

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для  
здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр  
спеціальності 208 – "Агроінженерія" освітньо-професійна програма  
"Агроінженерія" та 133 – "Галузеве машинобудування" освітньо-  
професійна програма " Галузеве машинобудування"

Ухвалено  
на засіданні кафедри  
сільськогосподарського  
машинобудування.  
Протокол №2 від 29 серпня 2024 р.

м. Кропивницький  
2024

Технологія виробництва продукції рослинництва: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальності 208 – "Агроінженерія" освітньо-професійна програма "Агроінженерія" та 133 – "Галузеве машинобудування" освітньо-професійна програма "Галузеве машинобудування" / [уклад.: П.Г. Лузан, В.В. Амосов, О.Р. Лузан]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2024.– 86 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,  
канд. техн. наук, доцент В.В. Амосов,  
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан

Рецензенти: канд. техн. наук, доцент Лещенко С.М.  
канд. техн. наук, доцент Петренко Д.І.

## Зміст

	стор.
1. Лабораторна робота №1. Дослідження морфологічних ознак і визначення механічного складу ґрунту .....	4
2. Лабораторна робота №2. Визначення агрегатного складу, водоміцності та вологості ґрунту .....	15
3. Лабораторна робота №3. Добрива в сільськогосподарському виробництві .....	26
4. Лабораторна робота №4. Агротехнічна оцінка якості основного та поверхневого обробітку ґрунту .....	37
5. Лабораторна робота №5. Сівозміни в землеробстві України .	47
6. Лабораторна робота №6. Визначення посівних якостей насіння .....	60
7. Лабораторна робота №7. Розрахунки необхідної кількості пестицидів та витрат робочої рідини .....	67
8. Лабораторна робота №8. Морфологічні особливості зернових культур .....	74
Рекомендована література .....	84

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія виробництва продукції рослинництва» розроблені для забезпечення практичної підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування», що вивчають основи вирощування сільськогосподарських культур.

Лабораторні роботи відіграють важливу роль у формуванні професійних компетентностей, оскільки дозволяють поєднати теоретичні знання із практичними навичками, що є необхідними для ефективного застосування сучасних технологій у рослинництві.

Головною метою лабораторних занять є вивчення особливостей агротехнічних процесів вирощування зернових, технічних, кормових та овочевих культур, а також отримання навичок управління технологічними операціями на всіх етапах їх виробництва. Здобувачі вищої освіти ознайомлюються з методами дослідження морфологічних ознак ґрунту, методами його обробітку й контролю якості виконання операцій, способами підготовки посівного матеріалу, застосуванням добрив, агрохімічними та біологічними засобами захисту рослин, розробкою науково обґрунтованих сівозмін. Особливий акцент зроблено на дотриманні принципів сталого розвитку, екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів.

Кожна лабораторна робота містить детальний опис практичного завдання, методіку його виконання, вимоги охорони праці та оформлення звітів. Здобувачі вищої освіти також виконують розрахункові завдання та відповідають на контрольні запитання, що сприяє розвитку аналітичного мислення та вмінню приймати обґрунтовані рішення.

Важливим аспектом є також формування у здобувачів вищої освіти здатності працювати в польових умовах, адаптуватися до змін кліматичних факторів та вирішувати конкретні виробничі завдання.

Лабораторні роботи дають можливість перевірити навички проведення досліджень, опанувати методи обліку та аналізу врожайності, а також освоїти технології післязбиральної обробки й зберігання продукції.

Методичні рекомендації спрямовані на формування всебічної професійної підготовки, яка забезпечить випускникам здатність ефективно працювати у сфері аграрного виробництва.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

### Дослідження морфологічних ознак і визначення механічного складу ґрунту

**Мета роботи** – набути навички дослідження морфологічних ознак та визначення механічного складу ґрунту.

**Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:** чашки, колба з водою, лист фанери, шпателі, зразки ґрунту.

### Короткі теоретичні відомості

**Морфологія ґрунтів** – це вчення про зовнішні ознаки ґрунтів, що визначаються найчастіше за допомогою зору і дотику.

До основних **морфологічних** ознак ґрунту належать:

- будова і потужність (товщина) ґрунтового профілю та окремих горизонтів;
- колір або забарвлення;
- гранулометричний (механічний) склад;
- структура;
- складення;
- новоутворення;
- включення;
- характер переходу одного горизонту до іншого.

Шари ґрунту, виявлені на профілі, називають **генетичними горизонтами**. Генетичні горизонти різняться морфологічними ознаками: кольором, щільністю, механічним складом, формою і розміром структурних агрегатів, вмістом гумусу та ін.

Розподіл ґрунтової товщі на окремі горизонти називається будовою **ґрунтового профілю**. Формується поступово, залежно від умов і процесів ґрунтоутворення. На його формування впливає комплекс геологічних, фізико-географічних умов та антропогенний фактор (сільськогосподарська діяльність людини, будівництво та науково-технічний прогрес).

**Потужність** (товщина) ґрунтів характеризується їх глибиною від поверхні до материнської породи. Кожний горизонт має певну товщину, що вимірюється в сантиметрах, а товщина всіх горизонтів до ґрунтоутворної породи становить глибину (товщину) профілю даного ґрунту.

Під час вивчення ґрунтів виникла потреба умовного позначення генетичних горизонтів. в Україні генетичні горизонти позначають індексами, які запропонував агроґрунтознавець Олексій Никанорович Соколовський, табл. 1.1.

Наведені індекси дають уявлення про тип ґрунту, його генетичні горизонти і ті ознаки, якими він відрізняється від інших типів ґрунтів.

Таблиця 1.1

Система символів генетичних горизонтів

Назва горизонту	Індекси прийняті в Україні
Лісова або степова підстилка	H <sub>0</sub>
Перегнійно-акумулятивний або гумусовий	H
Елювіальний (вимитий)	E
Ілювіальний (вмитий)	I
Материнська порода	P
Карбонати	K
Глейовий	Gl
Гіпсовий	G
Горизонт, в якому є розчинні солі	S
Торф'яний	T

Виділяють такі основні горизонти ґрунту:

- **лісова або степова підстилка**. Складається з органічних решток і добре виражена: під лісовою (лісове опадання), або трав'янистою рослинністю на цілих землях (степова повсть);
- **перегнійно-акумулятивний** (від лат. *accumulatio* – акумуляція, накопичення) або гумусовий, має більш темний колір, ніж інші горизонти. Займає верхню частину профілю ґрунту і характеризується максимальним вмістом гумусу і мінеральних елементів живлення рослин;
- **елювіальний** (від лат. *eluo* – вимивати) – горизонт ґрунту, в якому винос речовин переважає над накопиченням, і який, як правило, формується безпосередньо під гумусовим горизонтом. Властивий для підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів, де він називається підзолистим, а також для солонців і солодей;
- **ілювіальний** (від лат. *illuo* – вмивати). В ньому накопичуються вимиті з верхніх горизонтів гумус, різні мінеральні з'єднання,

колоїдна фракція ґрунту. Ілювіальний горизонт переходить у ґрунтоутворну (материнську) породу;

○ **материнська або ґрунтоутворна порода** – гірська порода, з якої сформувався даний ґрунт. Це найбільш глибокий горизонт ґрунтового профілю.



Рисунок 1.1 – Схематична будова ґрунтового профілю

При дослідженні ґрунтового профілю виділяють також:

- **орний горизонт**, розташований у верхній частині орних ґрунтів;
- **перехідний горизонт** – формується у ґрунтах, де вилугування мінеральної частини не виражено, або розвинуто слабо (чорноземи і каштанові ґрунти). Він поєднує риси перегнійно-аккумулятивного горизонту і материнської породи;
- **торф'яний горизонт** – в болотних ґрунтах;
- **глеєвий горизонт** на перезволожених ґрунтах, у яких в результаті відновлювальних процесів накопичуються закисні з'єднання заліза, які надають ґрунту сизуватий колір.

**Забарвлення ґрунту** – морфологічна ознака, яка може дати багато для розуміння суті процесів, що проходять у ньому, його походження, оскільки відображає хімічний склад твердої фази.

На забарвлення впливає також структурний стан та вміст вологи, агрегати, що знаходяться в грудкуватому, зернистому або глинистому стані, вологі здаються темнішими, ніж безструктурні.

Найбільш на забарвлення ґрунту впливають:

- гумус;
- окисні сполуки заліза і марганцю;
- кремнієва кислота,  $\text{CaCO}_3$  та каолін.

**Гумусові речовини** в більшості випадків зумовлюють *чорне, темно-сіре, сіре забарвлення ґрунту*. Часом чорне забарвлення може бути зумовлене й іншими причинами: невеликими плямами (пунктуаціями) оксидів і гідроксидів марганцю (підзолисті ґрунти), сірчистого заліза (болотні ґрунти), материнської породи (юрські глини, вуглисті сланці).

Верхні горизонти, які містять найбільше гумусу, забарвлені в сірий з різним відтінком колір. Наприклад, якщо гумусу менше ніж 1%, колір буває світло-сірий, 1–2% – сірий, 3–5% – темнувато-сірий, 5–10% і більше – темно-сірий або навіть чорний.

**Окисні сполуки заліза і марганцю** дають гаму різних відтінків – жовтого, оранжевого, брудно-помаранчевого, червоного, бурого, фіолетового і ін.

Сполуки закисного заліза (безводні та водні оксиди) надають ґрунтові сизуватих, зеленуватих, голубуватих тонів.

**Кремнезем**, вуглекисле вапно, каолініт, гідрат окислу алюмінію і легкорозчинні солі (хлориди і сульфати) визначають білий колір.

Забарвленню ґрунту звичайно властиві тьмяні і складні тони з-за взаємного накладання багатьох кольорів. Його важко охарактеризувати одним кольором, тому треба вказувати ступінь та інтенсивність кольору (наприклад, світло-бурий, темно-бурий), відмічати відтінки (білястий з жовтуватим відтінком), називати проміжні тони (коричнево-сірий, сіро-бурий). У ґрунтознавстві прийнято домінуючу ознаку вказувати останньою. При неоднорідному забарвленні горизонтів їх характеризують як пістряві або плямісті. При цьому визначають основний тон забарвлення й колір плям.

**Гранулометричний (механічний) склад ґрунту.** Відносний вміст у ґрунті механічних елементів різного розміру називається *гранулометричним складом*.

Фракції механічних елементів (рис. 1.2) в різних кількісних співвідношеннях складають за гранулометричним складом різні типи ґрунтів. Від гранулометричного складу ґрунту залежать майже всі його фізичні властивості, що визначають умови росту та розвитку рослин.

Найбільше поширення оримала класифікацій грунтів за гранулометричним складом побудована за співвідношенням у ґрунті фізичної глини та фізичного піску (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація ґрунтів за механічним складом

Назва ґрунту за гранулометричним (механічним) складом	Вміст фізичної глини (частки <0,01 мм), %		
	тип ґрунтоутворення		
	підзолистий	степовий	солонцевий
Піщаний			
пухкопіщаний	0–5	0–5	0–5
зв’язнопіщаний	5–10	5–10	5–10
Супіщаний	10–20	10–20	10–15
Суглинковий			
легкосуглинковий	20–30	20–30	15–20
середньосуглинковий	30–40	30–45	20–30
важкосуглинковий	40–50	45–60	30–40
Глинистий			
легкоглинистий	50–65	60–75	40–50
середньоглинистий	65–80	75–85	50–65
важкоглинистий	80–100	85–100	65–100

**Фізична глина** – частинки ґрунту розміром менше 0,01 мм.

**Фізичний пісок** – частинки ґрунту більше 0,01 мм.

Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом, коли враховують тільки фізичний пісок і фізичну глину, називається двочленною.

У піщаних, супіщаних, легкосуглинкових та середньосуглинкових ґрунтах переважає фізичний пісок, тому вони чинять невеликий опір ґрунтообробним знаряддям і їх умовно називають *легкими*.

Важкосуглинкові та глинисті ґрунти, навпаки, чинять дуже великий опір під час обробітку, то їх називають *важкими*.

Безструктурні глинисті ґрунти дуже ущільнені, мають малу водопроникність і високу вологоємність, несприятливі повітряні й теплові властивості.

Істотну роль відіграє гранулометричний склад у теплових властивостях ґрунтів: легкі ґрунти вважаються *«теплішими»*, тобто швидше відтавають і прогріваються, важкі ґрунти відносять до *«холодних»*.

У піщаних і супіщаних ґрунтах механічні елементи, стикаючись

один з одним, не взаємодіють і не утворюють агрегатів. Тому вони пухкі, мають високу водопроникність, дуже малу вологоємність, добрі повітряні властивості, швидко нагріваються і охолоджуються.

Ґрунти різного гранулометричного складу значно різняться своїми властивостями, мають різну родючість, потребують неоднакового обробітку тощо. Знання гранулометричного складу ґрунтів дає змогу спеціалістам передбачати (в певних межах) їх властивості та вирішувати питання відносно підбору ґрунтообробних знарядь, строків і способів обробітку ґрунту та внесення органічних і мінеральних добрив.

За агрономічними властивостями найкращими за гранулометричним складом є *середньосуглинкові* ґрунти.

**Структура ґрунту.** Мінеральна частина будь-якого ґрунту складається з механічних елементів – різних за розмірами уламків мінералів і порід. У процесі ґрунтоутворення ці частинки можуть склеюватися в грудочки, утворюючи структурні агрегати.

Сукупність усіх агрегатів різних за формою, величиною, міцністю, водопроникністю і пористістю, характерних для даного ґрунту та його окремих генетичних горизонтів, *називають структурою* цього ґрунту.

*Агрегацією* – називають властивість ґрунту утворювати різні за розміром та формою агрегати.

*Структурність ґрунту* – здатність ґрунту при механічній дії на нього розпадатись на агрегати визначеного розміру і форми.

У ґрунтах виділяють три основних типи структури, рис. 1.4:

❖ *кубовидна* – всі грані агрегатів рівномірні в трьох взаємно перпендикулярних осях. У кубоподібній структурі виділяють роди:

- уламкова (брилиста) – неправильна форма і нерівна поверхня;
- грудкувата – неправильна округла форма, нерівні поверхні розлому, грані невиражені;
- горіхоподібна – більш-менш правильна форма, добре виражені грані, поверхня рівна, ребра гострі;
- зерниста – більш-менш правильна форма, іноді округла з вираженими гранями;

❖ *призмovidна* – агрегати більш витягнуті по вертикальній осі. Виділяють такі роди:

- стовбовидна – частинки з нерівними гранями і округлими ребрами;

- стовбчаста – правильної форми з добре вираженими гранями, округлим верхом і плоским низом;
- призматична – грані добре вираженні з рівною блискучою поверхнею і гострими ребрами;
- ❖ **плитовидна** – агрегати розвинені по горизонтальній осі. Виділяють роди:
  - плитчаста – з вираженими горизонтальними площинами;
  - лускувата – порівняно невеликі горизонтальні «площини спайності» й часто гострі грані.

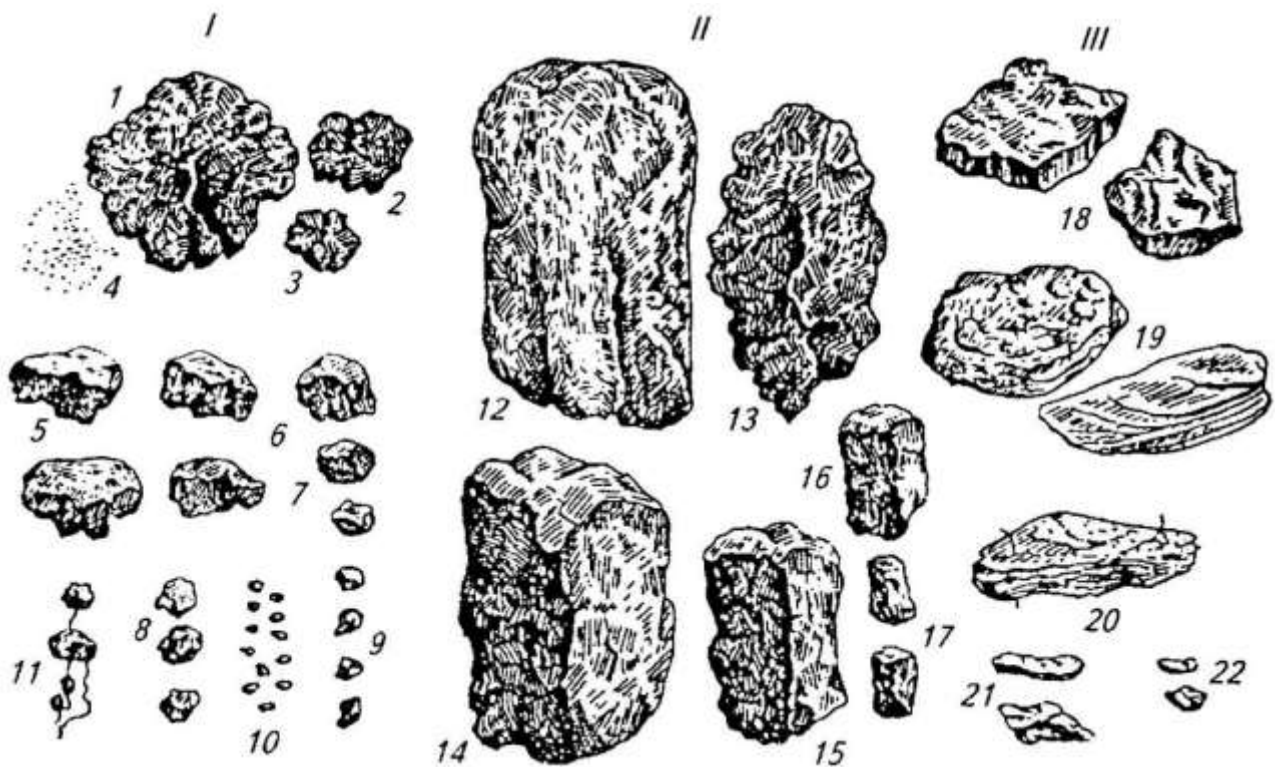


Рисунок 1.2 – Форми типових структурних агрегатів: **I – кубовидна:** 1 – крупно-грудкувата; 2 – грудкувата; 3 – дрібногрудкувата; 4 – пилувата; 5 – крупногоріхувата; 6 – горіхувата; 7 – дрібногоріхувата; 8 – крупнозерниста; 9 – зерниста; 10 – порошиста; 11 – структурні відокремлення, які нанизані на корені; **II – призмовидна:** 12 – стовбчаста; 13 – стовбовидна; 14 – крупнопризматична; 15 – призматична; 16 – дрібнопризматична; 17 – (тонкопризматична); **III – плитовидна:** 18 – сланцювата; 19 – пластинчата; 20 – листувата; 21 – лускувата; 22 – дрібнолускувата

За розмірами агрегатів розрізняють:

- мікроструктуру – агрегати діаметром менше 0,25 мм;
- макроструктуру (або грудкувато-зернисту) з розміром грудочок 0,25...10 мм;
- мегаструктуру – грудочки діаметром більше 10 мм.

В агрономічному відношенні найціннішими є грудкувато-зернисті водостійкі агрегати розміром від 0,25 до 10 мм.

Розрізняють ґрунти безструктурні, коли механічні елементи розрізнені (наприклад пісок, пил на розбитій дорозі) і структурні – механічні елементи об'єднані в агрегати.

Основні переваги структурних ґрунтів:

– мають вище водопроникнення та водоутримуючу здатність і менше випаровують вологи;

– більш сприятливі для розвитку мікробіологічних процесів та мобілізації поживних речовин;

– більш стійкі до водяної і вітрової ерозій;

– мають менший питомий опір, створюють менший опір для ґрунтообробних знарядь;

– забезпечують кращі умови для проростання насіння, росту і розвитку сільськогосподарських культур.

**Складення ґрунту** – це щільність та пористість ґрунту, або окремих його горизонтів у їх природному стані.

Залежить від механічного складу ґрунту, структури і інших його властивостей. Виділяють *розсипчасте, пухке, щільне і дуже щільне* складення.

**Новоутворення** – утворення і накопичення різних речовин, які утворилися в ґрунті внаслідок процесів ґрунтоутворення. Вони дуже відрізняються від основної маси ґрунту за кольором і хімічним складом. Розрізняють новоутворення хімічного і біологічного походження.

Хімічні новоутворення відкладаються у вигляді вицвітків легкорозчинних солей, прожилок гіпсу і вапна, окислів заліза, патьоків гумусних речовин, тощо.

Новоутворення біологічного походження представлені у вигляді екскрементів дощових черв'яків і лялечок комах (капролітів), ходів черв'яків і землерийних тварин (кротовини і червоточини), сліди коренів рослин тощо.

**Включення** – інородні тіла у профілі ґрунту присутність яких не пов'язана з характером ґрунтоутворного процесу.

До них відносяться:

○ каменисті включення – уламки гірських порід, які знаходяться в ґрунті залежно від особливостей материнської породи;

- залишки тварин і рослин у вигляді раковин, кісток, коренів, обривків стебел, листків, які ще не втратили анатомічної будови;
- включення антропогенного походження – уламки цегли, грудочки вугілля, черепки посуду і різні реліктові залишки людської культури.

Включення, як і новоутворення, відіграють важливу роль у вивченні особливостей ґрунтів, їх віку, походження ґрунтоутворних порід та ін.

**Характер переходу одного горизонту до іншого** показує інтенсивність ґрунтоутворення та його напрямок. При цьому звертають увагу на форму лінії переходу між горизонтами, яка буває рівною, хвилястою, у вигляді кишені, язика або палісадника, розмитою, пилоподібною, а за ступенем вираження в ґрунті – чіткою, помітною та ін.

Основним методом дослідження морфологічних ознак ґрунтів є профільний метод. Суть якого полягає у викопуванні ґрунтових розрізів (шурфів) до материнської породи з метою подальшого вивчення генетичних горизонтів, їх опису та ідентифікації, рис. 1.3.

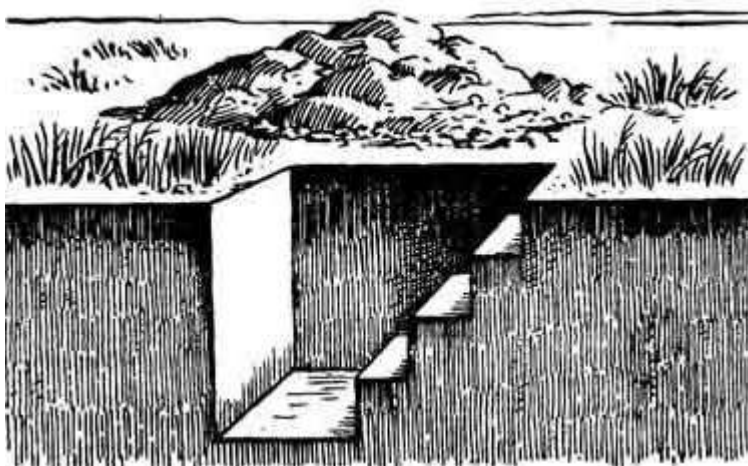


Рисунок 1.3 – Ґрунтовий розріз

### **Порядок виконання роботи**

1. Вивчити теоретичні відомості та дати відповіді на контрольні запитання.
2. На ґрунтовому розрізі дослідити морфологічні ознаки ґрунтового профілю.
3. Експериментально визначити механічний склад ґрунту.

Для чого невелику кількість ґрунту насипати в чашку, змочити водою і розмішати до консистенції тіста, потім розім'яти між

пальцями до такого стану, щоб не відчувалися структурні зерна.



Добре розім'ятий ґрунт скачати в кульку, покласти на лист фанери і розкачати в шнур, товщиною близько 3 мм, а потім шнур необхідно згорнути в кільце діаметром приблизно 3 см.






Залежно від виду кільця і шнура, користуючись табл. 1.3, зробити висновок про механічний склад ґрунту.

Таблиця 1.3

Показники визначення механічного складу ґрунту

Вигляд зразка після розкочування	Механічний склад ґрунту	Вигляд зразка після розкочування	Механічний склад ґрунту
<p>Кулька не створюється</p> 	<p>піщаний</p>	<p>Шнур суцільний, кільце при звертанні розпадається</p> 	<p>середньосуглинистий</p>

Вигляд зразка після розкочування	Механічний склад ґрунту	Вигляд зразка після розкочування	Механічний склад ґрунту
<p>Кулька створюється, але при натисканні розсипається</p> 	супіщаний	<p>Шнур суцільний, кільце з тріщинками</p> 	важкосуглинистий
<p>Шнур подрібнюється при розкочуванні</p> 	легко-суглинистий	<p>Шнур суцільний, кільце ціле</p> 	глинистий

### Зміст звіту

1. Описати морфологічні ознаки і фізико-механічні властивості ґрунту.
2. Зробити висновки за результатами визначення механічного складу ґрунту.

### Контрольні запитання

1. Що таке механічний склад ґрунту, від чого він залежить?
2. Що таке "фізичний пісок" і "фізична глина"?
3. Для чого необхідно знати механічний склад ґрунту?
4. Які ґрунти називаються легкими і чому?
5. Які ґрунти називаються важкими і чому?
6. Які різновиди ґрунтів за механічним складом?
7. Які ґрунти називають "теплыми", які "холодними" і чому?
8. Які ґрунти краще утримують вологу і чому?
9. Як впливає механічний склад на водний, повітряний, тепловий і поживний режими ґрунтів?

10. Які ґрунти в найбільшій мірі схильні до водної, вітрової ерозії?
11. Які ґрунти довше прогріваються навесні і з якої причини?
12. На яких ґрунтах весняні польові роботи можна починати раніше і чому?
13. На яких ґрунтах органічні залишки і гній будуть розкладатися швидше, а на яких повільніше?
14. Як впливає механічний склад ґрунту на ґрунтообробні знаряддя?
15. Як впливає механічний склад ґрунту на глибину загортання насіння при посіві?

Література [1], [3-5].

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2**

### **Визначення агрегатного складу, водоміцності та вологості ґрунту**

*Мета роботи* – засвоєння і поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навиків та вмінь щодо визначення агрегатного складу, водоміцності та вологості ґрунту.

*Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:* колонка сит з різним діаметром отворів, зразки ґрунту, технічні ваги, картонні коробки, скляні плоскодонні чашки, алюмінієві стаканчики, фільтрувальний папір, годинник, ґрунтовий бур, ваги, сушильна шафа, щипці, ексикатор.

### **Короткі теоретичні відомості**

#### *Методи вимірювання вологості ґрунту.*

Більшість фізичних або хімічних властивостей ґрунту змінюються зі зміною його вологості. Вимірювання вологості ґрунту є обов'язковою складовою його аналізу. Вологість ґрунту зазвичай подається як безрозмірне співвідношення між двома масовими або об'ємними величинами. Також можна вирахувати процентне співвідношення вологості за масою або об'ємом. Якщо не вказується, на базі чого визначається вологість ґрунту, то зазвичай за замовчуванням подається показник, вирахований за масою. Визначення вологості ґрунту за об'ємом передбачає спочатку визначення за масою. Коли дані за масою визначені, показник за об'ємом вираховується шляхом множення на об'ємну густину.

Враховуючи різноманітність ґрунтів, при визначенні об'ємної густини майже завжди закрдатиметься помилка. Кількість вологи в ґрунті може бути також подана у вигляді товщини приведенного шару в міліметрах – цим показником оперують зазвичай в іригації. При цьому зазвичай вказують зону: наприклад, товщина приведенного шару води в прикореневій зоні.

Численні методи вимірювання вологості ґрунту включають в себе прямі, непрямі та дистанційні. Прямі методи включають вилучення води зі зразка ґрунту шляхом випаровування, вимивання та хімічної реакції. Вологість ґрунту вираховується на основі маси вилученої води і сухого ґрунту.

Непрямі методи включають вимірювання деяких характеристик ґрунту, що залежать від вмісту в ньому води. Також вони можуть вимірювати характеристики певного об'єкту, поміщеного в ґрунт – зазвичай це пористий абсорбер.

Дистанційні методи включають безконтактні методи та методи вимірювання з великої відстані. Дистанційне вимірювання вологості ґрунту базуються на вимірюванні електромагнітного випромінювання поверхні ґрунту. Зміна інтенсивності електромагнітного випромінювання зі зміною вологості ґрунту залежить від діелектричних характеристик (індекс відбиття), температури ґрунту та їх поєднання. Характеристика, що є важливою, залежить від частини спектру електромагнітного випромінювання, яка розглядається. Вимірювання вологості ґрунту з далекої відстані зазвичай включає супутникове вимірювання відбиття випромінювання у певному спектрі від поверхні ґрунту.

### *Гравіметричні методи*

Гравіметричні методи вимірювання вологості ґрунту базуються на вилученні води зі зразка шляхом випаровування, вимивання або хімічної реакції. Кількість вилученої зі зразка води вимірюється, і на цій основі вираховується вологість ґрунту.

Вимірювання кількості вилученої води відбувається кількома методами. Найпростіший метод – вимірювання зменшення ваги зразка. Вимірювання кількості вилученої води також може проводитися шляхом дистиляції або вбирання осушувачем. Врешті, вміст води в зразку може бути визначений кількісним вимірюванням продуктів реакції, вилучених зі зразка. За кожного з цих методів

відбувається розділення ґрунту й води з вимірюванням або оцінкою обсягу вилученої води.

Існує багато різних типів приладів для гравіметричного вимірювання вмісту води в ґрунті, тож якихось спеціальних вимог до них немає. Для вимірювання вологості ґрунту за допомогою сушильної шафи потрібні контейнери зі щільно прилягаючими кришками, шафи, де можна контролювати температуру, та ваги. Сушильна шафа може бути конвективна або з примусовою вентиляцією. Найточніші дані дає вакуумна сушильна шафа. Ваги можуть застосовуватися від аналітичних до великих платформних залежно від величини зразка і потрібної точності вимірювання.

Вимірювання вологості ґрунту в сушильній шафі вважається стандартом точності. А от визначення вологості поверхневого шару ґрунту ускладнене через знижену чутливість. Набір обладнання дуже простий: пробовідбірник, ваги і сушильна шафа. Водночас вимірювання вологості цим методом *марудне і забирає багато часу*: зразок висушується приблизно добу. А виміряти вологість замерзлого ґрунту цим методом важко. Зате вологість ґрунту легко вирахувати за масою. Відбирати ґрунт для аналізу на вологість цим методом можна в будь-якому місці.

### ***Нейтронне розсіювання***

Середнє значення втрати енергії або термалізація нейтронів значно вищі, коли нейтрони стикаються з атомами з низькою атомною вагою, ніж коли з важчими атомами. В ґрунті атоми з малою вагою представлені переважно воднем. В результаті водень уповільнює швидкі нейтрони значно ефективніше, ніж будь-який інший елемент у ґрунті. Оскільки найбільшим джерелом атомів водню в ґрунті є вода, існує зв'язок між вологістю і термалізацією нейтронів.

Природа нейтронного розсіювання і процесу термалізації накладають суттєві обмеження на точність вимірювання вологості. Об'єм ґрунтового зразка залежить від концентрації розсіяних ядер, тобто, насамперед від вмісту води, а також від енергії швидких нейтронів.

При використанні деяких серійних моделей інструментів можна виміряти вологість із точністю більше, ніж 0,1%. Водночас вимірювання вологості залежить від багатьох фізичних і хімічних

властивостей ґрунту, які складно виміряти. Метод не дозволяє точно виміряти вологість на або біля поверхні ґрунту.

Прилади компактні і прості у використанні. Вологість може бути виміряна незалежно від фізичного стану ґрунту. Прилади можуть бути інтегровані з базою даних, що дає змогу автоматичного збору і запису показників. Завдяки цій методиці легко виявити швидкі зміни вологості ґрунту. Дані про вологість ґрунту прилади видають порівняно швидко – протягом 1-5 хв.

Вимірювання можна повторити на тому самому місці. Налаштування відповідно до місцевих особливостей ґрунту може бути складним. Також складно виміряти абсолютні показники вологості. Та одним з найбільших недоліків є висока вартість обладнання.

### ***Згасання гамма-випромінювання***

Метод згасання гамма-випромінювання можна використовувати для вимірювання вологості ґрунту в шарі 1–2 см. Принцип поглинання гамма-випромінювання речовиною добре відомий. Ступінь зниження інтенсивності гамма-променів під час їх проходження через ґрунт залежить від складу ґрунту та його щільності. Розсіяння і поглинання гамма-променів залежить від щільності речовини, через яку вони проходять.

На точність вимірювання може вплинути те, що в ґрунтах строкатої будови можуть виникати великі похибки у вимірюванні загальної густини та вологості. Метод також не підходить, якщо вода в ґрунті замерзла, замерзає або тане. Точність вимірювання вологості на поверхні ґрунту така сама, як і на різних глибинах.

Обладнання для польових аналізів порівняно дороге і складне у використанні. Система може бути налаштована на можливість автоматичного зчитування даних. Швидкі зміни вологості ґрунту легко відслідкувати.

Зразок відбирається швидко – протягом 10 секунд. Під час аналізу зразок не руйнується. Для специфічних умов можуть знадобитися спеціальні налаштування.

### ***Електромагнітні методи***

Сюди входять методи, які базуються на впливі вологості на електричні властивості ґрунту. За допомогою цих методів можливий як контактний, так і дистанційний аналіз вологості ґрунту.

Розроблено цілий асортимент вбудованих сенсорів, які реагують на опір, поляризацію або на обидві ці характеристики. Ці сенсори виявились дуже перспективними в плані вимірювання вологості в поверхневому шарі ґрунту. На жаль, вимірювання датчиками електричних характеристик ґрунту глибше поверхневої зони не показали чіткої кореляції з вологістю. Та, хоча певні проблеми й залишаються, останніми роками спостерігається помітний прогрес у розробці датчиків, розташованих безпосередньо в ґрунті, що використовують ці методи. Втім, якщо відібрати пробу просто, то електроніка, що використовується для зняття даних, залишається дорогою.

Опір ґрунту залежить від його вологості. Однак неоднорідність ґрунту заважає вимірюванню опору прямими методами. Багато проблем вимірювання електричного і термічного опору ґрунту вирішують пористі блоки. Ці однорідні блоки, які містять вбудовані електроди, вміщують у ґрунт до досягнення рівноважної з ґрунтом вологості. Тоді їхні електричні та теплові характеристики приймають за однозначні з характеристиками ґрунту. Однак опір таких пористих блоків залежить від концентрації електроліту, тому електромагнітні методи не дозволяють досягти точності вимірювання більше, ніж 2% в той чи інший бік, а інколи похибка може скласти і 100%.

Втім, загалом методика підходить для вимірювання абсолютних показників вологості. Точність датчиків вважається високою, однак вони нездатні виміряти вміст зв'язаної води, особливо на глинистих ґрунтах. Крім того, складність калібрування може спричинити великі похибки при вимірюванні на поверхні ґрунту.

Обладнання і процес відбору зразків досить прості. Але датчики слід встановлювати правильно, з мінімальними порушеннями цілісності ґрунту. Надійність калібрування в довгостроковій перспективі викликає сумніви, оскільки концентрація іонів у ґрунті змінюється.

Датчики можна встановлювати на будь-яку глибину, а їх асортимент достатньо широкий – від маленьких до великих. Вартість приладів та програмного забезпечення для дистанційного збору даних може бути високою.

### ***Тензіометричний метод***

Найвідоміший метод вимірювання капілярної або загальної вологості ґрунту базується на здатності останнього вбирати

воду. Прилади, що використовують цей метод, здатні фіксувати зміни вологоємності ґрунту, що є наслідком інфільтрації води, поливу, підйому ґрунтових вод, випаровування та транспірації. Нуль на шкалі тензіометра означає, що ґрунт повністю насичений вологою. Водночас максимальний показник тензіометра – 1 бар. Таким чином, діапазон вологості ґрунту, в якому тензіометр може працювати, обмежений. І на ґрунтах високої потенційної вологоємності у дуже сухих умовах тензіометри зашкалювали і ламалися.

Тензіометр напряму вимірює водовбирну здатність ґрунту, але лише непрямо – власне вологість ґрунту. Щоб розуміти зв'язок між вологоємністю і вологістю, необхідно знати водні характеристики ґрунту.

Прямі виміри на поверхні ґрунту неможливі. Систему приладів легко сформувавши, і вона довго служить, якщо правильно налаштована. За температур близько і нижче нуля можна використовувати інші рідини, наприклад, етиленгліколь. Вологість мерзлого ґрунту система не вимірює.

Інформацію про насиченість ґрунту вологою можна отримувати майже в режимі реального часу. Реакція системи на зміни характеристик ґрунту дуже швидка. Прилади легко розміщуються в ґрунті.

### ***Мікрохвильові методи***

Вода має унікально низькі електро- та теплопровідність. Відповідно, електричні й теплові характеристики ґрунту, зокрема, показники випромінювання і відбивання, залежать від його вологості. Випромінювання тепла поверхнею ґрунту в мікрохвильовому діапазоні можна визначити дистанційно відповідними вимірювальними приладами – пасивними (радіометричними) або активними (радар) методами. Роздільна здатність пасивних систем обмежена розмірами антени і на практиці обмежується 5-10 км.

Робота активних систем базується на тому, що здатність голого ґрунту розсіювати мікрохвильове випромінювання залежить від його вологості, нерівності поверхні та електропровідності. Рослинний покрив знижує потужність відбитого випромінювання до 40% порівняно з голим ґрунтом. Обмежуючим фактором є здатність методу вимірювати вологість ґрунту лише в верхньому шарі: для активного методу – до 5-10 см, для пасивного – кілька сантиметрів.

Таким чином, точність методу знижується за нерівності поверхні або наявності рослинного покриву. За точністю метод поступається прямим методам вимірювання і обмежується тільки верхнім шаром ґрунту. За вартістю метод дуже дорогий, оскільки часто вимагає задіяння супутників або принаймні літальних апаратів.

### ***Ядерно-магнітний резонанс***

Базується на здатності резонансу виявити концентрацію атомів водню і, відповідно, вологи в ґрунті. Недоліки у нього майже ті самі, що у нейтронного розсіювання. Перевагою є здатність фіксувати атоми водню й молекули води різного ступеня зв'язаності: міцно зв'язаної (у складі гідратів), слабо зв'язаної (абсорбованої) і вільної. Здатен аналізувати зразки малого об'єму і забезпечувати високу швидкість аналізу.

Практичному застосуванню методу в полях перешкоджають габарити та дорожнеча обладнання.

### ***Термічні методи***

Базуються на зв'язку теплової інерції ґрунту та його вологості. Ускладнює зв'язок зниження чистого поглинання сонячної енергії ґрунтом внаслідок випаровування з поверхні. Випаровування також знижує добову амплітуду коливань температури поверхні ґрунту. Таким чином, різниця денної й нічної температури відбиває вологість ґрунту і випаровування з його поверхні.

Численні дослідження показали, що для певних ґрунтів добові коливання температури поверхні є хорошим індикатором вмісту вологи в верхньому (до глибини 4 см) шарі ґрунту.

Водночас даний метод не підходить для полів, вкритих рослинним покривом. Також він залежить від ґрунтово-кліматичних умов і в більшості випадків працює тільки в поверхневому шарі ґрунту. Датчики температури поверхні портативні за розміром. Процедура відбору зразків порівняно проста. Вартість коливається в широкому діапазоні.

### ***Рефлектометричний метод***

Один з найновіших методів вимірювання вологості ґрунту. Полягає у вимірюванні часу проходження електричного імпульсу по кабелю, який залежить від електропровідності, а, отже, вологості,

грунту. Кореляція з гравіметричним методом вимірювання вологості перевищує 0,9. Досягається точність вимірювання у 2%.

Обладнання дуже складне, зате сам аналіз дуже простий і може бути проведений менш ніж за 5 секунд. Прилад може утримувати в пам'яті результати аналізів за тривалий час. Метод дає змогу досягти дуже високої точності, але дуже дорогий.

### ***Оптичні методи***

Метод поляризованого світла базується на тому, що за наявності вологи на поверхні світло, відбите від неї, поляризується. Близькій інфрачервоний метод базується на поглинанні молекулами води в поверхневому шарі ІЧ-випромінювання на певних частотах. Не підходить для випадків, коли волога розподілена дуже нерівномірно. Технологія забезпечує швидке проведення вимірювань, але залежить від нерівності поверхні і показує тільки поверхневу вологість.

Застосовуються також гігрометричні, електролітичні методи та математичне моделювання.

***Визначення агрегатного складу ґрунту.*** При дослідженні агрегатного складу ґрунту використовують сита лабораторні СЛ-300 з діаметрами отворів 0,25, 1, 3, 5, 10 мм, рис. 2.1. Для чого беруть зразок повітряно-сухого ґрунту, масою близько 1 кг, і поміщають на верхнє сито, яке закривають кришкою, для запобігання втрат ґрунту при просіюванні, а на нижнє сито надівається піддон.

Просіювання ведуть 3 хвилини, намагаючись не робити різких рухів. Після чого кожну отриману фракцію (рис. 2.2) зважують на вагах і визначають її вміст у відсотках, приймаючи за 100% всю наважку.

Показник структурності ґрунту визначають за формулою

$$K = C/B \quad (2.1)$$

де  $C$  – маса структурних агрегатів, г;

$B$  – маса безструктурних агрегатів ґрунту, г.

Виконати аналіз отриманих даних, результати розрахунків занести в таблицю 2.1 та 2.2.

***Визначення водоміцності ґрунтових агрегатів.*** На фільтрувальний папір, вміщений на дно Чашки Петрі, розкладають від 10 до 50 ґрунтових агрегатів (залежно від їх розмірів), рівномірно по всій площі, на деякій відстані один від одного.



Рисунок 2.1 – Сита лабораторні СЛ-300



Рисунок 2.2 – Ґрунтовий зразок після просіювання

Повільно зволожують фільтрувальний папір до повного капілярного насичення агрегатів, а потім через 3 хв. від початку зволоження, обережно доливають воду так, щоб вона покрила агрегати шаром не менше 5 мм.

Через 10 хвилин підраховують кількість агрегатів, які повністю розпалися. Агрегати, які не розпалися, вважають водоміцними і їх вміст ( $C, \%$ ) розраховують за формулою

$$C = \frac{a}{A} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де  $a$  – кількість агрегатів, які не розпалися, (шт.);

$A$  – загальна кількість агрегатів, взятих для дослідження, шт.

Таблиця 2.1

Результати визначення агрегатного складу та водоміцності ґрунту

№ п/п	Розмір агрегатів	Маса агрегатів, г	Вміст, %	Водоміцність, %
1	>10 мм			
2	5–10 мм			
3	3–5 мм			
4	1–3 мм			
5	0,25–1 мм			
6	<0,25 мм			

Аналіз на водоміцність виконати з кожною фракцією, отриманою при визначенні агрегатного складу ґрунту.

Таблиця 2.2

Характеристика структурності ґрунтів

№ зразка	Горизонт, см	Маса агрегатів ґрунту, г		Показник структурності, (К)
		структурних (0,25–10 мм) (С)	безструктурних (<0,25+>10мм) (Б)	

**Визначення вологості ґрунту.** За допомогою ґрунтового бура відбирають зразки ґрунту з різної глибини. Кожний зразок поміщають в попередньо зважений лабораторний бюкс (рис. 2.3), який швидко закривають кришкою.

Після взяття необхідної кількості проб бюкси з ґрунтом зважують з точністю до 0,01 г. Знімають кришки і вставляють у них стаканчики й поміщають в сушильну шафу (рис. 2.3), висушують протягом 6 годин при температурі 105<sup>0</sup>С.

Перше зважування бюксів з ґрунтом виконують після 6-ої години сушіння, попередньо охолодивши їх до кімнатної температури. Охолодження і зважування виконують із закритими кришками. Потім, знявши кришки, бюкси з ґрунтом знову поміщають в сушильну шафу для контрольного сушіння. Через 1–2 години їх знову виймають із шафи, охолоджують і зважують. Якщо розходження за масою між першим і другим зважуванням немає, висушування закінчують. У випадку зменшення маси після повторного зважування сушіння ґрунту продовжують.

Після висушування стаканчики поміщають в ексікатор для охолодження і зважують знову. Результати заносять в табл. 2.3.

Польову вологість ґрунтів розраховують за формулою

$$Y = \frac{a \cdot 100}{b}, \quad (2.3)$$

де  $Y$  – польова вологість ґрунту, %;

$a$  – маса води, що випарувалася, г;

$b$  – маса абсолютно сухого ґрунту, г.

Запас води в тому чи іншому шарі ґрунту  $W$  (т/га)

розраховують за формулою

$$W = U \cdot d \cdot h, \quad (2.4.)$$

де  $U$  – вологість ґрунту, %;

$d$  – об’ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – потужність шару ґрунту, який досліджується, см.



Рисунок 2.3 – Бюкс лабораторний та сушильна шафа

Таблиця 2.3

Результати розрахунку вологості ґрунту

Шар ґрунту, см	№ бюкса	Маса бюкса, г			Маса води, що випарувалася, г	Маса абсолютно сухого ґрунту, г	Вологість ґрунту, %
		пустого	з вологим ґрунтом	з сухим ґрунтом			
0–20							
20–40							
40–80							
60–80							
80–100							

Оптимальне значення рівноважної щільності для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу має перебувати в межах від 1,1 г/см<sup>3</sup> до 1,3 г/см<sup>3</sup>, а для супіщаних і піщаних – від 1,3 г/см<sup>3</sup> до 1,5 г/см<sup>3</sup>

Щоб виразити запаси води в міліметрах водяного стовпа, отриману кількість води в тонах необхідно розділити на 10, так як шар води товщиною в 1 мм на площі 1 га відповідає 10 м<sup>3</sup>.

## Порядок виконання роботи

1. Експериментально визначити агрегатний склад, водоміцність ґрунтових структур та вологість ґрунту. Виконати аналіз отриманих даних.
2. Дати відповіді на контрольні запитання.
3. Скласти звіт, результати виконаних досліджень оформити у вигляді табл. 2.1-2.3.

## Контрольні запитання

1. Як визначити агрегатний склад ґрунту?
2. Сита з якими діаметрами отворів використовують для визначення агрегатного складу ґрунту?
3. Як визначають показник структурності ґрунту?
4. Як визначають водоміцність ґрунтових агрегатів?
5. Як розраховують вміст агрегатів ґрунту, які не розпалися?
6. Як визначають вологість ґрунту?
7. Як розрахувати польову вологість ґрунтів?
8. Як розрахувати запас вологи в тому чи іншому шарі ґрунту?
9. Яке оптимальне значення рівноважної щільності для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу?
10. Як виразити запаси води в ґрунті в міліметрах водяного стовпа?

Література [3-5], [11].

## Лабораторна робота №3

### Добрива в сільськогосподарському виробництві

*Мета роботи* – засвоєння і поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навиків та вмінь щодо розрахунку норми внесення добрив під заплановану врожайність.

*Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:* ґрунтові карти господарства, карти забезпечення ґрунтів поживними речовинами, схема сівозміни з характеристикою розміщених в ній культур, план забезпечення господарства добривами, характеристика добрив.

### Короткі теоретичні відомості

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур неможливі без застосування мінеральних добрив. Інтенсифікація

виробництва передбачає оптимальне забезпечення рослин елементами живлення для підвищення врожаю сільськогосподарських культур, поліпшення його якості і підтримки родючості ґрунтів.

Внесення органічних добрив дозволяє підтримувати бездефіцитний баланс гумусу, покращувати фізичні властивості ґрунту, підвищувати його біологічну активність. Однак, їх недостатньо для того, щоб повністю компенсувати втрати поживних речовин, що виносяться із ґрунту з урожаєм, тому використовують промислові добрива, що містять поживні елементи у вигляді різних мінеральних сполук.

Мінеральні добрива отримують наступними способами:

- розмелюванням природних руд, що містять елементи живлення рослин (фосфоритне борошно, силвініт, каїніт);
- хімічною переробкою руд (хлорид калію, суперфосфат);
- синтетичним шляхом (аміачна селітра, безводний аміак, сечовина, амофос, нітроамофоска).

В якості добрив також використовують відходи металургійної та інших видів промисловості (фосфатшлак, цементний пил, дефекат).

За характером дії мінеральні добрива ділять на:

- *прямі*;
- *непрямі*.

*Добрива прямої дії* містять елементи кореневого живлення, які безпосередньо засвоюються рослинами. З аміачної селітри використовується азот, з суперфосфату – фосфор і т.п., (табл. 3.1).

*Добрива непрямой дії (меліоранти)* не служать джерелом мінерального живлення, а тільки покращують властивості ґрунту (зменшують кислотність або лужність, що сприяє засвоєнню рослинами інших поживних елементів).

*За хімічним складом* мінеральні добрива бувають:

- *прості*, містять будь-який один з основних елементів живлення (азот, фосфор або калій);
- *комплексні*, включають в себе два чи три поживні елементи (*азот і фосфор; фосфор і калій; азот і калій; азот, фосфор, калій*).

Залежно від фізичного стану мінеральні добрива бувають:

- *рідкими* (аміачна вода, РКД – рідкі комплексні добрива);

- *порошковидними* (доломітове та вапнякове борошно);
- *кристалічними* ( $KCl$ , силівніт);
- *гранульованими* (подвійний суперфосфат, аміачна селітра, сечовина).

Таблиця 3.1

## Вміст елементів живлення у добривах

Назва добрив	Діюча речовина, %		
	$N$	$P_2O_5$	$K_2O$
<b>Органічні добрива</b>			
Гній	0,5	0,2	0,6
Торф низинний	0,9	0,1	0,6
<b>Прості мінеральні добрива</b>			
<b>Азотні:</b>			
Аміачна селітра $NH_4NO_3$	34		
Сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$	20-21	-	-
Сечовина $CO(NH_2)_2$	46		
Аміачна вода	16-24		
<b>Фосфорні:</b>			
Суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$		14-20	
Суперфосфат подвійний $Ca(H_2PO_4)_2$	-	45-50	-
Преципітат $CaHPO_4$		27-35	
Фосфоритне борошно $Ca_3(PO_4)_3$		14-23	
<b>Калійні:</b>			
Хлористий калій $KCl$			56-60
Калійна сіль $KCl + NCl$	-	-	30-40
Сірчаноокислий калій $K_2SO_4$			45-52
<b>Комплексні мінеральні добрива</b>			
Амофос $NH_4H_2PO_4$	11	40-60	-
Нітрофоска	17	18	17
Амонізований суперфосфат	2-3	14	-
Нітроамофоска	17,5	17,5	17,5

Для організації правильного зберігання, транспортування та внесення мінеральних добрив необхідно знати їх фізико-хімічні та

механічні властивості. До них відносяться наступні.

**Розчинність** – здатність при контакті з водою переходити в розчин. Добре розчинні добрива швидко засвоюються рослинами, ефективні при проведенні підживлення. Однак при великій вологості ґрунту такі добрива легко вимиваються в нижні горизонти і втрачаються. Добрива, що погано розчиняються у воді, необхідно вносити завчасно, у вологий шар ґрунту, наприклад, восени під оранку, щоб до часу вегетації рослин елементи живлення перейшли в ґрунтовий розчин.

**Гігроскопічність** – здатність добрив поглинати вологу з повітря. Добрива з високою гігроскопічністю сиріють, злипаються, погано розсіюються, і тому транспортувати та зберігати їх необхідно у вологонепроникній упаковці, складувати в сухих приміщеннях. Безтарне зберігання допускається тільки для добрив з низькою гігроскопічністю.

**Злежуваність** – властивість добрив ущільнюватися і переходити в зв'язаний стан. Після тривалого зберігання такі добрива необхідно подрібнювати перед внесенням. Зменшити злежуваність можна виробництвом добрив в гранульованому вигляді, захистом від вологи при транспортуванні і зберіганні.

**Розсіюваність** – здатність до рівномірного розсіву по поверхні поля. Залежить від сипучості і крупності частинок. Найкраще розсіюються гранульовані і крупно кристалічні добрива. Для їх внесення можна використовувати прості розкидачі відцентрового типу (тарілчасті). Гранульовані добрива, що мають хорошу сипучість, крім того, можна вносити в рядки одночасно з сівбою сільськогосподарських культур або в міжряддя при підживленні.

Для внесення порошкоподібних добрив, що мають погану розсіюваність, потрібні спеціальні машини (типу цементовозів) з пневматичним завантаженням і розсіюванням.

Споживання поживних речовин рослинами різне і за кількістю, і за їх співвідношенням, тому універсальних рекомендацій по внесенню добрив бути не може.

З урахуванням різної природної родючості ґрунтів, на бідних ґрунтах для отримання такого ж врожаю, як на багатих, при інших рівних умовах, необхідно вносити більшу кількість добрив.

Збільшення норми внесення добрив не покращує ефективність їх використання, так як рослини не здатні використати всі внесені

елементи живлення. Частина їх безповоротно втрачається, що завдає шкоди навколишньому середовищу, і собівартість вирощування сільськогосподарської культури підвищується.

Розрахувати оптимальні норми внесення добрив, які б забезпечували отримання запланованої врожайності, досить складно, так як ефективність добрив залежить від багатьох факторів: фізичних і хімічних властивостей ґрунту, вмісту в ньому доступних елементів живлення, вологозабезпеченості, агротехніки обробітку ґрунту, сорту, попередника, кількості і виду добрив, внесених під попередник та ін.

Методик розрахунку норми внесення добрив під запланований урожай існує дуже багато. У всіх випадках необхідно враховувати фактичну родючість ґрунту і потребу рослин в елементах живлення для формування запланованої врожайності.

Для цього необхідно знати:

- винесення елементів мінерального живлення на утворення одиниці врожаю основної та супутньої продукції (табл. 3.2);
- забезпеченість ґрунтів доступними елементами мінерального живлення: азотом, фосфором, калієм, мікроелементами;
- коефіцієнти використання мінеральних елементів живлення з ґрунту, органічних і мінеральних добрив, (табл. 3.3-3.4).

Винесення поживних елементів рослинами залежить від типу ґрунтів, норми внесення і виду добрива, попередників, метеорологічних умов і величини врожаю. Тому при розрахунку норми внесення добрив під культури необхідно користуватися показниками виносу азоту, фосфору і калію, отриманими на даному типі ґрунтів.

Коефіцієнти використання поживних речовин із органічних і мінеральних добрив залежать від ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей сільськогосподарської культури. У вологі роки коефіцієнти зростають, в посушливі – зменшуються.

Відсоток елементів мінеральних добрив від загальної їх маси, що безпосередньо засвоюється рослинами *називається діючою речовиною* (д.р.).

В азотних добривах розрахунок діючої речовини виконують на  $N$ ; в фосфорних на  $P_2O_5$ ; в калійних на  $K_2O$ .

*Наприклад*, в аміачній селітрі вміст діючої речовини 34,5% –  $N$ ;

в подвійному суперфосфаті 46% –  $P_2O_5$  і т.п.

Вміст елементів живлення в комплексних добривах позначають так: *наприклад*, нітроамофос (23: 30: 0), тобто вміст діючої речовини азоту ( $N$ ) – 23%; фосфору ( $P_2O_5$ ) – 30%; калій ( $K_2O$ ) – відсутній; або нітрофоска (11:10:11) – вміст  $N: P: K$  відповідно 11, 10, 11%.

Норми внесення мінеральних добрив також вказують в діючій речовині на 1 га.

Таблиця 3.2

Внесення поживних речовин (кг) загальною масою врожаю на 1 т товарної продукції

№ п/п	Культура	$N$	$P_2O_5$	$K_2O$
1	2	3	4	5
1	Озима пшениця	25,6	9,2	15,7
2	Озиме жито	26,3	10,5	23,8
3	Яра пшениця	31,7	10,3	19,0
4	Ячмінь	23,6	10,0	19,2
5	Овес	28,8	10,7	28,4
6	Кукурудза на зерно	26,5	9,1	25,2
7	Кукурудза на силос	3,4	1,17	3,45
8	Просо	27,5	8,2	30,4
9	Гречка	24,4	17,6	66,5
10	Горох	66,4	13,9	28,0
11	Цукрові буряки	4,43	1,29	5,89
12	Кормові буряки	3,69	0,86	4,56
13	Картопля	5,7	1,8	7,5
14	Соняшники	41,3	18,7	99,2
15	Однорічні трави	22,9	5,8	20,9
16	Багаторічні трави	14,4	4,7	19,9
17	Морква	2,5	1,5	4

*Наприклад*,  $N_{70}P_{90}K_{120}$  означає, що доза внесення  $N$ ,  $P_2O_5$  і  $K_2O$  становить відповідно 70, 90 і 120 кг д.р./га.

**Розрахунок норми внесення фосфору і калію.** Визначення норми внесення мінеральних добрив розглянемо на прикладі розрахунку запланованого врожаю озимої пшениці, виходячи з таких

умов:

площа сівби – 340 га;

планова врожайність – 60 ц/га;

вміст у ґрунті  $P_2O_5$  – 7 мг/100 г ґрунту;

$K_2O$  – 9 мг/100 г ґрунту;

азоту  $N$  потрібно внести 90 кг д.р. на 1 га.

Таблиця 3.3

Середні коефіцієнти використання фосфору і калію із ґрунту сільськогосподарськими культурами, %

№ п/п	Культура	$P_2O_5$	$K_2O$
1	2	4	5
1	Зернові, однорічні і багаторічні трави	8-10	5-12
2	Кукурудза на зерно	10-30	10-30
3	Кукурудза на силос	8-15	7-25
4	Картопля	10-12	20-25
5	Соняшники	15-30	20-40
6	Цукрові і кормові буряки	10-12	30-40
7	Морква	10-12	20-25

Таблиця 3.4

Коефіцієнти використання (%) поживних речовин з добрив (в рік внесення) і із ґрунту

Джерело поживних речовин	Коефіцієнти використання, %		
	$N$	$P_2O_5$	$K_2O$
Органічні добрива	25-30	30-50	50-75
Мінеральні добрива	50-70	15-25	50-70
Ґрунт	10-20	5-10	10-12

Дані вмісту у ґрунті доступних форм фосфору і калію беруть з агрохімічних картограм, або визначають за результатами оперативного агрохімічного аналізу ґрунту. Вміст азоту в картограмах не вказують, тому що цей показник з часом істотно змінюється. Норма внесення азоту в кг д.р. на 1 га наведено у завданні.

Визначаємо необхідну кількість поживних елементів  $P_2O_5$  і  $K_2O$  для отримання запланованого врожаю  $A$ , кг/га

$$A = d \cdot e, \quad (3.1)$$

де  $d$  – винесення поживних речовин одиницею врожаю, кг/т (табл. 3.2);

$e$  – запланований урожай, т/га.

У нашому прикладі  $e = 6$  т/га, (60 ц/га), то необхідно:

- фосфору –  $A = 9,2 \cdot 6 = 36,8$  кг/га;
- калію –  $A = 15,7 \cdot 6 = 94,2$  кг/га.

Отже, для формування врожаю озимої пшениці 60 ц/га буде використано 36,8 кг/г –  $P_2O_5$  і 94,2 кг/га –  $K_2O$ . Частину необхідної кількості поживних елементів рослини візьмуть з ґрунту  $A_{зр}$ , частину з органічних добрив (гною)  $A_{орг}$ , якщо їх внесення передбачено, а інша частина повинна бути компенсована мінеральними добривами  $A_{добр}$ .

$$A = A_{зр} + A_{орг} + A_{добр}$$

Кількість поживних елементів, які будуть засвоєні з ґрунту  $A_{зр}$ , кг/га

$$A = 0,3 \cdot d_{зр} \cdot C_{зр}, \quad (3.2)$$

де 0,3 – коефіцієнт перерахунку;

$d_{зр}$  – вміст поживних речовин у ґрунті в доступній формі, мг/100 г, (див. завдання);

$C_{зр}$  – коефіцієнт використання рослинами поживних речовин із ґрунту, %, (табл. 5.3).

Незважаючи на досить великий вміст в ґрунті поживних речовин, тільки частина їх може бути використана рослинами  $C_{зр}$ . Така властивість ґрунту запобігає повному його виснаженню і зберігає його природну родючість.

- Фосфору  $A = 0,3 \cdot 7 \cdot 9 = 18,9$  кг/га;
- калію  $A = 0,3 \cdot 9 \cdot 8,5 = 22,95 \approx 23,0$  кг/га.

Якщо під урожай вносяться органічні добрива (гній), то визначається кількість поживних речовин, які рослина візьме із них

$A_{орг}$ , кг/га

$$A_{орг} = 0,1 \cdot N_{орг} \cdot d_{орг} \cdot C_{орг}, \quad (3.3)$$

де  $N_{орг}$  – норма внесення органічних добрив, т/га;

$d_{орг}$  – вміст поживних елементів в органічних добривах, %;

$C_{орг}$  – коефіцієнт використання поживних речовин рослинами з органічних добрив, %, (табл. 3.4).

Якщо внесення органічних добрив не передбачено завданням, розрахунок по  $A_{орг}$  не виконується.

Кількість поживних речовин, які використані на формування заданого врожаю при використанні мінеральних добрив  $A_{доб}$ , кг/га

$$A_{доб} = A - A_{гр} - A_{гн}.$$

➤ Фосфору  $A_{доб} = 36,8 - 18,9 - 0 = 17,9$  кг/га;

➤ калію  $A_{доб} = 94,2 - 23,0 - 0 = 71,2$  кг/га.

Отримані значення показують, скільки кілограмів  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  з мінеральних добрив будуть використані для створення запланованого врожаю. Фактично внести в ґрунт діючої речовини добрив необхідно значно більше, так як тільки частина їх може бути використана рослинами.

Необхідна норма внесення поживних речовин з мінеральними добривами  $D$ , кг/га д.р.

$$D = \frac{A_{доб} \cdot 100}{C_{доб}}, \quad (3.4)$$

$C_{доб}$  – коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив, %, (табл. 5.4).

➤ Фосфору  $D = \frac{17,9 \cdot 100}{20} = 89,5 \approx 90$  кг/га д.р.;

➤ калію  $D = \frac{71,2 \cdot 100}{60} = 118,7 \approx 119$  кг/га д.р.

Отже, для отримання врожаю озимої пшениці 60 ц/га необхідно, щоб норма внесення мінеральних добрив склала  $N_{90}P_{90}K_{119}$ .

**Для того, щоб норму внесення поживних речовин в кг діючої речовини перевести в фізичну вагу будь-якого конкретного**

**добрива, необхідно дозу добрива в д.р. помножити на 100 і розділити на вміст діючої речовини в добриві.**

**Наприклад**, в аміачній селітрі 34% д.р. азоту. Для того, щоб в ґрунт було внесено 90 кг азоту, необхідно  $D = \frac{90 \cdot 100}{34} = 264,7$  кг аміачної селітри. Якщо використовувати аміачну воду (16-24 % д.р.), то її норма внесення складе  $D = \frac{90 \cdot 100}{24} = 375$  кг.

Якщо відомо, на яку площу необхідно внести добрива, то можна визначити їх загальну кількість  $D_3$  за формулою

$$D_3 = D \cdot F, \quad (3.5)$$

де  $D$  – норма внесення поживних речовин з мінеральними добривами, кг/га д.р.;

$F$  – площа поля, га.

Нехай необхідні елементи живлення для вирощування озимої пшениці з урожайністю 60 ц/га будемо вносити у вигляді аміачної селітри  $NH_4NO_3$ , (д.р. – 34%), суперфосфату  $Ca(H_2PO_4)_2$ , (д.р. – 14-20%), хлористого калію  $KCl$ , (д.р. – 56-60%).

Тоді на всю площу необхідно:

- аміачної селітри –  $D_3 = 264,7 \cdot 340 = 89998$  кг;
- суперфосфату –  $D_3 = \frac{17,9 \cdot 100}{20} \cdot 340 = 30430$  кг;
- хлористого калію –  $D_3 = \frac{71,2 \cdot 100}{60} \cdot 340 = 40347$  кг.

Для того, щоб з'ясувати, яке добриво вигідніше придбати, необхідно для кожного із виду добрив виконати розрахунок грошових витрат. **(У даній роботі такі розрахунки не розглядаються).**

### **Зміст звіту**

1. Привести короткі теоретичні відомості.
2. Для культури, згідно варіанту (табл. 3.5), розрахувати норму внесення мінеральних добрив під запланований урожай.
3. Зробити висновки і відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 3.5

Вихідні дані для розрахунків норми внесення добрив

№ варіанту	Назва культури	Планова врожайність, ц/га	Вміст в ґрунті, мг/100 г ґрунту		Необхідно внести азоту, N, кг д.р./1 га	Площа поля, га
			$P_2O_5$	$K_2O$		
1	2	3	4	5	6	7
1	Озима пшениця	45	7	9	90	150
2	Озиме жито	40	6	7	80	200
3	Яра пшениця	35	8	8	90	220
4	Ячмінь	60	9	10	90	240
5	Овес	45	7	6	80	250
6	Кукурудза на зерно	70	9	10	150	300
7	Просо	30	6	11	90	320
8	Гречка	25	8	12	80	340
9	Горох	40	9	10	60	350
10	Цукрові буряки	450	10	12	220	150
11	Соняшники	30	8	13	130	180
12	Картопля	450	11	13	250	200
13	Кукурудза на силос	460	7	8	130	220
14	Овес	50	7	8	90	240
15	Кормові буряки	650	12	14	160	260
16	Озима пшениця	60	9	9	120	280
17	Озиме жито	55	12	13	120	300
18	Яра пшениця	45	9	10	100	320
19	Ячмінь	50	12	12	90	340
20	Овес	45	10	14	85	350
21	Кукурудза на зерно	80	8	9	120	150
22	Просо	45	8	12	110	200
23	Гречка	20	9	14	80	220
24	Горох	40	10	12	70	240
25	Цукрові буряки	500	11	15	190	250
26	Соняшники	35	12	15	130	300
27	Картопля	400	13	115	200	320
28	Кукурудза на силос	450	10	12	130	340
29	Овес	45	7	8	70	350
30	Кормові буряки	600	14	15	150	150

## Контрольні запитання

1. Як визначити норму внесення мінеральних добрив, якщо відомо, яку кількість поживних речовин необхідно внести під ту чи іншу культуру?
2. Як визначити кількість речовин, яку рослини можуть засвоїти із ґрунту?
3. Як визначити норму внесення добрив?
4. Які дані необхідно мати, щоб розрахувати норму внесення добрив під запланований урожай?
5. Як отримати відомості про вміст у ґрунті елементів живлення рослин: азоту, фосфору та калію.
6. Перелічіть способи отримання мінеральних добрив.
7. Чим відрізняються добрива прямої дії від меліорантів?
8. Які добрива називають простими, а які комплексними?
9. Що таке діюча речовина добрива?
10. У чому перевага добрив з високим вмістом діючої речовини?
11. В якому фізичному стані випускають мінеральні добрива?
12. Як впливає розчинність добрив на терміни та способи їх використання?
13. Від чого залежить розсіюваність добрив?
14. Як впливає розсіюваність на технологію внесення мінеральних добрив?
15. Що називають діючою речовиною?
16. Що означає –  $N_{70}P_{90}K_{120}$ ?
17. Звідки беруть дані вмісту у ґрунті доступних форм фосфору і калію?

Література [7-8], [10].

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### Агротехнічна оцінка якості обробітку ґрунту

*Мета роботи* – набути навички та засвоїти методичку оцінки якості основного обробітку ґрунту.

*Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:* профіломір, одного- та двометрові лінійки, квадратна рамка 0,5x0,5 м, шнур малої жорсткості, борозномір.

## Короткі теоретичні відомості

### **Основні показники якості основного зяблевого обробітку:**

- своєчасність проведення основного обробітку (оранки чи безполицевого);
- відсутність огріхів;
- належна глибина основного зяблевого обробітку і її рівномірність;
- щільність прилягання скиб;
- ступінь кришіння ґрунту;
- ступінь розпушення ґрунту;
- брилистість;
- гребенистість;
- достатнє обертання скиби, якісна розробка дернини, повне знищення бур'янів, загортання добрив;
- відсутність глибоких роз'ємних борозен і високих звальних гребенів чи наволоків при безполицевому обробітку.

**Своєчасність проведення основного обробітку** визначають порівнянням фактичного строку з встановленим (рекомендованим) для наступної культури з врахуванням особливостей попередника. На полях після зернових культур зяблевий основний обробіток слід проводити при масовому проростанні бур'янів після лушення стерні, але не пізніше, як через 2-3 тижні після лушення.

**Відсутність огріхів.** Цей показник є одним із основних при якісній оцінці основного зяблевого обробітку ґрунту. Огріхи ускладнюють проведення наступних робіт, є розсадниками бур'янів, знижують урожай.

Причини оранки з огріхами:

- неправильна розбивка поля на загінки;
- порушення прямолінійності руху трактора на поворотах;
- порушення, допущені при установці плуга, та ін.

Для виявлення огріхів поле оглядають навкоси.

**Глибина оранки.** Вимірюють глибину оранки борозноміром або лінійкою безпосередньо в борозні за останнім корпусом, рис. 4.1. Відхилення допускається не більше 1-2 см. Глибина оранки під звальними гребенями не повинна бути меншою половини заданої. При перевірці глибини оранки на вже зораному полі треба розрівняти гребені, виміряти глибину розпушеного ґрунту, в 10-15 місцях навкоси поля і від середнього значення глибини відняти 10-15 %.

Найкраще цей показник визначати в процесі роботи за кожним агрегатом.

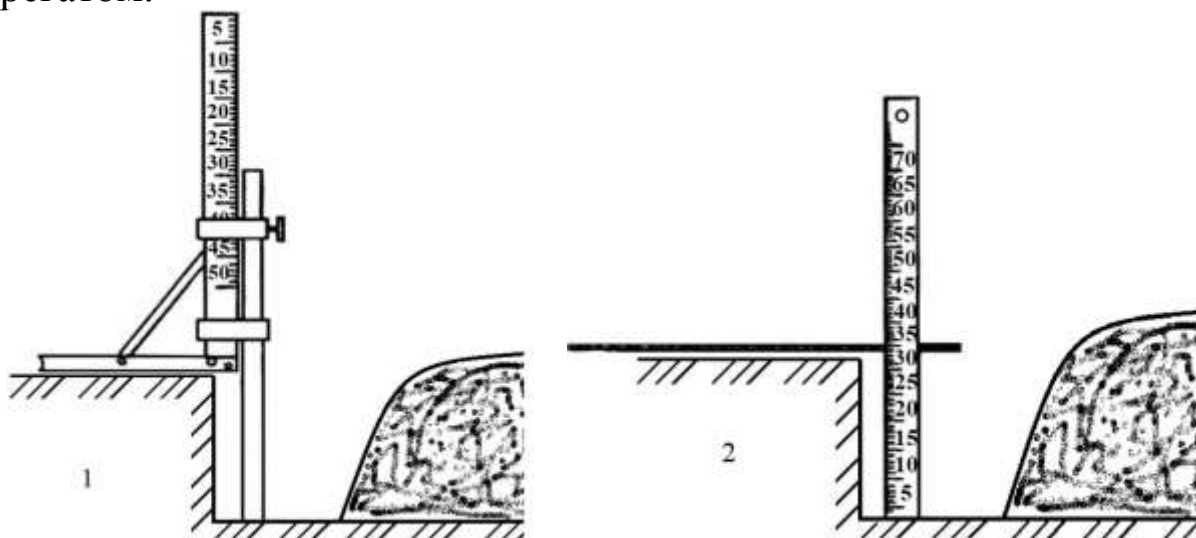


Рисунок 4.1 – Вимірювання глибини оранки: 1 – борозноміром, 2 – лінійкою

**Рівномірність глибини оранки** обумовлюється неоднаковою шириною захвату плуга та коливаннями щільності і рельєфу ґрунту.

**Щільність прилягання скиб** – визначається оглядом поверхні зораного поля. Нещільне прилягання скиб може бути тоді, коли глибина оранки більша, ніж дозволяє конструкція даного плуга. Якість оранки можна підвищити, якщо в певних межах збільшити швидкість руху трактора.

**Ступінь кришення (грудкуватості) ґрунту.** Під час проведення оранки (основного зяблевого обробітку) треба домагатися, щоб ґрунт був подрібнений на грудочки діаметром не більше 5 см і щоб у ньому якнайменше було пилюватих часток (діаметром менше 0,25 мм). Тоді не буде потреби в надмірному передпосівному обробітку ґрунту.

Ступінь кришення ґрунту можна визначити шляхом просіювання через решета з отворами різного діаметру (див. лабораторну роботу №2).

Показником ступеня кришення ґрунту є також бриластість ріллі. Чим більше брил, тим гірше кришення. Для визначення брилистості на поверхню зораного поля накладають метрову рамку, розділену дротом чи шпагатом на квадрати площею 6х6 см (16 квадратів), рис 4.2.

Площа рамки (в см), зайнята грудками діаметром понад 6 см в відсотках до всієї площі рамки в вологих районах (Полісся) і понад 4 см в посушливих районах (Степ), показує відсоток брилистості.

Брилистість визначають не менше як у 15-20 місцях навкоси зораного поля. На поверхні ріллі брил розміром понад 10 см не повинно бути більше як 10-15%.

Щоб брил було якнайменше, орати треба, коли ґрунт фізично спільий, тобто добре кришиться і не мажеться. Такий стан ґрунту настає при його вологості в межах 60-70% від повної вологості.

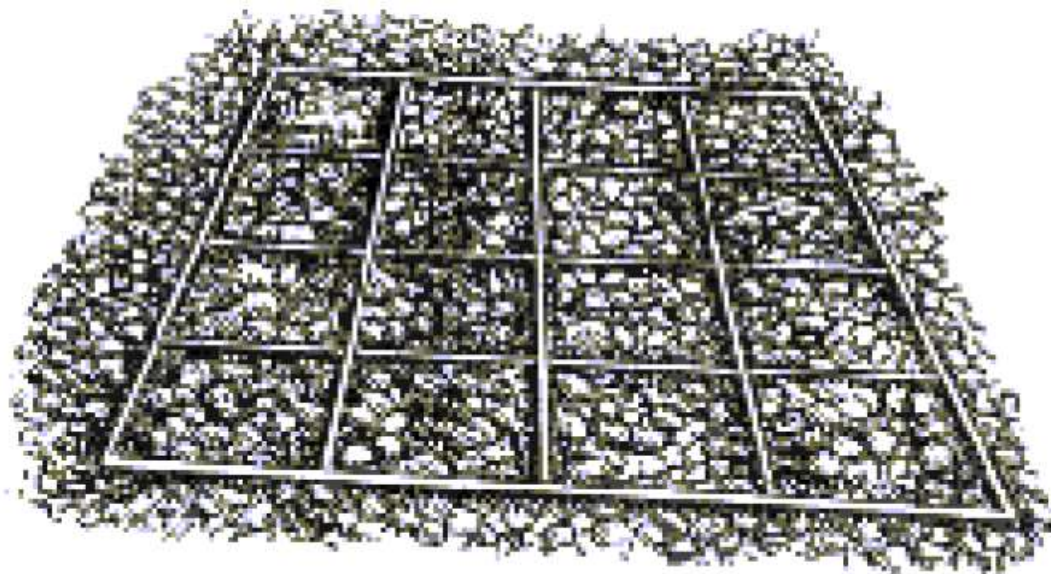


Рисунок 4.2 – Рамка для визначення брилистості ґрунту

**Ступінь розпушення (спушеності) ґрунту.** Визначають на основі даних про глибину оранки, виміряної в борозні, і глибини на вже зораному полі.

Якщо поділити другу величину на першу, то одержимо коефіцієнт кришення (ступінь розпушення) ґрунту після оранки. Цей коефіцієнт тим більший, чим краще ґрунт буде кришитися під час оранки і чим більша різниця між глибиною ріллі і глибиною оранки в борозні.

На добре розпушених (структурних) ґрунтах коефіцієнт розпушення може становити 1,3-1,4. Збільшується коефіцієнт розпушеності при оранці плугом з передплужниками (культурна оранка) і зменшується, якщо орати на більших швидкостях.

**Гребенястість ріллі** – визначається за допомогою профілеміра, який кладуть на поверхню зораного поля горизонтальними планками в поперек до гребенів (рис. 4.3).

При цьому вертикальні планки торкатимуться нижніми кінцями поверхні ріллі, глибше вони опускаються в борозенках і менше на гребнях. Після того, як вертикальні планки набирають стійкого

положення, їх закріплюють. Лінія, яка з'єднує верхні кінці вертикальних планок і показує профіль ріллі. Щоб його накреслити, треба показати показники шкали на кожній планці (зверху над поверхнею ґрунту). Відклавши ці величини донизу від горизонтальної лінії у відповідному масштабі і з'єднавши ці точки, одержимо ламану лінію профілю ріллі. Якщо довжину ламаної профільної лінії поділити на її проекцію, тобто на довжину прямої лінії, то одержимо число, більше одиниці, так званий *коефіцієнт гребенястості*, який і буде показником вирівняності поверхні ріллі.

За показниками вертикальних планок можна вирахувати і середню висоту гребенів.

Гребенястість можна визначити також звичайною мірною лінійкою з поділками через 5 см. Для цього лінійку кладуть на поверхню ріллі і через кожні 5 см вимірюють відстань між лінійкою і поверхнею ґрунту, а потім вираховують коефіцієнт гребенястості так само, як і з профілеміром. Заміри необхідно проводити не менше, як у 10 місцях змінної норми (5-7 га), виводячи з них середні дані для всього поля.

Нерівномірність гребенястості буде зростати, якщо окремі корпуси плуга будуть орати на неоднакову глибину і ширина захвату перевищуватиме визначену для даного плуга.

Гребенястість *зменшується*, якщо в певних межах збільшити швидкість руху трактора на оранці. Так само впливає на гребенястість попереднє лущення стерні, оранка плугом з передплужниками (культурна оранка) і відповідна форма полиці (гвинтова, напівгвинтова).

*Зростає* гребенястість при збільшенні глибини оранки. Розмір гребенястості залежить також від гранулометричного складу ґрунту, структури, вологості, наявності післяжнивних решток, тощо.

*Вирівняність ріллі (довжина профілю)*. Для цього впоперек оранки кладуть шнур або стрічку завдовжки 10 м так, щоб по можливості копіювались нерівності поверхні ґрунту. За різницею між довжиною профілю ґрунту і довжиною по прямій лінії встановлюється ступінь вирівняності ґрунту після оранки, (рис. 4.4).

Відношення різниці між фактичною довжиною шнура і довжиною ділянки до його довжини визначає величину коефіцієнта відносної вирівненості ґрунту

$$K = \frac{A_1 - A}{A_1},$$

де  $A_1$  – фактична довжина шнура, м;  
 $A$  – довжина ділянки, м.

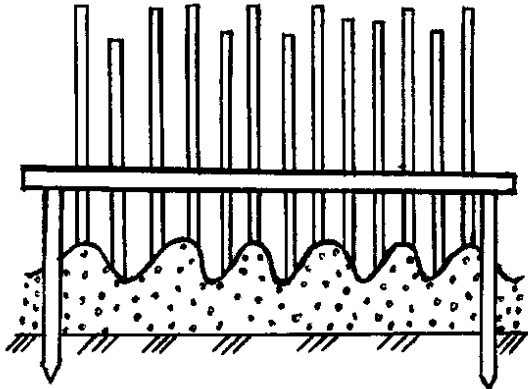


Рисунок 4.3 – Профіломір

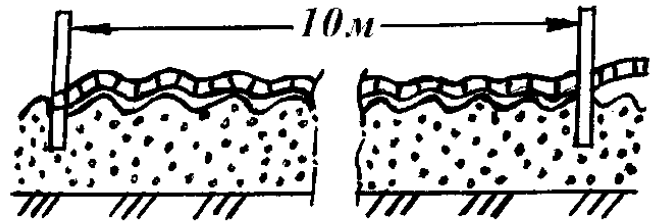


Рисунок 4.4 – Визначення гребнястості оранки 10-метровим шнуром

**Достатнє перевертання скиби та загортання в ґрунт дернини, бур'янів, стерні і добрив.** Обертання скиби повинно бути достатнім (не менше  $135^{\circ}$ ), щоб повністю загорнути в ґрунт дернину, післяжнивні рештки, бур'яни, органічні добрива тощо. При обробітку задернілих ґрунтів обертання скиби повинно бути повним, тобто до  $180^{\circ}$  (гвинтова або напівгвинтова полиці). Недопустимо, коли скиба не довалюється до попередньої, що буває при малому співвідношенні між шириною скиби і глибиною оранки.

**Загортання бур'янів і стерні.** Цей показник визначають накладанням на зоране поле метрових рамок і підрахунком кількості бур'янів, залишених незагорнутими, або кількості місць з незагорнутою стернею. Якість загортання стерні можна також визначити обходом зораного поля навкоси і підрахунком місць з незагорнутими післяжнивними рештками в середньому на 1 гектарі.

Недостатнє загортання дернини, гною, бур'янів та стерні може обумовлюватися неправильною установкою передплужників, кута атаки дискових знарядь, неповним обертанням скиби, наявністю огріхів, малою швидкістю руху агрегатів тощо.

**Відсутність глибоких роз'ємних борозен і високих звальних гребенів.** Цей показник якості основного зяблевого обробітку визначають оглядом ріллі. Якщо він виявлений, то усунути його

необхідно з осені. Глибокі борозни на староорних ґрунтах можна вирівняти одним або двома проходами плуга, встановленого на невелику глибину.

## Порядок виконання роботи

1. Вивчити задачі і способи механічного обробітку ґрунту. При цьому необхідно приділити увагу агротехнічним вимогам до якості виконання робіт при основному і поверхневому обробітку ґрунту (оранка, боронування, культивація, плоскорізний і спеціальний обробіток, вирівнювання і прикочування).

2. Експериментально визначити основні якісні показники оранки і поверхневого обробітку ґрунту в польових умовах.

2.1. **Оцінка якості оранки.** Велике значення для оцінки якості роботи орного агрегату мають показники: глибина оранки і її рівномірність, гребнястість поверхні, глибистість, ступінь загортання рослинних решток і добрив, відсутність огривів і злитність оранки.

Глибину оранки визначають лінійкою-стержнем або борозноміром (рис. 4.1) у відкритій борозні (20-25 раз навкоси поля). Допустиме відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати  $\pm 2$  см. Середню глибину зменшують на 20% – на тільки що зораному полі, на 10% після ущільнення зораного поля. Допустиме відхилення рівномірності глибини оранки 15-20%.

Гребнястість поверхні оранки визначають за допомогою профілеміра (рис. 4.2) чи двохметрової планки з інтервалами 10 см. Глибина борозен чи висота гребеня заноситься до журналу. Повторність замірів 10-12 раз. Велика гребнястість недопустима (висота гребенів і глибина впадин не повинна перевищувати 7-8 см).

Глибистість поверхні характеризується співвідношенням площі, зайнятої глибами крупнішими 10 см, до зораної поверхні. Облік проводять за допомогою квадратної рамки (1x1 м) 5-6 разів навкоси поля. Площа великих глиб допускається до 15-20%.

Ступінь загортання рослинних решток визначається кількістю бур'янів, рослинних і кореневих решток на 1 м<sup>2</sup>. Рослинні рештки повинні бути повністю заорані.

Огриви і злитність оранки визначаються візуально. Наявність огривів не допускається.

**2.1. Оцінка якості поверхневого обробітку ґрунту.** Контроль якості зводиться до визначення глибини і рівномірності обробітку, повноти підрізання бур'янів, ступеню вирівненості поверхні розпушеного поля (коефіцієнт вирівненості поля), гребнястості, виявлення огрехів, співвідношення агротехнічно повноцінних агрегатів ґрунту (0,5-10 мм), якості обробітку поворотних смуг і меж поля.

Допустиме відхилення глибини лушення дисковими знаряддями встановлюється в межах  $\pm 2$  см. Визначають лінійкою-стержнем на 10-15 контрольних ділянках.

Агротехнічні вимоги передбачають повне підрізання бур'янів, що визначають накладанням квадратної рамки 1x1 м (3...5 повторів).

Висота гребенів розпушеного ґрунту не повинна перевищувати 3-4 см, а нижній шар ґрунту не повинен виноситися на поверхню.

При визначенні загальної оцінки якості основного обробітку (оранка, обробіток плоскорізом чи іншими безполицевими ґрунтообробними знаряддями), враховують основні показники, але головним з них вважаються – рекомендована глибина обробітку, відсутність огрехів і виконання роботи в оптимальні строки. Якщо оцінка перших двох показників незадовільна, то така робота не приймається.

При оцінці якості обробітку ґрунту плоскорізами крім вище вказаних показників враховують збереження стерні на поверхні поля, яке повинно становити 75-90%, та повне підрізування бур'янів.

### **Зміст звіту**

1. В звіті коротко описати завдання механічного обробітку ґрунту, способи основного і поверхневого обробітку, методику агротехнічної оцінки якості обробітку ґрунту.

2. В польових умовах, користуючись табл. 4.1, експериментально визначити основні показники якості оранки. Результати агротехнічного контролю обробити і зробити висновок про якість роботи ґрунтообробного агрегату.

3. Зробити висновки і відповісти на контрольні запитання.

Результати оцінки якості основного обробітку можна звести у відомість такої форми.

## Відомість оцінки якості основного обробітку ґрунту

Сівозміна \_\_\_\_\_

Поле № \_\_\_\_\_

Зорана площа \_\_\_\_\_ га. Дата \_\_\_\_\_

Показники якості	Вимірювання і спостереження					
	перше	друге	третє	четверте	і т.д.	середнє
Глибина в борозні, см						
Глибина на виораному полі, см						
Відхилення від заданої глибини, см						
Коефіцієнт розпушення ґрунту						
Брилистість						
Гребенястість						

Своєчасність проведення основного обробітку:

рекомендований строк \_\_\_\_\_

фактичний строк \_\_\_\_\_

Відсутність огріхів \_\_\_\_\_

Щільність прилягання скиби \_\_\_\_\_

Достатність обертання скиби і загортання в ґрунт дернини, стерні, бур'янів, добрив (на 1 м<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

Відсутність глибоких роз'ємних борозен і звальних гребенів \_\_\_\_\_

Загальна оцінка якості основного обробітку \_\_\_\_\_

Таблиця 4.1

### Основні контрольні показники оцінки якості оранки

Найменування показників	Кількість замірів	Прилади і пристосування	Допустимі відхилення	Методи визначення
1	2	3	4	5
Відсутність огріхів	-	візуально, на око	не допускаються	огляд поля навкоси
Глибина основного	15-25	борозномір або лінійка	±1-2 см	вимірювання глибини борозни або

Найменування показників	Кількість замірів	Прилади і пристосування	Допустимі відхилення	Методи визначення
1	2	3	4	5
обробітку				глибини на зораному полі з поправкою на розпушеність (<10-15%)
Рівномірність глибини обробітку	15-25	борозномір або лінійка	до 15% на рівних і до 20% на нерівних полях	відхилення від середньої знаходять за результатами окремих замірів глибини оранки
Брилистість	15-20	метрова рамка і лінійка	10-15%	вимірювання площі, зайнятої брилами діаметром понад 10 см
Гребенястість	10-15	профілемір, лінійка і планка	7%	вимірювання висоти гребенів і борозни, в тому числі звальних гребенів і роз'ємних борозен (після закінчення оранки)
Вирівняність поверхні (довжини профілю)	3-5	шнур 10 м, з'єднаний з двометровою стрічкою	7%	вимірювання довжини профілю впоперек оранки
Загортання рослинних решток (подрібнення)	-	візуально	не допускаються	огляд поля навкоси
Загортання добрив	-	візуально	не допускаються	огляд поля навкоси
Обробіток поворотних смуг і країв поля	-	візуально	не допускаються	огляд поворотних смуг і країв поля

### Контрольні запитання

1. Які основні показники якості основного зяблевого обробітку?
2. Як визначають своєчасність проведення основного обробітку?
3. Які причини оранки з огріхами?

4. Як вимірюють глибину оранки?
5. Від чого залежить рівномірність глибини оранки?
6. Як визначають щільність прилягання скиб?
7. Як визначити ступінь кришення ґрунту?
8. Як визначити брилистість зораного поля?
9. Як визначають ступінь розпушення (спушеності) ґрунту?
10. Як визначають гребянистість ріллі?

Література [3], [4], [11]

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5**

### **Сівозміни в землеробстві України**

*Мета роботи* – засвоєння і поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навиків та вмінь складання схем сівозмін для Кіровоградської області.

*Матеріали та обладнання:* довідкова література, конспект лекцій.

#### **Загальні відомості до виконання роботи**

Необхідність введення сівозмін викликана тим, що при вирощуванні одних і тих самих культур на полі погіршуються умови їх розвитку.

Основні причини зниження врожайності і погіршення якості врожаю за беззмінного вирощування сільськогосподарських культур пов'язані з однаковим використанням поживних речовин, значною забур'яненістю посівів, ушкодженням шкідниками й хворобами, накопиченням у ґрунті різних токсичних речовин – продуктів життєдіяльності рослин і мікроорганізмів.

Науково обґрунтовані сівозміни передбачають правильний підбір попередників та оптимальне поєднання одновидових культур із дотриманням допустимої періодичності їх повернення на одне й те ж поле, що дозволяє суттєво зменшити кількість хімічних засобів захисту рослин.

До порушень встановлених вимог чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах або навіть беззмінних посівів спонукає кон'юнктура ринку сільськогосподарської продукції, яка диктує виробництво, у першу чергу, «прибуткових» культур.

Вирощування сільськогосподарських культур необхідно чергувати у часі та на території або лише у часі. Це означає, що з кількох полів і кількох культур з часом (*по роках*) кожна культура повинна займати різні поля, тобто чергуватись у часі та у просторі (*по полях та по роках*). Якщо ж поле лише одне, то для збереження родючості ґрунту, щорічно на ньому необхідно вирощувати різні культури (*чергування лише у часі*).

Чергування сільськогосподарських культур по полях і по роках має проводитися з урахуванням особливостей кожної культури, так як помічено, що після одних рослин культура розвивається успішно і дає добрий урожай, а після інших – пригнічується.

За кількістю можливих посівів на одному полі сільськогосподарські культури поділяють на: ***повторні, беззмінні, монокультури.***

***Повторна культура*** – сільськогосподарська культура, яку вирощують на одному полі не більше 3 років підряд.

***Беззмінна культура*** – сільськогосподарська культура, яку вирощують на одному полі більш тривалий час.

***Монокультура*** – єдина сільськогосподарська культура, яку вирощують у господарстві.

На основі даних про реакцію окремих культур на беззмінне вирощування основні польові культури поділяють на три групи:

- дуже чутливі (льон, соняшник, цукрові буряки, ярі зернові, конюшина);
- середньочутливі (озимі зернові й кукурудза);
- малочутливі (картопля, коноплі, рис, тютюн).

В умовах інтенсифікації землеробства важливу роль займають ***проміжні культури***. Це культури, які вирощують у інтервалі часу, вільному від вирощування основних культур сівозміни.

За строками посіву та характером їх використання ***проміжні культури*** діляться на ***пожнивні, поукісні, підсівні, озимі.***

***Пожнивні*** – проміжні культури, які вирощують після збирання зернових культур у тому ж році.

***Поукісні*** – проміжні культури, які вирощують після збирання на зелений корм силос чи сіно основних культур у тому ж році.

***Підсівні*** – сільськогосподарські культури, які висівають під покрив основної культури.

Правильним підбором попередників у сівозміні можна досягти збільшення урожаю як і від застосування добрив до 45%.

**Сівозміна** – чергування сільськогосподарських культур (і пару) у часі і на території згідно з науково обґрунтованими для певних культур нормами періодичності, що базуються на особливостях біологічної взаємодії культур та впливу їх на родючість ґрунту.

За характером вирощування сільськогосподарських культур сівозміни поділяють на польові, кормові та спеціальні.

**Польові** – основні як за площею, так і за призначенням: тут вирощують більше половини зернових, технічних культур та картоплі.

**Кормові** – задовольняють потреби тваринництва в господарстві. Понад 50% площі відводиться під кормові культури. Виділяють прифермерські та сінокосно-пасовищні сівозміни.

У **спеціальних** сівозмінах вирощують культури, які потребують особливих умов агротехніки. Це – овочеві, коноплярські, рисові та інші.

**Схема сівозміни** – набір сільськогосподарських культур і пару у порядку їх науково обґрунтованого чергування в сівозміні.

**Попередник** – це культура (або пар), що займала поле попереднього року.

**Попередник найкращий** – попередник, який за будь-яких агротехнічних і кліматичних умов забезпечує найвищу урожайність наступної культури порівняно з іншими попередниками.

**Попередник хороший** – попередник, який забезпечує високу врожайність наступної культури порівняно з іншими попередниками. Рівень урожайності культури після цього попередника нижчий за найкращого попередника не більше, ніж на 10%.

**Попередник допустимий** – попередник, який не гарантує сталого врожаю наступної культури, а за екстремальних умов зумовлює різке зниження її врожайності.

**Попередник умовно допустимий** – попередник, після якого умови вирощування для наступної культури помітно погіршуються.

**Попередник недопустимий** – попередник, після вирощування якого створюються вкрай негативні умови водно-фізичного, поживного, фітосанітарного стану ґрунту для наступної культури, а також з агротехнічних причин, коли попередник дозріває значно

пізніше строків сівби культури, або (у випадку багаторічних трав) – попередник не може бути використаний як покривна культура.

**Структура посівних площ** – це співвідношення площі посіву різних культур. Вона може бути виражена в кількості полів, які займає кожна культура, у відсотках до площі ріллі чи гектарах.

**Схема сівозміни** – перелік сільськогосподарських культур і парів у порядку їх чергування у сівозміні.

**Ротація сівозміни** – це період, протягом якого сільськогосподарські культури і пар проходять через кожне поле послідовно, за передбаченою схемою.

**Ротаційна таблиця сівозміни** – план розміщення сільськогосподарських культур і парів по полях і роках на період ротації сівозміни.

**Паром** називається поле, на якому протягом певного періоду не вирощують сільськогосподарські культури, але його обробляють, удобрюють і знищують бур'яни.

Пари поділяють на **чисті і зайняті**.

**Чистий пар** – поле вільне від посівів, яке орють з осені (**чорний пар**) чи навесні (**ранній пар**) і протягом весни та літа (до початку сівби озимих культур) тримають розпушеним і чистим від бур'янів.

**Зайнятий пар** – пар, зайнятий культурними рослинами, які рано звільняють поле для обробітку ґрунту і створюють сприятливі умови для наступних культур в сівозміні.

Крім чистих і зайнятих парів, розрізняють пари спеціального призначення – **кулісні і сидеральні**.

**Кулісний пар** – це чистий пар, на якому смугами (кулісами) висівають високостебельні культури – кукурудзу, соняшник, сорго, гірчицю та ін. Один із засобів підвищення врожайності сільськогосподарських культур, особливо в роки з суворими зимами і недостатнім сніговим покривом в степових районах України.

**Сидеральний пар** – це різновид зайнятого пару, який засівають переважно бобовими однорічними травами для приорювання їх у ґрунт на зелене добриво.

### **Оцінка попередників та розміщення сільськогосподарських культур у сівозмінах Кіровоградської області**

Для **озимих культур** найкращими попередниками в Кіровоградській області є чисті та зайняті пари. Цінність зайнятого пару тим вища, чим більший його період. Тому парозаймаючі

культури можна розташувати таким чином (у міру погіршення): **озимі на зелений корм, конюшина та еспарцет на 1 укіс, горох на зелений корм, віко-вівсяна суміш на сіно або сінаж, кукурудза на зелений корм, рання картопля.**

З непарових попередників найбільш цінним є горох на зерно. Допускається сівба озимих після кукурудзи на силос та ячменю, але ці попередники можна використовувати тільки в тому випадку, якщо ґрунт добре оброблений і до часу сівби в ньому достатньо вологи, а також є можливість застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб.

За наявності в сівозміні **озимої пшениці** та озимого жита найкращі попередники відводять під озиму пшеницю, як культуру більш вимогливу до умов росту.

**Цукрові буряки** розміщують після озимої пшениці, що йде по чистому (краще) або зайнятому парох. Ланка сівозміні: *пар-озима пшениця-цукрові буряки* характерні для Кіровоградської області. Не слід повертати буряки на те й саме поле раніше, ніж на четвертий – п'ятий рік.

**Соняшник** доцільно розміщувати останнім полем сівозміні перед чистим або зайнятим паром, оскільки після нього залишається багато падалиці і значно висушується ґрунт. Попередниками для нього можуть бути озимина, ячмінь, а також кукурудза на зелений корм або силос. На колишнє місце соняшник можна повертати не раніше, ніж за 7–8 років.

**Кукурудза** не вимоглива до попередників. Її сіють після озимих (краще), зернових бобових, картоплі, ранніх ярих зернових. За достатнього внесення поживних речовин можливий повторний посів.

Після кукурудзи розміщують яру пшеницю, ячмінь, озимину.

Найкращими попередниками **картоплі** є озимі та зернові бобові культури. Можливе розміщення після кукурудзи, цукрових буряків та багаторічних трав.

Після картоплі добре ростуть ярі зернові, зернобобові, кукурудза.

Для **зернових бобових** найкращі попередники – просапні. Бобові по бобових сіяти не можна.

З **ранніх ярих** зернових найвибагливіша до попередників яра пшениця; найменш вимогливий – овес. Ячмінь займає проміжне

місце. Сіють їх після зернових бобових та просапних культур, відводячи найкраще місце для ярої пшениці, найгірше – для вівса.

**Просо** найкраще сіяти після багаторічних трав та зернобобових культур. Хорошим попередником є картопля. Можна розміщувати просо також після цукрових буряків та озимої пшениці.

**Гречка** краще росте після зернових бобових, цукрових буряків, кукурудзи, озимих та багаторічних трав.

### Порядок виконання роботи

**Приклад 1.** Розглянемо наступну структуру посівних площ для якої необхідно скласти схему сівозміни. Кожна культура, із переліку **горох, озима пшениця, озиме жито, ячмінь, чистий пар, соняшник, цукрові буряки, кукурудза на силос**, розміщуються на одному полі. В даному випадку для кожної культури і пару необхідно вісім полів, рис. 5.1.

1	2	3	4
5	6	7	8

Рисунок 5.1 – Схема полів сівозміни

Найбільш вимогливі культури із наведеного переліку до попередника – **озима пшениця** і **озиме жито**. До часу їх сівби попередники повинні бути зібрані і ґрунт добре підготовлений.

З наявного переліку культур попередниками озимих можуть бути **горох, чистий пар** і **кукурудза на силос**.

Так як необхідно визначити попередники тільки для двох озимих культур – **пшениці** і **житя**, кукурудзу на силос можна виключити як менш цінний попередник.

**Озима пшениця** більш вимоглива до попередника то її доцільно висівати після **чистого пару**, а **озиме жито** – після **гороху**.

Дві ланки сівозміни визначилися:

- **чистий пар-озима пшениця;**
- **горох-озиме жито.**

**Цукрові буряки** також вимогливі до попередника і згідно з рекомендаціями, їх розміщують після **озимої пшениці**, що йде по

чистому або зайнятому пару. У даному випадку її можна розмістити в ланці **чистий пар-озима пшениця-цукрові буряки**.

Схему сівозміни, як правило, починають з чистого або зайнятого пару, і тому можна визначити, які культури будуть розміщуватися на перших трьох полях.

**Соняшник** зазвичай завершує схему сівозміни, тому розміщуємо його перед паром на 8-му полі, табл. 5.1.

Залишилося визначити попередників для **ячменю, кукурудзи на силос, гороху** та **соняшнику**.

**Ячмінь** доцільно розмістити після **цукрових буряків**, так як під них вносять багато добрив, післядія яких позитивно позначиться на ньому. До того ж на буряковому полі залишається мало бур'янів, що також важливо для ячменю.

Попередньо визначено, що після **гороху** буде висіватися **озиме жито**, а при розміщенні культур, що залишилися, можливі варіанти.

Після **ячменю** можна сіяти **горох** (5-е поле), тоді на 6-му полі буде **озиме жито**, а 7-е залишиться для **кукурудзи на силос**, яка є прийнятним попередником для **соняшника**.

Таблиця 5.1

Схема полів сівозміни №1

№ поля	Культура
1	Чистий пар
2	Озима пшениця
3	Цукрові буряки
4	
5	
6	
7	
8	Соняшник

1. Чистий пар	5.
2. Озима пшениця	6.
3. Цукрові буряки	7.
4.	8. Соняшник

Якщо ж після **ячменю** на 5-му полі посіяти **кукурудзу на силос**, то тоді після неї розміщуємо **горох** і **озиме жито**, після якої буде висіяний **соняшник**. Цей варіант також видається цілком прийнятним, тим більше, що в ньому дотриманий принцип розміщення зернових культур після просапних і просапних після культур суцільної сівби. Таким чином, схема сівозміни буде виглядати наступним чином, табл. 5.2

Схема сівозміни № 1

1. Чистий пар
2. Озима пшениця
3. Цукрові буряки
4. Ячмінь
5. Кукурудза на силос
6. Горох
7. Озиме жито
8. Соняшник

1. Чистий пар	5. Кукурудза на силос
2. Озима пшениця	6. Горох
3. Цукрові буряки	7. Озиме жито
4. Ячмінь	8. Соняшник

Відповідно до такої схеми в майбутньому році на полі № 1 розміститься озима пшениця, на полі № 2 – цукрові буряки, на полі № 5 – горох, на полі № 7 – соняшник, а на полі № 8 – чистий пар. Ще через рік всі культури ще раз перемістяться по полях згідно зі схемою сівозміни. У наведеному прикладі час ротації – 8 років (за кількістю полів).

**Приклад 2.** Скласти схему сівозміни, виходячи з даної структури посівних площ, табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Структура посівних площ

Культура	Площа, га	Культура	Площа, га
озима пшениця	207	овес	98
ячмінь	100	горох на зелений корм	50
багаторічні трави	102	гречка	40
цукрові буряки	200	просо	60
чистий пар	50	соняшник	100
Загальна площа 1007 га			

Перш ніж підрахувати кількість полів у сівозміні, необхідно визначити середній розмір поля. При проектуванні сівозмін поля бажано робити рівновеликими, але можуть бути і невеликі відхилення від якогось середнього значення.

В даному прикладі доцільно прийняти середній розмір поля 100 га. Тоді *озима пшениця* розміститься на двох полях, *цукрові буряки* також займуть два поля, а ось *чистий* і *зайнятий* пар (*горох на зелений корм*) необхідно з'єднати в одне поле. У збірному полі

доведеться сіяти *просо* (60 га) і *гречку* (40 га). Це зручно, так як обробіток ґрунту під обидві культури практично однаковий і терміни сівби також збігаються. Таким чином, **загальна кількість** полів сівозміни – 10.

Складання схеми сівозміни починається з визначення попередників для двох полів *озимої пшениці*. Оптимальний варіант: одне поле пшениці розмістити після збірного *парового поля* (чистий пар – 50 га; горох на зелений корм 50 га), а друге – після *багаторічних трав* на 1 укіс (зайнятий пар).

З розміщенням двох полів *цукрових буряків* складнощів немає, їх висіваємо в обох випадках після *озимої пшениці*. Отже, дві ланки сівозміни вже склалися, табл. 5.4.

При визначенні попередників *багаторічних трав* необхідно враховувати, що в чистому вигляді трави, як правило, не висівають, так як в початковий період вегетації їх ріст уповільнений, а, отже, такі посіви можуть бути пригнічені бур'янами. Тому їх доцільно висівати під покровом з будь-якою ярою зерновою культурою (*ячменем, вівсом, просом, ярою пшеницею*).

Таблиця 5.4

I ланка	II ланка
чистий пар; горох на зелений корм	багаторічні трави
озима пшениця	озима пшениця
цукрові буряки	цукрові буряки

У перший рік *багаторічні трави* ростуть в суміші з *зерновими*, а після збирання покривної культури розвиваються самостійно. Однак використовувати *багаторічні трави* першого року на зелений корм, сіно, сінаж і т.п. не слід, так як рослинам необхідно сформувати достатню вегетативну масу, вкоренитися, щоб добре перезимувати. Використання багаторічних трав починають з другого року.

Виходячи з представленої в завданні структури посівних площ, можна визначити, що в якості покривної культури для багаторічних трав найкраще використовувати *ячмінь*. Він рано звільняє поле і не сильно затінює підсівну культуру.

Таким чином, друга ланка сівозміни доповнюється ще однією культурою, табл. 5.5.

Таблиця 5.5

I ланка	II ланка
чистий пар; горох на зелений корм	ячмінь + багаторічні трави
озима пшениця	багаторічні трави
цукрові буряки	озима пшениця
	цукрові буряки

*Просо з гречкою* можна розмістити в будь-якій ланці після *цукрових буряків*. Якщо ми сіємо ці круп'яні культури в першій ланці, то після них можна розміщувати *ячмінь* з підсівом *багаторічних трав*. У другій ланці після *цукрових буряків* розміщуємо *овес* і після нього завершить сівозміну *соняшник*.

Загальна схема сівозміни буде виглядати наступним чином, табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Загальна схема сівозміни 2

№ поля	Культура
1	Чистий пар (50 га); горох на зелений корм (50 га)
2	Озима пшениця (100 га)
3	Цукрові буряки (100 га)
4	Просо (60 га); гречка (41 га)
5	Ячмінь+багаторічні трави (100 га)
6	Багаторічні трави (100 га)
7	Озима пшениця (100 га)
8	Цукрові буряки (100 га)
9	Овес (98 га)
10	Соняшник (100 га)

На схемі полів сівозміни розташування культур буде примірно таким:

1	2	3	4	5
Чистий пар	Озима пшениця	Цукрові буряки	Просо	Ячмінь + багаторічні трави
Горох на зелений корм			Гречка	
Соняшник	Овес	Цукрові буряки	Озима пшениця	Багаторічні трави
10	9	8	7	6

**Приклад 3.** Скласти схему кормової сівозміни, виходячи з даної структури посівних площ, табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Структура посівних площ, % від загальної площі ріллі

Культура	% від площі ріллі	Культура	% від площі ріллі
Багаторічні трави	33,4	Віко-вівсяна суміш на зелений корм	11,1
Озима пшениця	11,1	Ячмінь	22,3
Горох	11,1	Кукурудза на зелений корм	11,1
Кормові буряки	11,1		

Складання сівозміни слід почати з визначення кількості полів та їх середнього розміру. Доцільно прийняти розмір поля – 11,1%, так як в цьому випадку буде три поля *багаторічних трав*, два поля *ячменю*, інші культури займають по одному полю.

Кількість полів визначаємо розділивши площу ріллі (100%) на розмір одного поля (11,1%) –  $100:11,1 \approx 9$  полів.

Однак, якщо скласти посівні площі всіх культур зі структури посівних площ, отримуємо 111,1%, тобто площа культур, які треба посіяти на 11,1% більше, ніж площа ріллі (100%).

Якщо врахувати, що *кукурудза* на зелений корм вирощується поукісно, тобто сіється в цей же рік після збирання будь-якої культури, то з одного поля виходить два врожаї за вегетаційний період.

У розглянутому прикладі *кукурудзу* на зелений корм доцільно посіяти після *віко-вівсяної суміші*, так як вона рано звільняє поле, достатньо часу для обробітку ґрунту, сівби і отримання зеленої маси.

В якості попередника *озимої пшениці* можна вибрати *горох*. *Кормові буряки* слід розмістити після *озимої пшениці*, а після *буряків – ячмінь* з підсівом *багаторічних трав*. Так як багаторічні трави ростуть на одному місці кілька років, немає необхідності висівати їх на кожному з трьох полів сівозміни. Така схема виглядає наступним чином, табл. 5.8.

Схема полів сівозміни 3

№ поля	Культура
1	Горох
2	Озима пшениця
3	Кормові буряки
4	Ячмінь + багаторічні трави
5	Багаторічні трави
6	Багаторічні трави
7	Багаторічні трави

Після багаторічних трав розміщуємо ще одне поле ячменю, і на 9-му полі висіває віко-вівсяну суміш, а потім кукурудзу на зелений корм (поукісно).

Відповідно до такої схеми, багаторічні трави щорічно підсівають тільки на одному полі (в поточному році – на 4-му полі). Відповідно, 7-е поле після збирання врожаю трави буде розорано і в майбутньому році засіяно ячменем. Таким чином, багаторічні трави на кожному з трьох полів вирощуються по три роки

Схема полів сівозміни № 3

1	2	3	4	
Горох	Озима пшениця	Кормові буряки	Ячмінь + багаторічні трави	
Віко-вівсяна суміш; кукурудза на з/к (поукісно)	Ячмінь	Багаторічні трави	Багаторічні трави	Багаторічні трави
9	8	7	6	5

Час, за який кожна культура пройде через кожне поле сівозміни – 9 років.

### Зміст звіту

1. Скласти схеми сівозмін на основі заданої структури посівних площ згідно із завданням.
2. Зробити висновки і відповіді на контрольні запитання.

### **Завдання №1**

Чистий пар – 1 поле  
Ячмінь – 1 поле  
Цукрові буряки – 1 поле  
Озима пшениця – 2 поля  
Горох – 1 поле  
Соняшник – 1 поле  
Кукурудза на силос – 1 поле

### **Завдання №2**

Чистий пар – 10%  
Яра пшениця – 10%  
Озима пшениця – 20%  
Багаторічні трави – 10%  
Ячмінь – 20%  
Цукрові буряки – 20%  
Кукурудза на силос – 10%

### **Завдання №3**

Ячмінь – 100 га  
Віко-овес на сіно – 100 га  
Люцерна (вивідне поле) – 100 га  
Соняшник – 100 га  
Цукрові буряки – 100 га  
Озима пшениця – 200 га  
Горох – 100 га  
Кукурудза на силос – 100 га  
**Загальна площа – 900 га**

### **Завдання №4**

Горох – 120 га  
Ячмінь – 242 га  
Просо – 115 га  
Чистий пар – 64 га  
Цукрові буряки – 239 га  
Віка-овес на з/к – 56 га  
Соняшник – 122 га  
Озима пшениця – 244 га  
**Загальна площа – 1202 га**

### **Завдання №5**

**Кормова сівозміна**  
Кормовий буряк – 12,5%  
Однорічні трави на з/к – 12,5%  
Кукурудза на силос – 12,5%  
Конюшина – 25%  
Картопля – 12,5%  
Озиме жито на з/к – 12,5%  
Кукурудза на з/к (поукісно) – 12,5%  
Ячмінь – 12,5%  
**Загальна площа – 240**

### **Завдання №6**

**Фермерська сівозміна**  
Кукурудза на з/к – 20 га  
Кукурудза на силос – 40 га  
Кормові буряки – 15 га  
Ячмінь – 60 га  
Соняшник – 30 га  
Озимі на з/к – 60 га  
Картопля – 15 га  
Просо (поукісно) – 30 га  
Гречка (поукісно) – 30 га

## Контрольні запитання

1. Що таке сівозміна? Яке її значення у землеробстві?
  2. Чим викликана необхідність чергування культур у часі та просторі?
  3. Що таке попередник?
  4. Від чого залежить цінність попередника?
  5. Назвіть можливі попередники основних культур, що вирощуються у Кіровоградській області.
  6. Що вказано у структурі посівних площ?
  7. Які культури називають пожнивними (поукісними)?
  8. Що таке "повторна культура"?
  9. Які культури добре переносять повторний посів та які не переносять?
  10. Дайте визначення поняття «ротація сівозміни».
  11. Яким вимогам мають задовольняти культури, що висіваються у «збірному» полі?
  12. Чому багаторічні трави висівають «під покрив»?
  13. Які культури можна використовувати як покривні? Від чого залежить їхня цінність?
  14. Пари та їх види.
- Література [2], [6-8].

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### Визначення посівних якостей насіння

*Мета роботи* – набути навички визначення посівної якості насіння.

*Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:* насіння різних сільськогосподарських культур, ваги, млин, сушильна шафа, термостат, ексикатор, бюкси, щипці, шпателі, штангенциркуль, ростильні з піском.

### Програма і порядок виконання роботи

1. Вивчити методику визначення посівних якостей насіння.
2. Визначити посівну якість насіння: чистоту насіння, схожість та енергію проростання, посівну придатність, вологість, абсолютну масу і вирівненість насіння, зараженість хворобами і шкідниками.
3. Скласти звіт.

## Загальні відомості та методичні вказівки до виконання роботи

Головними показниками якості посівного матеріалу є: сортність, чистота, схожість і енергія проростання, посівна придатність, вологість, абсолютна маса і вирівненість насіння, зараженість хворобами і шкідниками. Аналіз посівних якостей насіння проводять державні контрольні лабораторії, дослідні і науково-дослідні установи.

**Чистота насіння.** Чистота – одна з найважливіших якостей насіння. Посівний матеріал в своїй масі вміщує різні домішки. Підвищений вміст мертвих домішок (земля, пісок, солома і ін.) і пошкодженого насіння при заданій нормі висіву приводить до зрідженості стеблестою рослин. Наявність насіння бур'янів та інших культур викликає засмічування полів. Сівба непідготовленим насіннєвим матеріалом приводить до зниження кількості та якості врожаю.

*Чистота насіння* – це маса насіння основної культури, виражена у відсотках до загальної маси зразка.

Для визначення чистоти насіння беруть такі навіски, г: для зернових культур – 50, кукурудзи і зернобобових – 200, соняшника – 100, проса – 20.

З одержаної навіски виділяють такі фракції:

- ✓ насіння основної культури (до цієї фракції відносять все нормально розвинене, недостатньо виконане насіння, насіння з ледь пошкодженим зародком чи на 1/3 відбитим ендоспермом);
- ✓ відходи основної культури (дрібне і щупле насіння (менше 2 мм по товщині – для пшениці і ячменю, менше 1,5 мм – для жита і вівса), проросле насіння, загнившє, роздавлене і сплющене, бите, яке втратило більше, ніж 1/3 ендосперму);
- ✓ живе сміття (насіння бур'янів та інших культурних рослин, насіння заражене хворобами, личинки та живі тіла комах);
- ✓ мертве сміття (земля, пісок, солома, полова, подрібнене насіння, мертві комахи).

Відібрані фракції зважують окремо і обчислюють масу у відсотках до всієї маси навіски насіння. Відсоток чистого насіння основної культури вказує на чистоту посівного матеріалу. Насіння карантинних і злісних бур'янів враховують окремо в штуках і

перераховують їх на 1 кг насіння. Зважування фракцій виконують з точністю до 0,01 г.

Кількість навісок – 3. Якщо аналіз показує, що чистота насіння нижча встановленого держстандартом, насіння до сівби не допускається і направляється на повторне очищення. При наявності карантинних бур'янів посівний матеріал до сівби не допускається взагалі. Дані аналізів та вимірювань заносять в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Визначення чистоти насіння  
Культура \_\_\_\_\_, маса навіски М= \_\_\_\_\_ г

Номер повторності	Насіння основної культури		Відходи домішок		Мертве сміття		Живе сміття		Насіння бур'янів	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1										
2										
3										

Чистоту насіння визначають за формулою

$$A = \frac{m}{M} \cdot 100\%, \quad (6.1)$$

де  $m$  – маса домішок, г;

$M$  – маса навіски, г.

**Схожість і енергія проростання.** Схожість визначає придатність насіння для сівби, норму висіву, а також можливість його використання для інших цілей. Під схожістю насіння розуміється кількість нормально пророщеного насіння в зразку, взятому для аналізу, виражена у відсотках.

Енергія проростання характеризує дружність проростання. Це відсоток нормально пророщеного насіння за відповідний час, встановлений для кожної культури. Розтягнутість періоду проростання – не бажана ознака.

Розрізняють також і польову схожість. Під нею розуміють відсоток сходів, одержаних в польових умовах.

Визначення схожості всіх культур виконують в чотирьох

повторностях. У крупно-насіньєвих культур (кормові боби, квасоля, арахіс та ін.) для кожної повторності відраховують 50 зерен, а для всіх інших – 100 зерен.

Насіння для аналізу відбирають із середнього зразка очищеного зерна. Для пророщування використовують ростильні, чашки Петрі, які розміщують в термостаті. Кожний зразок зерен розкладають на зволожену підстилку. В якості підстилки використовують фільтрувальний папір або чистий, промитий і прожарений, просіяний через сито з діаметром отворів 1 мм, кварцовий або річковий пісок. Фільтрувальний папір розміщують в два-три шари.

Пісок в ростильні насипають до 2/3 її висоти. Пісок зволожують до вологості – 60% (для бобових культур – до 80%, для рису – до 100%). Насіння розміщують в ростильні по 10 штук в кожний ряд на відстані 0,5-1,5 см одне від одного, в залежності від розміру. Насіння втискають в зволожений пісок. Ростильні зверху накривають скляними пластинками і переносять в термостат. На кожній ростильні закріплюється етикетка з назвою культури зразка, № проби і дати для підрахунку енергії проростання й схожості.

Для хлібів першої групи температура повітря в термостаті встановлюється в межах 20<sup>0</sup> С, для хлібів другої групи 20...30<sup>0</sup> С (6 годин – 30<sup>0</sup> С і 18 годин – 20<sup>0</sup> С). Наповнювач ростильні (пісок чи фільтрувальний папір) регулярно зволожують, не допускаючи його підсихання. Насіння пророщують протягом 7...10 діб.

Підрахунок пророщеного насіння проводять в два строки: перший – через 3-4 діб для визначення енергії проростання, другий – через 7-10 діб – для визначення схожості. Пророслим насінням вважається таке, у якого корінці розвинулись нормально, а один головний корінець має довжину не менше довжини насіння. У жита, пшениці і кукурудзи звертають особливу увагу на паросток, який повинен бути не меншим половини довжини зернівки.

Непророслим насінням вважається таке, в якого паросток складається з однієї стеблинки, а корінець не розвинувся чи розвинувся кволий, загнившим, чи навпаки – не створився паросток. Гниле насіння відносять до непророслих (навіть якщо воно проросло).

По закінченню випробовування схожість і енергію проростання підраховують у відсотках, як середню з усіх паралельних проб за формулою

$$B = \frac{Q_c}{N} \cdot 100 \quad (6.2)$$

де  $Q_c$  – кількість пророслого насіння, шт;

$N$  – кількість насіння закладеного для пророщування, шт.

**Визначення посівної придатності і норми висіву насіння.**

Посівною придатністю насіння називається відсоток чистого і одночасно схожого насіння в дослідному зразку.

Посівна придатність є основою для розрахунку норми висіву насіння, визначається за формулою

$$D = \frac{A \cdot B}{100}, \quad (6.3)$$

де  $A$  – чистота насіння, %;

$B$  – схожість насіння, %.

Посівна придатність показує, скільки в 100 вагових одиницях досліджуваного посівного матеріалу міститься одночасно чистого і пророслого, тобто повністю придатного насіння.

Норма висіву насіння (кг/га) вибирається з розрахунку на 100%-ну посівну придатність і визначається за формулою

$$H = \frac{Q \cdot 100}{D} \quad (6.4)$$

де  $Q$  – розрахункова норма висіву, кг/га;

$D$  – посівна придатність насіння, %.

**Визначення вологості насіння.** Нормальною вологістю насіння зернових культур вважається вологість 14-15%. Зерно з підвищеною вологістю при зберіганні швидко самозігрівається, проростає, вражається пліснявими грибками, пошкоджується амбарними шкідниками, в результаті чого насіння втрачає посівні якості. Підвищена вологість зерна знижує продуктивність і якість роботи машин при збиранні врожаю. Вологість зерна в даній лабораторній роботі визначають за допомогою вологоміра Wile-55, рис. 6.1, призначений для експрес-вимірювання вологості зернових, зернобобових та олійних культур, а також продуктів їх переробки. Вологомір Wile-55 використовується для вимірювання вологості цільних зерен і насіння. Вміст води в вимірюваній масі відображається на LCD-дисплеї у відсотках ваги. Вологомір Wile-55

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



Рисунок 6.1 –  
Вимірювач вологості  
Wile 55

Для визначення вологості рослинних решток використовували портативний вимірювач вологості Wile 65 (FARMCOMP, Фінляндія), призначений для контролю вологості зерна, борошна й насіння сільськогосподарських культур (рис 3.1). Для чого рослинні рештки попередньо подрібнювали.

Вимірювач вологості Wile 55 являє собою мікропроцесорний електронний прилад, в основі роботи якого використаний діелькометричний метод вимірювання вологості сипких матеріалів.

Прилад працює з 16 культурами: пшениця, ячмінь, гречка, рапс, соняшник, кукурудза, боби, рис, овес, жито, сорго, горох, соєві боби, просо, насіння льону, гірчиця, борошно пшеничне, борошно житнє, висівки.

Таблиця 6.1

#### Технічна характеристика вимірювача вологості Wile 65

№ п/п	Найменування показників	Значення показників
1	Діапазон вимірювання вологості, %: - зернові - зернобобові - олійні	8...35 8...40 5...25
2	Похибка вимірювання вологості, %: - в діапазоні від 5 до 20% - в діапазоні від 20% до 35%	не більше 1,0 ±1,5
3	Об'єм вимірювальної камери, см <sup>3</sup>	90

**Визначення абсолютної маси (маси 1000 зерен в г).** Маса 1000 зерен вказує на величину зерна, його крупність, вирівненість. Маса

1000 зерен характеризує також густину зерна (при однаковому розмірі зерен більша маса 1000 зерен свідчить про більший запас в зерні поживних речовин).

Масу 1000 зерен визначають наступним чином. З фракції чистого насіння після їх аналізу на чистоту відраховують 2 проби по 500 зерен підряд. Відібрані проби зважують окремо з точністю до 0,01 г. Якщо розбіжність між масами двох проб більше 5%, то зважують третю пробу і масу 1000 зерен визначають по тих двох пробах, які мають найменшу розбіжність.

### Зміст звіту

1. Коротко описати загальні відомості про посівну придатність насіння.
  2. Визначити і розрахувати такі показники якості посівного матеріалу:
    - чистоту насіння;
    - схожість і енергію проростання;
    - посівну придатність насіння;
    - вологість насіння;
    - масу 1000 зерен.
- Дані досліджень занести в таблицю 6.2.
3. Дати відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 6.2

Культура	Чистота насіння, %	Схожість насіння, %	Енергія проростання, %	Посівна придатність, %	Вологість, %	Маса 1000 зерен, г
1						
2						
3						

### Контрольні запитання

1. Які головні показники якості посівного матеріалу?
2. Що таке чистота насіння?
3. Які домішки можуть потрапити в посівний матеріал?

4. До чого може призвести підвищений вміст мертвих домішок (земля, пісок, солома і ін.) і пошкодженого насіння?
5. До чого приводить сівба непідготовленим насіннєвим матеріалом?
6. Скільки відбирають насіння для визначення чистоти насіння?
7. Які фракції зерна відбирають із відібраного для визначення чистоти насіння?
8. Чи допускається до сівби посівний матеріал, в якому є карантинні бур'яни?
9. Як визначають чистоту насіння?
10. Як визначають схожість і енергію проростання.
11. Як визначають посівну придатність насіння?
12. Як визначають норму висіву насіння?
13. Як визначають вологість насіння?
14. Як працює вологомір зерна Wile-55?
15. На що вказує маса 1000 зерен?

Література [2], [7-8], [10].

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7**

### **Розрахунки необхідної кількості пестициду та витрат робочої рідини**

*Мета роботи* – засвоєння і поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навиків та вмінь щодо розрахунку необхідної кількості пестициду для приготування робочої суміші та кількість робочої рідини на задану площу й визначати концентрацію робочого розчину.

*Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:* Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні згідно вимог постанови Кабінету Міністрів України від 21.07.2023 р. № 758, табличний та ілюстративний матеріал.

### **Короткі теоретичні відомості**

Розрахунки необхідної кількості пестициду та витрати робочої рідини для обприскування заданої площі певної сільськогосподарської культури можна виконувати:

- за нормою витрати препарату;

- за концентрацією робочої рідини за препаратом;
- за концентрацією робочої рідини за діючою речовиною;
- за нормою витрати діючої речовини.

### Розрахунок необхідної кількості пестициду за нормою витрати препарату

Норма витрати – це кількість пестициду чи робочої рідини, яка витрачається на одиницю площі (га, м<sup>2</sup>) або на окремий об'єкт (дерево, кущ і т.п.). Норма витрати препарату вказується в рекомендаціях щодо його застосування або в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Норма витрати робочої рідини залежить від виду обприскування, культури, що обробляється, і є табличною величиною, якщо вона спеціально не вказана у рекомендаціях щодо застосування конкретного пестициду (табл. 6.1).

Якщо відома норма витрати пестициду, то необхідну його кількість  $Q_n$  (кг, л) розраховують за формулою

$$Q_n = H_{en} \cdot S, \quad (7.1)$$

де  $H_{en}$  – норма витрати пестициду, кг/га, л/га;

$S$  – площа, на якій будуть проводити обприскування даним пестицидом, га.

Таблиця 6.1

Норми витрати робочої рідини  $H_{вpp}$  для обприскування рослин

Культура	Норма витрати робочої рідини, л/га	Середній показник для розрахунків, л/га
1	2	3
Зернові	200-300	300
Зернобобові	200-300	300
Картопля	300-400	400
Цукровий буряк	300-500	400
Овочеві	400-500	500
Сади	1500-2000	2000
Ягідники, виноградники	1000-1500	1500

Необхідну кількість робочої рідини  $Q_{pp}$  (л) розраховують за формулою

$$Q_{pp} = H_{вpp} \cdot S, \quad (7.2)$$

де  $H_{вpp}$  – норма витрати робочої рідини, л/га;

$S$  – площа, на якій будуть проводити обприскування даним пестицидом, га.

Для прикладу наводимо розрахунок необхідної кількості пестициду Конфідор Максї, 70% в.г. та необхідної кількості робочої рідини для обприскування 150 га картоплї від колорадського жука, якщо норма витрати препарату 0,045 кг/га

$$Q_n = 0,045 \cdot 150 = 6,75 \text{ кг};$$

$$Q_{pp} = 400 \cdot 150 = 60000 \text{ л.}$$

### **Розрахунок необхідної кількості пестициду за концентрацією робочої рідини за препаратом**

Концентрація – це відсотковий вміст пестициду в робочій рідині (суспензії, емульсії, розчині).

Якщо концентрація робочої рідини вказується за препаратом, то необхідну кількість пестициду  $Q_n$  визначають за формулою

$$Q_n = (H_{вpp} \cdot K_{pp} / 100) \cdot S, \quad (7.3)$$

де  $H_{вpp}$  – норма витрати робочої рідини, л/га;

$K_{pp}$  – концентрація робочої рідини, %;

$S$  – площа, на якій будуть проводити обприскування даним пестицидом, га.

Для прикладу наводимо розрахунок потреби в пестициді Превікур, 72,2% в.р. та в робочій рідині для обприскування 10 га огірків проти пероноспорозу 0,2%-м робочим розчином за препаратом

$$Q_n = (500 \cdot 0,2 / 100) \cdot 10 = 10 \text{ л},$$

$$Q_{pp} = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ л.}$$

## Розрахунок необхідної кількості пестициду за концентрацією робочої рідини за діючою речовиною

Якщо концентрація робочої рідини вказується за діючою речовиною, то необхідну кількість пестициду  $Q_n$  визначають за формулою

$$Q_n = (H_{вpp} \cdot K_{pp \text{ за д.р.}} / K_n) \cdot S, \quad (7.4)$$

де  $H_{вpp}$  – норма витрати робочої рідини, л/га;

$K_{pp \text{ за д.р.}}$  – концентрація робочої рідини за діючою речовиною, %;

$K_n$  – вміст діючої речовини в препараті, %;

$S$  – площа, на якій будуть проводити обприскування даним пестицидом, га.

Для прикладу наводимо розрахунок необхідної кількості пестициду Превікур, 72,2% в.р. та необхідної кількості робочої рідини для обприскування 10 га огірків проти пероноспорозу, якщо пестицид використовується у вигляді 0,15%-го розчину за діючою речовиною

$$Q_n = (500 \cdot 0,15 / 72,2) \cdot 10 = 10,4 \text{ л,}$$

$$Q_{pp} = 500 \cdot 10,4 = 5200 \text{ л.}$$

## Розрахунок необхідної кількості пестициду за нормою витрати діючої речовини

Якщо норма витрати пестициду  $H_{ен}$  вказується за діючою речовиною, то необхідно зробити перерахунок на норму витрати препарату за формулою

$$H_{ен} = (H_{е \text{ за д.р.}} / K_n) \cdot 100, \quad (7.5)$$

де  $H_{е \text{ за д.р.}}$  – норма витрати діючої речовини, кг/га, л/га;

$K_n$  – вміст діючої речовини в препараті, %.

Для прикладу наводимо розрахунок необхідної кількості фунгіциду Байлетон, 25% з.п. та необхідної кількості робочої рідини для обприскування 250 га пшениці, якщо норма витрати препарату за діючою речовиною – 0,125 кг/га.

$$H_{en} = (0,125 / 25) \cdot 100 = 0,5 \text{ кг/га},$$

$$Q_n = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ кг},$$

$$Q_{pp} = 300 \cdot 250 = 75000 \text{ л}.$$

### Визначення концентрації робочої рідини

Якщо відомі норма витрати пестициду і норма витрати робочої рідини, то завжди можна визначити концентрацію робочої рідини  $K_{pp}$  за формулою

$$K_{pp} = (H_{en} / H_{vpp}) \cdot 100, \quad (7.6)$$

де  $H_{en}$  – норма витрати пестициду, кг/га, л/га;

$H_{vpp}$  – норма витрати робочої рідини, л/га.

Для прикладу наводимо розрахунок концентрації робочої рідини пестициду Байлетон, 25% з.п. для обприскування посівів пшениці від борошнистої роси, якщо його норма витрати становить 0,5 кг/га, а норма витрати робочої рідини – 300 л/га

$$K_{pp} = (0,5 / 300) \cdot 100 = 0,17 \text{ \%}.$$

Концентрацію робочої рідини за діючою речовиною  $K_{pp \text{ за д.р.}}$  можна розрахувати за формулою

$$K_{pp \text{ за д.р.}} = (H_{en} \cdot K_n) \cdot H_{vpp}, \quad (7.7)$$

де  $H_{en}$  – норма витрати препарату, кг/га, л/га;

$K_n$  – вміст діючої речовини у препараті, %;

$H_{vpp}$  – норма витрати робочої рідини, л/га.

Для прикладу наводимо розрахунок концентрації робочої рідини за діючою речовиною того ж пестициду Байлетон, 25% з.п. для обприскування посівів пшениці від борошнистої роси, якщо його норма витрати становить 0,5 кг/га, а норма витрати робочої рідини – 300 л/га

$$K_{pp \text{ за д.р.}} = (0,5 \cdot 25) / 300 = 0,04 \text{ \%}.$$

### Зміст звіту

1. Ознайомитися з порядком розрахунків необхідної кількості

пестициду та необхідної кількості робочої рідини:

- за нормою витрати препарату;
- за концентрацією робочої рідини за препаратом;
- за концентрацією робочої рідини за діючою речовиною;
- за нормою витрати діючої речовини.

2. Ознайомитися з порядком визначення концентрації робочої рідини за препаратом та концентрації робочої рідини за діючою речовиною.

### **Завдання для розрахунків**

1. Яку кількість пестициду Актара, 25% в.г. з метою захисту 250 га картоплі від колорадського жука необхідно придбати, якщо він використовується у вигляді 0,005%-го водного розчину за діючою речовиною?

2. Чи достатньо вказаної кількості пестициду і впродовж скількох робочих днів можна протруїти 54 т насіння пшениці проти твердої і летючої сажки 162 л Вітаваксу 200ФФ, 40% в.с.к., якщо норма витрати пестициду 3 л/т, а продуктивність машини для протруювання ПС-10А – 22 т/год ?

3. Яку кількість пестициду Дерозал, 50% к.с. необхідно придбати і яку кількість робочої суспензії необхідно приготувати для протруювання 15 т насіння ярого ячменю проти корневих гнилей, якщо норма витрати препарату за діючою речовиною – 0,75 л/т, а робочу суспензію слід готувати з розрахунку 10 л води на 1 т насіння?

4. Яку кількість пестициду Фундазол, 50% з.п. необхідно придбати і яку кількість робочої рідини слід приготувати для поливу ґрунту 0,1%-вою суспензією препарату при висаджуванні розсади капусти на площі 2 га з метою її захисту від кили? Норма витрати робочої рідини для поливу – 10000 л/га.

5. Для обприскування яблуні проти кліщів рекомендовано використовувати акарицид Демітан, 20% к.с. в нормі 0,6 л/га. Розрахуйте необхідну кількість препарату та необхідну кількість робочої суспензії для обприскування 300 га саду.

6. Розрахуйте концентрацію робочої суспензії для обприскування 15 га огірків проти пероноспорозу пестицидом Альет, 80% з.п., якщо норма витрати препарату 1,6 кг/га за діючою речовиною?

7. Розрахуйте необхідну кількість та концентрацію робочої рідини за діючою речовиною для обприскування 1 га томатів проти фітофторозу пестицидом Дітан М-45, 80% з.п., якщо норма витрати препарату 1,6 кг/га.

8. Яку кількість фунгіциду Імпакт, 25% к.с. необхідно придбати та яку кількість робочої суспензії слід приготувати для обприскування 400 га цукрових буряків проти церкоспорозу і борошнистої роси, якщо норма витрати становить 0,06 л/га за діючою речовиною препарату?

9. Яку кількість інсектициду Ф'юрі, 10% в.е. необхідно придбати та яку кількість робочої рідини необхідно приготувати для обприскування 350 га ріпаку проти ріпакового квіткоїда, якщо норма витрати препарату складає 0,1 л/га? Яку площу можна обробити 50 л препарату?

10. Скільки необхідно придбати фунгіциду Топаз, 10% к.е. та скільки необхідно приготувати робочої рідини з метою захисту 5 га суниці від борошнистої роси, якщо він використовується у вигляді 0,05%-вої емульсії?

### **Контрольні запитання**

1. Як розрахувати необхідну кількість пестициду і робочої рідини за відомою нормою витрати препарату?

2. Як розрахувати необхідну кількість пестициду за концентрацією робочої рідини за препаратом?

3. Як розрахувати необхідну кількість пестициду за концентрацією робочої рідини за діючою речовиною?

4. Як розрахувати необхідну кількість пестициду за відомою нормою витрати діючої речовини?

5. Як визначити концентрацію робочої рідини за препаратом та за діючою речовиною?

Література [1], [12].

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

### Морфологічні особливості зернових культур

**Мета роботи** – засвоєння і поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навиків та вмінь щодо визначення основних рис хлібів 1 і 2 групи. Вивчити анатомічну будову зернівки та навчитися розрізняти зернові хліба за суцвіттями, язичками та вушками.

**Обладнання, прилади, інструменти і ТЗН:** набір насіння зернових культур, малюнки зерновок та їх анатомічної будови, суцвіття зернових культур, стебла зернових культур, живі рослини, плакати, штангенциркуль, лупа.

### Короткі теоретичні відомості

Зернові хліба (крім гречки) відносяться до сімейства злакові. Морфологічна будова хлібних злаків має багато спільного. Основні ознаки рослин цієї групи, табл. 8.1.

Таблиця 8.1

#### Морфологічні та біологічні відмінності зернових культур

Хліба першої групи	Хліба другої групи
Форма зернівки зазвичай подовжена	Форма зернівки частіше округла (крім рису)
На зерні є борозенка та чубчик (у ячменю чубчик відсутній)	На зерні немає ні борозенки, ні чубчика
Зерно проростає кількома корінцями (від 3 до 8)	Зерно проростає лише одним зародковим корінцем
Ріст надземної маси в початковій фазі швидше	У початковій фазі ріст надземної маси повільний (крім рису)
Маловимогливі до тепла	Теплолюбні
У культурі поширені озимі і ярові форми	У культурі поширені тільки ярові форми
Мають озимі та ярі форми	Озимих форм немає
До вологи більш вимогливі	До вологи менш вимогливі (крім рису)
Рослини довгого дня	Рослини короткого дня

**Коренева система.** Коренева система у злакових хлібів мичкувата (рис. 8.1). Складається вона з первинних, або зародкових,

коренів та вторинних, або вузлових (стеблових). Первинні корені під час проростання насіння швидко проникають у глибину ґрунту; вторинні – спочатку ростуть майже горизонтально, а пізніше – у глибину ґрунту. У первинній кореневій системі розрізняють головний зародковий корінь (у хлібів першої групи – кілька коренів, у другої – один (рис. 8.2), бічне та гіпокотильне (підсім'ядольне) коріння, у вторинній – епикотильне (надсім'ядольне) та підземне вузлове коріння, а у хлібів другої групи, особливо у кукурудзи, крім того, і надземне (опірне, повітряне).

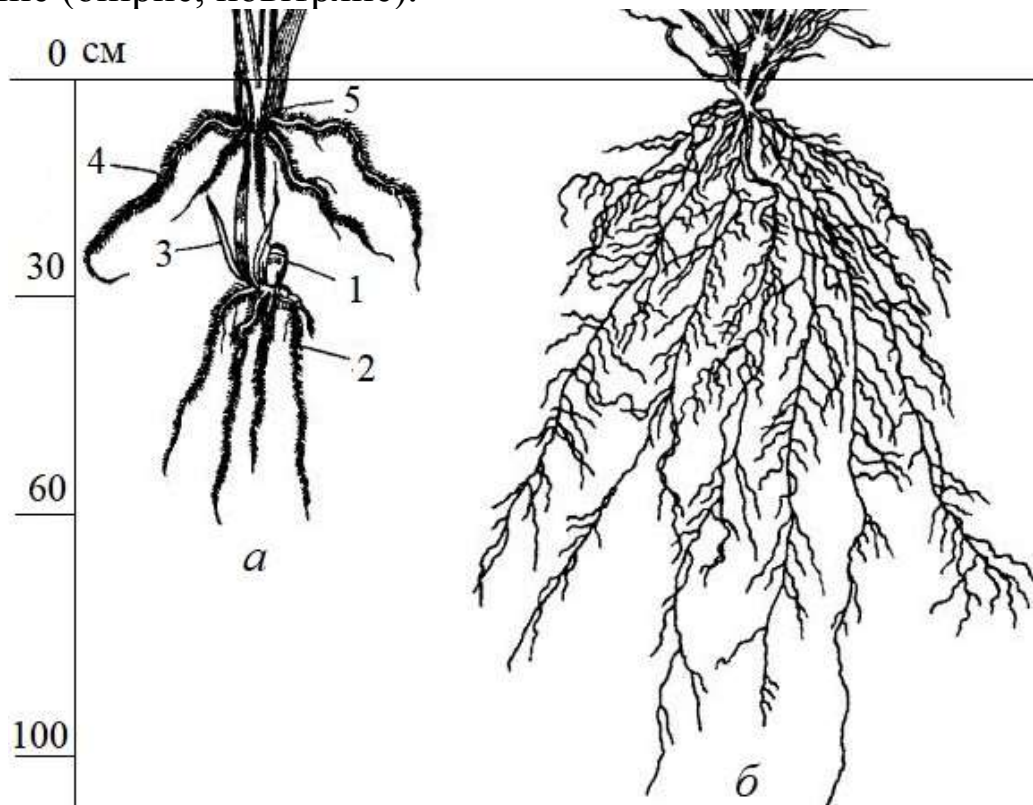


Рисунок 8.1 – Коренева система пшениці: *а* – у фазі кущіння, *б* – у фазі колосіння, 1 – зернина, 2 – первинні корені, 3 – стебловий пагін, 4 – вторинні корені, 5 – вузол кущіння

Первинні і вторинні корені дуже розгалужені, закінчуються густою сіткою кореневих волосків і разом утворюють кореневу мичку ("бороду"), багато коренів якої заглиблюються в ґрунт у хлібів першої групи до 1-1,5 м, другої (кукурудза, сорго) – до 2-3 м та в боки – на 30-70 см. Загальна довжина коріння разом з кореневими волосками у рослини може досягати 10-20 км. Основна маса кореневої системи знаходиться у орному шарі ґрунту на глибині до 30 см. Значна відмінність у морфологічній будові кореневої системи спостерігається у рису. Вона складається з великої кількості коренів,

які дуже мало розгалужуються і майже не мають кореневих волосків. У середині коренів міститься нещільна тканина (аеренхіма), яка утримує міжклітинне повітря, посилюючи забезпечення затопленої кореневої системи киснем.

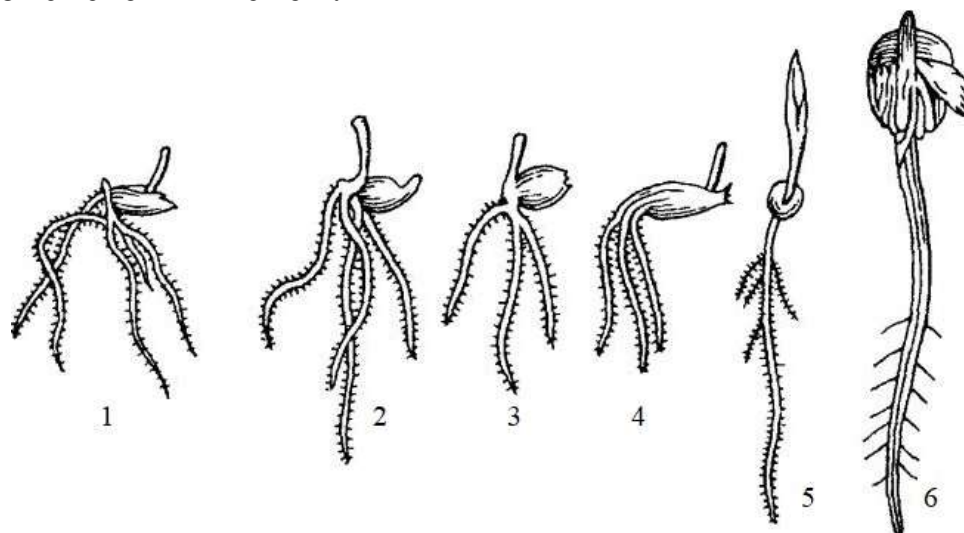


Рисунок 8.2 – Проростки зерна хлібів: 1 – ячменю, 2 – жита, 3 – пшениці, 4 – вівса, 5 – проса, 6 – кукурудзи

**Стебло** злакових хлібів починає рости слідом за корінням. Воно розриває оболонки зернівки і у голозерних хлібів з'являється на верхівці зародка; а у півчастих – на верхівці зернівки.

Стебло (рис. 8.3) являє собою циліндричну, порожню у більшості культур або заповнену серцевиною соломину, розділену вузлами на міжвузля. Міжвузлів у таких хлібів, як пшениця, жито, ячмінь, овес – 4-6, а у високостеблих (кукурудза, сорго) – до 20 і більше.



Рисунок 8.3 – Будова стебла і листків хлібного злака: а – листок; б – частина стебла; 1 – листкова піхва; 2 – вушка; 3 – язичок; 4 – листкова пластинка; 5 – стебловий вузол

Міжвузля над вузлом кущіння прийнято вважати першим. Ріст

стебла виявляється у видовженні і потовщенні міжвузлів і називається вставним, або інтеркалярним. Одночасно стебло росте і верхівкою всередині листової трубки. Як правило, найкоротше нижнє міжвузля, а найдовше – верхнє. Ріст стебла у більшості злакових хлібів припиняється наприкінці цвітіння. Стебла злакових хлібів з невисокою соломиною і короткими міжвузлями стійкіші проти вилягання. У хлібних злаків стебла здатні кущитись, тобто утворювати бічні пагони з підземних стеблових вузлів.

**Листок** хлібних злаків складається з листової пластинки та листової піхви і утворюється на кожному вузлі стебла. Листкова піхва захищає від пошкоджень частини стебла, що ростуть, і надає йому міцності. Вона охоплює стебло знизу і утворює кільцеподібне потовщення над стебловим вузлом – листовий вузол, який сприяє підняттю стебла при виляганні.

Листкова пластинка лінійної або ланцетоподібної форми. На місці переходу листової піхви у листову пластинку є невелика плівочка-язичок, яка щільно прилягає до стебла і захищає частини міжвузлів, що ростуть, від затікання води, потрапляння пилу тощо. По краях листової пластинки у деяких хлібів утворюються два вирости, які називаються рижками, або вушками, (рис. 8.4).



Рисунок 8.4 – Язички та вушка хлібів першої групи

За такими систематичними ознаками, як язичок і вушка

розрізняють хліба ще до викидання рослинами суцвіть, табл. 8.1. Нормального розвитку язичок і вушка досягають у фазі кушіння.

Таблиці 8.1

Відмінності хлібів першої групи за вушками і язичками

Культура	Язичок	Вушка
Пшениця	Короткий	Невеликі, часто з війками
Жито	Короткий	Короткі, без війок, рано відсихають
Ячмінь	Короткий	Дуже великі, без війок, заходять один за одним
Овес	Великий, краї зубчасті	відсутні

**Суцвіття** у пшениці, жита, ячменю трітікале – колос; у вівса, проса, сорго, рису – волоть; у кукурудзи на одній рослині є чоловічі суцвіття – волоті і жіночі – качани (рис. 8.5). Колос складається з членистого стрижня, який є продовженням стебла і колосків, розміщених на його виступах. У пшениці та жита на кожному виступі колосового стрижня сидить один колосок, а в ячменю – три. Волоть складається з основної осі, що розгалужується на гілочки першого, другого та наступного порядків. На кінцях гілочок розміщуються колоски. Качан 5 складається із стрижня, заповненого м'якою серцевиною, у комірках якого попарно розміщені колоски з жіночими квітками.

Основою структури кожного типу суцвіть хлібних злаків є **колосок**. Він складається з двох колоскових лусок і квіток. Колоскові луски захищають від пошкоджень квітку, а потім зерна, які з них розвиваються. Кожна квітка складається з зовнішньої, або нижньої (у остистих форм з остюком), і внутрішньої, або верхньої, квіткових лусок, маточки з верхньою зав'яззю і дволопатевою пірчастою приймочкою та трьох тичинок (у рису шість).

В основі квітку є ще дві нижні невеличкі плівочки, які називають лодичкуле. Під час цвітіння вони бубнявлюють, що сприяє розкриванню квітку, а після запліднення стискаються, і квітка закривається (рис. 8.6). Квітку у хлібних злаків, за винятком кукурудзи, двостатеві.

**Плід** хлібних злаків – однонасінна зернівка, яку часто називають

зерном (рис. 8.7). У ячменю, проса, вівса, рису, сорго зернівки здебільшого вкриті квітковими лусками (плівками) і їх називають плівчастими. У пшениці, жита, кукурудзи зернівки голі. Зернівки пшениці, жита, ячменю, вівса на черевному боці мають поздовжню борозенку. Протилежний бік зернівки називається спинним. За розміщенням у колоску в зернівці розрізняють нижню і верхню частини.



Рисунок 8.5 – Суцвіття злакових рослин:  
1 – колос пшениці; 2, 3, 4 – волоті відповідно вівса, проса, кукурудзи, 5 – качан кукурудзи

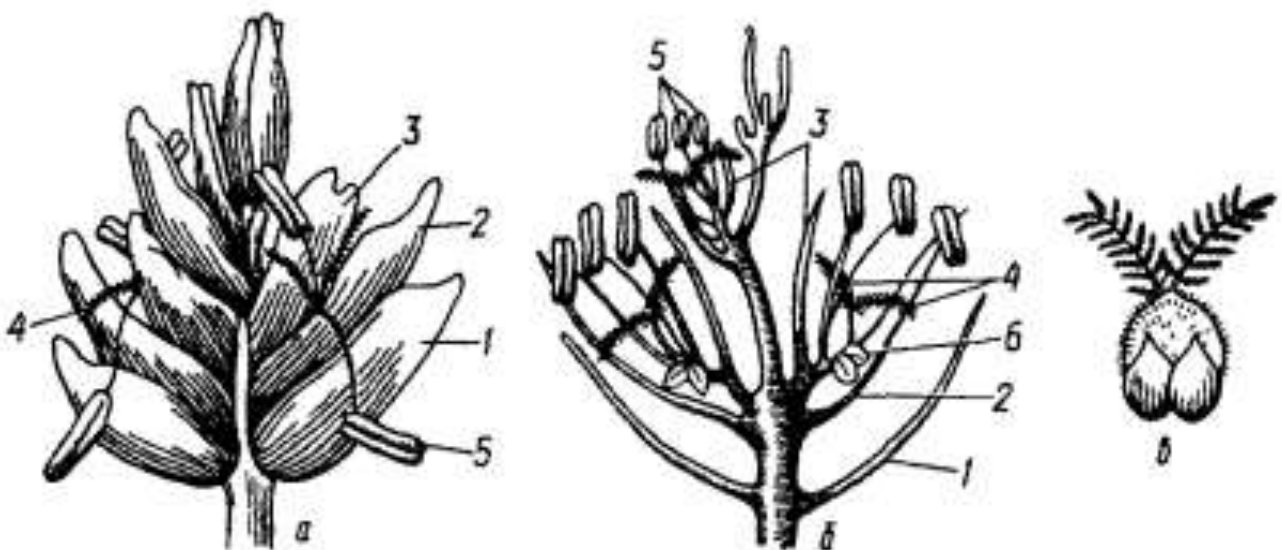


Рисунок 8.6 – Будова колоска пшениці: *a* – колосок, *б* – схема будови колоска, *в* – маточка і лодикуле, 1 – колоскові луски, 2 – зовнішня квіткова луска, 3 – внутрішня квіткова луска, 4 – пиляки, 5 – приймочка, 6 – зав'язь

Зернівка складається із зародка, ендосперму і зрослих з ними

насіннової та плодової оболонки. У зародку знаходяться зачатки майбутньої рослини – зародкові корінці, первинне стебло із зародковим листям. З внутрішнього боку зародок прикритий щитком, який є єдиною сім'ядолею зерна. При проростанні зернівки через клітини щитка до зародка надходять поживні речовини ендосперму. Зовнішній шар ендосперму називають алейроновим. Він, як правило, складається з одного ряду клітин кубічної форми, які містять запасні білки. Внутрішня частина ендосперму складається із клітин, заповнених переважно крохмалем. Жири у зернівці зосереджені у зародку. У деяких культур, наприклад, у кукурудзи, вміст жиру в зародку досягає 38...40%, тому їх використовують для отримання рослинної олії. Плодова та насіннева оболонка захищають зерно від впливу зовнішніх факторів. При розмелюванні зерна на борошно ці оболонки складають відхід (висівки).

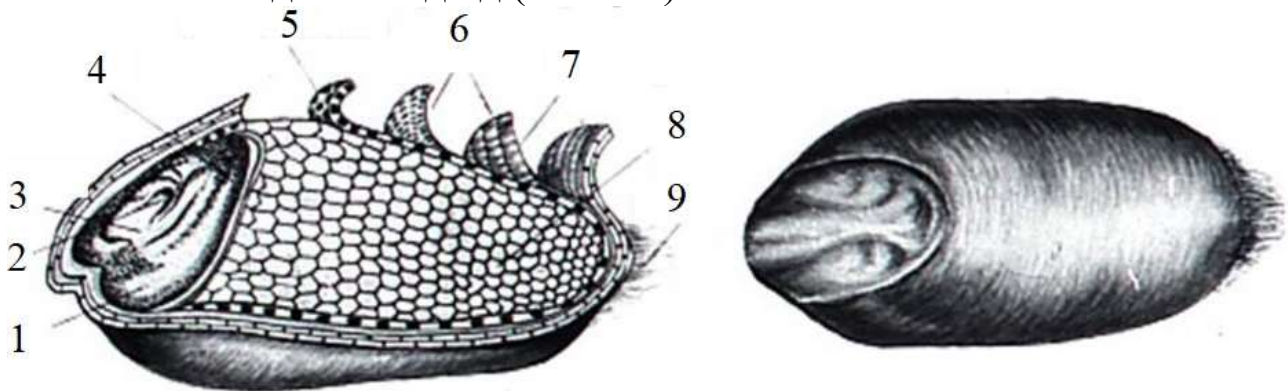


Рисунок 8.7 – Будова зернівки пшениці: 1 – зародок, 2 – брунька, 3 – зародкові корінці, 4 – щиток, 5 – алейроновий шар, 6 – насінні оболонки, 7 – плодові оболонки, 8 – ендосперм, 9 – чубок

У вівса, проса, рису та деяких різновидів ячменю зернівки покриті плівчастою оболонкою, тому їх називають плівчастими і при обмолоті вони не відокремлюються від зерна.

Порівнюючи врожайність різних культур, необхідно враховувати плівчастість – масу плівок, виражену у відсотках до загальної маси зернівок, з яких вони були зняті. Плівка зерен вівса становить – 25...30, ячменю – 9...12, проса – 18...20, рису – 18...22%. Однак плівчасті зернівки більш стійкі до травмування при обмолоті, сортуванні і сівбі, ніж голозерні.

Розміри та форма насіння є основними параметрами при конструюванні насіннеочисних та сортувальних машин.

**Розміри зернини** визначають, вимірюючи їх довжину, ширину і товщину. Відстань від спинної до черевної частини зерна становить

його товщину ( $a$ ). Розмір між бічними сторонами насіння, що лежить на черевці, називають шириною ( $b$ ). Ширина, як правило, більша за товщину. Найбільший розмір насіння – його довжина ( $l$ ) – відстань від основи зерна до його вершини, рис. 8.8.

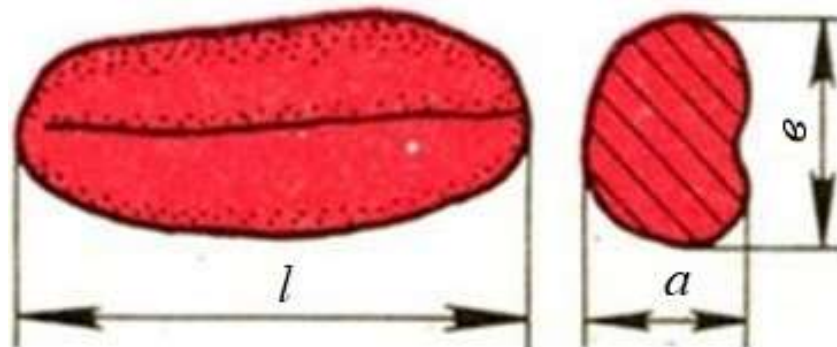


Рисунок 8.8 – Розміри зернівки

**Форма зернівки.** Залежно від співвідношення довжини, ширини і товщини насіння розрізняють такі форми зернівки: куляста (просо, сорго), подовжена (пшениця, жито, ячмінь, овес, рис), округла або граниста (кукурудза), трикутна (гречка) (рис. 8.9).



Пшениця



Жито



Ячмінь



Овес



Гречка



Сорго



Просо



Кукурудза

Рисунок 8.9 – Насіння зернових культур

Наприклад, на решітках з трикутними отворами добре відокремлюються насіння татарської гречки й бите зерно. Кругле насіння можна відокремлювати від подовжених на похилій площині, на якій круглі скочуються. Для сортування насіння по товщині використовують решета з поздовжніми отворами, а по ширині – з круглими (рис. 8.10).

Сортування по довжині виконують на трієрах. Циліндричний трієр – це сталевий циліндр з комірками на внутрішній поверхні 1, що

обертається, з жолобом 2, встановленим всередині циліндра на всю його довжину зі шнеком 3, (рис. 8.11).

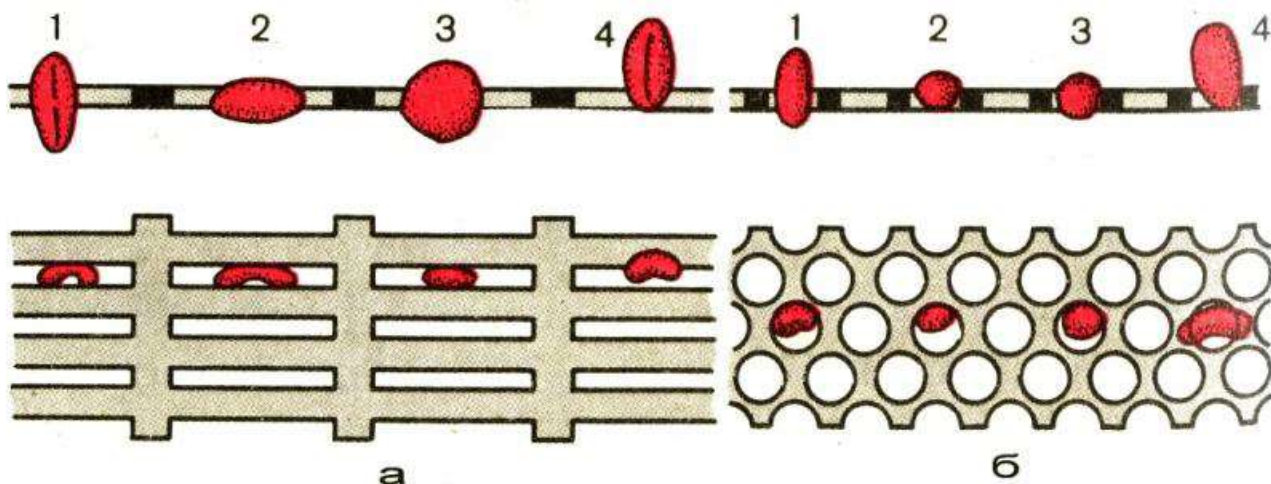


Рисунок 8.10 – Поділ насіння на решітках: а – поділ за товщиною; б – поділ за шириною; 1, 2, 3 – насіння проходить крізь отвір; 4 – насіння не проходить крізь отвір

Принцип розділення зерен по довжині полягає в тому, що довгі зерна при обертанні циліндра випадають із комірок раніше, ніж короткі. Для одночасного виділення із зернового вороху довгих і коротких домішок застосовують два циліндри.

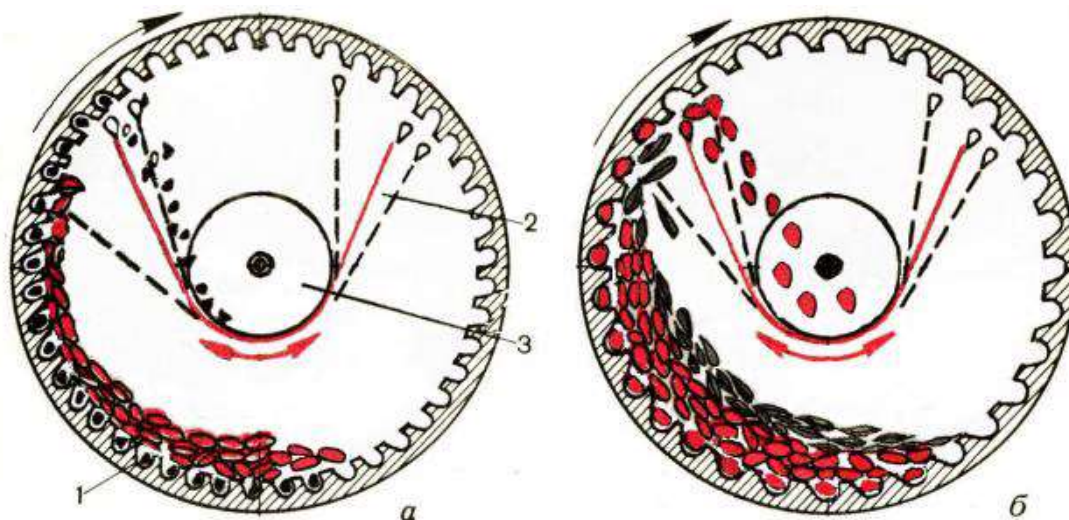


Рисунок 8.11 – Схема технологічного процесу трієрних циліндрів  
а – виділення коротких та б – довгих домішок; 1 – циліндр із комірками; 2 – жолоб; 3 – шнек

## Програма і порядок виконання роботи

1. Використовуючи наочні посібники та зразки насіння, вивчіть морфологічну будову зернівки пшениці. Замалюйте поздовжній

розріз зерна пшениці, вказавши його лінійні розміри (товщину, ширину і довжину).

2. Ознайомтеся із типами суцвіть зернових культур.

3. Вивчіть та запишіть у зошит відмінності хлібів 1 групи за язичками та вушками.

3. У наборі насіння зернових культур, користуючись таблицею 8.2, розподіліть насіння за групами. Вивчіть та запишіть їх відмінні риси.

4. Розгляньте форму та виміряйте розміри насіння й визначте, як їх можна розділити на зерноочисних машинах.

### **Контрольні запитання**

1. Чи відноситься гречка до сімейства злакові?

2. Назвіть основні ознаки рослин хлібів першої групи.

3. Назвіть основні ознаки рослин хлібів другої групи.

4. Яка коренева система у злакових хлібів?

5. Яке коріння у зернових культур називають первинним, а яке вторинним?

6. Від чого залежить потужність кореневої системи?

7. Що являє собою стебло зернових культур?

8. Що таке язички та вушка?

9. Назвіть типи суцвіть зернових культур.

10. Яка будова зернівки? Які функції кожного органу зернівки?

11. Які культури відносяться до хлібів першої групи, які – до хлібів другої групи?

12. Перерахуйте морфологічні та біологічні відмінності хлібів першої та другої груп.

13. Яке значення для інженера має знання форми та розмірів насіння?

14. Які форми зернівки розрізняють залежно від співвідношення довжини, ширини і товщини?

15. Решета з якими отворами використовують для сортування насіння по товщині, а які – по ширині?

Література [2], [7-8].

## Рекомендована література

1. Смаглий О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. та ін. Агроекологія : навчальний посібник. Київ : Вища освіта, 2006. 671 с.
2. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва : підручник. Київ : Вища шк.,1995. 271 с.
3. Грунтознавство : підручник / Тихоненко Д.Г., Горін М.О., Лактіонов М.І. та ін.; за ред. Д.Г. Тихоненка. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
4. Гудзь В.П., Приймак І.Д., Будьонний Ю.В. Землеробство : підручник: 2-ге вид. перероб. та доп. / за ред. В. П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
5. Гудзь В.П., Лісовал А.П., Андрієнко В.О., Рибак М.Ф. Землеробство з основами грунтознавства і агрохімії : підручник / за ред. В.П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
6. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням. / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.
7. Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.1. Київ : Аграрна освіта, 2010. 282 с. URL: <http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2017/09/roslinnitstvo-1.pdf> .
8. Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посібник: в 2-х ч. Ч.2. Київ : Аграрна освіта, 2010. 405 с. URL: <http://repository.zhatk.zt.ua/handle/123456789/250>.
9. Косолап М.П. та ін. Атлас бур'янів : навчальний посібник. Київ, 2022. 140 с.
10. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. Терміни та визначення понять : ДСТУ 4838:2007. Чинний від 2007-10-07. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 18 с.
11. Чернілевський М.С. та ін. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту : навч. посібник: вид. 2-ге, допов. Житомир : Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. 84 с.
12. Завірюха П.Д., Косилович Г.О., Голячук Ю.С. Агрофармакологія (Хімічний захист рослин) : практикум. Львів : ЛНАУ, 2014. 159 с. URL: <https://repository.lnup.edu.ua/jspui/handle/123456789/355>

**Навчально-методичне видання**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА  
ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для  
здобувачів другого (магістерського) ступеня вищої освіти  
спеціальність 208 – "Агроінженерія"  
освітньо-професійна програма "Агроінженерія" та  
133 – "Галузеве машинобудування" освітньо-професійна програма  
"Галузеве машинобудування"

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,  
канд. техн. наук, доцент В.В. Амосов,  
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан

Рецензенти: канд. техн. наук, доцент Лещенко С.М.  
канд. техн. наук, доцент Петренко Д.І.