

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра агроінженерії

02-07-23М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни

«Агрохімія»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання практичних та самостійних робіт з освітньої компоненти «Агрохімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Ященко Л. А., Ювчик Н. О., Змієвська О. Г. – Рівне : НУВГП, 2024. – 49 с.

Укладачі:

Ященко Людмила Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка;

Ювчик Н. О. – старший викладач кафедри агроінженерії;

Змієвська О. Г. - старший лаборант кафедри агроінженерії.

Відповідальний за випуск:

в.о. завідувача кафедри агроінженерії

Налобіна О. О.

Керівник групи забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Бундза О. З.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри агроінженерії
Протокол № 2 від 19 вересня 2024 р.

Попередня версія методичних вказівок: 05-01-248М.

© Л. А. Ященко,
Н. О. Ювчик
О. Г. Змієвська, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Відбір зразків ґрунту	4
Лабораторна робота № 2. Визначення легкогідролізованого азоту в ґрунті методом Корнфілда.....	11
Лабораторна робота № 3. Визначення вмісту рухомих сполук фосфору та калію в ґрунті за методом Кірсаана.....	14
Лабораторна робота № 4. Визначення реакції ґрунту, гідролітичної кислотності та потреби ґрунту у вапнуванні.....	17
Практична робота № 5. Оцінка виробництва, нагромадження, розподілу та використання органічних добрив.....	24
Практична робота № 6. Визначення норм добрив під сільськогосподарські культури балансово-розрахунковим методом.....	30
Практична робота № 7. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві окремого господарства.....	38
Теми для самостійної роботи.....	47
Список використаної літератури.....	49

Лабораторна робота № 1

Тема: Відбір зразків ґрунту

Мета. Засвоїти теоретичні аспекти та практичні навички відбору проб ґрунту для подальшого агрохімічного дослідження

Теоретична частина

Методика взяття проб ґрунту визначається цілями агрохімічних досліджень. Зразок ґрунту повинен відображати середній стан об'єкта, який вивчається.

Точність агрохімічного обстеження сільськогосподарських земель значною мірою визначається розміром елементарної ділянки та кількістю індивідуальних проб ґрунту, які відбираються для створення репрезентативного об'єднаного зразка. Цей зразок є основою для проведення агрохімічного аналізу, і від його якості залежить точність отриманих результатів.

Елементарна ділянка є найменшою одиницею площі, яку характеризують за допомогою однієї об'єднаної проби ґрунту. На її розмір впливає не лише строкатість ґрунтового покриву, рельєф території, ступінь еродованості ґрунтів і види вирощуваних культур, а й рівень внесення мінеральних добрив. Ці чинники визначають однорідність ділянки та, відповідно, репрезентативність отриманих проб, що має ключове значення для точності агрохімічного аналізу.

Відповідно до Державного стандарту України для здійснення суцільного агрохімічного обстеження орних земель рекомендовані наступні площі елементарних ділянок: у овочевих сівозмінах з площею полів до 10 га розмір елементарної ділянки має бути 1 га, а при більших розмірах полів – 5 га, на виноградниках площа елементарної ділянки складає 4, а на рекультивованих землях – 1 га.

Під час поділу полів на елементарні ділянки рекомендується надавати їм форму, максимально наближену до прямокутника зі співвідношенням сторін, що не перевищує 1:2. Утім, допускаються також квадратна або ромбічна форми ділянок, якщо це виправдано умовами території. Такий підхід сприяє зручності виконання агрохімічних досліджень і забезпечує

рівномірність відбору проб ґрунту з урахуванням природних особливостей поля.

Для відбору проб ґрунту картографічною основою слугує план землекористування господарств, на якому відображені елементи внутрішньогосподарського землевпорядкування. Після рекогносцировочного огляду полів на картографічну основу наносять сітку елементарних ділянок встановленого розміру.

В межах кожної елементарної ділянки прокладають маршрутний хід (рис. 1.1), по якому відбирають елементарну пробу. На не еродованих ґрунтах маршрутний хід прокладають посередині елементарної ділянки вздовж її довгої сторони. На еродованих ґрунтових відмінах, що розташовані на схилах довжиною більше 200 м, маршрутні ходи прокладають вздовж схилу, а на більш коротких – впоперек схилу.

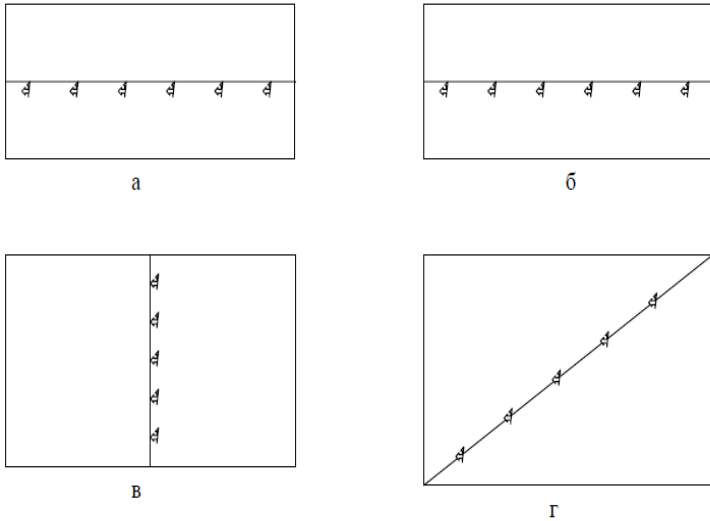


Рис. 1.1. Схеми прокладення маршрутних ходів:

- а) не еродовані ґрунти; б) еродовані ґрунти, довжина схилу 200 м; в) еродовані ґрунти, довжина схилу менше 200 м; г) лісові і плодові розсадники

Після розбивки території на елементарні ділянки розпочинають відбір ґрунтових проб. Цей процес

дозволяється проводити протягом усього вегетаційного періоду, але з урахуванням особливостей застосування добрив. Зокрема, на полях, де норми внесення мінеральних добрив перевищують 90 кг/га діючої речовини, відбір ґрунтових проб проводять не раніше ніж через два місяці після внесення добрив

На кожній елементарній ділянці індивідуальні проби ґрунту відбираються з точок, розташованих на маршрутній лінії з рівномірними інтервалами між ними. Такий підхід забезпечує репрезентативність отриманих даних. При цьому забороняється відбір проб поблизу доріг, складів добрив і меліорантів, а також у місцях, які різко відрізняються за станом рослинності.

Глибина відбору точених проб на орних землях визначається потужністю орного шару та глибиною розповсюдження кореневої системи (в більшості випадків вона складає для зернових культур 0-25 см, для просапних – 0-30 см).

Об'єднана проба ґрунту складається з 20-30 окремих проб, відібраних з елементарної ділянки. Її маса повинна бути в межах 300-400 г.

Змішаний зразок (об'єднану пробу) разом з етикеткою кладуть в торбинку чи коробочку і направляють на аналіз в лабораторію.

Етикетка повинна бути чіткою і сухою. *На етикетці вказують*: назву господарства, район, область, тип ґрунту, номер і площу поля, попередник, культуру, що планують вирощувати, запланований врожай, дату відбору зразка, глибину відбору зразка і прізвище виконавця.

На загальну кількість відібраних зразків складають супроводну відомість за нижче наведеною формою, яка прикладається до проб ґрунту, які відправляють на аналіз.

Супровідна відомість відбору ґрунтових проб

Ґрунтові проби в кількості _____ шпук,
відібрані _____
(назва господарства)

в період з _____ по _____ р.
відповідальним працівником _____
(ПІБ)

Дата відправлення проб на аналіз _____ р.

№ п/п	Номер торбинки, поля	Попередник	Планова культура

Підпис виконавця _____

Для відбору зразків ґрунту використовують бури різної конструкції (рис. 1.2).

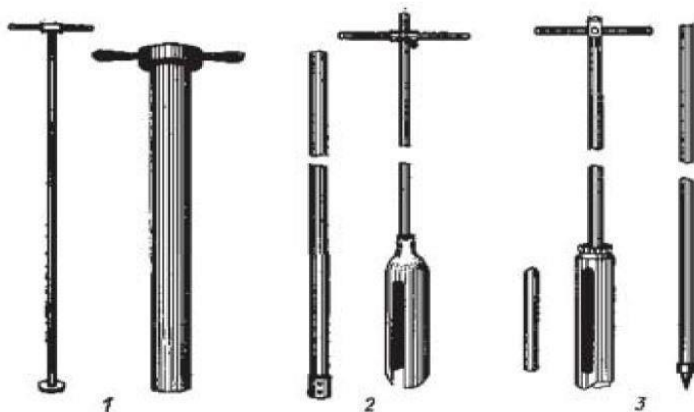


Рис. 1.2 Бури для відбору зразків ґрунту
Сучасні господарства для збору проб ґрунту використовують автоматичні проповідбирники (рис. 1.3.)



Рис. 1.3. Відбір проб ґрунту автоматичним пробовідбірником

В агрохімічному аналізі розрізняють три види проб: *попередню (об'єднану)*, *середню (лабораторну)* та *аналітичну*.

Попередню пробу відбирають безпосередньо в полі. Відбирання зразків проводять при хорошій погоді вранці, до настання спеки, або в кінці дня (завжди в один час). Умови відбирання зразків повинні бути однаковими в усіх варіантах. Кожен зразок зберігається в коробці або мішечку, які повинні мати чітко заповнену етикетку.

Сучасна техніка дозволяє проводити відбір зразків механічно. На авто встановлюють механічні бури. Їх роботою керує оператор в автомобілі. Середній зразок в цьому випадку складається із 30-40 окремих відборів і має загальну масу до 0,5 кг.

Середню пробу готують з попереднього зразка. Для цього пробу добре змішують і відбирають квадратуванням або в окремих місцях середню пробу. Краще це робити, розстеливши ґрунт тонким шаром на склі або фанері.

Для підготовки до хімічного аналізу зразки середньої проби ґрунту розкладають на чистій підкладці тонким шаром і висушують при кімнатній температурі або при нагріванні до 50-60 °С до крихкого стану.

Великі грудки ґрунту спочатку розбивають молотком, попередньо загорнувши їх у цупкий папір або тканину. Потім розтирають зразки ґрунту на дрібний порошок у металічних, фарфорових або агатових ступках товкачиком або за допомогою спеціальних лабораторних млинків (рис. 1.4). Для спеціальних аналізів (наприклад, гумусу у ґрунті) зразки розтирають в агатових ступках.

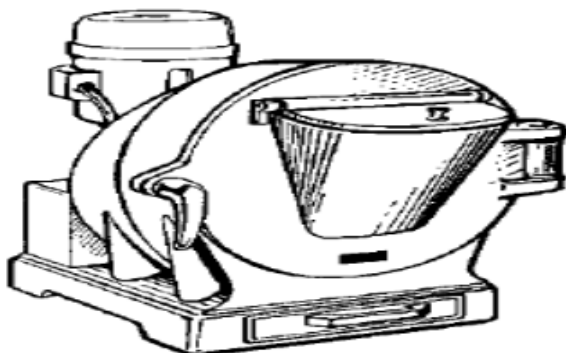


Рис. 1.4. Подрібнювач ґрунтових проб ПГП

Ступінь подрібнення повітряно-сухого матеріалу має бути таким, щоб ґрунт проходив крізь сито з отворами діаметром 1 мм (Рис. 1.5). Маса середньої проби ґрунту становить від 200 г до 1 кг.

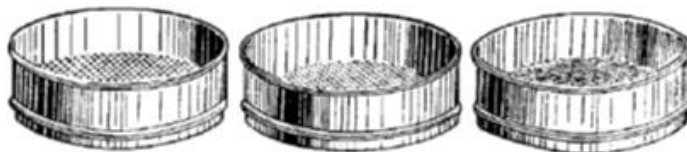


Рис. 1.5. Сита для просіювання ґрунту

Зберігають зразки протягом 10 місяців у провітрюваному приміщенні в закритих картонних, полімерних чи бляшаних коробках.

При відбиранні наважок проби ще раз ретельно перемішують, щоб виключити можливість розшарування часточок за розмірами та масою.

Аналітичну пробу відбирають із повітряно-сухої середньої проби. Роблять це так: подрібнений ґрунт розподіляють тонким рівномірним шаром на пергаментному папері у вигляді квадрата, який діагоналями поділяють на 4 трикутники, з двох протилежних трикутників ґрунт відкидають. Залишок старанно перемішують і знову рівномірно розподіляють на папері; операцію повторюють доти, поки на пергаментному папері залишиться стільки ґрунту, скільки потрібно для аналітичної проби.

У лабораторії ґрунт рееструють, подрібнюють, висушують до повітряно-сухого стану. Повторність аналізів дворазова, що дає можливість визначити точність виконаних аналізів.

Для розуміння повної картини важливо проводити **повний (максимальний) агрохімічний аналіз ґрунту** по наступному спектру показників: кислотність, буферна кислотність, розчинні солі, карбонатність, органічна речовина, натрій, фосфор, калій, магній, кальцій, ємність катіонного об'єму (ЄКО), нітратний азот, цинк, сульфур, бор, манган, купрум, ферум, щільність ґрунту, насиченість основами.

Отже, агрохімічний аналіз в першу чергу потрібен для розуміння процесів, які відбуваються в ґрунті у динаміці, що дозволяє управляти його родючістю. Тобто, зазначений аналіз повинен проводитись з певною періодичністю. Для сільськогосподарських виробників агрохімічне обстеження ґрунтів дає змогу оптимізувати витрати на використання добрив у сівозміні та напряму впливати на максимізацію ефективності кожної гривні, яка вкладена у систему застосування добрив. Це дасть змогу збільшити ефективність вирощування всіх без винятку с/г культур.

Запитання для самоконтролю:

1. Перерахуйте устаткування і матеріали, що використовується під час відбирання проб?

2. Чи погоджуєтесь ви з думкою, що недбалість при підготовці зразків і взяття середньої проби не компенсується наступним якісним лабораторним аналізом, і показники будуть спотворені.

3. Дайте характеристику об'єднаній пробі ґрунту. Яким чином її зберігають та транспортують до агрохімічної лабораторії?

4. Розкрийте порядок отримання середньої (лабораторної) проби ґрунту.
5. Охарактеризуйте прийоми підготовки аналітичної проби ґрунту.
6. Дайте характеристику повному агрохімічному аналізу ґрунту.

Лабораторна робота №2

Тема: Визначення вмісту лужногідролізованого азоту в ґрунті методом Корнфілда

Мета роботи: оволодіти методикою визначення лужногідролізованого азоту в чашках Конвея, засвоїти базові навички комплексної оцінки азотного стану ґрунту

Теоретична частина

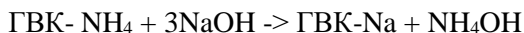
Результати аналізу ґрунту на вміст лужногідролізованого азоту використовуються в практиці сільського господарства для розрахунку доз азотних добрив.

В основу методу покладений гідроліз органічних сполук ґрунту 1 н розчином NaOH.

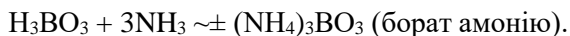
Крім аміаку, що виділяється при гідролізі органічної речовини ґрунту, метод дозволяє враховувати амонійний азот ґрунтового розчину й азот, що витісняється з колоїдного комплексу. При впливі лугом на солі, що містять амоній, утвориться гідроокис амонію, що розпадається на воду й аміак:



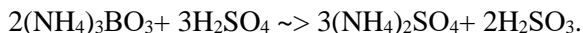
З ґрунтового колоїдного комплексу амоній (NH_4^+) витісняється іонами Na^+ :



Аміак поглинається борною кислотою й утворюється борат амонію — сіль сильної основи і слабкої кислоти.



Борат амонію титрують 0,02 н розчином H_2SO_4



Після руйнування борату амонію кислотність середовища різко підвищується під впливом надлишку H_2SO_4 . що викликає зміну забарвлення індикатора.

.Аналіз проводять у чашках Конвея.

Практична частина

1. На технохімічній вазі зважують 2 г повітряно-сухого ґрунту, розтертого і просіяного через сито з отворами діаметром 1 мм.

2. Наважку ґрунту помішують у периферійну частину чашки Конвея, безпосередньо біля перегородкової стінки.

3. У центральну частину чашки за допомогою піпетки помішують 2 мл 2 %-ного розчину борної кислоти і долають із крапельниці дві краплі індикатора Гроака.

4. У периферійну частину, але з іншої сторони перегородкової стінки, поміщають за допомогою бюретки 5 мл 1 н розчину NaOH , але так, щоб не змочити ґрунт. Для цього чашку злегка нахилиють у ту сторону, де буде поміщений луг.

5. Не змінюючи положення чашки, накривають її кришкою і щільно притирають до шліфованих країв чашки. Для герметичного прилягання країв кришки заздалегідь змазують вазеліном.

6. Обережним обертанням чашки ґрунт змочують 1 н розчином луґу. Обертають чашку протягом однієї хвилини, щоб якнайкраще змішати ґрунт із розчином луґу. При цьому луг і ґрунт не повинні потрапити в розчин борної кислоти, у противному випадку аналіз необхідно повторити.

7. Герметично закриту чашку ставлять у термостат і вигримують 48 годин при температурі 28°C .

8. Після 48 годин чашку виймають з термостата, обережно знімають кришку і за допомогою мікробюретки титрують борат амонію, що утворився, 0,02 н розчином сірчаної кислоти. Титрування закінчують після зміни зеленого забарвлення розчину у фіолетово-червоне.

Для поправки на можливе забруднення реактивів проводять холості визначення (не менше двох) без наважки ґрунту.

Вміст лужногідролізуемого азоту в ґрунті розраховують за формулою:

$$N = \frac{V \cdot 0,28 \cdot 100}{m}$$

де N — кількість азоту, мг/100 г ґрунту;

V - кількість 0,02 н розчину H₂SO₄, що пішов на титрування

випробуваного розчину, мл;

0, 28- кількість азоту, що відповідає 1 мл 0,02 н розчину H₂SO₄, мг,

100 — коефіцієнт перерахування на 100 г ґрунту;

m – маса наважки ґрунту.

За результатами аналізу встановлюють ступінь забезпеченості ґрунту лужно-гідролізованим азотом (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Групування ґрунтів за вмістом лужтіюдролізованого азоту, визначеного методом Корнфілда

Забезпеченість ґрунту	Вміст азоту, мг на 100 г ґрунту
Слабка	Менше 8
Середня	8-16
Підвищена	16-20
Висока	Більше 20

Запитання для самоконтролю:

1. Опишіть загальний принцип та послідовність основний дій методу визначення вмісту лужногідролізуемого азоту в групі.

2. Як виконується розрахунок фактичного вмісту легкогідролізованого азоту у ґрунті?

3. Які групи ґрунтів за проявом показника виділяють?

Лабораторна робота №3

Тема: Визначення вмісту рухомих форм калію та фосфору за методом Кірсанова

Мета: оволодіти методикою визначення рухомого калію та фосфору за методом Кірсанова, засвоїти базові навички комплексної оцінки стану ґрунту по вмісту калію та фосфору.

Теоретична частина

Визначення фосфору в ґрунті включає дві операції: приготування ґрунтової витяжки, визначення фосфору в отриманій витяжці

Рухомою фосфорною кислотою називають ту частину сполук фосфору ґрунту, яка легко розчиняється у воді та інших розчинниках (в органічних і мінеральних кислотах слабкої концентрації та ін.) Ця частина сполук фосфору є найбільш доступною для рослин.

Результати хімічного аналізу на вміст рухомих сполук фосфору використовуються в практиці сільського господарства для розрахунку й уточнення доз добрив під сільськогосподарські культури.

Визначення вмісту рухомих форм фосфору в ґрунті методом

Кірсанова

(метод прийнятий стандартним для підзолистих і опідзолених ґрунтів)

Принцип методу. Метод ґрунтується на вилученні з ґрунту рухомих сполук фосфору і калію 0,2 н розчином HCl (pH<1). Співвідношення ґрунт:розчин - 1:5, температура - 18-20° С, збовтування суспензії — 1 хвилина, настоювання ґрунту в розчині - 15 хвилин.

Фосфор визначають фотоколориметрично за інтенсивністю забарвлення молібденової сині. Чим більше в

досліджуваному розчині міститься фосфорної кислоти, тим вища концентрація сполуки, яка утвориться, а відповідно, – й інтенсивність забарвлення.

Хід аналізу

1. На технохімічній вазі зважують 10 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами діаметром 2 мм.

2. Наважку поміщають у плоскодонну колбу ємкістю 100 мл і додають мірним циліндром 50 мл 0,2 н розчину HCl.

3. Вміст колби збовтують протягом 1 хвилини і настоюють 15 хвилин.

Після настоювання ґрунтову суспензію короткочасно збовтують від руки і фільтрують через складчастий фільтр (синю стрічку) у колбу ємкістю 100-150 мл. При фільтруванні необхідно намагатися якнайбільше ґрунту перенести на фільтр. Перші, мутні порції фільтрату (10-20 мл), як правило, відкидають.

4. З прозорого фільтрату відбирають піпеткою 2 мл витяжки і поміщають у мірну колбу ємкістю 50 мл.

5. У колбу додають 38 мл реактиву Б, добре перемішують, дають настоятися до утворення синього забарвлення і визначають їх оптичну густину на фотоелектроколометрі з червоним світлофільтром. Знаючи оптичну густину зразкових розчинів

Реактив Б (0,887 г аскорбінової кислоти, зваженої з похибкою не більше як 0,001 г, розчиняють у 168 мл розчину А і доводять об'єм дистильованою водою до 1 л.

Реактив А (6 г молібдату амонію , зваженого з похибкою не більше, як 0,01 г розчиняють у 200 мл дистильованої води; 0,145 г сурмяновиннокислого калію, зваженого з похибкою не більше, як 0,001 г, розчиняють у 100 мл дистильованої води. Обидва розчини переносять у мірну літрову колбу, в якій міститься 500 мл 5 н. H₂SO₄. Після перемішування розчин доводять до 1 літра.

Паралельно потрібно підготувати шкалу стандартних розчинів. Знаючи оптичну густину зразкових розчинів і вміст в них фосфору, будують калібрувальний графік для розрахунку вмісту фосфору P₂O₅ в ґрунті.

Отриманий результат порівнюють для оцінки рівня вмісту в ґрунті рухомих форм фосфору зі шкалою групування ґрунтів для методу Кірсанова (табл. 3.1).

Таблиця 3.1
Ступінь забезпечення рухомих фосфором

Ступінь забезпечення рухомих фосфором	Вміст P ₂ O ₅ в ґрунті, мг на 100 г	
	мінеральні	торф'яно-болотні і торф'яні
1. Дуже низька	0,1-3,0	до 10
2. Низька	3,1-6,0	10-20
3. Середня	6,1-10,0	20-40
4. Підвищена	10,1-15,0	40-60
5. Висока	15,1-25,0	60-80
6. Дуже висока	>25,0	>80

Визначення рухомих форм калію за методом Кірсанова

Хід роботи

Доступний калій витягується із ґрунту 0,2 н розчином соляної кислоти і визначається на полум'яному фотометрі.

Витяжку ґрунту, яка отримана при визначенні фосфору за методом Кірсанова, вводять в полум'я горілки і записують відлік. Знаходять вміст за графіком. Відлік по графіку відповідає концентрації K₂O в ґрунті в мг на 100 г.

Таблиця 3.2.
Групування ґрунтів за вмістом доступного калію

	Вміст K ₂ O в ґрунті, мг на 100 г

Ступінь забезпечення доступним калієм	мінеральні	торф'яно-болотні і торф'яні
1. Дуже низька	0,1-4,0	до 10
2. Низька	4,1-8,0	10-25
3. Середня	8,1-12,0	15-25
4. Підвищена	12,1-17,0	25-35
5. Висока	>17,0	35-50
6. Дуже висока		>50

Запитання для самоконтролю:

1. Вкажіть при якому вмісті (мг/кг) рухомих сполук фосфору в ґрунті підвищений рівень забезпеченості рослин фосфором
2. Охарактеризуйте шкідливий вплив нестачі фосфору на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.
3. Вкажіть, в яких формах калій знаходиться в ґрунті?
4. Вкажіть фізіологічну роль калію?
5. Чи можна використовувати різні методи визначень для одного і того ж типу ґрунту, чому?

Лабораторна робота № 4

Тема: Визначення реакції ґрунту, гідролітичної кислотності та потреби ґрунту у вапнуванні

Мета: провести комплексну оцінку кислотності ґрунту на основі низки лабораторних визначень. Запроектувати заходи із хімічної меліорації ґрунтів при потребі.

Теоретична частина

Фізико-хімічні властивості ґрунту характеризуються актуальною, обмінною та гідролітичною кислотністю, ємкістю вбирання катіонів, сумою ввібраних основ, складом обмінних катіонів, ступенем насичення ґрунту основами. У комплексі з агрохімічними та агрофізичними властивостями ґрунту вони впливають на поживний режим, його біологічну активність, взаємодію

добрих з ґрунтом і рослинами, зумовлюють зміну врожайності та якості сільськогосподарської продукції.

Визначення, потреби у вапнуванні кислих ґрунтів

Вапнування — це засіб хімічної меліорації кислих ґрунтів, який здійснюють для підвищення їх родючості. Зниження шкідливої дії підвищеної кислотності на фізичні властивості, мікробіологічні процеси гумусоутворення і на поживний режим ґрунту, біохімічні процеси в рослинах, на формування врожаю та його якість досягається внесенням у ґрунт вапна. При внесенні в ґрунт вапна карбонат кальцію (або магнію) під впливом CO_2 ґрунтового розчину перетворюється поступово в гідрокарбонат кальцію (або магнію), який дисоціює на іони.

При цьому нейтралізуються також органічні і мінеральні кислоти ґрунтового розчину. Вільні іони тривалентного заліза й алюмінію, які при гідролізі в ґрунті можуть вивільнити іони водню, при вапнуванні утворюють гідроксиди.

При внесенні повної норми вапна нейтралізується актуальна й обмінна кислотність, знижується гідролітична кислотність, підвищується вміст кальцію в ґрунтовому розчині і ступінь насичення ґрунту основами. Ефективність вапнування залежить від того, чи правильно визначено потребу в ньому і норму внесення вапна. Недостатнє або надмірне вапнування призводить до зменшення врожаю сільськогосподарських культур. При визначенні потреби у вапнуванні кислих ґрунтів враховують відношення культур до кислотності ґрунту, рН сольової витяжки, ступінь насичення основами, гранулометричний склад ґрунту.

Потребу у вапнуванні ґрунту визначають також за оптимальними значеннями рН і ступеня насичення основами для сівозміни залежно від культур, при досягненні певних значень рН і ступеня насичення основами потреба у вапнуванні зникає.

Норми вапна визначають за величиною гідролітичної кислотності, оскільки вона найбільш повно характеризує кислотність ґрунту.

Кислотність ґрунту зумовлюється іонами водню й алюмінію.

Розрізняють такі види кислотності: актуальну (або активну) і потенціальну. Актуальна кислотність — це кислотність

грунтового розчину, зумовлена підвищеною концентрацією в ньому іонів водню порівняно з іонами гідроксиду. Ця кислотність створюється вугільною кислотою (H_2CO_3), водорозчинними органічними кислотами, які виділяються при розкладанні органічної речовини, і гідролітично кислими солями.

Актуальна кислотність виражається величиною рН.

Реакцію грунтового розчину характеризують величиною рН водної витяжки.

Потенціальна кислотність зумовлена наявністю іонів водню та алюмінію в твердій фазі ґрунту в поглинутому стані. Вона поділяється на обмінну і гідролітичну кислотність.

Обмінна кислотність ґрунту зумовлена обмінно-поглинутими іонами водню й алюмінію, які можуть бути витіснені з ГВК катіонами нейтральних солей. Ґрунти, які мають високу обмінну кислотність, характеризуються особливо несприятливими властивостями. Крім того, обмінна кислотність свідчить про значне збіднення ґрунту обмінними основами, заміщеними відповідно іонами водню та алюмінію. При внесенні на таких ґрунтах калійних добрив внаслідок поглинання іонів калію і витіснення іонів водню та алюмінію із вбирного комплексу може значно підвищитись кислотність ґрунту, що негативно впливає на формування врожаю. Особливо шкідливою є обмінна кислотність, зумовлена обмінним алюмінієм, що токсичний для більшості культур. Найменш стійкі проти алюмінію рослини, в яких він надходить до точок росту. При надлишку алюмінію затримується розвиток кореневої системи, де в основному накопичується алюміній, знижується кількість корневих волосків, скорочується активна поверхня коренів, погіршується надходження поживних речовин у рослини. Надлишок алюмінію в рослинах порушує також обмін речовин, знижує продуктивність і якість урожаю.

Обмінна кислотність виражається в міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту і величиною рН сольової витяжки. За показниками рН сольової витяжки визначають ступінь кислотності ґрунту.

Гідролітична кислотність зумовлена менш рухливими іонами водню, які важче заміщуються катіонами грунтового розчину, ніж ті, що характеризують обмінну кислотність.

Гідролітична кислотність виявляється при взаємодії ґрунту з гідролітично лужним розчином солі CH_3COONa . При дії лужного розчину на ґрунтовий комплекс витісняються іони водню H^+ , міцніше зв'язані з ґрунтовим комплексом, а тому їх виділяється значно більше, ніж при дії на ґрунт розчину нейтральної солі.

Гідролітична кислотність характеризує повну кислотність ґрунту, оскільки вона включає всю потенціальну й актуальну кислотність. Гідролітична кислотність виражається в міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. За гідролітичною кислотністю визначають норму вапна для вапнування кислих ґрунтів.

Практична частина

4.1. Визначення рН сольової витяжки

Суть методу полягає у витісненні обмінних іонів водню H^+ і Al^{3+} н. розчином KCl (рН = 5,5...6) при співвідношенні ґрунту до розчину 1:2,5 для мінеральних ґрунтів і 1:25 для торф'яних з наступним вимірюванням активності іонів водню потенціометричним методом.

Хід аналізу.

1. рН-метр підготовляють до роботи згідно з інструкцією. Налаштовують рН-метр за допомогою буферних розчинів з рН, що дорівнюють 4,01, 6,86, 9,18.

2. Беруть 20 г ґрунту, переносять у склянку на 100 мл і наливають 50 мл 1н розчину хлориду калію. Вміст склянки збовтують 1 хв і залишають стояти на ніч. Потім, не збовтуючи розчину, занурюють у нього скляні електроди і за допомогою рН-метра визначають величину рН сольової витяжки. Щоб встановити ступінь кислотності ґрунту, користуються табл. 4.1.

Таблиця 4.1
Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності

Група	Ступінь кислотності ґрунту	Інтервал	
		рНводний	рНсольовий

1	Дуже сильнокислі	< 4,5	< 4,0
2	Сильнокислі	4,5 – 5,0	4,0 – 4,5
3	Середньокислі	5,0 – 5,5	4,5 – 5,0
4	Слабокислі	5,5 – 6,0	5,0 – 5,5
5	Дуже слабокислі	6,0 – 7,0	5,5 – 6,0
6	Нейтральні	7,0 – 7,5	6,0 – 7,0
7	Слабколужні	7,5 – 8,0	–
8	Середньолужні	8,0 – 8,5	–
9	Сильнолужні	8,5 – 9,0	–
10	Дуже сильнолужні	> 9,0	–

Реакція ґрунтового розчину в різних ґрунтах коливається від рН 3 до 8-9 і вище. Найбільш кислу реакцію мають болотні ґрунти верхових торф'яників. Кислою реакцією ґрунтового розчину характеризуються підзолисті і дерново-підзолисті ґрунти (рН 4-6). Чорноземи мають близьку до нейтральної реакцію. Найбільш лужна реакція у солончаків, особливо содових (рН 8-9 і вище).

4.2. Визначення гідролітичної кислотності за методом Каппена

Хід аналізу.

1. 40 г ґрунту переносять у колбу місткістю 250-300 мл, приливають 100 мл 1н CH_3COONa .

2. Вміст колби збовтують 1 год, розчин фільтрують через сухий складчастий фільтр. Перед фільтруванням вміст колби збовтують 1 переносять на фільтр якомога більшу частину ґрунту. Перші каламутні порції фільтрату відкидають. Якщо фільтрат і далі залишається каламутним, то його фільтрують знову кризь той самий фільтр.

3. Піпеткою беруть 50 мл фільтрату і переносять у колбу на 200 мл; додають 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують 0,1 н. розчином NaOH до слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Якщо фільтрат жовтий, то титрування здійснюють у присутності свідка - заздалегідь відтитрованої проби.

Величину гідролітичної кислотності (Н) в мг-екв на 100 г ґрунту, обчислюють за формулою:

$$H_{г} = a \cdot 1,75 \cdot 100$$

10 : m

де а- кількість точно 0,1 н. розчину NaOH, витраченого на титрування, мл;

1,75 - поправочний коефіцієнт на неповноту витіснення іонів водню при одноразовій обробці ґрунту CH₃COONa;

100 - для перерахунку на 100 г ґрунту;

10 - для перерахунку кількості мл NaOH в кг-екв.;

m – наважка ґрунту, г.

Таблиця 4.2.

Потреба ґрунтів у вапнуванні залежно від гідролітичної кислотності

Потреба у вапнуванні	Гідролітична кислотність (Нг), смоль/кг
ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах	> 4
ґрунти потребують першочергового вапнування на Поліссі та в Лісостепу; середня потреба у вапнуванні ґрунтів у Прикарпатті та в західній частині Лісостепу; слабка – у гірських районах Карпат	3,1 – 4,0
Середня потреба у вапнуванні ґрунтів на Поліссі та в Лісостепу; слабка – у Прикарпатті; відсутня – у гірських районах Карпат	2,1 – 3,0
Доцільне вапнування опідзолених ґрунтів у Лісостепу; необхідне – на Поліссі, на супіщаних, піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах	1,8 – 2,0
Слабка потреба у вапнуванні піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів	1,8 – 1,9
Немає потреби у вапнуванні	< 1,5

4.3. Визначення потреби у вапнуванні та розрахунок норми меліоранта.

Хід роботи

1. Висновок про необхідність проведення вапнування робиться на основі комплексного аналізу стану ґрунту за трьома визначеними показниками.

2. Оптимальну норму вапнякового матеріалу, необхідного для вапнування кислих ґрунтів, встановлюють за величиною гідролітичної кислотності, кількості CaCO_3 основ у матеріалі з врахуванням чутливості культури на вапнування і гранулометричного складу ґрунту.

3. Повну норму вапна (CaCO_3), в тоннах на 1 га, визначають за формулою

$$\text{HCaCO}_3 = \frac{\text{Hг} \times 500 \times 3000000}{100000} = \text{Hг} \times 1,5,$$

де HCaCO_3 – розрахована доза вапнувального матеріалу, т/га; Hг – величина гідролітичної кислотності ґрунту, ммоль/100 г ґрунту; 500 – кількість CaCO_3 , потрібна для нейтралізації 1 ммоль H^+ у 1 кг ґрунту, мг; 3 000 000 – маса ґрунту орного шару площею 1 га, кг; 1 000 000 – коефіцієнт для перерахунку мг CaCO_3 у т.

4. Визначаємо фізичну масу обраного вапнувального матеріалу за розрахованою дозою за наступною формулою :

$$\text{Нф.} = \frac{\text{HCaCO}_3 \times 100^3}{\text{C} \times (100 - \text{в}) \times (100 - \text{д})}$$

де Нф. – фізична доза меліоранту, яку необхідно внести на одиницю площі, т/га; H_{CaCO_3} – доза вапнувального матеріалу, розрахована за гідролітичною кислотністю, т/га; C – сума карбонатів у матеріалі (нейтралізувальна здатність), %; в – вологість вапнувального матеріалу, %; д – вміст домішок, %.

Запитання для самоконтролю:

1. Що таке рН?
2. Якими іонами обумовлюється кислотність ґрунту?
3. Що таке актуальна кислотність?
4. Що таке потенціальна кислотність?
5. Що таке обмінна кислотність ґрунту?

6. Поділ ґрунтів за рівнем рН.
7. Вкажіть за якими фізико–хімічними показниками ґрунту визначають потребу у проведенні хімічної меліорації?
8. На які види поділяється потенціальна кислотність?
9. Яку потрібно знати кислотність, щоб розрахувати дозу вапна?

Практична робота №5

Тема: Оцінка виробництва, нагромадження, розподілу та використання органічних добрив

Мета: оволодіти методикою розрахунку виробництва і нагромадження органічних добрив, принципом їх розподілу у господарстві

Практична частина

1. Визначаємо виробництво і нагромадження підстилкового гною у господарстві:

- 1) Переводимо види і групи тварин в умовні голови: ВРХ і коні – 1,0; молодняк – 0,6; свині – 0,3; вівці і кози – 0,1; птиця – 0,02;
- 2) Визначаємо кількість підстилки на добу для кожного виду тварин (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

**Норми підстилкового матеріалу для тварин,
кг/добу**

Тварини	Солома	Торф із вологістю 40-50 %	Сухий торф	Деревинна тирса, стружка
ВРХ	4-6	3-4	10-20	4-6
Молодняк	2-3	4-6	8-10	2-4
Коні	3-5	2-3	5-10	2-4
Вівці і кози	0,5-1,0	-	-	-
Свині	1-3	1-1,5	2-3	1,5-2

- 3) Визначаємо стійловий період для утримання тварин, який для всіх груп і видів тварин може бути: < 180 днів; 180-200

днів; 200-220 днів; 220-240 днів; 365 днів. Так як корови та коні в літній період утримуються на випасах, то у них тривалість стійлового періоду зазвичай становить 220 діб, у інших видів тварин – 365.

4) Розраховуємо потребу у підстилці враховуючи стійловий період;

5) Визначаємо загальний вихід гною на підстилці, враховуючи, що *річний вихід рідких і твердих виділень в середньому становить 9,5 т на 1 умовну голову з урахуванням 15 % втрат за час зберігання гною*, за формулою 5.1:

$$V_z = \frac{(P_n \times K_d)}{1000} + (V_n \times K_{ум.гол}), \quad (5.1)$$

де V_z - загальний вихід гною у господарстві, т; P_n – доза підстилки на одну голову, кг; K_d – кількість діб утримання на підстилці, днів; 1000 – коефіцієнт перерахунку у т; V_n – річний дозатив виходу рідких і твердих виділень на умовну голову (9,5 т/ум.гол.), т; $K_{ум.гол.}$ – кількість умовних голів у господарстві, шт.

6) Визначаємо насиченість гноєм на одиницю сівозмінної площі, заповнюємо таблицю 5.2.

Таблиця 5.2.

Виробництво та нагромадження підстилкового гною

Загальний вихід гною, т							
Насиченість гноєм 1 га площі сівозміни, т							

2. Визначаємо кількість побічної продукції в еквіваленті гною, яка може бути використана в якості органічного добрива:

1) Визначаємо урожайності побічної продукції рослинництва використовуючи орієнтовні коефіцієнти співвідношення врожаю основної і побічної продукції (табл. 5.3)

**Таблиця 5.3.
Орієнтовні співвідношення врожаю основної і побічної продукції**

Культура	Співвідношення основної і побічної продукції
Пшениця	1 : 1,50
Жито	1 : 1,70
Ячмінь	1 : 1,20
Овес	1 : 1,20
Горох	1 : 1,00
Соя	1 : 1,44
Кукурудза (зерно)	1 : 1,50
Соняшник	1 : 5,0
Просо	1 : 1,20
Однорічні, багаторічні трави	1 : 0,40
Кормові, цукрові буряки	1 : 0,20
Картопля	1 : 0,50

2) Обраховуємо валовий збір нетоварної частини урожаю

(побічної продукції) за показником урожайності та площею поля, дані записуємо у таблицю 5.4.

3) Визначаємо частину побічної продукції, яка буде використана в якості підстилки за даними таблиці 5.2 (потреба у підстилці);

4) Визначаємо, яка маса побічної продукції буде використана в якості органічного добрива за різницею валового збору побічної продукції і тієї її частки, яка буде використана на підстилку;

5) Встановлюємо вихід побічної продукції на добриво в еквіваленті гною, враховуючи коефіцієнти переведення інших видів органічних добрив на стандартний гній: гній підстилковий – 1,0; гній безпідстилковий (10 % сухої речовини) – 0,25; компости торфогноєві (1:1) – 1,0; солома, стебла – 2,2; гичка, сидерати – 0,1; пташиний послід – 1,4.

Таблиця 5.4.

Вихід нетоварної частини урожаю (побічної продукції) та її використання

Культура сівозміни	Площа, га	Урожайність основної продукції (зерно, на-продукції)	Вид побічної продукції (солома, стебла тощо)	Співвідношення основної і побічної продукції	Урожайність побічної продукції, т/га	Валовий збір побічної продукції, т	Буде використано побічну продукцію, т		Вихід побічної продукції на добриво в еквіваленті гною, т
							на підстилку	на добриво	

3. Визначаємо виробництво і нагромадження сидератів у господарстві:

1)Зазначаємо сидеральну культуру, її місце в сівозміні, визначаємо валовий збір зеленої маси за даними урожайності та площі;

2)Перераховуємо валовий збір зеленої маси у еквіваленту кількість гною, враховуючи, що **зелена маса сидератів еквівалентна 0,1 т гною;**

3) Робимо висновок про надходження зеленої маси сидератів і заповнюємо таблицю 5.5.

Таблиця 5.5**Виробництво і нагромадження зеленої маси сидеральних культур**

Сидеральна культура та її місце в сівоозміні	Площа, га	Урожайність зеленої маси, т/га	Валовий збір зеленої маси, т	Вихід зеленої маси на добриво в еквіваленті гною, т

4. Визначаємо загальну кількість нагромадження органічних добрив

- 1) Заповнюємо таблицю 5.6, із відповідних таблиць про нагромадження різних видів органічних добрив у господарстві;
- 2) Визначаємо насиченість 1 га рілля органічними добривами і робимо висновок про відповідність отриманого показника науково-обґрунтованому рівню, який становить на Поліссі 14-15 т, у Лісостепу – 1012, у Степу – 8-9 т/га.

Таблиця 5.6.**Нагромадження і розподіл органічних добрив у господарстві**

Вид органічного добрива	Заготовлено в господарстві, т	Виділено всього, т	
		для сівоозміни №1	для інших сівоозмін
2	3	4	5
Гній підстилковий			
Солома			
Стебла			

Гичка			
Бадилля			
Сидерати			
Всього			
Площа ріллі, га			
Насиченість 1 га ріллі органічними добривами в господарстві, т/га			

Запитання самоконтролю:

1. Яка роль органічних добрив у збереженні родючості ґрунту та формуванні продуктивності сільськогосподарських культур?
2. Назвіть основні види традиційних органічних добрив?
3. Назвіть альтернативні джерела накопичення органічних добрив у господарстві?
4. Який середній вміст азоту, фосфору і калію в 1 т напіврокладеного гною?
5. Які підстилкові матеріали застосовують для збільшення виходу органічних добрив у господарстві?
6. Яка роль побічної продукції і сидератів за нестачі традиційних органічних добрив у господарстві?
7. Який науково-обґрунтований рівень насиченості органічними добривами у різних зонах України?
8. Що таке компост, принцип його приготування?

Практична робота № 6.

Тема: Визначення норм добрив під сільськогосподарські культури балансово-розрахунковим методом

Мета: ознайомитися з методами визначення норм добрив під сільськогосподарські культури

Теоретичні відомості

Розглядаючи методи встановлення норм добрив, треба насамперед зупинитись на поняттях норма і доза добрив. Норма – це загальна кількість добрив, що вноситься під с/г культуру за весь період її вегетації, а доза – це кількість добрива, яку вносять під с/г культуру за один прийом. Тобто, норма складається з доз.

Методи встановлення норм добрив

При розробці системи удобрення важливо встановити оптимальні норми і співвідношення поживних елементів для окремих с/г культур і сівозміни в цілому. Визначення оптимальних норм добрив проводять такими методами:

- балансово-розрахункові методи за виносом поживних речовин з урахуванням коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив;
- визначення норм добрив на запланований приріст врожаю;
- визначення норм добрив за нормативами витрат поживних речовин для одержання одиниці приросту врожаю;
- визначення норм добрив за рівнем природної родючості (бальної оцінки) ґрунту.

Визначення норм добрив за результатами польових дослідів з добривами. Майже усі с/г науково-дослідні установи України проводять польові досліді з добривами. Узагальнені результати цих дослідів дають змогу:

- виявити основні закономірності дії добрив на відповідних ґрунтах у різних кліматичних умовах;
- встановити середні розміри сталих приростів врожаю с/г культур від внесення відповідних норм добрив і співвідношення основних елементів живлення;
- визначити ефективність добрив і потребу в них окремих регіонів, областей і районів, спланувати виробництво і розподіл окремих видів добрив.

На основі узагальнення результатів досліджень Інститутом ґрунтознавства та агрохімії УААН для кожної природно-кліматично зони України залежно від типів ґрунтів встановлено орієнтовні норми добрив під с/г культури. Вони є основою для застосування добрив на виробництві. У конкретному господарстві

залежно від забезпеченості ґрунту рухомими формами поживних речовин, ці норми коригують згідно з агрохімічними аналізами, які постійно проводять проектно-розвідувальні станції хімізації.

Коригування норм добрив залежно від забезпеченості ґрунту рухомими формами поживних речовин здійснюють за допомогою поправочних коефіцієнтів, які для різних культур неоднакові і постійно уточнюються проектно-розвідувальними станціями хімізації, відповідно до умов вирощування.

Балансово-розрахункові методи визначення норм добрив за виносом поживних речовин з урахуванням коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив. Баланс основних поживних речовин визначається співвідношенням між загальним їх виносом урожаєм і тією кількістю поживних речовин, що повертаються в ґрунт. Його слід розглядати як найбільш доступний контроль за станом родючості ґрунту в кожному полі, с/г підприємстві, районі, області, країні в цілому.

Забезпечення активного балансу поживних речовин повинно стати основним при складанні системи удобрення культур в сівозміні. Воно сприятиме не лише підвищенню урожайності і якості с/г продукції, а й забезпечуватиме поліпшення родючості ґрунтів. Д. М. Прянішніков підкреслював, що з добривами в ґрунт повинно повертатись не менш як 75-80% винесеного з урожаєм азоту і калію та 100-110% винесеного фосфору. Ось чому балансові методи визначення норм добрив на запланований врожай є найбільш доцільними.

Визначення норм добрив на запланований приріст врожаю. Цим методом користуються при розрахунках норм добрив на запланований урожай, якщо в господарствах немає картограм полів та даних про забезпеченість ґрунтів поживними речовинами. Для цього обчислюють середню врожайність с/г культур за останні 5 років і визначають поправочні коефіцієнти повернення виносу поживних речовин за рахунок добрив.

Визначення норм добрив за нормативами витрат поживних речовин для одержання одиниці продукції і одиниці приросту. Нормативи затрат – це кількість кілограмів елемента живлення мінеральних добрив, яку треба витратити для вирощування 1т врожаю чи 1т приросту врожаю високої якості. Цей

метод є одним із найточніших методів встановлення норм добрив для вирощування планової врожайності. Він належить до прямих, оскільки його основою є результати польових дослідів з добривами про узагальнені нормативи витрат мінеральних добрив для одержання 1 т загальної врожайності основної продукції або 1 т приросту врожаю с/г культури. Застосування цього методу гарантує вирощування планової урожайності з відповідною якістю продукції, сприяє збереженню та відтворенню родючості ґрунту, забезпечує найекономніше використання добрив з урахуванням природно-охоронного їх обмеження при застосуванні у землеробстві.

Визначення норм добрив за рівнем природної родючості (бальної оцінки) ґрунту. Ціна бала ґрунту – величина, яку розраховують діленням середньої багаторічної врожайності, вирощеної на неудобреному фоні, на середньозважений бонітет поля в балах. В умовах інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур широко використовується метод розрахунку норм мінеральних добрив з урахуванням бальної оцінки ґрунту. Для використання цього методу визначення норм добрив необхідно знати:

1) бальну оцінку ґрунтів полів сівозміни, величина якої (в балах) залежно від вмісту гумусу в орному шарі ґрунту;

2) ціну одного бала родючості ґрунту (кількість вролинницької продукції, яку можна одержати за рахунок одного бала родючості ґрунту без внесення добрив) та нормативи затрат поживних елементів за рахунок органічних і мінеральних добрив для одержання 1 ц приросту врожаю;

3) поправочні коефіцієнти до ціни одного бала родючості ґрунту, які враховують гранулометричний склад та ступінь кислотності ґрунтів;

4) поправочні коефіцієнти до норм мінеральних добрив залежно від ступеня забезпечення ґрунтів доступними формами поживних елементів та попередників.

**Визначення норм добрив балансово-розрахунковим методом
Рекомендації до виконання**

1. Розраховуємо винос NPK планованим уро- жасм с-г культур 1) Потребу поживних речовин на заплано- вану врожайність обчислюють множенням показника виносу даного елемента в кг на 1 т основної і відповідну кількість по- бічної продукції (табл. 7.1) на урожайність культури;

2. Розраховуємо кількість NPK, що буде викори- стана рослиною з ґрунту

1) Визначаємо запаси рухомих сполук пожи- вних елементів множенням показника вмісту певного по- живного елемента в мг/кг на коефіцієнт 3,0 для перераху- нку в кг/га.

2) Визначаємо кількість NPK використану рослинами з ґрунту шляхом множенням запасів даного поживного елемента в орному шарі (пункт 2.1) на коефі- цієнт використання його рослинами (табл. 6.2) і резуль- тат ділять на 100.

Таблиця 6.1

Коефіцієнт використання NPK при низькій, середній і висо- кій забезпеченості їх елементами живлення, %

Культура	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	мг/кг ґрунту								
	до 50	51-100	101-150	до 50	51-100	101-150	до 50	51-100	101-150
Чорноземи і сірі лісові ґрунти									
Озима пшениця	34	25	23	11	9	5	17	13	12
Озиме жито	20	16	13	7	6	5	11	10	10
Ярі зернові, куку- рудза на силос	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Гречка	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Кукурудза на зе- рно	35	26	24	12	9	8	31	23	12
Цукрові і кормові буряки	33	30	27	10	9	8	33	30	30
Картопля	21	21	20	9	9	9	33	30	30

Соняшник	38	32	25	23	16	12	75	65	50
Горох	39	39	35	9	9	8	15	12	10
Багаторічні трави	19	12	12	8	5	5	17	11	10
Дерново-підзолисті ґрунти									
Озима пшениця	32	24	23	10	8	8	14	12	11
Ярі зернові, кукурудза на силос	23	18	16	9	6	5	17	14	12
Гречка	10	8	8	6	6	5	10	10	10
Кукурудза на зерно	31	25	23	11	8	8	22	21	20
Картопля	29	23	23	12	10	10	37	37	37
Горох	38	33	27	9	7	6	10	10	8
Люпин(зерно)	25	24	21	9	5	5	12	11	8
Люпин (зелена маса)	50	34	40	9	6	5	20	20	17

3. Визначаємо кількість NPK, яка надійшла в ґрунт із добривами

1) Визначаємо кількість NPK, що надійде з органічними добривами. Норму гною, що внесена в ґрунт перемножаємо на вміст NPK у 1 т гною (кг): у середньому 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору та 6 кг калію. Якщо за схемою удобрення у сівозміні під дану культуру гній не вносять, то розрахунки не проводяться;

2) Визначаємо кількість NPK, що буде використана рослиною з органічних добрив множенням кількості кожного елемента, внесеного з гноем у ґрунт (пункт 3.4), на коефіцієнт його використання рослинами (табл. 6.2) і результат ділять на 100.

Таблиця 6. 2.

Коефіцієнти використання поживних речовин сільськогосподарськими культурами із гною і мінеральних добрив, %

Добрива	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гній в 1-й рік внесення	30	40	60
Гній в 2-й рік внесення	15	20	10

З мінеральних добрив під зерновими, кукурудзою на силос, вико-вівсом	50-60	20-25	60-70
З мінеральних добрив під картоплею, буряками, багаторічними травами на сіно	60-70	25	70

4. Визначаємо кількість NPK, яку необхідно внести з добривами;

1) Розраховуємо дефіцит елементів живлення NPK, який необхідно поповнити за рахунок мінеральних добривам шляхом віднімання від показника потреби поживних речовин запланованим урожаєм (пункт 1) кількості використаних поживних речовин з ґрунту (пункт 2.2) і гною (пункт 3.2).

2) Визначаємо скільки NPK потрібно внести з мінеральними добривами: кількість дефіциту певного елемента в кг/га (пункт 4.1) множимо на 100 і результат ділимо на коефіцієнт використання цього ж елемента рослинами з мінеральних добрив (табл. 6.2).

3) Результати розрахунків записуємо в таблицю 6.3

**Таблиця 6.3.
Розрахунок норми добрив балансово–розрахунковим методом на запланований урожай**

	Показник	Одиниця	Культура _Поле № _Пл. урожай.		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O

1.	Винос (витрати) поживних речовин 1 т основної продукції разом з побічною	кг			
2.	Винос поживних речовин запланованим урожаєм	кг/га			
3.	Вміст рухомих поживних речовин у ґрунті	мг/кг			
4.	Запаси рухомих поживних речовин в орному шарі ґрунту	кг/га			
5.	Відсоток (коефіцієнт) використання рослинами поживних речовин з ґрунту	%			
6.	Кількість поживних речовин, що використовують рослини з ґрунту	кг/га			
7.	Буде внесено поживних речовин з т/га гною	кг/га			
8.	Відсоток (коефіцієнт) використання рослинами поживних речовин з гною	%			
9.	Кількість поживних речовин, що використовують рослини з гною	кг/га			
10.	Недостача поживних речовин для одержання запланованого врожаю	кг/га			
11.	Відсоток (коефіцієнт) використання поживних речовин з мінеральних добрив	%			

12.	Необхідна кількість поживних речовин (норма внесення)	кг/га			
-----	---	-------	--	--	--

Запитання для самоконтролю:

1. Назвіть методи визначення доз мінеральних добрив для забезпечення живлення сільськогосподарських культур?
2. Розкрийте суть балансово–розрахункового методу визначення доз мінеральних добрив?
3. Які показники враховують при визначенні потреби у добривах на заплановану врожайність сільськогосподарських культур?
4. Як розрахувати винос елементів живлення запланованим урожаєм культури?
5. Як розрахувати запас елемента живлення у ґрунті?
6. Від чого залежить коефіцієнт використання елемента живлення з ґрунту?
7. Назвіть коефіцієнти використання азоту, фосфору і калію з мінеральних добрив?
8. Назвіть коефіцієнти використання азоту, фосфору і калію з органічних добрив?
9. Яка кількість NPK в середньому надходить у ґрунт із 1 т традиційного напівперепрілого гною?

Практична робота № 7.

Тема: Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві окремого господарства

Мета: ознайомитися з методикою розрахунку балансу поживних речовин у землеробстві

Рекомендації до виконання

1. **Розраховуємо статті витрат балансу елементів живлення**

1) Винос NPK урожаєм сільськогосподарських культур у сівозміні з урахуванням урожайності культури і нормативу виносу елементів живлення на 1 т основної і відповідну кількість побічної продукції (табл. 7.1);

Таблиця 7.1.

Винос поживних речовин з ґрунту сільськогосподарськими культурами на 1 т основної та відповідну кількість побічної продукції

Культура	Продукція	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшениця озима	зерно	32	11	26
Пшениця яра	зерно	42	11	26
Жито озиме	зерно	29	12	28
Кукурудза	зерно	30	10	30
Ячмінь ярий	зерно	27	11	26
Овес	зерно	32	14	28
Просо	зерно	33	9	34
Гречка	зерно	30	15	39
Горох	зерно	66	15	20
Вика	зерно	67	14	17
Люпин	зерно	60	17	33
Льон	насіння	47	18	21
Коноплі	насіння	43	23	26
Соняшник	насіння	57	27	114
Буряки цукрові	коренеплоди	5	1,3	5,0
Буряки кормові	коренеплоди	4	1,2	5,0
Кукурудза	зелена маса	2,5	1,0	3,5
Вика з вівсом	зелена маса	3,5	1,2	4,5
Горох	зелена маса	7	1,5	2,0
Люпин	зелена маса	6	1,1	3,0

Жито озиме	зелена маса	3	1,2	4,5
Конюшина	сіно	19	6	15
Люцерна	сіно	26	6	15
Конюшина тимофіївкою	сіно	14	6	20
Тимофіївка	сіно	16	7	24
Природні сіно- жаті	сіно	17	7	18
Багаторічні трави	сіно	17	5	15
Картопля	бульби	5	2,2	8

2) Заповнюємо таблицю виносу елементів живлення урожаєми с-г культур (табл. 7.2.)

Таблиця 7.2
Винос поживних елементів запланованим врожаєм культур
сівозміни № 1

№ поля	Культура	Запланована урожай ність, ц/га	Винос поживних		
			На 1 ц основної продукції		
			N	P2O5	K2O

2						
3						
						Всього, кг
						У середньому, кг/га

3) Непродуктивні витрати азоту (N) добрив, які представлені в основному газоподібними втратами і від вимивання. Перші пов'язані з мікробіологічними процесами денітрифікації, амоніфікації та нітрифікації з виділенням NH_3 , N_2 , NO_2 , NO . На чорноземних ґрунтах непродуктивні витрати азоту становлять у середньому 15%, а на дерново-підзолистих – 20% від азоту, внесеного з мінеральними добривами.

2. Розраховуємо статті надходження елементів живлення в ґрунт

1) *Із мінеральними добривами NPK* на одиницю площі визначаємо як середнє арифметичне кількості внесеного NPK добрив із урахуванням кількості культур у сівозміні;

2) *Із органічними добривами кількість NPK* визначаємо виходячи із попередніх даних насиченості гноєм одиниці площі сівозміни в еквіваленті до гною (табл. 5.2): кількість гною т/га перемножуємо на середній вміст елементів у 1 т гною : 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору, 5,0 кг калію.

3) Для врахування надходження NPK використовуємо попередні дані для побічної продукції (табл. 5.3) і з сидератами (табл. 5.4). Кількість продукції, яка буде заорена у ґрунт т/га множимо на вміст NPK у рослинному матеріалі

(табл. 7.3);

4) Із насінням надходження NPK визначають множенням норми висіву насіння на середній вміст елементів у ньому (табл. 7.3);

Таблиця 7.3.

Вміст азоту та деяких зольних елементів у різних сільськогосподарських культурах (% на суху речовину, а для коренеплодів, овочевих і зеленої маси – на сиру речовину)

Культура	Продукція	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)
Пшениця озима	Зерно	2-2,5	0,85-1,0	0,5-0,8
	Солома	0,50	0,20	0,9-1,0
Пшениця яра	Зерно	2-3	0,85	0,6-0,9
	Солома	0,60	0,20	1,75-1,0
Кукурудза	Зерно	0,8-2,0	0,57	0,37
Жито	Зерно	1,60	0,85	0,60
	Солома	0,45	0,26	1,0
Ячмінь ярий	Зерно	1,90	0,85	0,55
	Солома	0,50	0,20	1,0
Овес	Зерно	2,10	0,85	0,50
	Солома	0,65	0,35	1,60
Рис	Зерно	1,20	0,81	0,31
Просо	Зерно	1,85	0,85	0,50
	Солома	-	0,18	1,59
Гречка	Зерно	1,80	0,57	0,27
	Солома	0,80	1,61	2,42
Горох	Зерно	4,50	1,00	1,25
	Солома	1,40	0,35	0,50
	Зелена маса	0,65	0,15	-
Квасоля	Зерно	3,68	0,38	1,72
Люпин	Зерно	4,80	1,42	1,14
	Солома	1,00	0,25	1,77
	Зелена маса	0,55	0,11	0,30
Соя	Зерно	5,80	1,04	1,26
	Солома	1,20	0,36	0,50
Вика	Зерно	4,55	0,99	0,90
	Солома	1,40	0,27	0,63
Сочевиця	Зерно	4,80	0,98	0,88
Кормові боби	Зерно	4,80	1,21	1,29
	Солома	1,25	0,29	1,94
Льон	Насіння	4,00	1,35	1,00

	Солома	0,62	0,42	0,97
Культура	Продукція	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)
Соняшник	Насіння	2,61	1,39	0,96
	Ціла рослина	-	0,76	-
Гірчиця	Насіння	4,50	1,47	0,59
Лучні трави	Сіно	0,70	0,70	1,80
Люцерна (початок цвітіння)	Сіно	2,60	0,65	1,50
Червона конюшина	Сіно	1,97	0,56	1,50
Вика (цвітіння)	Сіно	2,27	0,62	1,00
Тимофійка	Сіно	1,55	0,70	2,04
Еспарцет	Сіно	2,50	0,46	1,30
Серадела	Сіно	2,45	0,91	2,19

5) Розраховані показники заносимо у табл. 7.4 і визначаємо кількість NPK, яка надійде в ґрунт із насіннєвим матеріалом на 1 га площі сівозміни

Таблиця 7.4.

Надходження поживних елементів з насінням

№ з/п	Культура	Норма висіву насіння, ц/га	Вміст елементів живлення, %			Надходження поживних елементів, кг		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

Разом у сівозміні, кг								
У середньому в сівозміні, кг/га								

1) *З атмосферними опадами (N)* (переважно в аміачній формі). Установлено, що в середньому з опадами щорічно надходить азоту на 1 га: на Поліссі – 5 кг; у Лісостепу – 10; у Степу – 4 кг.

2) *За рахунок фіксації азоту (N) атмосфери бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими культурами.* За даними І.М. Захарченка та ін. (1977), багаторічні трави (еспарцет, люцерна, конюшина) використовують атмосферного азоту 70-75%, горох – 40-50%, люпин, кормові боби – 60-65% від загального азоту в біомасі. Для визначення кількості азоту атмосфери, що надійшов у ґрунт за рахунок симбіотичної фіксації бобовою культурою при даному врожаї, необхідно встановити загальний вміст азоту в урожаї та в кореневій системі. Встановлено, що співвідношення між кількістю азоту в урожаї, пожнивних і корневих рештках становить для люцерни 1 : 1,3; для конюшини – 1 : 1,15-1,25; люпину, сої, кормових бобів, гороху – 1 : 0,2-0,3. Користуючись цими показниками і виносом азоту врожаєм, орієнтовно вираховують кількість азоту в біомасі, а потім – скільки його надійшло в ґрунт із повітря за рахунок симбіотичної фіксації бобовою культурою.

3) *Несимбіотична фіксація азоту (N) атмосфери* вільноживучими мікроорганізмами (бактерії, актиноміцети, дріжджові плісняві гриби). Встановлено, що в середньому в ґрунтах фіксується наступна кількість азоту: на Поліссі – 5 кг; у Лісостепу – 10 кг; у Степу – 8 кг на 1 га.

4) Заповнюємо відповідні статті надходження і витрат елементів (табл. 7.5)

Таблиця 7.5.

Баланс поживних елементів в ґрунтах полів сівозміни, кг/га

	Показники балансу	Поживні речовини		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Н А Д Х О Д Ж Е Н Н Я				
11	З мінеральними добривами			
2	З органічними добривами:			
	- гній (_____ т/га)			
	- сидерати (_____ т/га)			
	- побічна продукція:			
	- солома (т/га)			
	- солома (т/га)			
	- солома (т/га)			
	- гичка, бадилля (_____ т/га)			
	<i>Разом з органічними добривами</i>			
33	З атмосферними опадами			
44	Біологічно фіксований азот, всього:		-	-
	- асоціативна фіксація		-	-
	- симбіотична фіксація		-	-
55	З насінням			
Всього				
В И Т Р А Т И				
1 1	Винос плановим урожаєм			
22	Втрати внаслідок ерозії			
3 3	Втрати внаслідок вимивання (%)		-	-
4 4	Газоподібні втрати (%)		-	-

Всього				
11	Баланс (надходження – витрати), ± кг/га			
22	Інтенсивність балансу (надходження / винос) x 100, %			
3 3	Баланс на 1 га сівозміни, кг			

3. Визначаємо баланс елементів живлення в ґрунті

1) Баланс елементів у ґрунті дорівнює різниці цифрових показників виносу від надходження (всього). Якщо надходження поживних речовин у ґрунт більше за винос, то баланс позитивний (+), а якщо менше – то від'ємний (-);

2) Розраховуємо інтенсивність балансу елементів живлення як відсоток надходження до витрат;

3) Оцінюємо показники балансу за науково-обґрунтованими величинами: за даними Д.М. Прянишнікова допускається дефіцит азоту 13-14 кг/га, калію – 20-22 кг/га; баланс фосфору не повинен мати дефіцит; необхідний рівень повернення азоту і калію на 80%, а фосфору - на 100-110% від виносу їх урожаєм.

За даними І.М. Захарченка (1977), на чорноземних ґрунтах в інтенсивних сівозмінах рівень повернення поживних речовин з добривами повинен приблизно становити для азоту 80, фосфору – 130-150, калію – 80-100%, на дерново-підзолистих ґрунтах – для азоту не менше 110-120, фосфору – 170-200, калію – 100-115%

Запитання для самоконтролю:

4) Що означає поняття баланс елементів живлення?

5) Які джерела враховуються у прибутковій статті балансу азоту в господарстві?

6) Назвіть можливі причини втрат азоту з ґрунту?

7) Яка роль бобових культур у формуванні балансу азоту?

8) Які показники враховують при визначенні надходження азоту за рахунок життєдіяльності бульбочкових бактерій бобових культур?

9) Які джерела враховуються у прибутковій статті балансу фосфору і калію в господарстві?

10) Яка основна стаття витрат елементів живлення з ґрунту? Як її розрахувати?

11) За якими критеріями проводять оцінку балансу елементів живлення в ґрунті?

12) Що означає інтенсивність балансу? Який його допустимий рівень за Д. Прянишниковим для азоту, фосфору і калію?

13) Що означає поняття бездефіцитний баланс елемента живлення у землеробстві господарства?

Теми для самостійної роботи

№	Теми для самостійної роботи
1	Історія розвитку агрохімії. Роль зарубіжних та вітчизняних учених у розвитку агрохімії як науки. Вплив умов навколишнього середовища на поглинання елементів живлення рослинами. Періодичність живлення рослин.
2	Основні закономірності, які визначають особливості взаємодії добрив з ґрунтовим вбирним комплексом. Обмінне вбирання аніонів. Буферна здатність

	<p>грунту, її види. Агрохімічна характеристика основних типів ґрунтів та ефективність добрив. Бонітування ґрунтів та оцінювання якості земель. Родючість ґрунту: природна та штучна, ефективна і потенціальна. Шляхи підвищення ефективної родючості ґрунту.</p>
3	<p>Ефективність вапнування ґрунту у різних сівозмінах. Економічна та агрохімічна ефективність вапнування. Зміни, які викликає в ґрунті гіпс. Норми, строки та способи його внесення. Технологічна карта для вапнування кислих ґрунтів та гіпсування солонців.</p>
4	<p>Перетворення азоту в ґрунті. Втрати азоту добрив з ґрунту. Вплив їх на врожайність різних культур та якість продукції. Сировина для виробництва фосфорних добрив: фосфорити, апатити. Характеристика і використання фосфорних добрив: суперфосфат та його різновиди, суперфос, преципітат, метафосфат кальцію, фосфатшлаки. Домішки у калійних з добривах, їх значення для рослин.</p>
5	<p>Мікроелементи, їх значення для рослин. Вміст мікроелементів у рослинах та ґрунті. Способи виготовлення мікродобрив.</p>
6	<p>Заходи щодо підвищення якості гною та зменшення втрат. Термін дії гною. Поділ безпідстилкового гною на форми залежно від вмісту в ньому сухої речовини. Приготування, зберігання і використання рідкого, напіврідкого гною та тваринницьких стоків. Особливості їх застосування. Вплив підстилкового та безпідстилкового гною на врожайність сільськогосподарських культур у різних ґрунтово – кліматичних зонах. Технологічна карта внесення органічних добрив. Значення гною в закритому ґрунті. Сеча і гноївка: склад, властивості зберігання, використання на добриво. Правильне поєднання органічних і мінеральних добрив.</p>
7	<p>Запаси, види і типи торфів, їх агрохімічна характеристика і ботанічний склад. Ступінь, розклад торфу. Зольність, кислотність, вологоємність і вбирна здатність торфу. Сапропелі та їх використання. Вермикомпости,</p>

	торфогноєві, торфогноївкові, торфофекальні та інші види компостів. Роль компосту в закритому ґрунті. Технологічна карта внесення компосту. Значення зеленого добрива для збагачення ґрунту органічною речовиною, азотом та іншими елементами живлення. Рослини, які використовуються на зелене добриво (сидерати). Комплексне використання бобових сидератів на корм та добриво.
8	Ефективність застосування добрив у різних ґрунтово – кліматичних зонах України. Планування, розподіл, встановлення норм і доз добрив на основі результатів польових дослідів та агрохімічних показників ґрунту. Характеристика забруднювального та руйнівного впливу окремих видів органічних та мінеральних добрив на літосферу, гідросферу та атмосферу. Токсиканти та їх гранично – допустимі кількості у ґрунті, воді, рослинах.

Список рекомендованої літератури:

1. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія : навчальний посібник. Умань, 2008. 300 с.
2. Городній М. М. Агрохімія : підручник. К. : Арістей, 2008. 936 с.
3. Господенко Г. М. Система застосування добрив : навч. посібник. К. : ТОВ «СІК ГРУП Україна». 2015. 406 с.
4. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 312 с.
5. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія : підручник. Луцьк : Надстиря. 2012. 468 с.
6. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко; Нац. наук. центр

«Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського»
УААН. К. : Колобiг, 2005. 303 с.

7. Господаренко Г., Карнаух О., Alexander A. Мікроелементи і добрива у живленні рослин : навч. посіб. Вид-во: Рута, 2020. 348 с.

8. Сучасні системи удобрення в землеробстві України : науково-методичні та науково-практичні рекомендації / Е. Г. Дегодюк, М. М. Проненко, Ю. О. Ігнатенко, Н. М. Пипчук, А. О. Мулярчук / за редакцією доктора с.-г. наук С. Е. Дегодюка. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.

9. Томашівський З. М. Підвищення родючості кислих ґрунтів. Львів, 2016, 206 с.

10.Центи́ло Л. В. Органічні добрива для сучасних систем землеробства : монографія. Івано-Франківськ, 2017. 260 с.