншу. Коли спостерігається склепоутворення, фіксують максимальний діаметр отвору.



Рис. 5.5 Схема насінневого склепу над випускним отвором

Механічна міцність зерна. У сільському господарстві існує багато способів механічного впливу на зерно. Ці способи можна поділити на корисні та шкідливі. До корисного впливу належать: спрямоване дроблення, подрібнення, обвалювання зерна, що здійснюється на спеціальних машинах. До шкідливого відноситься робота: молотильного барабана, шнека, ланцюгових передач тощо, які допускають дроблення там, де це не повинно відбуватися, тим самим погіршуючи якість зерна.

Навантаження, яке спричиняє руйнування зерна, залежить від ступеня його зрілості, вологості. Чим спіліше зерно і менша його вологость, тим більше величина навантаження для його руйнування потрібна. Так, навантаження, необхідне для руйнування зерна кукурудзи при молочно-восковій стиглості, складає 20...30 Н, а при повній стиглості збільшується до 180...200 Н.

Величина руйнівного навантаження також залежить від напрямку дії сили (рис. 5.6).



Рис. 5.6 Величина руйнівного навантаження від напрямку дії сили

Пошкодження зерна. У багатьох сільськогосподарських машинах і пристроях, особливо це стосується молотильних апаратів, під час роботи відбувається дроблення та мікропошкодження зерна (рис. 5.7). Це призводить до різкого зменшення схожості насінневого зерна та погіршення якості продовольчого зерна. Тому дуже важливо вивчити граничні навантаження, при яких зерно не втрачає своїх властивостей.

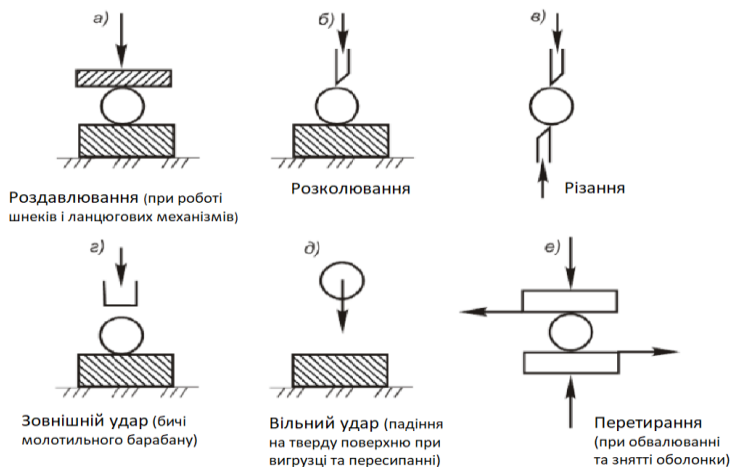


Рис. 5.7 Варіанти деформації зерна за різних механічних впливів

Деформація зерна може бути як пружною, так і залишковою (пластичною), і її характер переважно *залежить від вологості*. При низькому вмісті води переважає пружна деформація, тоді як залишкова деформація стає більш вираженою при підвищенні вологості зерна.

Зерно твердих сортів пшениці має найбільшу міцність при зсуві — 4,32–4,43 МПа за вологості 10 %, для зерна м'яких сортів у межах 3,75–4,35 МПа при такій самій вологості. Коли вологість зерна досягає 17 %, міцність при зсуві для твердих сортів пшениці варіюється від 2,45 до 3,22 МПа, а для м'яких сортів — від 3,15 до 3,60 МПа. Опір зерна роздавлюванню також змінюється в залежності від сорту і розміру зерна, причому він може істотно відрізнитися навіть серед зернин одного сорту.

Опір роздавлюванню залежить від фізико-механічних і біологічних властивостей зерна, які варіюються залежно від сорту та навіть окремих зернин. *Чим більші розміри зерна, тим вищий його опір роздавлюванню*. Наприклад, зі зменшенням довжини і ширини зерна на 0,1 мм опір знижується на 2,5–3,0 Н, а зі зменшенням товщини — на 3–4 Н. Зниження скловидності також веде до зменшення опору роздавлюванню. Зерно м'яких сортів пшениці

має менший опір роздавлюванню порівняно з зерном твердих сортів. *Форма зернин* також впливає на опір роздавлюванню: для зерна круглого типу опір складає 93–115 Н, для ребристого — 80–109 Н.

Руйнівні сили при стисканні зерна різних культур також залежать від напрямку прикладання навантаження — вздовж чи впоперек зернини. Зазначено, що зерна багатьох культур мають меншу міцність у поздовжньому напрямку.

За величиною відносного стискання можна оцінити пластичні властивості зерна різних культур. Найбільш пластичним є зерно вівса, менш пластичним — зерно жита, ячменю, пшениці та гороху. Зерно кукурудзи також має різну міцність залежно від сорту: кременисті сорти мають вищий опір до розколювання, ніж напівзубоподібні чи зубоподібні.

Міцність зерна кукурудзи змінюється в залежності від вологості: при вологості 12 %, 20 %, 23 % і 27 % руйнівні зусилля становлять відповідно 256–283 Н, 263–294 Н, 293–336 Н і 220–235 Н. З підвищенням вологості до 22–25 % зусилля для руйнування зерна зростають, а при подальшому збільшенні вологості різко зменшуються.

Аеродинамічні характеристики зернової маси визначаються її парусністю та «критичною» швидкістю. Парусність — це співвідношення площі найбільшого перерізу насінини до її маси, що відображає здатність насіння чинити опір повітряному потоку. Однак для більш точної оцінки аеродинамічних властивостей насіння зазвичай використовують *швидкість витання* (V_v), яка визначається як швидкість вертикального повітряного потоку, здатного утримувати насінину в повітрі ($V_{\text{зерна}}=0$). Цей параметр також відомий як «критична швидкість» ($V_{\text{кр}}=V_v$). Якщо швидкість повітряного потоку нижча за швидкість витання, насінина падає, а при більшій швидкості — вона піднімається вгору. Цей показник є важливим при очищенні та сортуванні насіння.

Видно, що для попереднього очищення пшениці в каналі при $V_v = 6,0 \dots 7,0$ м/с видаляється пил, плівки, оболонки насіння, усі легкі бур'яни та вівсюг (табл. 5.5). При $V_v = 7,5 \dots 8,0$ м/с – видаляються всі бур'яни разом зі щуплою та битою пшеницею. При $V_v = 12,5 \dots 13,0$ м/с – зерно піднімається та транспортується повітряним потоком (табл. 5.6).

Таблиця 5.5

Швидкість витання окремих фракцій вороху пшениці

Назва фракції	Питома вага, г/см ³	Швидкість витання, м/с	Коефіцієнт парусності
Пшениця	1,25	8,0...12,0	0,060...0,150
Бита пшениця	1,50	8...10	0,10...0,15
Щупла пшениця	1,00	6,0...8,0	0,17...0,32
Овсюг	0,68	6,0...7,0	0,14...0,32
Легкі бур'яни	1,02	4,0...5,0	0,30...0,40

Таблиця 5.6

Швидкість витання для сільськогосподарських культур

Найменування культури	Швидкість витання (V_v , м/с)	Найменування культури	Швидкість витання (V_v , м/с)
Пшениця	8,6...11,5	Горох	15,5...15,8
Гречка	7,8...8,9	Жито	8,5...10,5
Крупка пшениці	2,0...2,2	Соняшник	7,5...8,5
Просо	7,5...8,8	Ячмінь	8,8...10,8
Овес	8,1...9,01	Кукурудза	12,5...14,5
Овес	7,5...10,5	Конопля	7,5...8,5

Коефіцієнт парусності визначає здатність зерна чинити опір повітряному потоку: де $V_{кр}$ – швидкість витання або критична швидкість, м/с, g – прискорення вільного падіння, м/с.

$$K_n = \frac{g}{V_{кр}^2},$$

Коефіцієнт опору повітря для зернових культур змінюється в межах 0,04...0,30, а коефіцієнт парусності – $K_n = 0,07...0,15$.

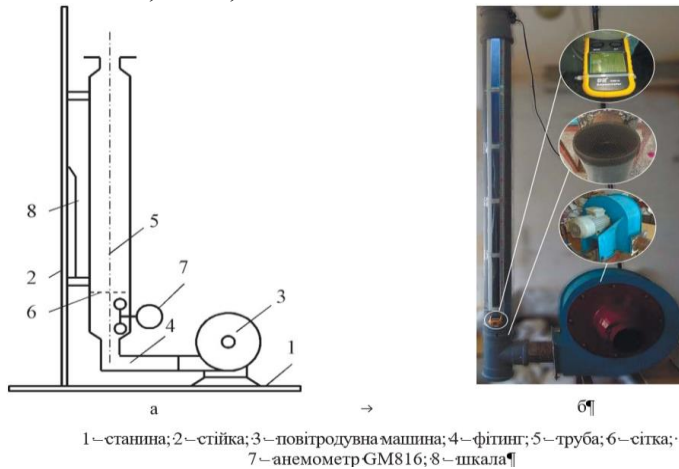


Рис. 5.8 Схема стенду для визначення швидкості витання насіння

На станині 1 жорстко встановлена вертикальна стійка 2 і повітродувна машина 3 з регульованою заслінкою. Фітінг 4 з'єднує повітродувну машину і вертикальну трубу 5, в нижній частині якої встановлена сітка 6. Швидкість повітря вимірюється анемометром GM816 7, висота підйому частинок – шкалою 8. На сітці вертикальної труби містився шар насіння товщиною 3-5 мм. Після включення електродвигуна повітродувної машини, частота обертання ротора плавно підвищувалася. Швидкість витання визначалася за висотою підйому частинок. Коли приблизно 95 % частинок шару піднімалися в просторі труби, зчитуються показання анемометра.

Очищення і сортування насіння. Очищення – це виділення із вороху домішок, а також щуплого, битого і пошкодженого зерна основної культури. *За товщиною насіння поділяють на решетах з подовжніми отворами.* Тут через отвір може пройти тільки те зерно, товщина d якого менша за ширину щілини C отворів, довжина зерна не має значення, вона завжди менша за довжину подовжнього отвору. Оскільки ширина b зерна завжди більша за товщину d , то зерно, яке не проходить через отвір по товщині, тим більше не пройде по ширині.

Поділ насіння по ширині здійснюють за допомогою решіт з круглими отворами (рис. 5.9). Тут зерно може пройти тільки в тому випадку, якщо його ширина b менша за діаметр отвору. Довжина L і товщина d зерна в цьому випадку не перешкоджають проході через отвір (рис. 5.10, табл. 5.7).

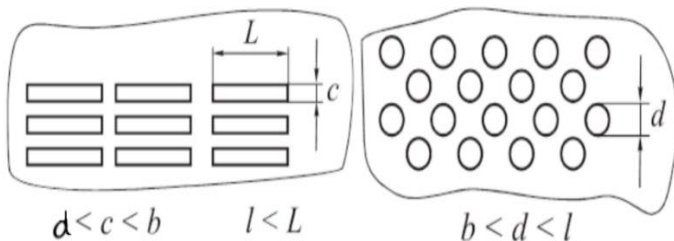


Рис. 5.9. Поділ насіння на решетах з подовжніми (А) та круглими (Б) отворами

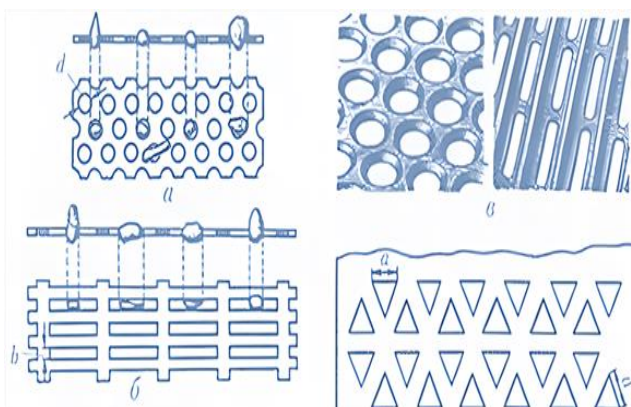
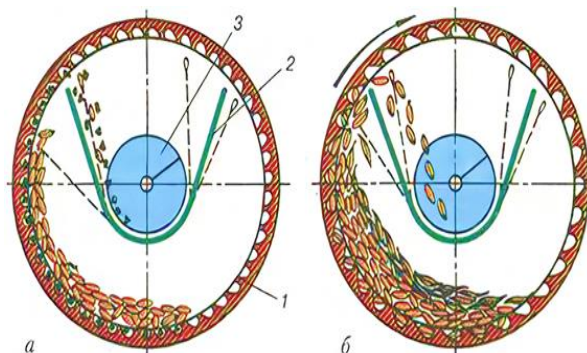


Рис. 5.10 Решета зерноочисних машин: а – з круглими отворами; б – з довгастими отворами; в – з лункоподібними і гофрованими отворами для калібрування насіння кукурудзи; г – з трикутними отворами

Джерело: <https://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/505-zbyrannia-i-zberezhennia-vrozhaiu-ozymykh-kultur.html>

За довжиною зернин зернову суміш розділяють на трієрах - це сталеві циліндри з отворами на поверхні (рис. 5.11). Малі та короткі зерна повністю занурюються в отвори, довгі – частково. При повороті циліндра на невеликий кут (менше 90°) з отворів випадають довгі зерна, а короткі випадають пізніше (рис. 2) у жолоб 2, з якого видаляються шнеком 1. Довгі насіння спускаються по дну циліндра 3 (кукольний трієр виділяє короткі, а вівсюжний – довгі насіння).



Джерело: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/8/8.1.htm>

Рис. 5.11 Схема роботи кукульного:

а) вівсюжного; б) трієрних циліндрів: 1 – комірковий циліндр; 2 – лотік; 3 – шнек

Характеристика коротких та довгих розмірів для культур

Культура	Діаметр комірок для відокремлення домішок, мм	
	короткі	довгі
Пшениця, жито	5,0	9,5
Ячмінь	6,3	11,2
Овес	6,3	8,5
Рис	6,3	8,5-11,2
Гречка	6,3	8,5
Вико-вівсяна суміш	5,0	8,5
Льон	3,6	5,0
Конюшина червона	1,6	2,8
Тимофіївка, конюшина рожева і біла, люцерна	1,8	2,8
Житняк, вівсяниця, еспарцет	5,0	8,5

Джерело <https://propozitsiya.com/ua/pidgotovka-zerna-do-zberigannya>.**Завдання для виконання практичної роботи №5****Завдання 1. Визначення розмірних характеристик зерна**

1. Відібрати 100 насінин. Виконати заміри розміру (товщини, ширини або довжини) або іншого показника властивостей притаманний усім насінинам. Похибка вимірювання не нижче 0,1 мм.

2. Встановити максимальне X_{max} і мінімальне X_{min} значення відповідної ознаки. Вибирати величину класового проміжку (інтервал λ). Для насіння злаків λ зазвичай рівна 0,2, 0,25, 0,3 і 0,4 мм: для товщини і ширини $\lambda = 0,2$ мм, для довжини $\lambda = 0,4$ мм.

3. Визначити число класів за формулою:

$$m = \frac{X_{max} - X_{min}}{\lambda}$$

4. Встановити межі класів із урахуванням їх числа: X_{min} , $X_{min} + \lambda$, $x_{min} + 2\lambda$, ... X_{max} .

5. Врахувати, що всі виміри вміщуються всередині n класів, тоді перший клас буде вміщати в собі всі зерна з довжиною від x_1 до $x_1 + \lambda$ мм, причому $x_1 \leq X_{min} < x_1 + \lambda$.

Другий клас всі зерна з довжиною від $x_1 + \lambda$ до $x_1 + 2\lambda$ мм. Останній n -й клас буде закрючат в собі всі зерна з довжиною від $x_1 + (n-1)\lambda$ до $x_1 + n\lambda$, при цьому $x_1 + (n-1)\lambda < X_{max} \leq x_1 + n\lambda$.

6. Ранжувати всі зерна по відповідним класам і підрахувати кількість n зерен в кожному класі, отримати варіаційний ряд. Сума кількості зерен у кожному класі відповідає загальній кількості зерен взятих для дослідження.

7. Визначити частоти (кількість насіння n_i , що відноситься до кожного класу), які будуть являти собою варіаційний ряд розподілу даної ознаки.

7. Дані варіаційного ряду заносяться в таблицю 1.

8. Побудувати гістограму розподілу вимірної характеристики насіння. на вісі абсцис відкладають лінійні розміри, а по вісі ординат - частоту P_i , % (кількість насінин в кожному класі). Потім на відрізках вісі абсцис будують прямокутники шириною λ і висотою P_i .

Подання результатів. Результати досліджень представити у вигляді таблиці 1 та гістограми (рис. 2) розподілу варіаційного ряду. Зробити висновки.

Таблиця 1. Варіаційний ряд розміру насіння

Показник	Порядковий номер класу											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Межі класів, мм												
Середній розмір												
Кількість насіння в класі x_{icp} , мм												
Частота ознаки P_i %												

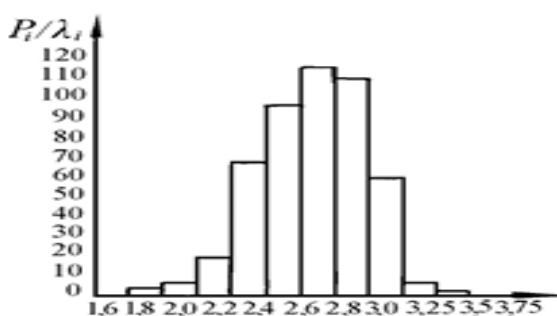


Рис. 2. Гістограма розподілу насіння за довжиною

Висновки.

Завдання 2. Визначення абсолютної маси, насипної маси і щільності насіння зернобобових культур.

1. Відібрати тричі 100 насінин, окремо зважити на лабораторних вагах, з точністю 0,01 г. Отримане значення є абсолютною масою 100 насінин $m_{абс1} \dots m_{абс3}$
2. Додатково тричі відібрати 200 насінин. Зважити і результат записати в таблицю як маса наважки $m1 \dots m3$.
3. Виконати етапи роботи у трикратній повторності, розрахувати середні значення показників за формулою, як показано для абсолютної маси:

$$m_c = \frac{m1 + m2 + m3}{3}$$

де $m1 \dots 3$ – маса наважки для трьох окремих вимірювань, г; 3 – кількість вимірювань.

3. Засипати зважену кількість матеріалу із 200 насінин в мірний циліндр, кілька разів збити циліндр для кращого ущільнення насіння і заповнення об'єму. Об'єм насіння ($V_{1 \dots 3}$) визначити за результатами цього вимірювання. Провести вимірювання тричі. Розрахувати середній показник. Записати в таблицю.

4. Визначити насипну масу насінного матеріалу використати за формулою:

$$M = \frac{m_i}{V_{i1}}$$

де $m1 \dots 3$ – маса наважки 200 насінин, г; $V_{1 \dots 3}$ – об'єм відповідно для кожного вимірювання.

5. Заповнити мірний циліндр на 1/2 об'єму водою. Помістити в нього наважку з 200 зважених насінин із відомою масою. Визначити об'єм води $V_{21} \dots 3$ витіснений насінням за різницею показників. Визначення провести тричі. Показники записати у таблицю. Розрахувати середній показник і записати у таблицю.

6. Визначити щільність насіннєвого матеріалу за формулою:

$$\rho = \frac{m1 \dots 3}{V_{21} \dots 3}$$

де $m1 \dots m3$ – маса наважки 200 насінин окремо для кожного вимірювання, г; $V_{21} \dots 3$ – об'єм води витіснений насінням із циліндра, мл. Показники записати у таблицю .Розрахувати середній показник, записати у таблицю 2.

7. Визначити коефіцієнт використання об'єму насіннєвим матеріалом для кожного з трьох вимірювань за формулою:

$$K = \frac{V_2}{V_1}$$

де K – коефіцієнт використання об'єму; V_1 – об'єм насіння, мл; V_2 – об'єм води витіснений насінням, мл. Розрахувати середній показник K і записати у таблицю 3.

Таблиця 2. Результати вимірювань у трикратній повторності

Абсолютна маса			Маса наважки			Об'єм наважки		
$m_{(abc)1}$	$m_{(abc)2}$	$m_{(abc)3}$	$m1$	$m2$	$m3$	V_{11}	V_{12}	V_{13}

Об'єм води що витісниться			Насипна маса			Щільність			Коефіцієнт використання об'єму		
V_{21}	V_{22}	V_{23}	$M1$	$M2$	$M3$	$P1$	$P2$	$P3$	$K(v)1$	$K(v)2$	$K(v)3$

Подання результатів. Результати вимірювань у трикратній повторності оформити у вигляді таблиці. Представити розрахунки середніх показників. Внести дані у таблицю. Зробити висновок.

Таблиця 3. Результати середніх значень маси і щільності насіння

Абсолютна маса $m(c)$,г	Насипна маса $M(c)$,кг/м ³	Щільність $P(c)$, кг/м ³	Коефіцієнт використання об'єму – $K(v)c$

Висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Що таке абсолютна і об'ємна маса насіння?
2. На що впливає форма, властивість поверхні насіння?
3. Що означає щупле насіння?
4. Із якою метою здійснюється сортування насіння?
5. Яку форму мають отвори решіт для поділу насіння по ширині і товщині?
6. Які сили тертя характеризують фрикційні властивості насіння?
7. Від чого залежить кут природного укусу насіння?
8. Від чого залежить величина руйнівного навантаження на насіння?

9. Види пошкоджень зерна за механічних впливів?
10. Як визначити коефіцієнт парусності насіння?
11. Які решета використовують для очищення і сортування насіння?
12. Як розрахувати середній показник довжини насінин?
13. Що таке швидкість витання, від чого вона залежить?
14. Які наслідки склепоутворення?
13. Як устанавлюється кількість класів варіаційного ряду?
14. Що характеризує варіаційна крива?
15. Як побудувати гістограму варіаційну ряду розподілу насіння сільськогосподарської культури за даною ознакою?

Практична робота №6

Тема. Технологічні властивості рослинних матеріалів. Визначення вологості рослинних матеріалів

Мета: ознайомитися з основними технологічними властивостями рослинних матеріалів; визначити види деформації рослинних матеріалів при впливі на них робочих органів сільськогосподарських машин, способи визначення опору деформаціям; опрацювати метод визначення вологості рослинних матеріалів і встановити вплив вологості матеріалу на здатність до зламу.

Теоретичний матеріал

Деформації рослинних матеріалів при впливі на них робочих органів сільськогосподарських машин. Деформація рослинних матеріалів під впливом робочих органів сільськогосподарських машин може проявлятися в різних формах. *Деформації розтягу одиничних рослин* спостерігаються під час роботи бральних апаратів, які витягують стебла з ґрунту, натягуючи їх нижні частини. Такий тип деформації також виникає при обробці обчісуючими апаратами, що відривають насінневі коробочки або ягоди від квітконосів. *Стиск окремих рослин* у поперечному напрямку відбувається під час їхнього нагромадження в ємкостях, обмолоту чи затиснення між пасами бральних апаратів і плющильними вальцями. *Деформації зсуву одиничних рослин* виникають під впливом ножів ріжучих апаратів машин або лап культиваторів. *Кручення рослин* спостерігається, коли при їх затисканні між пасами одного з машин один пас ковзає відносно іншого. *Згин рослин* виникає при впливі на них дільників і пальців ріжучих апаратів, планок мотовила, пальців підвідних пристроїв і інших робочих органів.

Групи рослинних матеріалів можуть зазнавати *деформації розтягу* під час транспортування, якщо швидкість транспортера надмірно висока, що призводить до розтягання стебел, а також під час підйому валків підбирачами або поділу групи матеріалів. *Деформації стиску груп рослин* спостерігаються у сільськогосподарських машинах, як у випадку з орієнтованими в одному напрямку (снопи, тюки та рулони з паралельними стеблами), так і в безладно розміщених (тюки, рулони й брикети із сіна і соломи). *Стиск* може мати місце при обмолоті, накопиченні матеріалів в ємкостях, утворенні копиць або стогів та в багатьох інших ситуаціях. *Деформації зсуву груп рослин* відбуваються під час їх різання та подрібнення. *Кручення груп матеріалів* може виникнути при формуванні рулонів, підборі валків підбирачами або роботі зубів граблів. *Згин шару матеріалів* відбувається під час вантажно-розвантажувальних робіт, де окремі стебла зазнають поздовжнього стиску і згину.

У результаті зазначених деформацій корені, стебла, гілки, пагони, квітконоси можуть піддаватися різним видам деформацій: розтягу, поперечного та поздовжнього

стиску, зсуву, кручення, поперечного і поздовжнього згину. Плоди, бульби, колосся, насінні коробочки, зерно та насіння можуть зазнавати деформацій стиску, зсуву, кручення та інколи розтягу. Групи матеріалів, що включають листочки, квіти, бруньки та елементи квіток, можуть піддаватися деформаціям стиску. Під час деформацій розтягу, стиску, зсуву та згину груп рослин, що містять корені, стебла, гілки, пагони та квітконоси, окремі рослини можуть розтягуватися, інші — стискуватися, зсуватися, скручуватися або згинатися.

Опір стебел деформаціям. При розтягуванні стебел сільськогосподарських культур спостерігається прямолінійна залежність між прикладеним зусиллям і деформацією до моменту їх руйнування. Зокрема, для кукурудзи та соняшника спостерігаються такі

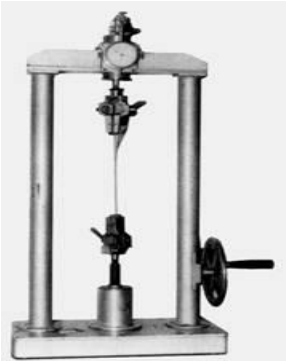


Рис. 6.1.
Екстензометр зі
стеблом льону,
що розтягується

показники: для кукурудзи: $\sigma_k = 5,5...6,5$ МПа (вологості $W = 58,2$ %); для соняшника: $\sigma_c = 6...10$ МПа (вологості $W = 40,9$ %). При стискуванні для кукурудзи максимальне зусилля (F_{max}) складає 4700 Н, а для соняшника — 5150 Н. Межі міцності для кукурудзи становлять $\sigma_k = 7,5$ МПа, а для соняшника — $\sigma_c = 7,0$ МПа. Дослідження закономірностей при статичному розтягу рослин проводиться на екстензометрі (рис. 6.1). Для дослідження розтягу матеріалів при динамічних навантаженнях застосовуються маятникові копри.

Для дослідження розтягнення рослини її кінці фіксуються в спеціальних затискачах. Навантаження зразка здійснюється через передачу крутного моменту від маховика. Деформація, що виникає внаслідок розтягу (переміщення рухомого штока з затискачем), вимірюється за допомогою лічильника. Зусилля, що діє на зразок, передається до силової пружини, де її деформація пропорційна зусиллю і фіксується індикатором годинникового типу. Використання плоских силівимірювальних пружин з різною жорсткістю дозволяє регулювати навантаження в діапазоні від 0 до

100 Н або від 20 до 200 Н. Похибка вимірювання деформацій зразка становить 0,01 мм.

Стиск і сплющення стебел, що втратили значну частину вологи, характеризуються кількома етапами: стиск деревинного кільця в межах пружної деформації (рис. 6.2): деформація прямо пропорційна зусиллю стиску (1); руйнування деревинного кільця з розколюванням по поздовжньому напрямку волокон (2); сповільнене зростання зусиль при великих деформаціях: опір стиску головним чином забезпечує серцевина (3); пресування після руйнування деревинного кільця: характеризується швидким зростанням зусиль при незначних деформаціях (4).

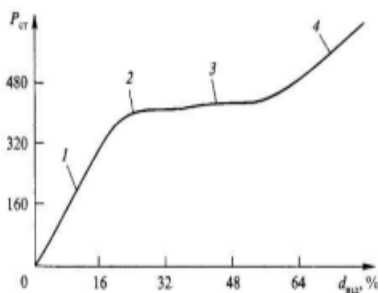


Рис. 6.2 Залежність деформації стебла кукурудзи від прикладеного зусилля

Зусилля зламу стебел залежить від ступеня їх стиглості (вологості) та діаметра. Стебла кукурудзи і соняшника не відрізняються високою міцністю. Спочатку вигинається все стебло при порівняно незначних деформаціях. Потім кривизна різко збільшується,

деформація концентрується на невеликій ділянці і стебло сплющується. При невеликих деформаціях стебло добре опирається згину. Далі жорсткість стебла різко зменшується. Наявність клітинних соків і повітря в клітинах стебла сприяє явищу повзучості, під якою слід розуміти властивість їх змінювати величину своєї деформації під дією постійного навантаження.

Опір різанню стебел залежить від діаметра стебла. Деревинна частина стебла поглинає основну частину енергії при різанні. Опір різанню серцевини є значно меншим порівняно з опором всього стебла.

Для соняшника максимальна робота різання при прямому зрізі становить 10,2 Дж, а при скісному — 6,8 Дж (діаметр стебла 32 мм, вологість $W_a = 18\%$). Для кукурудзи ці показники складають відповідно 10,3 Дж і 7,4 Дж (діаметр стебла 25 мм, вологість $W_a = 17\%$). Для зернових культур робота, витрачена на зріз 1 м^2 , складає від 100 до 200 Дж, середнє зусилля на зріз одного стебла пшениці — від 2 до 6 Н, максимальне — до 30 Н.

Для вимірювання сили опору стебел на перерізування використовувався динамометр переносний ДОСМ-3-0,2 представлений на рис. 6.3.

Пружні властивості стебел. При наближенні стебла до межі зламу після зняття навантаження воно повертається у вихідне положення, що свідчить про наявність пружних властивостей. Ці властивості визначаються анізотропною структурою стебел та наявністю порожнин, заповнених повітрям і рідиною. При збільшенні швидкості руху жатки стебла більше нахилиються під її робочими органами. Якщо ж пружні властивості стебел слабкі, то стебла можуть зламатися при нахилі, що призводить до втрат урожаю. Високі пружні властивості стебел дозволяють підвищити робочу швидкість жатки. Наприклад, сила, необхідна для зламу стебла озимої пшениці при різній висоті зрізу, дорівнює: 0,42 Н — при висоті 5 см, 0,1 Н — при висоті 10 см, 0,03 Н — при висоті 20 см.

Залежність між середніми значеннями зусилля і нахилу в процесі відхилення стебла приблизно прямо пропорційна. Середнє зусилля для зламу стебла в групі є в 1,5–2 рази меншим, ніж для окремо відхиленого стебла. Це пояснюється тим, що не всі стебла в групі однаково напружені; найбільше напруження спостерігається у стебел, що знаходяться на периферії.

Завдання до практичної роботи №6

Завдання 1. Визначення вологості сільськогосподарських матеріалів

1. Ознайомитися зі способом вимірювання вологості насіння за допомогою вологомірів різних принципів дії (табл. 1).

2. Законспектувати принципи роботи різних типів вологомірів:

Кондуктометричні вологоміри. Принцип роботи кондуктометричних вологомірів базується на вимірюванні електропровідності або електроопору матеріалу. Вони використовують залежність електричних властивостей (провідності або опору) від вмісту води в досліджуваному матеріалі. *Електропровідність:* коли матеріал містить воду, його провідність змінюється, оскільки вода є хорошим провідником електричного струму завдяки наявності іонів. У сухому стані матеріал має низьку провідність (як ідеальний діелектрик), а при збільшенні вмісту води провідність зростає, оскільки вода сприяє руху іонів через матеріал. *Електроопір:* у кондуктометричних вологомірах опір визначається



Рис. 6.3 Динамометр переносний ДОСМ-3-0,2

зміною електричних властивостей матеріалу при різному рівні вологості. Опір змінюється при зміні водного вмісту, і цей процес використовується для визначення вологості.

Діелектрометричні вологоміри працюють на основі вимірювання змін у діелектричних властивостях матеріалу, що виникають через різницю в поведінці води та сухої речовини. Вода має значно більшу діелектричну проникність, ніж сухі речовини, що дозволяє використовувати цей ефект для визначення вологості. *Діелектрична проникність*: у сухому стані матеріал має низьку діелектричну проникність, а з підвищенням вологості її значення збільшується, оскільки вода значно змінює здатність матеріалу проводити електричне поле.

Надвисокочастотні (НВЧ) вологоміри використовують принципи, засновані на зміні електричних властивостей матеріалу при впливі високочастотних електричних полів. *Високочастотні хвилі*: принцип роботи НВЧ вологомірів базується на зміні швидкості поширення електромагнітних хвиль через матеріал при зміні його вологості. Вода має велику поляризовану здатність у порівнянні з іншими речовинами, тому вона значно впливає на поширення хвиль.

Таблиця 1. Порівняння принципів роботи вологомірів

Тип вологоміру	Принцип роботи	Особливості
Кондуктометричні	Вимірювання електропровідності або опору матеріалу.	Чутливість до іонної провідності води в матеріалі.
Діелектрометричні	Вимірювання діелектричної проникності матеріалу.	Висока чутливість до зміни вмісту води завдяки діелектричним властивостям води.
НВЧ вологоміри	Використання зміни властивостей матеріалу при впливі високочастотних хвиль.	Висока точність та швидкість вимірювання, залежить від взаємодії хвиль з водою в матеріалі.

3. Ознайомитися з додатковою інформацією про переваги і недоліки методів вимірювання вологості рослинних матеріалів: «Аналіз методів та засобів вимірювання вологості сипких продуктів» за посиланням:

file:///C:/Users/Aorus/Downloads/vvpi_2023_2_19.pdf

4. Порівняти переваги і недоліки різних способів вимірювання вологості сипких матеріалів на прикладі таблиці 2.

Таблиця 2. Переваги та недоліки способів визначення вологості

Показник	Сушильна шафа СЕШ-3М	Аналізатор вологості РМ 450
Сильні сторони	Еталонний метод аналізу для багатьох продуктів	Не потребує додаткового обладнання, простота використання
		Підключення до комп'ютера, економія місця
Швидкість вимірювання	Тривалий вимір	Швидке вимірювання
Слабкі сторони	Тривалий вимір, великі трудовитрати	Можливість помилки, пов'язана з людським фактором
	Необхідність дотримання правильності методики	
	Можливість випаровування інших речовин, крім води	

Джерело: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9654/1/277-282.pdf>

4. Визначити вологість рослинного матеріалу термогравіметричним методом за висушування до сталої вологості. Принцип роботи описаний у лабораторній роботі №2.

5. Висушувати зразки у сушильній шафі залежно від виду рослинного матеріалу протягом 4–12 год при температурі 60 °С. У разі прискореного сушіння насіння допускається його висушування при 105 °С упродовж 30—50 хв. з наступним подрібненням на лабораторному млині та досушуванням протягом 40 хв. при 130 °С.

6. Зважити зразок після висушування, результати зважування занести у таблицю

7. Визначити абсолютну вологість рослинного матеріалу за формулою:

$$W_{\text{абс}} = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{ср}}} \times 100\%$$

де $m_{\text{в}}$ – маса води, г; $m_{\text{ср}}$ – маса сухої речовини, г.

8. Визначити відносну вологість рослинного матеріалу за формулою:

$$W_{\text{від}} = \frac{m_{\text{в}}}{m} \times 100\%$$

де $m_{\text{в}}$ – маса води, г; m – загальна маса вологого матеріалу, г.

9. Визначити вологовміст матеріалу U , г/г (питомий масовий вміст) за формулою:

$$U = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{ср}}}$$

Подання результатів. 1. Зробити конспект, порівняти переваги і недоліки різних способів визначення вологості сипких матеріалів.

2. Результати зважування зразків рослинних матеріалів записати у таблицю 3.

Таблиця 3. Результати зважування рослинних матеріалів

Зразок рослинного матеріалу	№ бюкси	Маса порожнього бюкса (бп), г	Маса бюкса з наважкою до висушування (бг), г	Маса бюкси з наважкою після висушування (бв), г	Маса втраченої вологи (а), г	Маса абсолютно сухого рослинного матеріалу (т), г

3. Результати роботи оформити у вигляді розрахунків і таблиці 4, зробити висновки.

Таблиця 4. Показники вологості рослинних матеріалів

Матеріал	Загальна маса, мм (г)	Абсолютна вологість, W (%)	Відносна вологість, $W_{\text{від}}$ (%)	Вологовміст, U (г/г с.р.)
Пшениця				
Ячмінь				
Жито				
Овес				
Льон				

Висновок.

Завдання 2. Ознайомитися з принципом випробування стебла кукурудзи на злам, визначити чинники від яких залежить показник

Дослідні зразки стебел кукурудзи довжиною близько 200 мм мають бути рівномірні та не мають дефектів. Розмістити зразки на двох опорах так, щоб відстань між центрами

опор становила 100 мм (рис. 6.4) Відстань між центрами опор 100 мм. Радіус закруглення кінцевика – згинаючого робочого органу – $3,0 \pm 0,5$ мм. Радіус округлих сталевих стрижнів, з яких робились опори, O та O_1 у межах 6...8 мм.

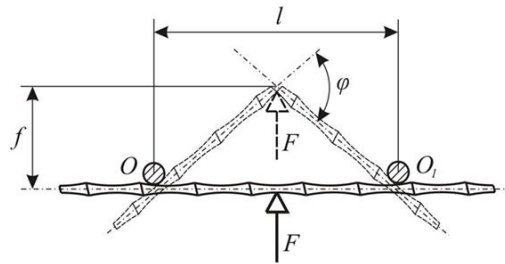


Рис. 6.4 Принцип визначення зусилля зламу і згину стебла кукурудзи

Використовуйте динамограф-роботомір ДР-100 для контролю навантаження та фіксації показників прогинання, при цьому забезпечте вільне ковзання кінців зразка по поверхні опор без спеціальних затискачів. Налаштуйте швидкість навантаження роботоміру на рівні 20-30 обертів рукоятки за хвилину та забезпечте рівномірність навантаження протягом усього експерименту. Під час випробування зафіксуйте значення стріли прогинання, вимірюючи вертикальне відхилення зразка на момент зламу за допомогою динамографа. Використовуйте отриману стрілу прогинання для розрахунку кута вигину стебла в момент зламу за формулою

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{2f}{l},$$

де φ – кут вигину зразка у момент зламу, град;

f – стріла прогинання, мм;

l – відстань між центрами опор (100 мм).

Приклад результатів зусиль зламу і згину стебла кукурудзи за різної вологості, діаметра стебла та його частини показано у таблиці 3.

Таблиця 3. Зусилля зламу та згину стебла кукурудзи за різної вологості вологості

Частина стебла	Діаметр стебла (середній), мм.	Зусилля зламу-згину (середнє), кН	Стріла прогинання при зламi (середина), см.	Кут зламу, град.
Вологість 60 %				
Комель	25	0,486	2,43	25,9
Середина	20	0,271	2,35	25,1
Вершина	15	0,191	2,72	28,5
Вологість 13 %				
Комель	25	0,331	1,75	19,3
Середина	20	0,247	2,24	24,1
Вершина	15	0,188	2,81	29,3

Джерело: <https://core.ac.uk/download/pdf/55295514.pdf>

Подання результатів. За даними таблиці 3 оцінити міцність і гнучкість стебел кукурудзи при різних умовах навантаження. На основі результатів зробіть висновок щодо

характеристики стебел кукурудзи під механічним навантаженням і оцініть вплив таких факторів, як волога, зрілість рослини та частин стебла на їх міцність.

Висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Назвіть основні технологічні властивості сг матеріалів?
2. Назвіть види деформації рослинного матеріалу
3. Опишіть залежність деформації сплюснення стебла кукурудзи від прикладеного навантаження
4. Що таке пружність стебла? На що впливає показник пружності?
5. Від чого залежить динамічна міцність стебел рослин на розрив?
6. Що таке абсолютна вологість і відносна вологість рослинного матеріалу?
7. Назвіть способи визначення вологості рослинного матеріалу?
8. Назвіть особливості висушування сирих сільськогосподарських матеріалів.
9. Як впливає вологість на зусилля зламу і згину стебла кукурудзи?
10. Чи залежить зусилля зламу від таких факторів, як волога, зрілість рослини та частин стебла? Яким чином?

Практична робота №7

Тема. Розробка агротехнічної складової технології вирощування культур

Мета: визначити специфіку поняття технологічної операції та процеси, технологічна карта; відпрацювати агротехнічну частину складання технологічної карти вирощування сг культур.

Теоретичний матеріал

Механічний обробіток ґрунту досягається шляхом виконання різних *технологічних операцій*, серед яких основними є: обертання, рихлення (кришення), різання, перемішування, ущільнення, вирівнювання поверхні, підрізання та висмикування бур'янів, а також нарізання гребенів, борозен і лунок. Кожна з цих операцій має специфічні функції, що допомагають у покращенні якості ґрунту та створенні оптимальних умов для вирощування рослин.

Обертання полягає у зміні розташування верхніх і нижніх шарів ґрунту. Завдяки цьому рослинні рештки, такі як дернина, пожнивні залишки, а також корені рослин, вносяться на глибину, де мікроорганізми сприяють їх розкладу, що покращує родючість ґрунту. Також за допомогою обертання в ґрунт можуть бути внесені різні добрива, такі як гній, органо-мінеральні та мінеральні добавки.

Рихлення або кришення ґрунту сприяє розподілу обробленого шару на дрібні структурні елементи (грудочки), що зменшує його щільність. Цей процес допомагає покращити водопроникність ґрунту, але створення надмірно дрібних агрегатів (менше 1 мм) може призвести до ерозійних процесів. Якщо ж агрегати мають розмір менше 0,25 мм, вони утворюють пилюваті частинки, що негативно позначаються на стані ґрунту.

Різання полягає в відокремленні шару ґрунту або тонких пластів від основного масиву. Враховуючи неоднорідність ґрунту, цей процес може бути вертикальним або горизонтальним, залежно від напрямку розрізу.

Перемішування є зміною взаємного розташування агрегатів ґрунту, добрив або інших матеріалів, що дозволяє рівномірно розподіляти внесені добавки і підвищувати однорідність обробленого шару.

Ущільнення є зворотним процесом рихлення, який застосовується для підвищення щільності ґрунту перед посівом дрібного насіння. Це допомагає створити кращі умови для рівномірного їх занурення в ґрунт, а також для забезпечення капілярної вологою. В умовах посушливих зон ущільнення також запобігає висиханню поверхневого шару ґрунту.

Вирівнювання поверхні полягає в усуненні нерівностей на полі для створення оптимальних умов для посіву, зрошення або збереження вологи.

Підрізання та висмикування бур'янів є механічним способом боротьби з небажаними рослинами шляхом зрізання або вилучення їх коренів і стебел.

Нарізання гребенів і борозен застосовується для регулювання водного режиму ґрунту, що покращує водопостачання коріння рослин.

Технологічний процес — це сукупність операцій, які виконує один робочий орган ґрунтообробної техніки для досягнення певного результату. Наприклад, під час оранки виконуються операції різання, обертання, перемішування та рихлення ґрунту.

Застосовуються різні технологічні процеси, серед яких оранка, глибоке рихлення, культивування, лущення, боронування, фрезерування та інші. Всі ці операції об'єднуються в систему обробки ґрунту, яка може бути основною (глибокою) або додатковою (поверхневою). Основна система обробки включає відвальну та безвідвальну обробку ґрунту, а додаткові процеси поділяються на передпосівні та післяпосівні. Кожна з цих систем вимагає спеціальних машин і знарядь для виконання технологічних операцій.

Технологічна карта є робочою програмою, в якій передбачається комплекс заходів щодо вирощування високоякісних урожаїв конкретної сільськогосподарської культури. У ній науково обґрунтовано подається перелік агротехнічних операцій, які в умовах зони забезпечують максимальну реалізацію потенціалу продуктивності вирощуваного сорту або гібрида. У технологічній карті обґрунтовано поєднуються три основних напрями діяльності агрономічної служби: технологічний, технічний та розрахунково-економічний.

Технологічний напрям передбачає розробку і послідовність проведення технологічних операцій та агротехнічних вимог до них – раціональних способів і глибини обробки ґрунту, норм внесення добрив і пестицидів; ефективних способів підготовки насіння; строків сівби та норм висіву; особливостей догляду за культурою та збирання; строків виконання і обсягів робіт тощо.

Технічний напрям – комплектацію машинно-тракторних агрегатів, марочний підбір тракторів, сільськогосподарських машин і знарядь, встановлення норм виробітку та кількості обслуговуючого персоналу.

Розрахунково-економічний напрям – визначення потреб у робочій силі й техніці, матеріально-грошових витрат за видами робіт і у цілому по культурі, а також собівартості виробленої продукції.

Технологічний і технічний напрями становлять агротехнічну частину технологічної карти. Отже, весь комплекс заходів, що описані у розділі 3, необхідно звести в єдину чітку систему технологічних прийомів у вигляді агротехнічної частини технологічної карти вирощування культури.

Розробка агротехнічної частини технологічної карти технології вирощування сільськогосподарських культур Агротехнічну частину карти складають за встановленою формою, на спеціальних бланках, якими користуються у виробництві (табл.4.1).

У графі "Технологічна операція" наводять агротехнічні прийоми, які рекомендовані господарствам зони при вирощуванні сортів і гібридів сільськогосподарських культур. Їх записують у таблицю в послідовності, передбаченій рекомендованою технологією: починають з операцій допосівної обробки ґрунту та внесення добрив і закінчують збиранням урожаю та його підготовкою до реалізації і зберігання. Деякі відхилення у

послідовності виконання операцій можуть мати місце, якщо вони зумовлені господарською необхідністю або доцільністю. Протруюють насіння, наприклад, завчасно, а не безпосередньо перед сівбою, як передбачено картою, або навесні передбачене картою допосівне застосування азотних добрив (через їхню відсутність) замінюється післяпосівним підживленням рослин азотом.

Наведена схема технологічної карти передбачає розробку не календарних, а агротехнічних строків проведення робіт, які вказують у відповідній графі. У графі «Вимоги до якості» потрібно звертати особливу увагу на розробку якісних показників виконання операцій.

В агротехнічну частину карти включають також операції, які безпосередньо не впливають на ріст і розвиток рослин, але дають змогу вчасно виконати передбачені агротехнічні роботи. До них належать, наприклад, такі, як навантаження і розвантаження насіння або добрив, транспортування до місця їх використання та ін., їх може бути більше або менше, ще залежить від особливостей технології, матеріальних ресурсів тощо.

Завдання для виконання практичної роботи №7

1. Отримати завдання для виконання практичної роботи відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1. Індивідуальні завдання для виконання практичної роботи №7

Варіант	1, 21	2, 22	3, 23	4, 24	5,25	6,26	7	8	9	10
Культура	пшениця озима	пшениця яра	кукурудз а середньо-	сорго	жито озиме	соняшник	ріпак озимий	ріпак ярий	ячмінь пивоварний	соя
Попередник	соя	кукурудз а	пшениця озима	горох	картопля	пшениця яра	пшениця озима	гречка	кукурудз а	бурак цукровий
Ґрунт	чорнозем	темно-сірий	ясно-сірий	чорнозем	дерново-підзолистий	чорнозем	темно-сірий	ясно-сірий	сірий лісовий	чорнозем
Регіон	Цент. Лісостеп	Пн. Лісостеп	Пд. Полісся	Пн. Лісостеп	Полісся	Зах. Лісостеп	Зах. Полісся	Пн. Полісся	Пн. Лісостеп	Цент. Лісостеп

Продовження таблиці

Варіант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Культура	гречка	горох	жито озиме	картопля	буряк цукровий	овес	ячмінь озимий	тригикале	soя ранньо-стигла	кукурудза ранньо-стигла
Попередник	картопля	ріпак озимий	горох	озиме жито	озима пшениця	цукровий буряк	ріпак озимий	горох	соняшник	soя
Ґрунт	дерново-підзолистий	ясно сірий	дерново-підзолистий	ясно-сірий	чорнозем	темно-сірий	чорнозем	дерново-підзолистий	чорнозем	темно-сірий
Реґіон	Поліся	Зах. Лісоstep	Зах. Поліся	Зах. Поліся	Цн. Лісоstep	Пн. Лісоstep	Зах. Лісоstep	Пн. Поліся	Пд. Лісоstep	Пн. Лісоstep

2. Ознайомитися з механіко–технологічними властивостями культури та ґрунту варіанту завдання.

3. Визначити критичні кліматичні умови, які будуть ускладнювати виконання агротехнічних операцій.

4. Запропонувати технологічні процеси, які доцільно використати за певних властивостей культури і ґрунту, описати їх у формі таблиці.

5. Оформити таблицю, де вказати агротехнічну частину технологічної карти вирощування культури відповідно до завдання.

Додаткова інформація. З особливостями виконання технологічних операцій за вирощування сільськогосподарських культур додатково можна ознайомитися за посиланням: *Петров П. В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с.*
<https://moodle.osau.edu.ua/pluginfile.php/3838/course/summary/Agrotechnologia.pdf>

6. Для визначення вимог до якості виконання технологічних процесів використати джерело інформації за посиланням: *Хомик Н.І. Агрономічне оцінювання якості сільськогосподарських робіт. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цюнь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. С. 140–187* <https://core.ac.uk/download/pdf/427551227.pdf>

6. Зробити висновок про технологію вирощування культури

Подання результатів. Результати оформити у вигляді таблиці 2. Зробити висновок.

Таблиця 2. Агротехнічна частина технологічної карти вирощування культури в умовах певної зони

Технологічний процес	Склад агрегату	Строк виконання	Вимоги до якості
----------------------	----------------	-----------------	------------------

	Трактор (марка)	Марка с-г машин, їх кількість	Термін	

Висновок.

Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Дати визначення, що таке технологічна операція?
2. Назвати значення проведення наступних технологічних операцій: обертання, рихлення, різання, перемішування, вирівнювання поверхні, ущільнення?
3. За вирощування яких культур використовують технологічну операцію нарізання гребенів і борозен?
4. Від яких технологічних властивостей ґрунту залежить вибір технологічного процесу?
5. Які технологічні операції спричиняють зміну параметрів технологічних показників ґрунту?
6. Які технологічні властивості добрив впливають на якість їх розсіювання під час внесення?
7. Який спосіб та агрегат внесення добрив забезпечить найбільшу рівномірність розподілу добрив по оброблюваній поверхні?
8. Як технологічні властивості с-г матеріалів впливають на строк проведення технологічного процесу?
9. Як технологічні властивості рослинних матеріалів впливають на вибір агрегату для проведення збору урожаю?

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДО ВИКОНАННЯ ЦИКЛУ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

8.1 Основна:

1. Войтюк Д. Г., Царенко О. М., Яцун С. С. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Практикум. К. : Аграрна освіта, 2000. 93 с.
2. Кобець А. С., Іщенко Т. Д., Волик Б. А., Демидов О. А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : навчальний посібник. Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2009. 84 с.
3. Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Бондар С. М. Проектування технологічних процесів у рослинництві. Ніжин : Вид-во Аспект-поліграф, 2005. 192 с.
4. Мельник І. І., Демидко М. О., Гречкосій В. Д. та ін. Планування ефективного використання техніки. Ніжин : Вид-во Аспект-поліграф, 2005. 80 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / О. М. Царенко, Д. Г., В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. К. : Мета, 2003. 448 с.
6. Федорчук Г. Ф. Механіка ґрунтів: Лабораторний практикум : навч. посібник. За ред. Є. М. Бабича. Рівне : НУВГП, 2004. 141 с.
7. Хайліс Г. А., Горбовий А. Ю., Гошко З. О. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. К. : Вища школа, 1998. 268 с.

8.2. Допоміжна

8. Алієв, Е. Б., Лупко, К. О., Морфологічні ознаки і фізико-механічні властивості насіння дрібнонасінних культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2020. Вип. 50. Кіровоград: КНТУ. С. 27–34
9. Борисенко А. А. Методичні рекомендації для безпечного застосування пестицидів з повітря за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) URL: http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/10810/1/ZPP_BPLA_02.pdf
10. Булигін С.Ю., Вітвіцький С. В. М 42 Агрофізика ґрунту : підручник. К. : Видавництво, 2021. 315 с.
11. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін. К. : Урожай, 1987. 387 с.
12. Довідник сільського інженера. В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та ін. За ред. В. Д. Гречкосія. К. : Урожай, 1991. 400 с.
13. Кротінов О. П., Максимчук І. П., Манько Ю. П., Руденко І. С. Лабораторно-практичні заняття по землеробству. Київ : Вид-во УСГА, 1993.
14. Кулик Г. А., Семеняка І. М., Малаховська В. О. Методи визначення агрофізичних властивостей ґрунту. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ОПП 201 «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» освітнього ступеню «Бакалавр» денної форми навчання. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 55 с.
15. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Конспект лекцій для студентів-бакалаврів галузі знань: 20 – Аграрні науки та продовольство; машинобудування, напряму підготовки: 208 – Агроінженерія та 133 – Галузеве машинобудування. / Укладачі І.П. Паламарчук, І. Г. Липовий, О. В. Зозуляк. Вінниця : ВНАУ, 2017. 87 с.
16. Мостіпан М.І. Рослинництво : лабораторний практикум. Кіровоград : видавець Лисенко В. Ф., 2015. 320 с.
17. Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. К. : Аграрна освіта, 2009. 268 с. URL: <https://moodle.osau.edu.ua/pluginfile.php/3838/course/summary/Agrotechnologia.pdf>

18. Ракул О. І., Пилип В. Є., Грубань В. А. Визначення фізико-механічних властивостей стебла кукурудзи. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Вип. 40. Ч. II. Кіровоград : КНТУ, 2010. С. 80–86

19. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Баранівський, В. М. Булгаков та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. К. : Вища освіта, 2005. 464 с.

20. Солодка Т. М., Мороз О. С. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Рослинництво та механіка рослинних матеріалів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2021. 57 с.

21. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : монографія / Л. М. Тіщенко, С. І. Корнієнко, В. А. Дубровін та ін. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків : ХНТУСГ, 2015. 273 с.

22. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Олексюк В. П. Агрономічне оцінювання якості сільськогосподарських робіт. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. С. 140–187 URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/427551227.pdf>

23. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія : підручник. Ч.2 Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк : вид-во Надстир'я, 2012. 440 с.

8.3. Інформаційні ресурси в Інтернет:

24. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/node/2116>.

25. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2243>.

26. Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей. URL: <http://agrmash.info/>

27. Фізичні властивості добрив. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/fertiliser-handling-and-safety/--/>