

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Кафедра ґрунтознавства та землеробства

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

щодо проведення навчальної практики з

АГРОХІМІЯ

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності
202 «Захист і карантин рослин»
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

ЖИТОМИР 2025

УДК 631.8

Трембіцька О.І. Методичні вказівки щодо проведення навчальної практики з «Агрохімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 202 «Захист і карантин рослин». Житомир: Поліський національний університет. 2025. 31 с.

Укладач: **Трембіцька Оксана Іванівна** к. с.-г. н., доцент,

Рецензенти: **Дідора Віктор Григорович** д. с.-г. н., професор, професор кафедри технологій у рослинництві Поліського національного університету.

Панахид Галина Ярославівна д. с.-г. н., вчений секретар Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

Розглянуто і затверджено:

- на засіданні кафедри ґрунтознавства та землеробства, протокол №8 від 18.12.2025;

- на засіданні навчально-методичної комісії агрономічного факультету, протокол № 3 від 29.12.2025

Вступ

Навчальна практика з «Агрохімія» має на меті закріплення отриманих в процесі лекційних і лабораторних занять знань і застосування їх у конкретних виробничих умовах. Широта і складність проблем агрохімії пов'язані з характером сільськогосподарського виробництва, різноманіттям умов, в яких воно розвивається. Тому для агрономів важливо глибоко знати питання агрохімії, оскільки, вони тісно пов'язані з рослинництвом, землеробством, кормовиробництвом та іншими дисциплінами. Розроблені методичні рекомендації є частиною комплексного методичного забезпечення дисципліни, що вивчається.

Бази практик

Місце проведення: навчально-дослідне поле Поліського національного університету с. Велика Горбаша Черняхівського району, ботанічний сад і сільськогосподарські підприємства різних форм власності Житомирського району.

Мета та завдання навчальної практики

Мета практики:

1. відпрацювання на практиці теоретичних знань отриманих студентами вивчених під час курсу;
2. оволодіння професійними навичками;
3. засвоєння студентами технологічних прийомів внесення органічних та мінеральних добрив та хімічних меліорантів;
4. оволодіння сучасними методиками наукових досліджень в агрохімії.

Завдання практики – студент в умовах сільськогосподарського виробництва не лише повинен ознайомитись з передовим досвідом, але набути практичних навичок в аналізі поживного режиму ґрунту та діагностики живлення рослин з метою конкретної розробки рекомендацій щодо ефективного застосування добрив.

СК 5. Здатність розробляти і застосовувати технології захисту рослин на об'єктах сільськогосподарського та іншого призначення.

СК 8. Здатність застосовувати агротехнічні, біологічні, організаційно-господарські методи для довгострокового регулювання розвитку та поширення шкідливих організмів до господарсько невідчутного рівня на основі прогнозу, економічних порогів шкідливості, ефективності дії корисних організмів, енергоощадних та природоохоронних технологій, які забезпечують надійний захист рослин і екологічну безпеку довкілля.

РН 07. Складати технологічні карти для організації заходів із захисту рослин.

РН 08. Уміти координувати, інтегрувати та удосконалювати організацію виробничих процесів під час проведення заходів із захисту рослин.

Орієнтовна структура змісту навчальної практики та орієнтовний розподіл навчального часу, год

№ п/п	Теми	Кількість годин
1.	Визначення в польових умовах забезпеченість рослин поживними речовинами	6
2.	Методика встановлення потреби в елементах живлення с/г культур в польових умовах	6
3.	Розрахунок норм мінеральних добрив балансово-розрахунковим методом	6
4.	Окупність добрив приростом урожайності с/г культур	6
5.	Агрономічне обґрунтування вирощування с/г культури в ланці сівозміни	6

ТЕМА 1. Визначення в польових умовах забезпеченість рослин поживними речовинами

Обґрунтування мети та завдання

Поряд з аналізом рослин в науково – дослідних лабораторіях, в учбових закладах використовується польовий метод діагностики живлення рослин за спрощеним аналізом свіжих листків, стебла та кореня. Для проведення експрес - методу в польових умовах існують прилади ВАП-1 (метод Магницького), ВП-2 (метод Церлінга), лабораторія агронома польова, комплект “Діагностика” та індикаторний папір “Індам”. До приладів входять набір скляних деталей, інструменти, хімічні реактиви, шкали кольорових стандартів для визначення поживних речовин тощо.

Використання експрес методу хімічної діагностики живлення рослин дозволяє оперативно оцінити рівень забезпеченості сільськогосподарських культур поживними речовинами і прийняти необхідні заходи для збалансування їх потреби.

Важливе практичне значення метод тканинної діагностики має при підживленні озимих та ярих культур, в плідівництві, овочівництві, а особливо в закритому ґрунті, де можливе коректування живлення культур протягом вегетації шляхом проведення підживлення хелатними видами добрив.

Визначення вмісту в соці зрізаних рослин нітратів, мінерального фосфору і калію ґрунтується на використанні кольорових реакцій. Іони NO_3^- , H_2PO_4^- і K^+ дають з певними реактивами забарвлені розчини або осади. Одержане забарвлення порівнюється з наявною кольоровою шкалою, а вміст мінеральних сполук азоту, фосфору і калію оцінюється за системою балів або виражається у відсотках на сиру масу рослини.

Аналіз проводиться на зрізах будь-яких частин рослин, причому слід мати на увазі, що найбільше неорганічних сполук знаходиться в тих органах, які багаті судинно – провідною системою, тобто в стеблах і черешках листків.

В нижніх ярусах рослин їх більше, ніж у верхніх. Молоді рослини містять їх більше, ніж дорослі, а такі сполуки, як нітрати у фазі цвітіння майже зникають в тканинах добре забезпечених поживними елементами рослин.

Визначення потреби рослин в елементи живлення за допомогою:

1. прилада ВП- 2 (метод Церлінга);
2. розрахунку норм добрив за аналізом соку.

Місце проведення – дослідне поле Поліського національного університету.

Матеріали та прилади

Прилад ВП- 2, фільтрувальний папір, дистильована вода. До приладу входить набір скляних деталей, інструмент, хімічні реактиви, шкали кольорових стандартів для визначення поживних елементів тощо.

Методика виконання завдання

Відбір проб для аналізу

Проби рослин у виробничих умовах відбираються з ділянок, розміри яких визначаються природними і господарськими умовами конкретної зони, строкатістю ґрунтового покриву, забезпеченістю ґрунту доступними елементами живлення. З високопродуктивних полів при вирівненому стеблості один зразок береться приблизно з 30 га, при неvirівненому стеблості – з 10 га, в умовах зрошуваного землеробстві з 1 – 3 га, залежно від площі ділянки. Змішана проба, яка аналізується, складається з 70 – 100 рослин або індикаторних листків. Всі рослинні проби відбирають в ранці (з 8 по 11 годину) за двома діагоналями досліджуваної ділянки, але не після дощу та роси. При відборі проб слід уникати забруднення рослинного матеріалу ґрунтом та поживними рештками. Потім з них формують середній зразок з 20 типових стебел. Всі визначення проводять на грубих стеблових зрізах 0,5 – 1,0см (краще поперечних) рослин, які для аналізу кладуть на предметне скло, а при визначенні фосфору і калію на листок фільтрувального паперу, покладеного на предметне скло.

Визначення нітратів. На предметне скло кладуть з проміжками в 1 – 2 см зрізи певної частини рослин та на кожний наносять по краплі 1%-ного розчину дифеніламіну і слідкують за появою синьо забарвлення, порівнюють з кольоровою шкалою (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Шкала потреби рослин в азотних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст нітратів
1	Блідо-блакитне, дуже швидко настає обвуглення	Низький
2	Сине, поступово зникає	Середній
3	Темно-сине або темно-фіолетове, швидко настає, стійке	Високий

Визначення фосфору. Листок фільтрувального паперу нарізують розміром 2 см² та у центр паперу наносять краплю розчину молібденовокислого амонію та поміщають один зріз рослини і роздавлюють скляною паличкою. Зріз зсувають трохи в бік від утвореної плями соку. Після цього на пляму з соку і окремо на тканину зрізу послідовно наносять по одній краплі розчину бензидину і оцтовокислого натрію. При наявності фосфатів в рослині на па-

пері з'являється сине забарвлення. Інтенсивність забарвлення порівнюють з показниками шкали для визначення фосфатів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Шкала потреби рослин у фосфорних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст фосфатів
1	Сіро – блакитне, пучки темні	Низький
2	Світло – сине, пучки сині	Середній
3	Темно – сине, судинні пучки синьо - чорні	Високий

Визначення калію. У середину фільтрувального паперу розміром біля 2 см² кладуть зріз рослин, потім притискають скляною паличкою і перемішують зріз в бік від плями витісненого соку. На пляму та зріз послідовно наносять по одній краплі 5%-ного розчину кобальтнітриту натрію (дають можливість утворитися осаду), через одну хвилину наносять 1-2 краплі соляної кислоти і перемішують вміст скляною паличкою. Через 3-5 хв. порівнюють інтенсивність забарвлення з кольоровою шкалою для визначення калію, (табл. 1.3).

Таблиця 1.3.

Шкала потреби рослин у калійних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст калію
1	Блідо – рожеве	Низький
2	Жовте	Середній
3	Жовто - помаранчева	Високий

За забарвленням, яке утворилося, встановлюють бал забезпеченості рослин відповідним елементом живлення. Наприклад, для розрахунку середньозваженого бала забезпеченості азотом із 20 типових стебел 10 зрізів одержали 1 бал, 7 зрізів – 2 бали, 3 зрізи – 3 бали.

Середньо зважений бал забезпеченості азотом дорівнює:
 $(10*1)+(7*2)+(3*3):20=1,6$

За середнім балом, користуючись таблицею 1.4, встановлюють необхідну дозу азоту.

Таблиця 1.4.

Дози азоту для проведення підживлення

Середній бал	Доза азоту, кг/га д. р.
До 1,8	60
1,9 – 2,5	30
2,5 і більше	Не доцільно

ТЕМА 2. Методика встановлення потреби в елементах живлення с/г культур в польових умовах

Вивчення методики закладки польового дослідження проводиться в умовах стаціонарних досліджень, науково дослідного поля, розташованого в селі В. Горбаша Черняхівського району, Житомирської області.

Польовий агрохімічний дослід – це дослідження (метод дослідження), які проводяться у польових умовах на спеціально виділеній ділянці для встановлення кількісного впливу різних норм, видів та способів внесення добрив та хімічних меліорантів (взятих окремо або в поєднанні) на урожай сільськогосподарських культур та якість отриманої продукції.

Польовий дослід є одним із найважливіших методів агрохімічних досліджень, який дозволяє вивчати в конкретних природних умовах ефективність добрив (види і форми, добрив, дози, строки і способи використання, систему удобрення у сівозміні, поєднання добрив з іншими прийомами агротехніки тощо).

Залежно від мети та завдань, місця проведення тривалості досліджень та розмірів ділянок виділяють декілька видів польового дослідження. За метою, завданням, місцем розташування та розміром ділянок розрізняють польовий і виробничий дослід. *Польовий дослід* проводять на спеціально відведених і пристосованих ділянках (дослідних полях) навчальних, науково – дослідних закладів та сільськогосподарських підприємств з метою поглибленого вивчення окремих факторів та прийомів вирощування (або комбінацій їх) сільськогосподарських культур з детальним розмежуванням досліджуваних умов та тісної ув'язки їх з іншими методами досліджень. Розмір ділянок для цих дослідів порівняно невеликий, зазвичай від 100 до 250 м², залежно від методики закладки та технології проведення досліджень.

Виробничий дослід проводиться в окремих полях або сівозмінах сільськогосподарських підприємств з метою апробації, перевірки і уточнення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах агротехнічних і організаційно-господарських результатів, одержаних раніше в польових дослідженнях, для визначення господарської придатності, агротехнічної та економічної ефективності досліджуваного прийому (умов). Схема виробничого дослідження зазвичай спрощена з малою кількістю варіантів. Розмір ділянок в таких дослідженнях визначається можливістю використання в господарстві прийнятої технології для залишення контрольних полос на удобрених ділянках і складає від 500 – 1000 м² до 1 – 2 га та більше.

Польові дослідження за рядом ознак поділяються на наступні види:

- а) за тривалістю проведення - тимчасові та тривалі;
- б) за кількістю досліджуваних прийомів та фонів - однофакторні та багатфакторні (комплексні);
- в) за охопленням пунктів досліджень – разові та масові (географічні);
- г) за розміром ділянок – мікропольові, дрібноділяночні, польові, виробничі.

Тривалість проведення дослідів обумовлюється конкретною темою дослідження. Багаторічні, (тривалі) дослідження проводять при вивченні впливу доб-

рив на продуктивність культур і родючість ґрунту у сівозмінах та беззмінних посівах: при дослідженні післядії добрив та хімічних меліорантів, при порівнянні ефективності окремих видів (органічних та мінеральних) форм, норм, доз, строків і способів внесення добрив, коли дослідження проводять на постійній, спеціально вибраній ділянці протягом 5 – 10 років та більше. Багаторічні досліді, що проводяться на постійних ділянках протягом 10 – 15 років та більше, називають **стаціонарними дослідіами**.

Однорічними дослідіами (навіть за постійної схеми) називають польові досліді, що проводяться щорічно на нових ділянках, тобто коли вплив досліджуваного фактору вивчається протягом тільки одного вегетаційного періоду, або коли дія досліджуваного фактору не може бути тривалою. Наприклад, позакоренеve підживлення або обробка насіння рослин мікродобривами тощо.

Залежно від кількості вивчаючих прийомів, умов і факторів розрізняють однофакторні (прості) та багатофакторні (комплексні) досліді. В **однофакторному досліді** вивчається вплив одного прийому, умов або фактору на одному постійному фоні. В **багатофакторному досліді** одночасно вивчається вплив двох або декількох прийомів, умов або факторів на вирощувану культуру і ґрунт. Ефект взаємодії факторів, що вивчаються у багатофакторному досліді, визначається за різницею між ефектом у варіанті з поєднанням факторів і сумою ефектів від кожного із цих факторів окремо, причому одержаний результат може бути позитивним, від’ємним та нульовим.

За охопленням пунктів досліджень розрізняють **разові** та **масові польові досліді**. Разові досліді закладають та проводять незалежно один від одного за різними окремо розробленими схемами та програмами в окремих пунктах країни. Це більшість стаціонарних дослідів наукових закладів, вузів та окремих дослідів, що проводяться у господарствах.

Масові, або географічні, досліді проводять за загальною тематикою, за єдиними узгодженими схемами та програмами, що дає можливість узагальнити результати досліджень у різних географічних пунктах з метою вивчення впливу природних умов на ефективність даного прийому тощо.

За розмірами ділянок розрізняють:

- *мікропольові досліді* – від 200-300 см² до 1-3м², такі досліді проводять зазвичай при використанні стабільних ізотопів, наприклад, N¹⁵;
- *дрібnodіляночні польові досліді* – 10-20 м²;
- *польові досліді* для культур суцільного посіву – 50-100 м², для просапних культур – 100-200 м², в багаторічних дослідіах – від 200 до 300-400 м²;
- *виробничі досліді* – від 500-1000 м² до 1-2 га і більше.

З метою одержання достовірних і точних результатів з питання, що вивчається, необхідно суворо дотримуватися методики його постановки. У методиці дослідної справи необхідно знати певні поняття та терміни. Зокрема, що таке схема дослідіу, варіант, ділянка, повторність тощо.

Схема дослідіу – сукупність варіантів, кожен із яких характеризується тими особливостями, які вивчаються у досліді.

Схема досліду складається залежно від його теми. Прикладом самої простої схеми досліду з вивчення ефективності добрив може бути схема досліду, що складається із двох варіантів: 1-й варіант без добрив (контроль), 2-й варіант – з добривом. **Варіант** – складова частина схеми досліду, позначається тим фактором, який вивчається у досліді; в нашому досліді – добриво. Один із варіантів схеми досліду, з яким порівнюються результати, одержані в інших варіантах, називають - **контроль**.

Ділянкою називається частина площі досліду, на якій розміщений посів одного якого-небудь варіанта схеми досліду. Кількість ділянок зазвичай більше числа варіантів, тому що для підвищення точності та достовірності пологового досліду один і той же варіант досліду закладають на декількох ділянках або, як прийнято говорити, дослід закладається в декількох повторностях.

Повторністю досліду називається повторюваність одноіменних ділянок, варіантів. Повторність у досліді не може бути менше двохразової, а час-то буває трьох -, чотирьохразова і більше.

Наприклад, схема досліду з вивчення ефективності добрив включає два варіанти, кожен варіант має 4-разову повторність, отже, число ділянок в досліді буде дорівнювати числу варіантів помноженому на повторність (у нашому прикладі їх буде вісім).

Розрізняють два поняття ділянки: ділянка посівна або дослідна та ділянка облікова. **Ділянка дослідна** – це та площа, на яку вносять добрива згідно варіантів схеми досліду; **ділянка облікова** як правило, має меншу площу, ніж ділянка дослідна, і включає в себе площу ділянки, з якої обраховується урожай. Зменшення площі дослідної ділянки до розмірів площі облікової ділянки проходить за рахунок виділення захисних смуг.

Захисна смуга виділяється на кожній дослідній ділянці із всіх чотирьох сторін у вигляді вузьких довгих площадок для захисту дослідного посіву на обліковій площі ділянки від пошкоджень і від небажаного впливу на дослідний посів із сторони суміжних ділянок і навпаки.

Захисні смуги вздовж рядків посіву на просапних культурах зазвичай складають 1-2 рядки посіву, при суцільному посіві і на поперечних сторонах ділянки ширина захисної смуги дорівнює 1-2 м.

Загальна площа дослідної ділянки дорівнює площі облікової ділянки та площі захисних смуг.

Вірогідність і переконливість результатів польових дослідів з добривом досягається повним дотриманням вимог методики і техніки дослідної справи. Основними методичними вимогами під час проведення дослідів є типовість, точність і достовірність, дотримання принципу єдиної відміни, правильного оформлення документації досліду.

Типовість або репрезентативність – найважливіша характеристика польового досліду. Вона означає, що польовий дослід повинен проводитися у типових для зони ґрунтово-кліматичних, виробничих та організаційно-господарських умовах (на самих розповсюджених ґрунтах з типовими агро-

хімічними показниками, районованими сортами типових для даної зони культур).

Точність і достовірність. Одержані під час дослідів результати (урожайність, показники якості, вміст поживних речовин тощо) можуть мати розбіжність із справжніми величинами в результаті різних похибок (неточність зважування врожаю, наявність мікрорельєфу, пошкодження посівів тощо), що визначається похибкою дослідів. Результати польового дослідів повинні бути достовірними. Прийнято розрізняти достовірність польового дослідів за сутністю, або агрономічну і математичну. При оцінці достовірності дослідів за сутністю аналізують обґрунтованість його схеми та програми, методики і техніки закладки та проведення. Про агрономічну достовірність можна говорити, якщо схема і методика проведення дослідів відповідає меті його проведення, коли правильно вибрані об'єкти і умови експерименту, відсутні порушення в техніці його проведення. Якщо польовий дослід методично і технічно проведений без порушень, результати його математично обробляються, щоб визначити величини випадкової похибки і ступінь достовірності (суттєвості) результатів дослідів.

Під суттєвістю результатів розуміють статистичну доведеність одержаних в досліді різниці урожайності варіантів, що порівнюються. Математична обробка результатів дослідів – обов'язковий і дуже важливий елемент методики проведення дослідів.

Принцип єдиної відміни означає, що в досліді можна змінювати лише той фактор, що вивчається, усі інші фактори, що впливають на продуктивність, повинні бути сталими. Так, при вивченні різних норм азотних добрив можна змінювати лише кількість внесених добрив на одиницю площі (фактор, що вивчається), а всі інші фактори (норми фосфорних і калійних добрив, попередник тощо) на всіх ділянках дослідів повинні бути однаковими. Проте притримання цієї вимоги не повинно обмежувати умови проведення дослідів. Наприклад, в тривалому стаціонарному досліді принцип тотожності всіх умов занадто важко витримати і необхідно систематично (один раз за ротацию) корегувати комплекс умов його проведення, що не вивчаються (сорт, прийоми обробітку ґрунту, сівозміна тощо).

Оформлення документації дослідів. Основний документ – це журнал польового дослідів, в якому записують план дослідів та первинні записи. План дослідів передбачає наукове обґрунтування теми досліджень, схему дослідів, план розміщення варіантів, методику обліку і спостережень, календарний план виконання робіт під час проведення дослідів. Первинні записи ведуть у хронологічному порядку, де зазначаються виконані роботи і результати досліджень у полі, а також первинні лабораторні дані. Одержані внаслідок проведення дослідів результати оформляють як звіт.

Більш детально з методикою закладки польових, виробничих дослідів, статистичною обробкою даних врожаю сільськогосподарських культур, показників якості можна ознайомитись, скористувавшись підручниками, посібниками та довідниками.

ТЕМА 3. Розрахунок норм мінеральних добрив балансово-розрахунковим методом

Методів розрахунку норм мінеральних добрив існує багато, найбільш поширеними є два.

Перший - це визначення норм мінеральних добрив, рекомендованих обласними державними центрами „Родючість”, які диференційовані залежно від рівня врожайності сільськогосподарських культур та вмісту в ґрунті поживних речовин. Ці норми встановлені на основі узагальнення польових дослідів, проведених обласними центрами „Родючість”, учбовими закладами, науково-дослідними.

При цьому методі використовують дані табл.3.1.

Таблиця 3.1

Орієнтовні норми мінеральних добрив під основні с.-г. культури

Культури	рівень врожаю, ц/га	Азотних за вмістом фосфору			Фосфорних за групами забезпеченості					Калійних за групами забезпеченості				
		до 50 мг	50-150мг	> 150	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
					до 25	25-50	50-100	101-150	151-250	до 40	41-80	81-120	121-170	> 170
					мг на 1 кг ґрунту									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Пшениця та жито озимі	до 20	60	50	30	50	40	30	20	10	50	30	30	20	-
	20-25	70	60	40	60	50	40	30	20	60	40	40	30	10
	25-30	90	70	50	70	60	50	40	30	70	50	50	40	20
	30-35	100	90	70	-	70	60	50	40	90	70	60	50	30
	35-40	110	100	90	-	90	60	70	60	110	80	70	60	40
	40-50	-	110	100	-	-	100	90	80	-	110	90	80	60
	>50	-	120	110	-	-	110	100	90	-	-	110	90	70
Ярі зернові (овес, ячмінь)	до 20	60	50	40	40	30	20	20	10	50	50	40	30	20
	20-25	70	60	50	50	40	30	20	20	70	60	50	40	30
	25-30	80	70	60	60	50	40	30	20	80	70	60	50	40
	30-35	90	80	70	70	60	50	40	30	90	80	70	60	50
	35-40	100	90	80	-	70	60	60	40	100	90	80	70	60
	40-45	-	100	90	-	90	80	70	50	-	110	100	90	80
Гречка	до 10	60	50	30	60	50	40	30	20	50	40	30	20	10
	10-15	70	60	40	70	60	50	40	30	60	50	40	30	20
	15-20	-	70	50	-	70	50	60	40	-	60	50	40	30
Горох, вика	до 20	-	-	-	-	60	40	20	10	70	50	40	30	-
	20-25	10	-	-	-	70	50	30	20	-	70	60	40	30
	25-30	20	10	-	-	80	70	40	30	-	80	70	50	40
	30-35	30	20	-	-	100	90	50	40	-	90	80	60	50
	>35	30	30	-	-	-	100	60	50	-	-	80	70	60
Люпин (зерно)	до 10				60	50	30	20	10	60	50	30	20	-
	10-15				70	60	40	30	20	70	60	50	30	20
	15-20				80	70	60	40	30	80	70	60	50	30
	20-25	10	-	-	90	80	70	60	40	90	80	70	60	40
	>25	20	20	-	-	90	80	70	60	-	90	80	70	60

Культури	рівень врожаю, ц/га	Азотних за вмістом фосфору			Фосфорних за групами забезпеченості					Калійних за групами забезпеченості				
		до 50 мг	50-150мг	> 150	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
					до 25	25-50	50-100	101-150	151-250	до 40	41-80	81-120	121-170	> 170
					мг на 1 кг ґрунту									
Кукурудза (зерно)	35-40	100	80	60	-	90	80	70	60	90	80	70	60	50
	40-45	-	100	80	-	100	90	80	70	-	90	80	70	60
	45-50	-	120	100	-	-	110	90	80	-	100	90	80	70
	>50	-	140	120	-	130	120	100	-	-	-	110	100	90
Картопля	100-150	80	70	50	80	70	60	50	40	90	80	70	50	30
	150-200	100	80	60	90	80	70	60	50	100	90	80	70	40
	200-250	120	100	80	100	90	80	70	60	140	120	90	80	80
	250-300	-	110	100	-	100	90	80	70	-	110	110	90	80
	300-350	-	130	120	-	-	110	100	90	-	150	130	110	90
Буряки цукрові	до 250	120	90	60	-	80	60	40	20	230	180	130	80	-
	250-300	150	120	90	-	100	80	60	40	270	210	160	110	-
	300-350	180	150	120	-	120	100	80	60	300	250	200	150	-
	350-400	200	170	140	-	140	120	100	80	330	280	230	180	-
	400-450	-	200	170	-	-	140	120	100	320	320	270	220	-
	450-500	-	220	190	-	-	160	140	120	-	350	300	250	-
Кукурудза на силос	< 200	80	60	40	70	60	50	40	30	90	70	50	20	-
	200-250	100	80	60	90	70	60	50	40	100	80	60	40	3
	250-300	120	100	80	-	80	70	60	50	110	90	70	50	4
	> 300	-	120	100	-	80	80	70	60	-	100	90	70	5
Буряки кормові	400-500	150	120	90	-	100	80	60	50	-	160	130	100	8
	500-600	170	150	120	-	120	100	80	60	-	180	160	130	10
	600	90	170	150	-	-	120	100	60	-	200	180	160	13
Конюшина та тимофіївка на сіно	< 25	30	-	-	50	40	30	20	10	50	40	30	20	
	25-30	40	-	-	-	50	40	30	20	70	60	50	40	
	35-45	40	20	-	-	60	50	40	30	-	70	60	60	-
Однорічні трави (з. маса)	150-200	70	50	40	60	50	40	30	20	80	70	50	30	-
	200-250	90	70	50	70	60	50	40	30	90	80	60	40	-
	250-300	120	90	70	80	70	60	50	40	100	90	70	60	-
Луки	200	90	70	60	60	40	30	20		80	60	40	30	-
Сади	до 200	150	120	90	-	90	-	70	60	40	180	140	100	-
	200	180	150	120	-	110	-	90	70	60	220	180	140	-

Норму азоту встановлюють за вмістом фосфору. Так, наприклад, якщо запланована урожайність озимої пшениці складає 33ц/га, а вміст фосфору в

грунті – 75 мг/кг, калію – 69 мг/кг, то норма внесення на один гектар буде складати $N_{90}P_{60}K_{70}$.

Таблиця 3.2

Розрахунок норм мінеральних добрив балансово-розрахунковим методом

№ п/п	Показники	Культура _____			Культура _____		
		№ поля _____			№ поля _____		
		Заплан.урожайн, ц/га			Заплан.урожайн, ц/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Винос поживних речовин на 10 ц продукції, кг						
2.	Винос поживних речовин заплановим урожаєм, кг/га						
3.	Вміст рухомих форм поживних речовин в ґрунті за картографами, мг/кг						
4.	Запаси рухомих форм у ґрунті, кг/га						
5.	Процент використання з ґрунту						
6.	Кількість поживних речовин (кг/га), які поглинаються рослинами з ґрунту						
7.	Надійде з органічними добривами. (____т/га), кг /га поживних речовин						
8.	Процент використання з органічних добрив						
9.	Буде використано з органічних добрив, кг/га						
10.	Всього з ґрунту та органічних добрив, кг/га						
11.	Необхідно, щоб рослини засвоїли з мінеральних добрив, кг/га						
12.	Процент використання поживних речовин з мінеральних добрив						
13.	Необхідно додатково внести з мінеральними добривами, кг/га поживних речовин						
14.	Форми мінеральних добрив, що вносяться						
15.	Вміст діючої речовини в добриві, %						
16.	Норми туків у фізичній масі, ц/га						

Для розрахунку забезпеченості 1 га NPK в таблиця А додатку розраховують суму азоту, фосфору та калію, що потрібно внести в сівозміні, (пункти 18-20), і ділять кожен з елементів на кількість культур.

Забезпеченість 1 га орних земель органічними та мінеральними добривами записується вниз таблиця А додатку.

Тільки після розрахунку балансу елементів живлення у сівозміні, корегування його з нормативними показниками (таблиця А додатку) уточнення внесення елементів живлення (таблиця А додатку) робиться розподіл елементів живлення для внесення у вигляді допосівного (основного) припосівного (рядкового) та післяпосівного (підживлення) удобрення. В першу чергу необхідно планувати припосівне внесення добрив. Внесення добрив у підживлення повинно бути обґрунтоване особливостями біології (онтогенезу) й технології сільськогосподарських культур. Різниця між загальною кількістю кожного елемента під сільськогосподарську культуру, тією дозою, що планується в рядки та для підживлення, записується в колонку – основне удобрення.

Другий метод – визначення норм мінеральних добрив розрахунковим, або балансовим (балансово-розрахунковим методом на заплановану урожайність або запланований приріст врожаю).

Розрахунки норм мінеральних добрив за даним методом слід провести для двох сільськогосподарських культур (зернова, просапна) (табл.3.2).

При цьому методі використовуються такі показники:

– планова урожайність;

– винос поживних речовин плановою урожайністю, який обраховують множенням показника виносу даного елемента живлення на 1ц основної і відповідної кількості побічної продукції (табл.3.3) на планову урожайність;

– вміст та запаси рухомих форм поживних речовин у ґрунті. Вміст фосфору та калію визначають за даними агрохімічного обстеження ґрунтів (таблиця А додатку, пункти 5-6), азот – беруть 70% від вмісту фосфору.

Для перерахунку в кг/га, кожен з показників множать на 3, коли дані в мг/кг, або на 30, коли в мг/100 г ґрунту.

Пояснення щодо коефіцієнта 3 або 30, які обчислюються за такою формулою:

$$C = P \cdot M \cdot h,$$

де: С – вміст поживної речовини в орному шарі ґрунту, кг/га;

П – вміст поживної речовини рухомої форми в орному шарі ґрунту, міліграмів на 100 г ґрунту, або на один кг ґрунту;

М – щільність складення ґрунту, г/см³;

h – глибина орного шару ґрунту, см.

При умові, що щільність ґрунту (М) становить 1,5г/см³, а глибина орного шару (h - 20см), запаси поживної речовини в орному шарі можна визначити за формулою:

$$C = P \cdot 30, \text{ кг/га}$$

при вмісті поживної речовини в мг/100г, або $P \cdot 3$, при вмісті поживної речовини в мг/кг ґрунту.

Таблиця 3.3

Винос поживних речовин із ґрунту врожайми с.-г. культур та коефіцієнти їх використання

Культури	Винос основною продукцією з врахуванням побічної, кг			Процент використання із мінеральних добрив			Процент використання із ґрунту		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зернові і зернобобові, включаючи кукурудзу	27	11	23	-	-	-	-	-	-
Озимі зернові	28	11	24	-	-	-	-	-	-
Пшениця озима	29	12	22	70	25	50	30	10	20
Жито озиме	26	10	25	60	20	70	30	10	10
Ячмінь	23	11	17	60	25	50	15	9	15
Овес	21	13	16	60	25	50	20	15	15
Кукурудза на зерно	20	11	19	50	20	60	15	10	30
Гречка	30	15	40	60	25	70	20	15	40
Просо	33	10	34	60	25	70	15	10	15
Горох	65	14	22	-	20	7	-	10	10
Люпин	67	19	47	-	20	70	-	10	15
Вика на зерно	49	14	23	-	25	80	-	10	10
Буряки цукрові	4,3	1,2	5,2	60	20	80	15	10	45
Буряки кормові	4,8	1,0	5,0	70	20	80	15	10	45
Картопля	5	1,2	7,0	65	20	80	20	10	30
Кукурудза на з.масу і силос	3	1,1	2,5	70	30	60	15	10	30
Однорічні трави (бобово-злак.сіно)	19	6,2	21	55	25	80	15	10	20
Однорічні трави (злакові, сіно)	15	5,6	17	55	25	80	15	10	20
Однорічні трави на з.масу і силос	12	1,6	4,8	55	25	80	15	10	20
Багаторічні трави (сіно)	18	6,3	20	55	25	80	15	10	20
Багаторічні трави (з.маса)	3,7	1,1	3,9	55	25	80	15	10	20
Конюшина (сіно)	25	5,3	19	-	25	80	-	10	20
Конюшина (з.маса)	2	1,3	6	-	25	80	-	10	20

Коефіцієнти використання поживних речовин сільськогосподарськими культурами з ґрунту, органічних та мінеральних добрив, часто змінюються і залежать від цілого ряду факторів: біологічних особливостей культур, умов зволоження, типу ґрунту, ступеня забезпеченості сільськогосподарських культур рухомими формами поживних речовин, погодних умов, рівня врожайності тощо. Наведені вони в таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.4

Примірний вміст елементів живлення в органічних добривах та коефіцієнти використання поживних речовин с.-г. культурами

Показники	NPK	ґній			Торфо-ґнойові компости	Пташиний послід	Попіл листяних порід	Зелене добриво
		підстил-ковий	напіврідкий	рідкий				
Вміст в 1т, кг	N	4	2,0	1,0	2	20-25	-	4-5
	P ₂ O ₅	2	1,5	0,5	1	15-20	30-70	-
	K ₂ O	6	3,0	1,5	3	10-15	80-130	1,5-2
Засвоєння в перший рік застосування	N	20-25	20-30	30-40	20-25	30	-	40-50
	P ₂ O ₅	30-40	30-40	30-40	30-40	40	25	-
	K ₂ O	50-60	60-70	60-70	50-60	90	70	-
Засвоєння в другий рік застосування	N	10-20	10-15	5-10	10-20	10-15	-	10-20
	P ₂ O ₅	20-25	20-25	20-25	20-25	20	-	-
	K ₂ O	10-20	10-15	10	10-20	-	-	-

Приклад розрахунку: планується урожайність пізньостиглої картоплі 250 ц/га. Дерново-підзолистий супіщаний ґрунт містить 60 мг P₂O₅ і 50 мг K₂O на кілограм ґрунту.

За табл.3.3 знаходимо що 10 ц бульб картоплі виносять з ґрунту 5 кг N, 1,2 кг P₂O₅ і 7,0 кг K₂O, то 250 ц використають відповідно 125, 30 і 175 кг/га.

Враховуючи, що потужність орного шару 20 см, щільність складення 1,5 г/см³, на одному гектарі буде міститися (60*3) = 180 кг P₂O₅ та (50*3)=150 кг K₂O. Дані по азоту берем 70% від фосфору – 42 мг/кг, тоді вміст на гектарі буде 126 кг/га.

Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту (табл.3.3) складають N – 20, P₂O₅ – 10, K₂O – 30%. Рослини використають з ґрунту N – 25,2 кг, фосфору – 18 кг, калію – 45 кг.

Під картоплю планують внести 30 т/га підстилкового напівперепрілого ґною, який містить в кожній тонні 4 кг N, 2 кг P₂O₅ і 6 кг K₂O. З 30 т/га буде внесені 120 кг N, 60 кг P₂O₅ і 180 кг K₂O. В перший рік рослини використають 25% N, 30% P₂O₅ і 50% K₂O (табл.3.4), тобто азоту 30 кг, фосфору 18 кг, калію 90 кг.

З мінеральними добривами потрібно внести на 1га :

- азоту 125 - 25,2 - 30 = 69,8 кг;
- фосфору 30 - 18 - 18 = -6 кг;

- калію $175 - 45 - 90 = 40$ кг.

Таким чином, підрахунки засвідчили, що потрібно внести тільки азотні та калійні добрива. Враховуючи проценти використання поживних речовин із мінеральних добрив (табл. 3.3), розрахуємо фактичну норму внесення кожного елемента:

$$N = \frac{69,8 \cdot 100}{65} = 107 \text{ кг/га}; \quad K_2O = \frac{40 \cdot 100}{80} = 50 \text{ кг/га}$$

Ці ж самі розрахунки норм елементів живлення на заплановану урожайність можна провести за такими формулами:

Без внесення органічних добрив

$$D = \frac{100 \cdot B - \Gamma \cdot K_{\Gamma}}{K_D},$$

де: D – норма елемента живлення, кг д.р.;

B – винос елемента живлення з ґрунту на заплановану урожайність, кг/га;

Γ – запаси рухомих форм елемента живлення в ґрунті, кг/га;

K_{Γ} – використання елемента живлення з ґрунту, %;

K_D – використання елемента живлення рослинами з мінеральних добрив, %.

З внесенням органічних добрив

$$D = \frac{100 \cdot B - \Gamma \cdot K_{\Gamma} - O \cdot P_o \cdot K_o}{K_D},$$

де: додаткові позначення:

O – норма органічних добрив, т/га;

P_o – вміст елементів живлення в органічних добривах, кг в 1т;

K_o – використання елементів живлення з органічних добрив, %.

ТЕМА 4. Окупність добрив приростом урожайності с/г культур

Доцільність рекомендованих норм, форм, способів і строків застосування добрив визначається багатьма організаційно-господарськими та економічними показниками, а саме підвищення врожайності та збільшення валового збору рослинницької продукції, умовно чистий прибуток (вартість приросту врожаю з врахуванням затрат, пов'язаних з її одержанням), окупності 1 грн затрат на використання добрив, виражену в гривнях (відношення вартості приросту врожаю до суми затрат, пов'язаних із використанням добрив), рівень рентабельності (відношення умовно чистого прибутку від застосування добрив до затрат на їх використання, виражене у відсотках) та інше. Для цього існують різні способи визначення показників економічної ефективності застосування добрив.

При сучасному економічному стані в країні, в зв'язку із нестабільністю цін на продукцію рослинництва і добрива, пропонується це зробити простим і доступним способом, який базується на визначенні окупності добрив (агрохімічної ефективності).

Розрахунки окупності добрив заносять у табл. 4.1 при цьому для визначення приросту врожайності потрібно знати бал землі, ціну балу, який складає для озимої пшениці - 0,25, озимого жита - 0,2, ярих зернових - 0,2, картоплі - 1,6, цукрових буряків - 2,0, льону-довгунця - 0,08 кг.

Перемноживши бал землі на ціну балу знаходимо урожайність за рахунок природної родючості. Різниця між фактичною урожайністю та урожайністю за рахунок природної родючості складає загальний приріст врожаю, від якого 60% для Полісся та 50% для Лісостепу приходиться на приріст за рахунок добрив.

Норми мінеральних та органічних добрив під кожен культуру сівозміни берем із таблиця А додатку (пункт 7, 18-21). Норму запланованого гною перераховуємо в елементи живлення (кг д.р. NPK). Знаходимо загальну суму елементів, внесених з мінеральними та органічними добривами.

Фактично окупність (агрохімічну ефективність) добрив визначаємо за формулою:

$$O_m = \frac{P_y}{K_m},$$

де: O_m – окупність 1кг д.р. мінеральних добрив приростом врожаю основної

продукції культури, кг;

P_y – приріст врожайності за рахунок добрив в даному полі, кг/га;

K_m – кількість мінеральних добрив, внесених під культуру, кг/га д.р.

Розраховану агрохімічну ефективність порівнюємо з нормативною, яка наведена в табл. 4.2. Якщо окупність 1кг д.р. мінеральних добрив приростом врожаю основної продукції культури менше нормативної, то слід звернути увагу на те, чи правильно встановлені норми добрив під культури у відповідності із запланованою урожайністю.

Таблиця 4.2

Нормативна окупність (агрохімічна ефективність 1кг д.р.) мінеральних добрив приростом врожайності сільськогосподарських культур

№ п/п	Сільсько-господарська культура	Окупність	№ п/п	Сільсько-господарська культура	Окупність
1	Озима пшениця	4,1	5	Картопля	20,0
2	Озиме жито	4,1	6	Цукрові буряки	30,0
3	Ярі зернові	4,1	7	Льон-довгунець	1,0
4	Кукурудза зерно	4,9	8	Кормові буряки	40,0

ТЕМА 5. Агронімічне обґрунтування вирощування с/г культури в ланці сівозміни

Удобрення зернових культур

Удобрення зернових культур здійснюють у загальному комплексі системи удобрення всіх культур сівозміни. Найкращі результати отримують під час сумісного застосування в сівозміні органічних та мінеральних добрив.'

Гній, як основне органічне добриво, є в кожному господарстві. Під впливом гною поліпшуються фізичні властивості ґрунту, створюються кращі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, поживні речовини гною та інших органічних добрив швидко перетворюються на доступні для рослин форми без створення при цьому надмірних концентрацій. На фолі гною на 15–20 % підвищується ефективність використання поживних речовин внесених у ґрунт мінеральних добрив.

В умовах достатнього зволоження гній у сівозмінах переважно вносять під просапні культури. Озима пшениця та інші зернові культури використовують його післядію. При нестійкому і недостатньому зволоженні гній вносять на парових полях під озиму пшеницю, а при їх відсутності, особливо в сівозмінах з багаторічними травами, під цукрові буряки. Норми гною під зернові культури залежно від типу ґрунту, характеру поля і зони коливаються від 20–30 до 35–40 т/га.

Ефективність органічних добрив залежить від ґрунтово-кліматичних умов окремих зон України, попередників, норми їх внесення в сівозміні. Залежно від розміщення зернових культур у зоні приріст урожаю зернових підвищується із сходу на захід. Так, у зоні Лісостепу приріст урожаю озимої пшениці від внесення гною в умовах Лівобережжя становив 3,7 ц/га, тоді як на Правобережжі – 5,8 ц/га; на чорних парах після багаторічних трав, вівсяної сумішки, зернобобових культур він коливався в межах 3,1–6,3 ц/га, після стерньових попередників та кукурудзи, зібраної у молочно-восковій стиглості, – 5,6–7,5 ц/га (П. О. Дмитренко, Б. С. Носко, 1987).

При правильному внесенні гною в кожному господарстві та поєднанні його з мінеральними добривами створюються сприятливі умови для комплексного агрохімічного окультурення полів, забезпечення бездефіцитного балансу гумусу.

Важливими у підвищенні ефективності добрив є період і способи їх внесення. Встановлено, що при внесенні добрив під час основного обробітку ґрунту, коли гній і мінеральні добрива вносять на відповідну глибину, ефективність поживних речовин підвищується на 30–35 %. Поверхнєве внесення мінеральних добрив під передпосівну культивуацію під ярі зернові, особливо в зоні недостатнього зволоження, не дозволяється, оскільки поверхневий шар ґрунту швидко пересихає, поживні речовини в таких умовах залишаються невикористаними і позитивна дія добрив знижується на 40 % і більше. Так, в 24 дослідах агрохімічної служби України від неправильного використання добрив урожайність зернових культур знизилася в середньому на 4,4 ц/га, або

13 %, тоді як при правильному використанні мінеральних добрив кожний центнер їх забезпечував одержання 1,1 –1,4 ц/га зерна або 9–11 ц/га зеленої маси кукурудзи.

Для того щоб виділені під зернові культури добрива були найефективніше використані, система удобрення повинна передбачати внесення гною і фосфорно-калійних добрив під час основного обробітку ґрунту, під час сівби локально в рядки і решту (азот) роздільно, поетапно під час вегетації рослин залежно від фази розвитку зернових культур. Така система застосування гною і мінеральних добрив найповніше задовольняє біологічні потреби зернових культур, забезпечує оптимальну окупність поживних речовин внесених у ґрунт добрив.

Сучасними технологіями вирощування зернових культур передбачені такі форми удобрення: основне удобрення, припосівне (локальне) і підживлення. Основне добриво вносять під час підготовки ґрунту. До його складу входять гній, деяка частина азоту (на бідних ґрунтах і після гірших попередників) і фосфорно-калійні добрива. Іноді вносять лише повне мінеральне добриво; припосівне – вносять локально в рядки під час сівби зернових культур, обов'язково із стартовою дозою доступного фосфору, а в разі потреби також азоту і калію; підживлення здійснюють у формі порційного внесення азоту, а при необхідності – фосфору і калію під час поетапного проходження рослинами відповідних фаз органогенезу й окремих стадій розвитку залежно від їх потреб.

В основному удобренні використовують такі форми азотних добрив: рідкий безводний аміак, аміачну воду, сульфат амонію та аміачну селітру. Сечовину, аміачну селітру, КАС використовують для підживлення в період вегетації рослин.

Основну частину фосфорних добрив вносять під час основного обробітку ґрунту і невелику стартову дозу – під час сівби в рядки. Зауважимо, що такі добрива, як фосфоритне борошно, томасшлак, фосфатшлак, преципітат, знефторені фосфати у воді не розчиняються і малорозчинні у слабких кислотах. Тому їх вносять перед першим або під час другого луцення стерні, щоб забезпечити найбільший контакт добрив з ґрунтом. Водночас суперфосфат, що містить переважно водорозчинну форму фосфору, треба вносити на дно борозни під час оранки або у вигляді стартової дози в рядки, щоб зменшити контакт з ґрунтом і запобігти перетворенню фосфору на недоступні форми.

При внесенні фосфорних добрив слід також враховувати і кислотність ґрунту. На кислих дерново-підзолистих, сірих опідзолених ґрунтах і чорноземах вилугуваних ефективні фосфоритне борошно та металургійні шлаки, а на чорноземах глибоких, середньогумусних – гранульований суперфосфат.

Калійні добрива вносять під час основного обробітку ґрунту, оскільки калій при цьому знаходиться в зволоженому шарі і не перетворюється на недоступну форму. Кращими формами калійних добрив є хлористий калій, калій-електроліт, калімагnezія, калімагнієвий концентрат.

Ефективність мінеральних добрив значно підвищується, якщо їх вносять на фоні вапняних добрив, які створюють відповідні фізико-хімічні умо-

ви для ефективного використання мінеральних добрив, сприяють оптимізації мінерального живлення зернових культур.

З метою найраціональнішого використання добрив під час застосування системи удобрення зернових культур проводять ґрунтову, листкову і тканинну діагностику.

Тому в озимій пшениці виділяють два критичних періоди забезпеченості рослин поживними речовинами: перший – від появи сходів до припинення осінньої вегетації, коли рослини досить чутливі до нестачі фосфору, і другий – від початку відновлення весняної вегетації до виходу в трубку, коли рослини досить чутливі до нестачі азоту. Проте в усі періоди росту і розвитку рослини озимій пшениці потребують оптимального забезпечення всіма елементами живлення у збалансованих пропорціях. Крім того, пшениця досить чутлива до наявності в ґрунті рухомих форм поживних речовин і досить активно реагує на внесення як органічних, так і мінеральних добрив.

Норми мінеральних добрив залежно від типу ґрунту, угноєння, попередників і забезпечення орного шару рухомими формами поживних речовин можуть коливатися в широких межах $N_{60-120}P_{45-90}K_{60-120}$, при витраті мінеральних добрив на 1 т приросту врожаю зерна $N_{77-114}, P_{81-106}, K_{70-72}$. За вегетацію озима пшениця проходить дванадцять етапів органогенезу, кожний з яких характеризується відповідними вимогами до умов мінерального живлення. На ранніх етапах росту і розвитку (I і II етапи органогенезу), які визначають густоту рослин, а також їх зимостійкість, коли відбувається диференціація основи конуса наростання, формування вузлів і міжвузлів, стебла, листків і коренів, першочергове значення належить фосфору, кальцію і калію, що стимулюють розвиток кореневої системи. Озима пшениця в цей період переносить високу концентрацію цих елементів у ґрунтовому розчині і досить чутлива до підвищеної концентрації в ньому азоту. Тому в системі удобрення озимій пшениці важливе значення має основне удобрення, коли під час основного обробітку в ґрунт вносять фосфорно-калійні добрива, а під час сівби – в рядки стартову дозу фосфору у водорозчинній формі (суперфосфат). Найкращі умови живлення рослин створюються в ґрунті при поєднанні локального внесення фосфорно-калійних добрив із стартовим внесенням фосфорних.

Азотних добрив в цей час або зовсім не вносять, якщо в орному шарі ґрунту вміст азоту перевищує 30 кг/га, або вносять їх 30 – 40 кг/га на бідних на азот ґрунтах. Цей захід запобігає осінньому переростанню рослин, непродуктивній витраті вологи і поживних речовин, посилює розвиток кореневої системи і забезпечує високу зимостійкість. В осінній період озима пшениця потребує помірного азотного живлення, проте вона досить чутлива до нестачі азоту в ґрунті навесні в період ранньовесняного відновлення вегетації, коли через низькі температури та підвищену вологість нітрифікаційні процеси в ґрунті не відбуваються і в кореневмісному шарі для нормального росту і розвитку рослин не вистачає азоту.

Молоді рослини озимій пшениці, що витримали несприятливу за кліматичними умовами зиму (часті відлиги, відсутність снігового покриву, розмір-

зання та замерзання ґрунту) і майже повністю витратили осінні запаси поживних речовин та цукрів, починають інтенсивно відростати і відчувати гостру нестачу азоту. Настає перший критичний період в азотному живленні рослин озимої пшениці. Тому в цей час проводять ранньовесняне підживлення рослин азотними добривами (найкраще тими, що містять нітратну форму азоту) по мерзлоталому ґрунту.

Доцільність цього підживлення визначають за кількістю опадів в осінньо-зимовий період та за етапами розвитку рослин при виході із зимівлі. Оптимальну дозу азоту встановлюють на основі ґрунтової діагностики за даними про запаси мінерального азоту в метровому шарі ґрунту. Як правило, вона повинна становити 20 – 30 кг/га (або 30 % від встановленої норми).

У фазах виходу в трубку – початку стеблуння, коли утворюються колосові бугорки і визначається кількість колосків та квіток у колосі (IV–VI етапи органогенезу), а також інтенсивно відбувається приріст листків і стебел, настає другий відповідальний період в азотному живленні озимої пшениці. В цей період проводять друге так зване прикореневе підживлення озимої пшениці азотними добривами. Оптимальну дозу азоту встановлюють за рослинною діагностикою. Залежно від фази розвитку рослин вона може становити 30 – 40 і навіть 60 кг/га (до 50 % встановленої для озимої пшениці норми азоту).

У фазах колосіння, цвітіння, початку росту та формування зерна (VIII–IX етапи органогенезу) проводять третє літнє підживлення озимої пшениці азотними добривами для поліпшення якості зерна, тобто підвищення вмісту в ньому білка і клейковини. Особливо воно необхідне в районах вирощування цінних і сильних пшениць. Необхідність цього підживлення і дозу азоту визначають на основі тканинної діагностики рослин озимої пшениці.

Проте така схема застосування азотних добрив під озиму пшеницю можлива лише в умовах достатнього зволоження, коли на всіх етапах онтогенезу і фазах росту та розвитку рослин в ґрунті є достатні запаси вологи. В умовах нестійкого зволоження центрального Лісостепу і північного Степу України триразове підживлення озимої пшениці азотними добривами у багатьох випадках не має суттєвої переваги над одноразовим підживленням на II етапі органогенезу.

Отже, дія азотних добрив, внесених у формі підживлень, значною мірою залежить від типу ґрунту та попередників, після яких розміщують озиму пшеницю.

Дози і способи внесення мінеральних добрив диференціюють залежно від попередника, гранулометричного складу ґрунту, забур'яненості його легкодоступними поживними речовинами, способів обробки ґрунту та інших факторів, що впливають на раціональне використання внесених добрив.

Озима пшениця позитивно реагує на мікродобрива. Найважливішими мікроелементами для озимої пшениці є марганець, молібден, мідь, цинк, бор. Мікроелементи вносять у ґрунт разом з мінеральними добривами, а також для позакорневих підживлень та обробки насіння сульфатами марганцю, міді, цинку, молібдатом амонію тощо.

Ячмінь ярий – найдавніша зернофуражна культура, головний поліпшувач структури зернофуражного виробництва. Ячмінь належить до культур з підвищеними вимогами до поживних речовин. Так, він вимогливий до родючості ґрунтів, погано росте і розвивається на кислих, засолених і заболочених ґрунтах. Оптимальна реакція середовища для нього становить $\text{pH} = 6,8 \dots 7,5$. Ячмінь має слабкорозвинену кореневу систему і позитивно реагує на внесення добрив. На формування 1 т зерна та відповідної кількості побічної продукції він виносить з ґрунту 14 – 27 кг азоту, 11 – 15 фосфору та 13 – 24 кг калію.

Найвища потреба в азоті ячменю виявляється на II–IV етапах органогенезу, коли утворюється третій листок, відбувається кущіння та, розпочинається вихід його в трубку. Нестача азоту в ґрунті пригнічує розвиток рослин, порушує процес утворення генеративних органів, що різко знижує врожайність. Проте і надлишок азоту в ґрунті призводить до переростання та раннього вилягання рослин, що також знижує врожайність ярого ячменю.

Ярий ячмінь потребує фосфору протягом усього періоду вегетації. Особливо він необхідний на перших етапах росту і розвитку рослин, коли утворюється коренева система і розвивається листкова поверхня. Тому внесення фосфорних добрив у рядки під час сівби в нормі 10 – 15 кг/га P_2O_5 у формі водорозчинного фосфору забезпечує інтенсивний ріст і розвиток кореневої системи, яка значно поліпшує споживання рослинами ярого ячменю поживних речовин із ґрунту. Максимальне споживання ярим ячменем азоту і фосфору відбувається на II–III і VII–X етапах органогенезу, тобто в період інтенсивного росту і диференціації конусу наростання, утворення третього листка і початку кущіння до виходу в трубку і колосіння.

Калій ярий ячмінь споживає від початку появи сходів до виходу в трубку, але найвища потреба в ньому спостерігається на початку вегетації. Він сприяє зміцненню соломини, підвищенню стійкості рослин проти вилягання, шкідників і хвороб, поліпшенню водообміну, прискоренню надходження пластичних речовин у генеративні органи, що сприяє збільшенню величини і виповненню зерна.

Найінтенсивніше надходження основних елементів живлення в рослини ярого ячменю відбувається протягом досить короткого проміжку часу – від фази кущіння до колосіння (26–28 днів). За цей період рослини споживають 42 – 46 % N, 51 – 64 P_2O_5 і 64 – 70 % K_2O . У фазі колосіння практично завершується вбирання всіх 100 % калію, фосфору споживається 90 %, а азоту 80 % від загального виносу їх урожаєм, проте це залежить від біологічних особливостей вирощуваних сортів, наявних запасів поживних речовин у ґрунті, попередників тощо.

Ячмінь реагує як на безпосереднє внесення мінеральних та органічних добрив, так і на їх післядію. В інтенсивному землеробстві органічні добрива використовуються ярим ячменем у післядії, а мінеральні – при безпосередньому внесенні під час основного обробітку ґрунту, а також локально у формі рядкового удобрення. Цей спосіб застосування добрив під ячмінь найефективніший. Порівняно з розкидним внесенням локальне застосування добрив

під ярий ячмінь в рядки під час сівби забезпечує додатковий приріст урожаю зерна на 2–3,5 ц/га при значному зменшенні норми добрив.

Норми добрив диференціюють залежно від попередників та їх удобрення. Так, після добре удобрених просапних культур, під які вносили гній та мінеральні добрива, норму азоту зменшують до 60–80 кг/га; після багаторічних трав азоту вносять не більш як 30 – 40 кг/га, а фосфору і калію по 45 – 60 кг/га.

Під пивоварні сорти ячменю норму азотних добрив на чорноземних ґрунтах зменшують наполовину, на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах – на третину, проте норма калійних та фосфорних добрив при цьому повинна переважати норми азотних. Кормові і харчові сорти ячменю повинні одержувати більше азотних та фосфорних добрив і менше калійних.

Найкращі результати забезпечує внесення добрив під ярий ячмінь під час основного обробітку ґрунту лише в районах надлишкового зволоження, на легких ґрунтах мінеральні добрива, особливо азотні, вносять навесні під передпосівну культивуацію.

Кращими формами добрив для ярого ячменю є аміачна селітра, карбамід, суперфосфат, калій хлористий, а також амофос, нітрофоски, рідкі комплексні добрива тощо. Ячмінь позитивно реагує на мікродобрива, що містять цинк, молібден, марганець, бор, мідь, які застосовують для обробки насіння та вносять безпосередньо в ґрунт.

Удобрення зернобобових культур

Зернобобові – цінні продовольчі і кормові культури. Вони також відіграють важливу роль у землеробстві: внаслідок фіксації газоподібного азоту вони збагачують ґрунт білковим азотом, позитивно впливають на структуру ґрунту і фізичні властивості, є добрим попередником для зернових культур. Майже всі зернобобові, за винятком сої, квасолі, не вибагливі до тепла, але досить чутливі до наявності вологи в ґрунті, потребують близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину і позитивно (особливо горох і кормові боби – рН=6,0 ... 7,0, вика – рН = 5,7... 6,5) реагують на внесення вапняних добрив. На створення 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції зернобобові культури виносять з ґрунту значну кількість поживних речовин. Так, горох виносить 60 кг азоту, 16 фосфору, 24 кг калію, вика відповідно – 60, 14, 16, кормові боби – 52, 20, 44, квасоля – 53, 22, 29, соя – 72, 23, 38. При цьому горох і вика засвоюють основну частину поживних речовин до кінця цвітіння, а кормові боби – до досягання бобів. Усі зернобобові культури добре реагують на післядію органічних та мінеральних добрив.

Залежно від призначення врожаю, кліматичних умов і культури під зернобобові вносять органічні і мінеральні добрива. Органічні добрива вносять у нормах 20–30 т/га під час основного обробітку ґрунту під культури, що використовують на зелену масу. З урахуванням наявності поживних речовин на більшості ґрунтів мінеральні добрива вносять в основному удобренні в нормах $N_{30}P_{40-60}K_{40-60}$. Лише на чорноземах після удобрених попередників азот не вносять, але при цьому насіння бобових перед сівбою обробляють ризоторфіном. Високу ефективність забезпечує локальне внесення фосфорно-

калійних добрив у рядки під час сівби ($P_{10-20}K_{10-20}$), особливо на площах, де добрив в основному удобренні не застосовували. Прирости врожаю зерна від цього заходу залежно від культури становлять 2–4,5 ц/га. Зернобобові культури здатні засвоювати поживні речовини з усіх форм азотних, фосфорних, калійних та комплексних добрив.

Зернобобові культури позитивно реагують також на обробку насіння перед сівбою мікродобривами. Так, обробка насіння гороху молібдатом амонію, молібдатом амонію-натрію з розрахунку 12,5–25, вики – 25–50, кормових бобів–12,5–25 г/ц підвищує врожайність гороху та інших зернобобових культур на 1,7– 2,8 ц/га, а вміст сирого протеїну в зерні – на 1,7–2 %. При нестачі в ґрунті бору його вносять у формі бури (3 кг/га) або борату магнію (20 кг/га). Насінницькі посіви зернобобових у фазі бутонізації або цвітіння обробляють борними добривами з розрахунку 100–200 г/га бору. На низинних ґрунтах та осушених торфовищах вносять мідні добрива: мідний купорос – 20–25 кг/га або піритні недогарки – 5–6 ц/га один раз у 5–6 років.

Горох – цінна зернобобова культура. В Україні він є одним із кращих попередників для озимої пшениці. Горох, засвоюючи поживні речовини з важкорозчинних сполук ґрунту та азот повітря за допомогою бульбочкових бактерій, є одночасно енерго- ресурсозберігаючою культурою, що відіграє важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. Крім того, він позитивно реагує на родючість ґрунтів. Найвищі врожаї гороху вирощують на чорноземних окультурених ґрунтах з близькою до нейтральної реакції ґрунтового розчину $pH=6,0 \dots 7,0$ і достатніми запасами гумусу, а також кальцію, фосфору, калію та мікроелементів, зокрема бору і молібдену.

Горох має короткий вегетаційний період і слабку кореневу систему, тому досить чутливий до нестачі поживних речовин у ґрунті. На формування 1 т зерна і відповідної кількості соломи він виносить із ґрунту 45–60 кг азоту, 16–20 фосфору, 24–40 кг калію.

Значну частину своєї потреби в азоті горох задовольняє в процесі симбіотичної азотфіксації, яка починається у фазі 2–3 листочків, досягає максимуму в період бутонізації і майже закінчується у фазі наливання зерна. Певну частку своєї потреби у фосфорі горох забезпечує за рахунок корневих виділень, які розчиняють важкорозчинні фосфати ґрунту, решту потреби в азоті, фосфорі, калії, кальції та інших елементах він забезпечує в результаті споживання їх з ґрунту та внесених добрив. Тому горох вимогливий як до родючості ґрунтів, так і до їх удобрення. Од- горох вимогливий і до наявності в ґрунті вологи, наприклад, на утворення 1 кг сухих речовин він потребує 400–450 кг води. Використання поживних речовин рослинами гороху пов'язане з їх біологічними особливостями. Вони повинні в оптимальних рівнях бути забезпечені азотом, оскільки нестача його пригнічує рослини, а надмірна кількість розтягує період дозрівання, послаблює стійкість проти вилягання та ураження хворобами. На перших етапах росту і розвитку рослини живляться азотом ґрунту і внесених мінеральних добрив, а потім – за рахунок біологічної азотфіксації.

Фосфор стимулює ріст кореневої системи, позитивно впливає на збільшення корневих волосків. Найбільше фосфору (до 75 %) засвоює горох на I–VIII етапах органогенезу і надалі поступає в рослини до повної його стиглості. При нестачі фосфору порушується процес формування репродуктивних органів, затягується період дозрівання зерна.

Використання калію триває до IX етапу органогенезу, коли рослини закінчують цвітіння. Забезпечення рослин калієм підвищує посухостійкість, полегшує обмін речовин та інші функції живого організму.

Горох також позитивно реагує на вапнування, підвищений вміст в ґрунті кальцію, забезпечує його нейтралізацію та утворення бульбочок на коренях, сприяє ефективному використанню води, збільшує ріст генеративних органів. У забезпеченні рослин гороху цими елементами важлива роль належить біологічному виносу елементів, який у загальному врожаї зерна становить, %: азоту– 60, фосфору – 67–72, калію –53–58 (М. В. Козлов, 1991). Отже, виходячи з біологічних особливостей гороху, наявності в ґрунті поживних речовин та місця його в сівозміні в усіх зонах України з урахуванням лімітуючого фактора (на Поліссі та Лісостепу– родючості ґрунту, в Степу – забезпечення водою і родючості ґрунту), під горох вносять в основному удобренні такі норми добрив: на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах Полісся – $N_{35-40}P_{45-60}K_{45-60}$, в Лісостепу – $N_{45}P_{45}K_{45}$, в Степу $N_{60}P_{45}K_{30}$. При цьому внесення фосфорно-калійних добрив під основний обробіток ґрунту підвищує їх ефективність на 10–30 %. Крім того, під час сівби в рядки треба вносити фосфорні добрива в нормі 10–15 кг/га P_2O_5 , а в окремих випадках при потребі і калійні з розрахунку 10 кг/га K_2O .

Важлива роль в удобренні гороху належить мікродобривам, зокрема тим, що містять молібден, марганець, бор, кобальт. Найбільше значення має молібден, оскільки він не лише підвищує врожайність гороху, а й сприяє кращому використанню рослинами фосфорних та калійних добрив. У ґрунт вносять молібденізований суперфосфат або обробляють насіння гороху молібдатом амонію або молібдатом амонію-натрію з розрахунку на 1 ц насіння відповідно 20 – 30 і 40 – 45 г. При пониженому вмісті в ґрунтах (<0,3 мг/кг) бору та під час їх вапнування вносять борні добрива (борний суперфосфат) або обробляють насіння гороху борною кислотою – 20 – 30 г/ц.

Досить ефективно при вирощуванні гороху застосовувати бактеріальні препарати, зокрема ризоторфін, або поєднувати його внесення з молібденом. Обробка насіння гороху ризоторфіном та молібденом на фоні вапнування забезпечила приріст врожаю зерна на 7,1 ц/га.

Кращі мінеральні добрива під горох – це аміачна селітра, карбамід, фосфоритне борошно (на кислих ґрунтах), суперфосфат, безхлорні калійні добрива. Можна також використовувати складні і комплексні добрива.

Соя – важлива олійна і зернобобова культура, яка в світовому виробництві білка, олії, комбінованих кормів займає провідне місце. В Україні її вирощують у зоні Лісостепу та північного Степу на богарі, а в центральному і південному Степу – на поливних землях. Кращими попередниками для сої є

озимі та ярі зернові, кукурудза на зелений корм і силос, а також кукурудза на зерно, овочеві і кормові культури.

Для формування високого врожаю зерна важливе значення має надходження відповідної кількості фотосинтетично-активної радіації та високий винос поживних речовин з ґрунту. Так, на створення 1 т зерна соя виносить з ґрунту 65–84 кг азоту, 20–23 фосфору, 37–50 кг калію. Соя, як і горох, на 50–60 % задовольняє свої потреби в азоті за рахунок азотфіксації атмосферного азоту, а також має підвищену засвоювальну здатність до ґрунтового фосфору і калію. Фіксація азоту починається через 3–4 тижні після сівби і продовжується до дозрівання насіння, проте на перших етапах росту і розвитку рослини не в змозі повністю себе забезпечити азотом. Тому, особливо у холодні затяжні весни, соя потребує додаткового азотного живлення. Звідси і її позитивна реакція на внесення органічних та мінеральних добрив.

Поєднання 20–25 т/га гною і повного мінерального добрива з розрахунку по 45–60 кг/га азоту, фосфору і калію дає змогу вирощувати високі врожаї цієї культури. На каштанових та інших багатих на калій ґрунтах Степу вносять лише азотно-фосфорні добрива: азоту – 40–60, фосфору – 60–90 кг/га. На опідзолених і реградованих чорноземах Лісостепу вносять повне мінеральне добриво $N_{45-50}P_{45-60}K_{45-60}$.

Позитивний ефект забезпечує обробка насіння бактеріальними препаратами.

Найкращі результати забезпечує рядкове внесення амофосу під час сівби сої (40–50 кг/га), а також підживлення її під час бутонізації сумішками азотно-фосфорно-калійних добрив. Найбільш ефективно локальне внесення добрив.

Рекомендовані джерела інформації

1. Агроекологічний стан Житомирського Полісся та вплив систем удобрення на родючість ґрунтів, забруднених радіонуклідами : монографія / Трембіцька О. І. та ін. ; за ред. О. І. Трембіцької. Житомир : Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 168 с.
2. Агроекологія : підручник / М. М. Городній та ін. Київ : Вища школа, 1993. 415с.
3. Агрохімія : підручник / За ред. І.М. Карасюка. Київ : Вища школа, 1995. 471с.
4. Агрохімія : підручник / М. М. Городній та ін. Київ : ТОВ „Алефа”, 2003. 778с.
5. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив : підручник. Київ : Вища школа, 2002. 317с.
6. Методичні вказівки «Якісний аналіз основних промислових мінеральних добрив, їх фізико-хімічні та агрохімічні властивості» щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Агрохімія» / Журавель С. В., Трембіцька О. І., Клименко Т. В., Федорчук С. В., Житомир: ЖНАЕУ, 2019. 35 с.
7. Органічні добрива: навч. посіб. / С. В. Журавель та ін. Житомир : Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.
8. Столяр С. Г., Трембіцька О. І. Обґрунтування розширення асортименту вирощування нішевих культур у Поліссі України для здорового харчування // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. – 2025. – С. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.15>
9. Столяр С., Трембіцька О., Кропивницький Р. Кліматичні зміни та продуктивність фітоценозів : навчальний посібник. Житомир : Поліський національний університет, 2025. 286 с.
10. Технології біовиробництва (на основі біотехнологій) : навчальний посібник / М. М. Лісовий та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. 244 с.
11. Трембіцька О. І., Столяр С. Г. Агрометеорологічні чинники як детермінанти якості зерна спельти озимої в Поліссі України // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2025. Вип. 77(2). С. 115–124. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(77\)-2](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(77)-2)
12. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення : підручник / Мельничук Д. М. та ін. Київ : Арістет, 2004. 488с.
13. Information support of the competitive organic agriculture' development in Ukraine under the conditions of European integration. Geo-management in organic agriculture : monograph / eds. P. Skrypchuk, J. Zat'ko. Podhajska, Slovensko : *European institute d'alsieho vzdelavania*, 2019. P. 264–272.
14. Trembitska, O., Stoliar, S., Kropyvnytskyi, R. Balanced plant nutrition: From functional deficiency to a systematic strategy for increasing crop yields: Literature review. *Scientific Horizons*, 2025. 28(9), 49-58. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2025.49>

Навчальне видання

Трембіцька Оксана Іванівна

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо проведення навчальної практики з
«Агрохімія»**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 202 «Захист і карантин рослин»
галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Підписано до друку 30.12.2025 р.

Наклад 50 примірників.

Зам. № 34

Поліський національний університет
10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7