

Шкатула Ю. М.

ПРАКТИКУМ

**З ЕКОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ЗАСТОСУВАННЯ
ДОБРІВ**

Навчальний посібник

Вінниця 2015

Шкатула Ю. М. Практикум з екологічних основ застосування добрив.
– Вінниця: ВНАУ, 2015. - с.

Розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри землеробства,
грунтознавства та агрохімії
(протокол №11 від 2.03. 2015 р.)

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Вінницького
національного аграрного університету №6 від 25.03.2015

ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник «Практикум з екологічних основ застосування добрив» написаний для студентів агрономічного факультету зі спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища» і вивчається на п'ятому курсі в обсязі 90 год. (14 год., лекційних занять, 28 год., лабораторно-практичних занять і 48 год., самостійного вивчення дисципліни).

«Екологічні основи застосування добрив» є інтегрованою дисципліною, яка узагальнює інформацію, одержану з агрохімії, ґрунтознавства, землеробства, рослинництва тощо з метою формування у студентів професійних знань та умінь з використання добрив для одержання високого врожаю екологічно чистої продукції, в тому числі і на антропогенно порушених ґрунтах.

Одним з основних завдань сільськогосподарського виробництва є створення оптимальних умов для життя і розвитку рослин та тварин, щоб на одиниці площі виростити найбільшу кількість продукції, добитись максимальної віддачі при оптимальних затратах праці й матеріальних ресурсів.

Хімізація сільського господарства була і залишається одним із наважливіших чинників його інтенсифікації. В землеробстві інтенсифікація неможлива без проведення комплексу агрохімічних заходів, а саме внесення оптимальної кількості елементів мінерального живлення з урахуванням вмісту їх у ґрунті, впровадження прийомів захисту від шкочинних організмів тощо.

За взаємодії ґрунту, добрив, рослин і клімату перед агрохімією стоїть завдання знайти способи найдосконалішого керування вирощуванням сільськогосподарських культур на основі врахування ґрунтово-кліматичних умов, ефективного використання фізіологічних особливостей рослин, фізико-хімічних властивостей ґрунту і добрив, а також умілого їх застосування для збільшення врожайності та поліпшення якості сільськогосподарської продукції, підвищення родючості ґрунту і забезпечення чистоти навколишнього середовища.

Об'єктивну важкість у вивченні дисципліни становить відсутність належних агрономічних знань. В зв'язку з цим, велике навантаження лягає на самостійне вивчення окремих тем дисципліни з консультаційною допомогою викладача.

Практична робота № 1

Тема. Мінеральні добрива та еколого-агрономічні принципи їх використання

Мета: ознайомити студентів з різними видами найпоширеніших мінеральних добрив, з їх фізичними й хімічними властивостями, вмістом діючої речовини та з науковими основами й екологічними принципами їх використання.

Основні терміни

Добрива - основа підвищення урожайності культурних рослин та якості сільськогосподарської продукції. Їх доцільне використання покращує родючість ґрунтів, підтримує позитивний баланс біогенних елементів та гумусу. Правильне застосування їх дає змогу активно втручатися у кругообіг речовин на Землі

Мінеральні добрива (штучні) – це спеціально вироблені на хімічних підприємства неорганічні речовини або природні поклади руд, переважно мінеральні солі, крім карбаміду.

Органічні добрива – це добрива, які містять поживні речовини у складі органічних сполук і є продуктами природного походження.

Органо-мінеральні добрива – це суміші органічних і мінеральних добрив.

Елементи живлення – це елементи, необхідні для росту й розвитку рослин, які містяться в ґрунті й добривах.

Діюча речовина – це речовина, яка визначає вміст у добривах основні елементи живлення.

Гігроскопічність – це властивість поглинати вологу із визначеною інтенсивністю з навколишнього середовища за певної температури й вологості.

Злежуваність – це властивість утворювати фазові контакти зчеплення між зернами мінеральних добрив та певних зовнішніх умов.

Теоретичні відомості

Добрива - це речовини, призначені для поліпшення мінерального живлення рослини і підвищення родючості ґрунту. Добрива містять:

- необхідні для рослин елементи живлення;
- посилюють мобілізацію поживних речовин із ґрунтових запасів;
- підвищують енергію життєвих процесів у ґрунті;
- поліпшують властивості ґрунту.

За походженням добрива поділяють на: мінеральні, органічні, органо-мінеральні.

За характером дії на рослини і ґрунт добрива поділяють на: добрива прямої дії, добрива непрямої (опосередкованої) дії.

Добрива прямої дії містять необхідні рослинам поживні елементи і

здійснюють безпосередній позитивний вплив на живлення сільськогосподарських культур.

Добрива непрямої дії застосовують головним чином не для безпосереднього поліпшення умов живлення рослин яким-небудь елементом, а для покращення властивостей ґрунту, зміни реакції ґрунтового розчину і посилення процесу мобілізації запасів поживних елементів, що містяться в ґрунті, тобто вони опосередковано впливають на умови живлення рослин (вапнякові добрива, гіпс, бактеріальні препарати).

Залежно від походження, способу й місця видобутку добрива поділяють на добрива промислового і місцевого виробництва або господарські і заводські.

До промислових мінеральних добрив належать:

- продукти розмелювання руд – фосфоритне борошно, сирі калійні солі;
- продукти хімічної переробки руд – суперфосфат, преципітат, термофосфати тощо;
- продукти азотної промисловості – азотні та складні добрива;
- продукти з відходів металургійної промисловості – мартенівський фосфатшлак;
- продукти, які є відходами мікробіологічних лабораторій або спеціальних заводів із розмноження певних видів мікроорганізмів – бактеріальні препарати.

До місцевих добрив належать:

- добрива, які є відходами господарської діяльності – гній, гноївка, компости, зола та ін.;
- добрива, які одержують у господарстві в результаті агротехнічних заходів – зелене добриво;
- добрива, які добувають на території господарства або поряд з ним – торф, вапно, вапнякові туфи, болотний мул та ін.;
- побутові відходи міст і сіл – сміття;
- відходи харчової та переробної промисловості.

Добрива, до складу яких входять макроелементи (N, P, K, Ca, Mg, S), називаються **макродобривами** (наприклад, фосфорні добрива, азотно-фосфорні добрива), мікроелементи (B, Fe, Mn, Cu, Mo, Zn), - **мікродобривами** (марганцеві добрива, бор-магнієве добриво та ін.). Добрива можуть складатися також одночасно з макро- та мікроелементів (наприклад суміш Мо-солі з фосфорно-калійним добривом).

До складу рослин у відносно незначних кількостях входять кремній, натрій, хлор та багато інших елементів. Їх вміст надзвичайно малий – від 10^{-6} до 10^{-8} . Їх фізіологічна роль та екологічні функції для рослинних організмів вивчені недостатньо. Такі елементи називають **ультрамікроелементами**.

За вмістом поживної речовини мінеральні добрива поділяють на азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві тощо.

Поживна речовина добрива - це та його частина, що використовується

рослиною. Зокрема, в азотних добривах такою є азот, що засвоюється у вигляді MH_4 або NO_3 ; у фосфорних - фосфор (P_2O_5), у калійних - калій (K_2O).

Своєю чергою, мінеральні добрива поділяються на прості (містять один елемент живлення) і комплексні (містять два і більше елементів живлення). Добриво, що містить азот, фосфор і калій, називається повним.

Комплексні добрива поділяють на складні, складно-змішані (комбіновані) і змішані.

Складні добрива містять два або більше елементів живлення в одній молекулі хімічної солі, з якої складається добриво.

Складно-змішані, або комбіновані, добрива містять два або більше елементів живлення в одній гранулі добрива.

Змішані добрива – це механічна суміш простих добрив у певному співвідношенні.

За характером дії на рослини добрива бувають прямої, які вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин потрібними елементами живлення, а також побічної, які вносять для поліпшення властивостей ґрунтів і мобілізації в них поживних речовин. В окрему групу виділяють бактеріальні добрива.

Добрива також поділяють за **фізичним станом**. Вони бувають тверді й рідкі. Тверді залежно від розміру часток поділяють на порошкоподібні й гранульовані. Гранульовані добрива мають форму зерен, гранул або кульок. Вони краще зберігаються, менше злежуються внаслідок меншої їх гігроскопічності.

Фізіологічна характеристика добрив пов'язана з живленням рослин і є результатом взаємодії добрив та рослин. Потрапляючи в ґрунт, добрива розчиняються в ґрунтовій волозі й дисоціюють на йони, які вибірково вбираються рослинами. Це призводить до того, що йони, які вбираються рослинами в меншій кількості, нагромаджуються в ґрунтовому розчині, змінюючи його реакцію – він може підкислюватися або підлужуватись.

За характером дії на ґрунт добрива поділяють на **фізіологічно-кислі** та **фізіологічно-лужні**. Добрива, які підлужують ґрунтовий розчин внаслідок використання з них **поживної речовини у вигляді аніонів**, називаються **фізіологічно-лужними**.

Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами **їх поживних речовин у вигляді катіонів**, називаються **фізіологічно-кислими**.

Азотні мінеральні добрива виробляють з аміаку та азотної кислоти. До них належать:

- а) фізіологічно-кислі (сульфат амонію, хлорид амонію, аміачна селітра);
- б) фізіологічно-лужні (натрієва селітра, кальцієва селітра, аміачна вода).

Азотні добрива насамперед слід вносити під озимі зернові, льон, тютюн, кукурудзу та інші.

До **особливо небезпечних і отруйних** належать такі азотні добрива: безводний аміак, аміачна вода, сульфат амонію. Суміш аміаку з повітрям

вибухонебезпечна. Пари аміаку при концентрації 0,35 - 0,7 мг/л повітря небезпечні для життя людини і тварин. Працювати з ними потрібно в протигазі, гумових рукавицях і чоботах.

Фосфорні добрива містять фосфор. Вони характеризуються неоднаковою доступністю для рослини.

До легкодоступних належить суперфосфат порошкоподібний, гранульований, подвійний, потрійний, з додаванням мікроелементів. Їх відмінність, насамперед, у різному вмісті доступного фосфору (P_2O_5).

Суперфосфат порошковий містить фосфору (P_2O_5) 18,7 - 19%, гранульований - 19,5 - 22%, подвійний - 38 - 54%. Найефективнішим вважається суперфосфат гранульований.

Калійні добрива поділяються на прості і концентровані. Недоліком більшості їх є високий вміст у них хлору. Тому їх не вносять під культури, чутливі до хлору, або вносять під зиму, щоб хлор вимився з орного шару. До простих калійних, які містять калію (K_2O) до 30 %, належать силвініт, каїніт, калімагnezія. Остання дуже цінна, оскільки не містить хлору, а містить MgO (11-18%), та K_2O (24 - 28%), тому ефективна для культур, що не люблять хлору, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах (для картоплі).

Концентровані (вміст K_2O до 52,4 - 60%) - це калійна сіль, хлорид калію, сульфат калію, попіл.

Калійні добрива ефективніше діють, якщо їх використовувати разом з азотними та фосфорними, а на кислих дерново-підзолистих ґрунтах - на фоні вапнування. Середні дози калійних добрив 45 - 60 кг K_2O /га, а для цукрових буряків, картоплі, овочевих дози їх треба збільшувати до 90 - 120 кг K_2O /га діючої речовини.

Комплексні мінеральні добрива: амофос - містять 10 - 12% N і 46 - 50% P_2O_5 ; калієва селітра - 13% N і 46% K_2O ; нітрофоска - містить азот, фосфор, калій; нітрофос - азотно-фосфорне добриво, містить N - 20%, фосфору - 50 - 60%; нітроамофоска - містить NK у співвідношенні 17:17:17. Це цінне добриво для всіх ґрунтів.

Для цукрових буряків на лучно-чорноземних ґрунтах найкращим є співвідношення NPK 1:1,5:1 та 1,7:1:2 із вмістом поживних речовин 48 - 50%.

Для озимої пшениці на вилужених чорноземах найкращим співвідношенням NPK є 1,5:1:1,5 та 2:1:1,4, а при вирощуванні на сірих лісових ґрунтах - 1,5:1:1 та 2:1:1,5 із вмістом поживних речовин 45-50 %.

Щодо доз мікроелементів, то для цукрових буряків на сірих лісових ґрунтах найкращими є дози марганцю - 1,5 %, бор - 0,3 %, для пшениці озимої марганцю - 1,5 %, молібдену - 0,3 %, цинку - 1 % маси комплексного добрива нітроамо-фоски. Отже, комплексні мінеральні добрива мають вищий коефіцієнт використання добрива та вищу економічну ефективність.

До органічних добрив належать гній, сеча, гноївка, пташиний послід, торф і торфокомпости, зелені або сидеральні добрива. Вони містять макро- і мікроелементи, фізіологічно активні речовини, мікроорганізми, антибіотики тощо. Дані добрива значно поліпшують фізико-хімічні властивості ґрунту,

сприяють кращому проходженню біологічних процесів.

Здебільшого на зелене добриво вирощують люпин, буркун, сераделу та інші бобові рослини, які називають сидератами. Зелене добриво комплексно діє на ґрунт: сприяє нагромадженню азоту і гумусу, зменшенню вимивання мінеральних речовин й ефективнішому використанню опадів, поліпшує фізичні властивості ґрунту, запобігає розвитку ерозії, знижує забур'яненість полів, ураження рослин хворобами і пошкодження шкідниками.

Завдання. Скласти характеристику запропонованих мінеральних добрив.

Для цього зверніть увагу на ознаки, подані в таблиці. Використайте дані про них у навчальній літературі, рекомендованій для самопідготовки.

Назва добрива	Фізичний стан	Колір	Вміст діючої речовини	Для яких ґрунтів і культур рекомендується

Для опису пропонуються:

1. Азотні фізіологічно-кислі: хлорид амонію, аміачна селітра; фізіологічно-лужні: натрієва селітра, кальцієва селітра;

2. Фосфорні добрива: суперфосфат гранульований, суперфосфат подвійний;

3. Калійні добрива: сільвініт, каїніт, калімагнезія, калійна сіль, попіл;

4. Комплексні мінеральні добрива: калієва селітра, нітрофоска, нітроамофоска.

Для виконання завдання уважно прочитайте рекомендовані розділи підручника, теоретичні відомості до даного заняття.

Зробіть висновок, які з мінеральних описаних добрив найкращі для сірих опідзолених ґрунтів з кислою реакцією ґрунтового розчину.

Література

1. Городній М. М. Агроекологія. / М. М. Городній. - 1993. - С. 80 - 146.
2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві / М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.
3. Кравців Р. Й. Екологічні основи фермерських господарств. / Р. Й. Кравців, М. В. Черевко. - 2005. - С. 68-81.
4. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.
5. Надточій П. П. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель: Навч. посібник / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, В. В. Мороз [та ін.]. Житомир: Вид. «Державний агроекологічний університет», 2007. – 420 с.
6. Павленко М. К. Основи землеробства / М. К. Павленко. 1977. - С. 197

Запитання для самоперевірки і тестового контролю

1. На які групи поділяються добрива?
2. Мінеральні добрива:
 - а)підвищують урожай;
 - б)покращують структуру ґрунту;
 - в)сприяють розмноженню ґрунтових бактерій.
3. Назвіть види фосфорних добрив.
4. Назвіть види калійних добрив.
5. Які з названих нижче азотних добрив є (аміачна селітра, аміачна вода, кальгрева селітра, сульфат амонію, сечовина, хлорид амонію)
 - а)фізіологічно-кислими,
 - б)фізіологічно-лужними?
6. Із фізіологічно-кислих добрив рослини засвоюють
 - а)катіони,
 - б)аніони
7. Простими називають мінеральні добрива, що містять... Навести приклад.
8. Комплексні мінеральні добрива містять ... Навести приклад.
9. Що означає "діюча поживна речовина" мінерального добрива?
10. Поживною діючою речовиною в азотних добривах є ... ,у калійних .., у фосфорних
11. На кислих ґрунтах потрібно вносити добрива:
 - а)фізіологічно-кислі,
 - б)фізіологічно-лужні.
12. Для нейтралізації хімічного середовища проводять:
 - а)на кислих ґрунтах ... ,
 - б)на лужних ґрунтах
13. Чому не можна вносити азотні добрива під час плодоношення і на насінницьких ділянках?
14. Які з мінеральних азотних добрив є токсичними і небезпечними?
15. Які добрива називаються сидеральними?
16. Назвіть види сидеральних рослин.
- 17.Які добрива належать до органічних?
18. Що таке торфокомпости? Приклади.
19. Якої шкоди завдають мінеральні добрива довкіллю і рослинницькій продукції за умови їх неправильного використання?
20. У чому полягає умовність поділу на добрива прямо діючі і опосередкованої дії ?
21. Виходчи зхімічних формул нітрату натрію, фосфату кальцію і хлориду калію, обчисліть у них масову частку діючої речовини (у відсотках).

Практична робота № 2

Тема. Живлення рослин. Розрахунок доз мінеральних добрив під запланований урожай

Мета: ознайомити студентів з типами живлення рослин та з методикою розрахунку доз добрив, необхідних рослині для запланованого врожаю. На конкретних завданнях навчити студентів розраховувати необхідні дози мінеральних добрив під заплановану величину врожаю однієї із культурних рослин.

Основні терміни

Живлення рослин – це процес поглинання із зовнішнього середовища та перетворення поживних речовин на сполуки, необхідні для життєдіяльності рослин, переміщення первинно увібраних поживних речовин та їх перетворення і локалізації в місцях наступного використання.

Кореневе живлення – це поглинання через корені рослинами з ґрунту (або субстрату) воду й різні іони мінеральних солей, а також незначні кількості деяких органічних речовин.

Повітряне живлення – це процес, який полягає в процесі фотосинтезу – засвоєнні на світлі вуглекислого газу атмосфери та утворенні органічних сполук (вуглеводів тощо) за участю хлорофілу, що міститься в листках.

Критичний період – це період, за якого різна нестача, порушення співвідношення чи надлишок елементів живлення призводять до небажаних явищ у всіх наступних фазах росту й розвитку рослин.

Норма добрив – це загальна кількість добрив, внесених під сільськогосподарську культуру за період її вирощування, включаючи внесення до її посіву.

Доза добрив – це кількість добрив, внесених за один агротехнічний прийом.

Теоретичні відомості

Для отримання високого врожаю належної якості необхідно, щоб усі чинники росту рослин були представлені в певних гармонійних поєднаннях, які найповніше задовольняють потреби рослин у відповідності періоди їх росту та розвитку.

До чинників життя рослин належать світло, тепло, вода, повітря та поживні речовини. Нестача будь-якого чинника зумовлює малий урожай, а повне виключення хоча б одного з них – загибель рослин.

До складу рослин входить вода і суха речовина, яка представлена органічними та мінеральними сполуками. Основна маса сухої речовини складається з органічних сполук – вуглеводів (клітковина, крохмаль, цукор) білків, жирів, а також з різних мінеральних сполук, які надходять через кореневу систему. Суха речовина в середньому на 93% складається з чотирьох так званих органогенних елементів: вуглецю, кисню, водню і азоту.

Інші елементи залишаються після спалювання рослин у золі, тому їх називають зольними. Вони становлять близько 5% маси сухої речовини.

Всі хімічні елементи поділяються на **макро-, мікро- та ультрамікроелементи**.

Макроелементи входять до складу рослин у значних кількостях. До них належать, крім кисню, водню вуглецю і азоту, ще й фосфор, калій, кремній, кальцій, сірка, магній, залізо, натрій, алюміній.

Мікроелементи - марганець, бор, стронцій, мідь, цинк, бром, фтор, олово, нікель, титан, барій, молібден, кобальт, йод.

Ультрамікроелементи – миш'як, германій, рубідій, золото, кадмій, радій, ртуть, срібло.

Потреба в елементах живлення залежить від біологічних особливостей рослин та умов зовнішнього середовища, зокрема ґрунтово-кліматичних умов, системи удобрення, обробітку ґрунту тощо.

За способом живлення вищі рослини належать до автотрофних організмів, тобто вони самі синтезують органічні речовини з неорганічних. Живлення рослин може відбуватися двома шляхами: з повітря через зелені листки та з ґрунту – через кореневу систему. Тобто розрізняють **повітряне і кореневе живлення**.

Мінеральне живлення рослин здійснюється шляхом активного процесу вбирання мінеральних солей з ґрунту у вигляді катіонів та аніонів кореневими волосками кінчиків кореня.

Засвоєння поживних речовин залежить від внутрішніх і зовнішніх умов живлення. До **внутрішніх умов** належать спадкові ознаки, що зумовлюють анатомічну і морфологічну будову кожного виду рослин, темпи росту, настання фаз розвитку, спосіб розмноження, продуктивність і хімічний склад урожаю, вимоги до властивостей середовища та інше.

До **зовнішніх умов** живлення рослин належать вода, освітлення, тепло, повітря, наявність доступних форм поживних речовин тощо.

Головна умова нормального живлення рослин – наявність поживних елементів.

Елементи живлення містяться в ґрунтовому розчині, органічних речовинах, в твердій і мінеральній фракціях ґрунту. Легко доступні для рослин поживні елементи ґрунтового розчину, а також ґрунтових колоїдів.

Елементи мінерального живлення знаходяться у вбирному ґрунтовому розчині і створюють певний фон мінерального живлення.

При внесенні в ґрунт мінеральних добрив необхідно врахувати запас мінеральних речовин в ньому.

Ефективна збалансована система застосування добрив для збереження і підвищення родючості ґрунту і врожайності вимагає врахувати баланс елементів живлення та їх міграцію. Рослини неповністю використовують поживні речовини добрив. У середньому коефіцієнт використання мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами становить: азотних 40 - 50%, фосфорних 10 - 25%, калійних 50 - 60% діючої речовини. Внесення

добрив повинно забезпечити оптимальний рівень кореневого мінерального живлення культур у сівозміні.

Відношення кількості поживних речовин, винесеної з урожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, становить **коефіцієнт використання поживної речовини добрива**.

Під **нормою добрива** розуміють загальну кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за період їх вирощування. Кількість добрива, внесена за один прийом, називається **дозою добрива**.

Ефективність добрива, внесеного під попередню культуру, на другий і наступні роки називають **післядією добрива**.

Для визначення оптимальної кількості добрив під запланований урожай потрібно врахувати і те, що частина мінеральних поживних речовин виноситься з урожаєм за межі поля.

Основні умови, за яких можливе досягнення запланованого урожаю сільськогосподарських культур, визначені академіком І.С. Шатіловим.

1. Визначення рівня продуктивності культур за коефіцієнтом використання рослиною фотосинтетичної сонячної радіації (ФАР).

2. Визначення потенційних можливостей культури чи сорту.

3. Формування на полі оптимальних умов для фотосинтезу.

4. Розроблення такої системи добрив, при якій можна максимально використати родючість ґрунту.

5. Розроблення комплексу агротехнічних заходів з урахуванням потреб рослини.

6. Усунення впливу шкідників і хвороб рослин, що негативно впливають на ріст, розвиток і урожай культур.

Отже, необхідно врахувати всі фактори, що визначають рівень урожаю.

Із багатьох методів, запропонованих різними авторами, найбільш популярним є **балансовий метод**.

Для розрахунку норми внесення азотних, фосфорних і калійних добрив під запланований урожай певної культури рослини необхідні такі дані:

- рівень запланованого врожаю заданої культури;
- винос поживних речовин з урожаєм, вміст їх в орному шарі ґрунту;
- коефіцієнт використання рослинами поживних речовин з ґрунту;
- коефіцієнт використання рослинами поживних речовин із внесених добрив;

- тип (різновид) ґрунту, його хімічне середовище (рН ґрунтового розчину);

- використання посіву (на насіння чи використання вегетативних частин) рослини.

Розрахунок проводять за формулою:

$$D_{\text{добрива}} = (100 \cdot B) - (P \cdot K1) / K2,$$

де: B - винос поживних речовин із ґрунту з урожаєм культурної рослини, кг/га; (табл. 1)

P - вміст поживних речовин в одному шарі ґрунту, кг/га; (табл. 3)

K1 - коефіцієнт використання культурною рослиною поживних речовин з ґрунту, %; (табл. 2)

K2 - коефіцієнт використання елементів живлення культури з добрив, які будуть внесені, %; (табл. 2)

D - доза добрива, яку розраховують для внесення;

X - запланований урожай, ц/га.

Завдання.

Розрахувати норми внесення азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив під запропоновану культуру і запланований врожай.

Конкретні завдання видаються окремим студентам чи групам викладачем.

При виконанні завдання враховують тип ґрунту і відповідне добриво - азотне, калійне, фосфорне. Окремо розрахувати норми внесення їх - із розрахунку вмісту в них діючої речовини N, P₂O₅, K₂O.

Необхідні для розрахунку дані візьміть із додатку таблиць 1, 2, 3, що сто'суються виносу поживних речовин з ґрунту з урожаєм різних культур; коефіцієнти використання рослинами поживних речовин з ґрунту, вміст поживних речовин в одному шарі ґрунту.

Визначення доз добрив за розрахунковим методом під запланований урожай (культури в ц/га) проведіть за формулою, поданою в тексті.

Таблиця 1

Розрахункові дані

Показники	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Запланований урожай культури...			
2. Винос поживних речовин з урожаєм, кг/га(B).			
3. Вміст поживних речовин у ґрунті, мг/100гр(П).			
4. Коефіцієнт використання поживних речовин з орного шару ґрунту, %(K1)			
5. Коефіцієнт використання поживних речовин з добрив, % (K2)			

Примітка

Після проведення розрахунків отримаєте потребу вибраної культури в елементах живлення: азоті (N), фосфорі (P₂O₅) та калію (K₂O). Ці результати, які відображають кількісну потребу в діючій речовині, потрібно перевести у масу певного добрива - азотного, калійного, фосфорного, яке буде вноситися під цю культуру.

Для цього потрібно спланувати, які мінеральні добрива будете

використовувати (з врахуванням типу і рН ґрунту), вміст діючої речовини в них і відповідно визначити, яку кількість (в ц/га) треба внести.

Таблиця 2

Винос поживних речовин з ґрунту з урожаєм різних культур

Культура	Основна продукція	Винос поживних речовин (кг) на 1 т основної продукції		
		азот	фосфор	калій
Пшениця озима	зерно	30	13	25
Пшениця яра	зерно	30	12	25
Жито озиме	зерно	25	12	26
Ячмінь	зерно	25	11	22
Овес	зерно	33	14	20
Кукурудза	зерно	34	12	17
Цукрові буряки	коренеплоди	5,9	1,8	7,5
Кормові буряки	коренеплоди	4,9	1,5	6,7
Картопля	бульби	6,2	2,2	9,5
Горох	зерно	66	16	20
Кормова морква	коренеплоди	5,2	16,9	16,0
Люпин	насіння	68	19	47
Льон	насіння	106	53	93
Вика	насіння	63	14	16
Конюшина	сіно	19,7	5,6	15
Тимофіївка	сіно	15,5	7	24
Люцерна	сіно	26	6,5	15
Природні сінокоси	сіно	17	7	18

Таблиця 3

Коефіцієнт використання поживних речовин з орного шару ґрунту (0 - 20 см) із добрив (у рік внесення)

Джерело поживних речовин	Коефіцієнт використання, %		
	азоту	фосфору	калію
Гній і компости	25-35	30 - 50	50 - 75
Мінеральні добрива	50-70	15-25	50 - 75
Ґрунт	10-20	5-10	10-12

Таблиця 4

Вміст поживних речовин в орному шарі ґрунту (0 - 20 см)

Культура	Запланований урожай, ц/га	Вміст поживних речовин у ґрунті мг на 100г		
			фосфор	калій
Пшениця озима (зерно)	50	5,9	5,4	5,5
Ячмінь	40	6,2	6,5	5,8
Кормові буряки	300	5,3	5,9	7,2
Кормові буряки	400		6,4	6,4
Кормові буряки	280	5,0	4,8	6,0
Кормова морква	150	5,5	5,2	3,6
Кормова морква	160	5,5	5,1	4,0
Кормова морква	180	6,5	5,1	3,6
Вика (сіно)	40	5,2	5,6	4,0
Вика (сіно)	50	4,8	6,7	5,8
Конюшина (сіно)	60	6,5	5,4	3,8
Конюшина (сіно)	50	6,5	5,8	3,8
Природні сінокоси	50	3,8	4,5	4,2
Природні сінокоси	40	4,0	4,5	3,5
Природні сінокоси	45	4,0	5,0	4,7

Примітка

Щоб перевести кількість поживних речовин 3мг/100г ґрунту в кг на 1 га орного шару, треба кількість у мг помножити на коефіцієнт 30 (згідно з пропорцією 3 мг: 100 г = x₂: 1000г).

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: Навч. посіб. / .Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.
2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.
3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислородська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

Запитання для самоперевірки

1. Рослина вбирає поживні речовини з ґрунту:

- а) всією поверхнею кореня;
- б) кінчиком кореня;
- в) кореневими волосками.

2. Рослина вбирає поживні речовини:

- а) у вигляді молекул;
- б) у вигляді солей;
- в) у вигляді аніонів, катіонів.

3. Які з перчислених елементів належать:

- а) до макроелементів;
- б) до мікроелементів
(калій, азот, йод, фосфор, бор, мідь, натрій, магній, кальцій).

4 Суперфосфат, сечовина, гній, калійна селітра, аміачна селітра, амофос, люпин, торф, вермикультура. Які з них є:

- а) мінеральними;
- б) органічними добривами.

5. Підвищені дози мінеральних добрив:

- а) підвищують коефіцієнт засвоєння з них поживних речовин,
- б) знижують його?

6. Які добрива кращі для підвищення родючості ґрунту:

- а) мінеральні добрива;
- б) гній;
- в) зелені?

7. Яка частка врожаю рослин забезпечується добривами: 30%, 50%, 60%.

8. Що означає коефіцієнт засвоєння мінеральних добрив рослиною.

9. Що потрібно враховувати при внесенні добрив?

10. З яких джерел рослина черпає мінеральні добрива?

11. Що таке норма добрива?

12. Які умови необхідні для отримання запланованого врожаю?

Практичне заняття № 3

Тема. Негативна дія мінеральних добрив на агроекосистеми

Мета: ознайомити студентів з негативною дією мінеральних добрив та основними причинами погіршення властивостей ґрунту, забруднення вод і повітря пов'язані із застосуванням агрохімікатів.

Теоретичні відомості

Характерною особливістю агроекосистеми є те, що вона функціонує протягом вегетаційного періоду рослин - від появи сходів до збирання урожаю.

Основна мета - отримання максимальної кількості екологічно-безпечної продукції.

Позитивним екологічним аспектом використання добрив є повне забезпечення сільськогосподарських культур елементами живлення з максимальним коефіцієнтом їх використання.

Негативним є те, що добрива є продуктами переробки відходів промисловості, низько збагаченими агрорудами з домішками важких металів, органічних та неорганічних речовин, що впливають на живі організми та агроекосистему.

Негативний вплив агрохімікатів на навколишнє середовище в основному полягає у:

- погіршенні властивостей і зниженні родючості ґрунту;
- забрудненні підземних і поверхневих вод, повітря хімічними елементами та сполуками;
- зниженні якості продукції (складу органічних речовин, зольних елементів, накопичення нітратів і нітритів, погіршенні смакових якостей).

Погіршення властивостей ґрунту виявляється у зміні реакції ґрунтового розчину, складу ґрунтового вбирного комплексу, умов життєдіяльності корисних тварин і мікроорганізмів, накопиченні токсичних речовин, що є одним із чинників, який визначає забруднення води й повітря.

Причини погіршення властивостей ґрунту, забруднення вод і повітря пов'язані із застосуванням агрохімікатів.

Основними з них такі:

1. Недосконалість технологій транспортування, зберігання, підготовки і внесення добрив, хімічних меліорантів, слабка матеріально-технічна база.

Недостатня кількість спеціалізованих транспортних засобів, застосування перевалочної схеми доставки мінеральних добрив і хімічних меліорантів від заводу до складу і поля, перевезення і зберігання їх незатареними призводить до втрат внаслідок знесення вітром чи змивання водою. Проблеми створює і недостатня місткість типових сховищ, які відповідають вимогам природоохоронних нормативів. Несприятливими

чинниками є також велика нерівномірність розкидного внесення агрохімікатів існуючими машинами, низька забезпеченість машинами для внутрішньогрунтового внесення твердих і рідких мінеральних добрив.

2. Недостатній науковий рівень системи удобрення в сівозміні, порушення технологічної дисципліни.

Норми мінеральних добрив треба визначати з урахуванням якомога більшої кількості чинників – вмісту в ґрунті доступних рослинам форм елементів живлення, попередника, норм органічних добрив, гранулометричного складу ґрунту, рельєфу та ін.

Внесення високих норм азотних добрив, що перевищують у середньому 120 кг/га діючої речовини, може призвести до забруднення нітратами. Втрати калію й особливо фосфору, внесених з мінеральними добривами, за рахунок вимивання порівняно невеликі й усуваються простим дотриманням норм, строків і способів застосування добрив.

3. Недосконалість властивостей добрив і хімічних меліорантів.

Неналежні властивості згаданих речовин обумовлені високою розчинністю та здатністю їхніх складових мігрувати в ґрунті або змиватися поверхневим стоком, вмістом у них речовин, які зміщують реакцію ґрунтового розчину, наявності в складі добрив баластних і токсичних речовин.

З мінеральними добривами в ґрунт потрапляють елементи, які спричиняють погіршення його властивостей та якості продукції – баластні (фтор, натрій тощо), токсичні – важкі метали (ртуть, свинець, кадмій), арсен.

4. Використання як добрив промислових і побутових відходів з підвищеним вмістом шкідливих речовин.

Систематичне застосування промислових і побутових відходів може призвести до накопичення в ґрунті підвищених кількостей свинцю, міді, цинку, арсену, сірки, фтору, кадмію тощо. Стічні води потрібно попередньо очищувати від шкідливих речовин, знезаражувати від хвороботворних мікроорганізмів на очисних спорудах, полях зрошення і фільтрації, біологічних ставках.

Класифікація базується на структурі показників, які враховують вплив мінеральних добрив на екоотоксикологічний, агрохімічний та гідрохімічний стан агроєкосистеми. У межах визначених показників за рівнем впливу на стан агроєкосистеми проводиться поділ мінеральних добрив на 4 класи небезпечності (згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо поділу хімічних речовин):

I клас - особливо-небезпечні;

II клас - небезпечні;

III клас - помірно-небезпечні;

IV клас - малонебезпечні.

Діапазон показників у межах класів небезпечності визначають згідно з нормативами, кількісні параметри яких встановлюють за результатами експериментальних досліджень, а також шляхом адаптації існуючих нормативів щодо оцінки екологічного стану екосистем ієкотоксикологічної оцінки екзогенних хімічних речовин (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація мінеральних добрив за показниками впливу на ґрунтову систему

Критерій	Клас небезпечності			
	I особливо небезпечні	II небезпечні	III помірно небезпечні	IV мало-небезпечні
Перевищення фонового вмісту (елементи I-II класу небезпечності), кратність	>6	5-6	3-4	<2
Перевищення ГДК (елементи I-II класу небезпечності, рухомі форми), кратність	>10,0	2,1-10,0	1,1-2,0	< 1.0
Час досягнення критичної концентрації - Тк. роки	<10	10-30	31-100	> 100
Зміна кислотно-основних показників ґрунту;	>2,5	2,5-1,0	0,9-0,5	<0,5
- рН H ₂ O підвищення кислотності на одиниці рН;	>1,3	1,3-0,8	0,7-0,3	<0,3
- підвищення лужності на одиниці рН	>1,5	1,5-1,0	0,9-0,5	<0,5
- рН KCl (од. рН) підвищення;	>4,0	4,0-2,0	1,9-1,0	<1,0
- гідролітична кислотність підвищення на мг-екв/100 г ґрунту				
Активність радіальної міграції:	>5,0	3,0-5,0	1,1-2,9	<1,0
- K _c кратність ;	>50	50-21	20-10	<10
- швидкість, см ³ /місяці.				
Вплив на біологічну активність ґрунту: зниження чисельності/активності, %	-	26-50	10-25	<10
- час відновлення, місяці		3-6	1-2	<1

Класифікація мінеральних добрив за показниками впливу на агроєкосистему дозволяє провести їх агроєкологічну оцінку, визначити можливі негативні впливи і своєчасно ввести обмеження на використання у сільськогосподарському виробництві добрив, які не відповідають певним екологічним нормативам.

Відмінності за рівнем забруднення між пестицидами і мінеральними добривами.

1. Кількість хімічних сполук, що надходять з добривами на 1 га у десятки разів вища, ніж та, яка надходить з пестицидами.

2. Контроль за пестицидами проводиться за діючою речовиною та метаболітами, а контроль за мінеральними добривами - за вмістом супутніх елементів (добрива, які виготовляються з відходів промисловості та агроруд і мають високі концентрації баластних елементів).

3. Кількість діючої речовини пестицидів, що є токсичною і підлягає контролю у природному середовищі через деструкцію (руйнування) зменшується, а кількість токсичних речовин, що надходять у агроєкосистему з мінеральними добривами (важкі метали, радіонукліди) із часом збільшується і нагромаджується, якщо не в ґрунті, то у суміжних середовищах.

Література

1. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

2. Дегодюк Е.Г. Еколого-техногенна безпека України / Е. Г. Дегодюк, С. Е. Дегодюк. – К.: ЕКМО, 2006. – 306 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

4. Смаглій О. Ф. Агроєкологія: Навч. посібник / О. Ф. Смаглій, А. Т. Кардашов, П. В. Литвак та ін. – К.: Вища освіта, 2006. – 671 с.

Контрольні запитання

1. За якими класами небезпечності проводять поділ мінеральних добрив за впливом на стан агроєкосистеми ?

2. Яка основна мета збалансованого функціонування агроєкосистеми ?

3. Які критерії беруть до уваги щодо класифікації мінеральних добрив за показниками впливу їх на ґрунтову систему ?

4. Назвіть основні відмінності між пестицидами і мінеральними добривами ?

Тема. Органічні і органо-мінеральні добрива та технології їх застосування

Мета: ознайомити студентів з класифікацією органічних добрив та їх застосуванням. Показати переваги органічних та органо-мінеральних добрив над мінеральними добривами.

Основні терміни

Органічні добрива - це різні за складом і властивостями речовини рослинного і тваринного походження, які вносять у ґрунт для підвищення його родючості.

Гній- це тверді та рідкі екскременти тварин.

Зелене добриво – це свіжа рослинна маса, що заорюється в ґрунт для збагачення її органічною речовиною і азотом. Використання зелених добрив називають сидерацією, а рослини, що вирощуються для цієї мети, сидератами.

Гноївка - це рідка суміш сечовини, води і незначної кількості підстилки й калу. Гноївка містить азот і калій і особливо придатна для удобрення старих і слабо-рослих виноградних лоз. Найкраще застосовувати її разом з компостом або з торфом.

Компост – це органічне добриво яке багате на гумус. Для його виготовлення використовують всі відходи тваринного і рослинного походження з домашнього господарства і саду.

Торф'яний компост – це органічне добриво, яке широко використовується. Не можна вносити його сухим, бо тоді воно забирає з ґрунту багато вологи. Краще торф'яний компост вносити разом з гноївкою чи з фекаліями, обов'язково додаючи при цьому землю. Угноєння торф'яним компостом провадять навесні.

Органо- мінеральні добрива (ОМД) – це добрива, які виготовляються на органічній основі шляхом додавання до неї мінеральної речовини.

Теоретичні відомості

У системі удобрення с.-г. культур в Україні провідне місце належить органічним добривам. Це повні добрива, оскільки складаються з елементів, що вже брали участь у створенні врожаю. У загальному балансі поживних речовин для рослин вони забезпечують понад 40% азоту і калію та 60% фосфору.

Регулювання родючості ґрунту в інтенсивному землеробстві спрямоване на відновлення запасів органічної речовини в ґрунті, що досягається внесенням органічних добрив.

Особливості застосування органічних добрив:

- внесення органічних добрив забезпечує рослини макро- і мікроелементами живлення;

- ґрунт збагачується органічними речовинами, ферментами, вітамінами та іншими біологічно активними речовинами, які стимулюють розвиток рослин і ґрунтової мікрофлори;

- з гноєм у ґрунт вносяться корисні мікроорганізми та активується діяльність нітрифікуючих та азотфіксуючих бактерій тощо;

- органічні добрива істотно поліпшують властивості ґрунту - його структуру, фізичні властивості, водний та повітряний режим та ін., наприклад, внесення 6 т/га соломи в темно-каштановий ґрунт збільшує його водопроникність у перший рік 44,8%, другий - 34,6% і третій - 22,89%, а 60 т/га напівперепрілого гною - 29,6; 25,6 і 16,2%;

- під час розкладання органічних речовин приґрунтовий шар повітря збагачується вуглекислим газом, що посилює ефективність фотосинтезу, так, після внесення 40-60 т/га гною виділення CO₂ ґрунтом зростає на 30-50% і більше;

- внесення органічних добрив не створює загрози перенасичення ґрунту поживними речовинами, що є небезпечним для рослин, так як «віддають» їх поступово, протягом досить тривалого часу;

- більшість органічних добрив майже не змінює реакції ґрунтового розчину тощо.

Для підтримання бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті внесення гною потрібно довести на Поліссі до 14-18 т, у Лісостепу – до 11-13, у Степу – до 9-10 т на кожен гектар сівозмінної площі.

Таблиця 1

Орієнтовна норма внесення органічних добрив для комплексного агрохімічного окультурювання ґрунтів

Ґрунт	Гранулометричний склад ґрунту	Норма, т/га	Вологість, %	Періодичність внесення, роки
дерново-підзолистий	піщаний і супіщаний	50	75	3-4
	суглинковий	60	75	5-6
сірий лісовий	супіщаний	40	70	3-4
	суглинковий	50	70	5-6
чорнозем каштановий	супіщаний	40	60	4-5
	суглинковий	30	55	3-4

Із внесеного в ґрунт гною в перший рік рослини використовують 20-30% азоту, 30-40% - фосфору, 60-70% калію від загального їх вмісту. Порівняно з мінеральними добривами азот у перший рік засвоюється гірше, фосфор майже вдвічі краще, а калій майже однаково.

Найдоцільніше використовувати напівперепрілий гній, який легко розподіляється по полю, краще зберігає азот, особливо аміачний, містить більше органічних речовин. Такий гній позитивно впливає на поліпшення

фізичних, фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту та на підвищення його родючості й врожайності сільськогосподарських культур. Правильне зберігання гною є основою стабільності землеробства, запорукою у дотриманні чистоти навколишнього середовища.

До заходів, що поліпшують якість підстилкового гною, збільшують його вихід і перешкоджають втратам азоту й органічних речовин, належать:

- збільшення норм підстилки;
- використання для підстилки торфу;
- подрібнення соломи;
- щільне зберігання гною;
- облаштування колодязів для збирання сечі і гноївки.

Для зменшення втрат і підвищення удобрювальної цінності гною цього компостують із торфом і додаванням 2-3% фосфоритного борошна, попелу та інших матеріалів. При цьому гній збагачується фосфором, прискорюється розкладання органічних і нагромадження гумусових речовин, зменшуються непродуктивні втрати азоту.

Таблиця 2

Зменшення втрат азоту та органічної речовини у разі компостування

Спосіб компостування	Втрати від початкового вмісту, %	
	азоту	органічної речовини
Гній щільного укладання	43,8	48,6
Гній, змішаний з 5% ґрунту	13,2	27,7
Гній, змішаний з 10% ґрунту	12,6	25,3
Гній, змішаний з 20% ґрунту	11,8	17,8
Гній, змішаний з 50% ґрунту	11,2	15,2

Гній – це найпоширеніше й найцінніше добриво. У господарствах одержують два види гною: підстилковий і безпідстилковий. Гній містить усі елементи живлення рослин і значну кількість мікроелементів (Табл. 3).

Перегній – пухка темна маса. Втрати первинної маси і сухої органічної речовини досягають 75%.

Ефективність підстилкового гною в разі правильного застосування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах країни висока. Найбільші прирости врожаю відмічено на Поліссі та в західних районах України. В міру просування на південь та південний схід дія гною дещо знижується, що зумовлено гіршими умовами зволоження і поширення ґрунтів, краще забезпечених поживними речовинами.

Рідкий гній одержують на комплексах промислового типу, де худобу утримують без підстилки. Це швидкодіюче азотно-калійне добриво.

Таблиця 3

Хімічний склад свіжого гною, у %

Вид гною	Підстилка	Вода	Органічні речовини	Нітроген загальний	Нітроген аміачний	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній
Змішаний	Солома	75,0	22,0	0,48	0,05	0,22	0,50	0,37	0,10
ВРХ	Солома	78,3	25,0	0,47	0,06	0,26	0,50	0,42	0,13
Кінський	Солома	72,6	24,5	0,57	0,08	0,23	0,54	0,22	0,10
Свинячий	Солома	72,4	33,0	0,52	0,05	0,20	0,52	0,13	0,08
Овечий	Солома	63,0	22,0	0,89	0,15	0,23	0,58	0,39	0,16
ВРХ	Торф	72,0	18,1	0,68	0,22	0,28	0,51	0,48	0,45

Містить 0,1-0,8% нітрогену, 0,05-1,0% калію і 0,01-0,12% фосфору. Застосовують рідкий гній для виготовлення компостів і для підживлення рослин (5-10 т/га). Щоб не обпекти рослини, рідкий гній розводять водою. Як основне добриво його вносять під усі культури кількістю 40-100 т/га.

Пташиний послід – це повне органічне добриво, яке містить усі основні поживні елементи. На відміну від гною великої рогатої худоби і свиней пташиний послід – швидко і сильнодіюче добриво, оскільки поживні речовини в ньому перебувають у легкодоступній для рослин формі. Термічно висушений курячий послід за вологості 17% містить 4,54% нітрогену, 3,65% P₂O₅ і 1,74 K₂O. Пташиний послід застосовують як основне добриво і для підживлення рослин. Як основне добриво його вносять у дозах 2-4 т/га, в разі підживлення – 0,8-1 т сирого і вдвічі менше сухого на 1 га.

Компостами називають добрива, які виготовлені з гною, торфу, органічних решток тощо. У них під дією мікроорганізмів органічна речовина частково мінералізується. У компости часто додають і мінеральні добрива. Залежно від речовин, із яких виготовлено компости, їх називають торфогноєвими, торфогноївковими та ін..

Зелене добриво забезпечує ґрунт органічними речовинами. На зелене добриво використовують культури, які за короткий період можуть утворювати велику вегетативну масу – люпин, буркун, гірчиця, ріпак. З цією метою використовують переважно бобові рослини, зелена маса яких багата на нітроген.

Сапропель – це мул прісноводних водойм. Містить до 15% органічної речовини, макро- і мікроелементи, біостимулятори. Застосовують у вигляді компостів або в чистому вигляді (40-70 т/га).

Найдоцільнішими способами добування і використання сапропелів є:

- поверхнєве внесення сапропелі на заплавах луках або полях за безпосереднього використання їх з озера;
- поширене намівання сапропелів у відстійники з наступним згущенням, проморожуванням, сушінням, аерацією і складанням у бурти для внесення на віддалених від місця добування полях.

Бактеріальні добрива – це препарати, що містять корисні для с.-г. культур ґрунтові мікроорганізми. При внесенні в ґрунт вони підсилюють фіксацію азоту (нітрагін, ризофіл), мінералізацію органічної речовини

(біологічно активний ґрунт) і покращують кореневе живлення рослин. Бактеріальні добрива не можуть замінити органічні та мінеральні добрива, вони є додатковим засобом підвищення врожайності.

Органо-мінеральні добрива (ОМД). Поєднання мінеральної і органічної частин в ОМД поліпшує баланс та умови живлення рослин при внесенні в ґрунт. Раціональна переробка відходів різного походження на органічні та органо-мінеральні добрива (ОМД) сприятиме підвищенню продуктивності рослинництва й родючості ґрунтів, зниженню антропогенного навантаження на довкілля.

Однією з переваг гранульованих ОМД є використання їх малих норм, що дає можливість в декілька разів збільшити площі внесених добрив, зменшити втрати поживних речовин при вимиванні, підвищити валові збори врожаю і тим самим вирішити проблему забезпечення сільського господарства мінеральними і органічними добривами.

Залучення відходів господарської діяльності у біохімічний кругообіг сприяє, з одного боку, їхній утилізації, а з другого, - розширенню сировинної бази для виробництва нових добрив. На сьогодні створюються підприємства, які переробляють відходи різного походження, розробляються способи прискореного компостування та технології виробництва комплексних органо- і біомінеральних добрив.

Багатьма дослідженнями, які проведені в різних країнах, встановлено, що ці добрива мають екологічні, агрохімічні та економічні переваги порівняно зі стандартними формами добрив. Різноманітність джерел відходів диктує потребу розробки гнучкого підходу до їхньої переробки.

Простежуються дві тенденції.

- у великих містах створюються підприємства заводського типу, які оснащені сучасним обладнанням (біореактори, ферментери тощо).

- виникає необхідність переробки відходів на дрібних підприємствах невеликих міст та сільської місцевості, на яких даний технологічний процес відбувається за простими схемами.

У технологічному процесі одержання ОМД мінеральні елементи живлення утворюють з гуміновими з'єднаннями органо-мінеральні комплекси, що дозволяє закріпити азот і калій в обмінній формі та зменшити їх рухливість, а фосфор перевести в форму, що легко засвоюється рослинами. За рахунок цього коефіцієнт використання поживних елементів з ОМД сягає вище 90%, що дозволяє знизити дози внесення цих добрив порівняно з мінеральними. Оптиміальне співвідношення елементів живлення в ОМД запобігає надлишковому накопиченню нітратів в продуктах, забезпечує не тільки приріст врожаю, але й поліпшує поживну цінність продукції.

Вивчення впливу органо-мінеральних добрив на оточуюче середовище показує їх ефективність також і з екологічних позицій. Використання таких добрив знижує винесення особливо небезпечних у відношенні забруднення водних джерел нітратних іонів.

Основні переваги органо-мінеральних добрив:

- органо-мінеральне добриво містить велику кількість свіжого лігніну, який є повільно діючим джерелом елементів мінерального живлення, джерелом для утворення гумусу, середовищем для розвитку мікроорганізмів, а значить надійним джерелом поживних речовин для рослин;

- кальцій, що міститься в органо-мінеральних добривах, з одного боку, сприяє закріпленню органічної речовини в ґрунті, а з іншого є джерелом поповнення ґрунту кальцієм, тобто забезпечує сприятливі умови для формування оптимальних водно-фізичних властивостей ґрунту;

- в органо-мінеральних добривах міститься певна кількість рухливих поживних речовин, макро-та мікроелементів, необхідних для рослини;

- використання органо-мінеральних добрив, які містять до 6 % органічного вуглецю, дозволить вирішити одну з важливіших проблем сучасного сільськогосподарського виробництва - забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті;

- одержана суміш може бути використана як універсальний меліорант, тому, що в процесі нейтралізації можливо спланувати одержання добрива з різною реакцією середовища та з різним вмістом кальцію, який є основним меліоруючим компонентом серед меліорантів. Якщо органо-мінеральне добриво планується вносити на солонцюватих ґрунтах, то програмується одержання підкисленої суміші, яка містить CaSO_4 , а в разі кислих ґрунтів - то відповідно слабо лужною, насиченою CaCO_3 .

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: Навч. Посіб. /М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

Запитання для самоперевірки

1) Яке значення мають органічні добрива у підвищенні врожайності с.-г. культур і родючості ґрунту ?

2) Вкажіть склад підстилкового гною і його удобрювальну цінність?

3) Які визнаєте способи зберігання підстилкового гною

4) Пташиний послід, його хімічний склад і використання ?

5) Які рослини вирощують на зелене добриво ?

6) Назвіть види компостів, Які компоненти використовують для компостування ?

7) Сапропель як органічне добриво.

8) Торф як органічне добриво, типи торфів, поділ за ступенем розкладання?

9) Переваги мінерально-органічних добрив ?

Практична робота № 5

Тема. Азот та його значення в житті рослин

Мета: ознайомити студентів з величезним значенням азотних добрив в збільшенні врожайності сільськогосподарських культур, що обумовлюється виключно важливою роллю азоту в житті рослин.

Основні терміни

Азотфіксація – це фіксація молекулярного азоту азотфіксуючими та бульбочковими бактеріями.

Амоніфікація – це розкладання органічної речовини в ґрунті мікроорганізмами різних груп (бактерій, актиноміцетів, мікробактерій тощо) із виділенням амонійного азоту.

Нітрифікація – це окиснення амонійного азоту в ґрунті до азотної кислоти та її солей.

Денітрифікація – це процес відновлення нітратного азоту до молекулярного N_2 або до оксидів NO, NO_2 під впливом денітрифікуючих бактерій.

Теоретичні відомості

Азот – це інертний газ, який не підтримує горіння і дихання. Азот – один з основних елементів, необхідних для життєдіяльності рослин. Він входить до складу білків, ферментів, нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів, алкалоїдів та інших сполук. Рівень азотного живлення визначає розміри та інтенсивність синтезу білків, інших азотистих органічних сполук у рослині, які істотно впливають на процеси росту. У складі сухої речовини рослини азоту міститься 1-3%, у білках – 16-18%.

Основне джерело азоту для рослин – солі азотної кислоти та амонію. Поглинання його з ґрунту відбувається у вигляді аніонів NO_3^- і катіонів NH_4^+ та деяких найпростіших органічних сполук (простих амінокислот, легкокорозчинних амідів). Рослини здатні засвоювати й амідний азот сечовини, який надходить через коріння і листки після ферментативного гідролізу його аміаку чи безпосереднім включенням до складу білкової молекули.

Характерними ознаками азотного голодування є повільний ріст вегетативних органів рослин і поява блідо-зеленого, навіть жовто-зеленого забарвлення листків унаслідок порушення процесів утворення хлорофілу.

Оскільки сполуки азоту мають властивість повторно використовуватися рослиною, ознаки його нестачі спочатку виявляють на нижніх листках. Пожовтіння починається з жилок листка і поширюється до країв листової пластинки.

У ґрунті міститься 0,05-0,5% загального азоту, з якого 93-98% в органічній формі, а 3-7% становлять мінеральні сполуки азоту. До складу органічної речовини ґрунту входять:

- негуміфіковані органічні речовини – 10-15% від загальної кількості

органічної речовини ґрунту;

- гумус – 85-90% загальної кількості органічної речовини.

Азот доступний рослинам у формі мінеральних сполук, який у ґрунті близько 1% від загальної кількості азоту. Азотний фонд ґрунту складають такі форми азоту:

мінеральний азот (NH_4^+ , NO_3^-) – доступний для рослин;

легкогідролізований азот ґрунту – найближчий резерв для поновлення мінеральних форм, складається з NH_4^+ , NO_3^- , NH_2 , характеризує забезпеченість ґрунту азотом упродовж усього періоду вегетації;

важкогідролізований азот – подальший резерв для збагачення ґрунтів мінеральними формами азоту, це азот, що міститься в амінах, гумінах;

- негідролізований азот – недоступний для рослин азот, майже не бере участі в азотному обміні між ґрунтом і рослиною (гуміни, меланіти, бітуми, необмінний амоній).

Для характеристики азотного режиму ґрунту і рівня забезпеченості культур азотом визначають стандартними методами:

1. Вміст гумусу за методом Тюріна;

2. Вміст легкогідролізованого азоту за Тюріним і Коновою або лужногідролізованого азоту за Корнфілдом. Кількість азоту в ґрунті, що визначається цими методами, включає не тільки доступні для рослин мінеральні форми, але й азот органічних сполук, які легко гідролізуються та служать резервом для засвоєння рослинами після мінералізації.

Таблиця 1

Групування ґрунтів за вмістом гумусу, гідролізованого азоту і нітрифікаційної здатності

Номер групи	Гумус (за Тюріним), %	Легкогідролізуемий азот за Тюріним і Коновою	Лужногідролізуемий азот за Корнфілдом	Нітрифікаційна здатність, мг NO_3 на 1 кг ґрунту
		мг на 1 кг ґрунту		
1.	< 2,0	< 30	< 100	< 5,0
2.	2,1–4,0	31–40	101–150	5,1–8,0
3.	4,1–6,0	41–50	151–200	8,1–15,0
4.	6,1–8,0	51–70	> 200	15,1–30,0
5.	8,1–10,0	71–100	–	30,1–60,0
6.	> 10,0	> 100	–	> 60,0

Молекулярний азот і оксиди азоту є основними газоподібними продуктами біологічної денітрифікації, за рахунок їх втрат у ґрунті зменшується вміст азоту. Цей процес інтенсивно відбувається без доступу повітря і за лужної реакції ґрунту. Найсприятливіші умови для денітрифікації так непродуктивних втрат азоту: анаеробне середовище; лужна реакція

грунту; високий вміст органічної речовини у ґрунті, що багата на клітковину, глюкозу та інший енергетичний матеріал; висока вологість ґрунту; висока температура ґрунту (переважна більшість денітрифікаторів – термофільні бактерії).

Таблиця 2
Середній вміст гумусу і загального азоту в орному шарі ґрунтів України

Тип ґрунту	Вміст, %		
	гумусу	загального азоту	
		в ґрунті	в гумусі
дерново-підзолисті, глинисто-піщані	1,3	0,06	4,7
темно-сірі і сірі лісові	2,7	0,14	5,9
чорноземи глибокі суглинкові і глинисті	5,3	0,26	4,8
чорноземи звичайні середньогумусні	6,1	0,28	4,6
чорноземи звичайні малогумусні	3,6	0,25	6,8
чорноземи південні	2,7	0,19	5,3
темно-каштанові	2,4	0,14	6,8

Процеси денітрифікації і нітрифікації з загально біологічної точки зору корисні, оскільки регулюють баланс азоту в біосфері. З погляду ефективності використання мінеральних добрив вони є шкідливими, оскільки це призводить до втрат азоту.

Для послаблення дії цих процесів азотні добрива вносять безпосередньо під час посіву культур та підживлення, а також застосовують інгібітори денітрифікації.

Вміст загального азоту в різних ґрунтах коливається від 0,05 до 0,5% і залежить від типу ґрунту, його гранулометричного складу та вмісту гумусу (Табл. 2). Враховуючи те, що в гумусі міститься близько 5% азоту, за вмістом загального азоту можна завжди визначити вміст гумусу у ґрунті (вміст азоту у % множать на 20). Запаси загального азоту в орному шарі ґрунту коливається в межах 1,5-15 т/га.

Вміст мінеральних сполук азоту, які беруть участь у живленні рослин, незначний і становить лише 1-3%. Інша частина азоту (97-99%) міститься у формі складних органічних сполук – гумусових, білкових та інших недоступних для рослин – які в різних ґрунтах і з неоднаковою швидкістю в процесі мінералізації перетворюються на доступні форми. Ступінь забезпеченості рослин доступним азотом визначають за вмістом його мінеральних форм, а також легко- і лужногідролізованого азоту.

Таблиця 3

Рівень забезпеченості рослин азотом

Група	Вміст гідролізованого азоту	Вміст азоту за методом, мг/кг ґрунту	
		Тюріна-Конової	Корнфільда
I	Дуже низький	<30	<100
II	Низький	31-40	101-150
III	Середній	41-50	151-200
IV	Підвищений	51-70	>200
V	Високий	71-100	-
VI	Дуже високий	>100	-

За середньої забезпеченості рослин рекомендована норма залишається без зміни, за високої – знижується на 25-30%, а за низької – підвищується на 25-30%.

Умови ефективного використання азотних добрив

На ефективність азотних добрив впливають такі чинники:

- географічні закономірності їх дії (континентальність клімату в Україні зростає із заходу на схід і з півночі на південь, кількість опадів знижується і підвищується температура);

- комплекс агрономічних і меліоративних заходів, що вживаються в сівозмінах і під конкретну культуру;

- науково обґрунтована технологія внесення азотних добрив (правильно розраховані дози добрив, оптимальні терміни та способи внесення сприяють підвищенню окупності азоту під сільськогосподарські культури);

- вдосконалення форм азотних добрив;

- використання ефективних методів діагностики застосування азотних добрив.

Завдяки добрій розчинності азотних добрив у воді, їх можна вносити до сівби, під час сівби та для підживлення, однак при цьому треба зважати на те, що амонійна форма азоту поглинається ґрунтом і не втрачається, а нітратна, навпаки, може легко вимиватися у глибші шари ґрунту, тобто вилучється з процесу живлення і забруднювати ґрунтові води. Недоліком амонійних добрив є значна фізіологічна кислотність. Вважають, що аміачна селітра і сульфат амонію ефективні тоді, коли одночасно з ними, відповідно, вносять 60-70 і 100-150 кг вапна. Однак вищі дози вапна можуть призводити до втрат азоту у формі аміаку.

Усі нітратні азотні добрива (селітри) фізіологічно лужні. Вони сприяють зниженню кислотності ґрунту. Їх краще вносити під час сівби та для підживлення.

Існує така закономірність: аміачні та амонійні добрива застосовують на нейтральних ґрунтах, нітратні – на слабо кислих, причому на початку вегетації ефективніша нітратна форма азоту, а у другій половині вегетації –

амонійна.

Рідкі азотні добрива найефективніше у разі внесення їх під глибоку оранку. Перед сівбою добрива вносять за наявності вологи у верхніх шарах ґрунту, після чого їх обов'язково загортають у ґрунт. Ефективність азотних добрив значно підвищується за високої забезпеченості рослин фосфором і калієм.

Література

1. Городній М. М. та ін. Агроекологія, 1993. - С. 80 - 146.
2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.
3. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічноосновифермерських господарств.,2005. - С. 68-81.
4. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник / В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.
5. Надточій П. П. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель: Навч. посібник / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, В. В. Мороз [та ін.]. Житомир: Вид. «Державний агроекологічний університет», 2007. – 420 с.
- 6.Павленко М. К. Основи землеробства, 1977. -С. 197-243.

Питання для самоконтролю

1. Яке значення азоту в живленні рослин ?
2. Вкажіть основне джерело азоту для рослин?
3. З яких форм азоту складається азотний фонд ґрунту?
4. Що таке амоніфікація, нітрифікація і денітрифікація?
5. Умови ефективного використання добрив.

Тема. Нітрати та нітрити в рослинницькій продукції. Визначення вмісту нітратів в овочевих культурах

Мета: ознайомити студентів з шкідливістю нітратів та нітритів в рослинницькій продукції та визначати вміст нітратів в овочевих культурах за допомогою селективних електродів.

Основні терміни

Нітрати – це солі азотної кислоти; у природі поширені у вигляді мінералів – натрієвої і калієвої селітр. Безбарвні кристалічні речовини, стійкі за звичайних умов, добре розчиняються у воді. Надмірний вміст нітратів у біомасі нерідко стає причиною погіршення якості товарної продукції й отруєння.

Нітрити – це солі азотистої кислоти, які мають як окисні, так і відновні властивості. В разі потрапляння в організм з їжею мають не лише токсичну, а й канцерогенну дію.

ГДК (гранично допустима концентрація) – це норматив, кількість шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яка при постійному контакті або впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає негативних наслідків у її потомства.

Доза токсична – це мінімальна кількість шкідливого агента, що призводить до помітного отруєння організму.

Доза летальна – це мінімальна кількість шкідливого агента, потрапляння якого в організм неминуче призводить до його смерті.

Генеративні (лат. organa generativa) чи репродуктивні (лат. o. reproductiva) органи - це органи, за допомогою яких відбувається розмноження рослин. У вищих рослин генеративні органи представлені квіткою (або суцвіттям) та плодом.

Вегетативні органи – це частини тіл вищих рослин, які виконують основні функції живлення та обміну речовин із зовнішнім середовищем. Не беруть безпосередньої участі в спороутворенні та статевому розмноженні, але можуть виконувати функцію вегетативного розмноження. Основними вегетативними органами рослин є пагін (забезпечує фотосинтез) та корінь (забезпечує всмоктування води та мінеральне живлення).

Теоретичні відомості

Нітрати і нітрити є природними компонентами рослин, утилізуються органами людини і тварин у певній кількості.

Вважають, що нітрати не досить токсичні, але утворений з них шляхом відновлення нітрит-іон здатний прямо негативно діяти на біологічну систему, токсичність його в 10 разів вище від токсичної дії нітратів. Перші ознаки її - це підвищення концентрації мет- і сульфгемоглобіну в крові, зміна біострумів головного мозку, порушення вуглеводневого та білкового обміну,

зниження фізичної і розумової працездатності. Мет- і сульфгемоглобін знижують зв'язування кисню червоними кров'яними тільцями. Нітрити, що утворюються в результаті нестачі кисню, виявляють судинорозширювальну, спазмолітичну дію, знижують кров'яний тиск. Найбільшу загрозу для людини становлять нітросполуки. Вони мають виражені канцерогенні, мутагенні й ембріотоксичні властивості.

Великої шкоди тваринництву завдають нітрати, якщо в кормах концентрація їх перевищує гранично допустимі межі. Летальна доза нітратів для великої рогатої худоби в добовій нормі корму становить приблизно 250 г. Отруєння проявляється вже через 1-2 год після згодовування, а через 10 год тварина гине. Середня кількість їх у раціонах не повинна перевищувати 0,5% на суху речовину корму.

При згодовуванні кормів, забруднених нітратами, в молоці та м'ясі нагромаджуються нітрати і нітрити, які надходять потім в організм людини. Під впливом їх в організмі людей зменшується кількість кисню до 40-60%, вони стають кволими і сонливими. У дітей до 10-12-річного віку втрачається моторна форма пам'яті, спостерігаються її провали. У немовлят до тримісячного віку і молодих тварин, у яких не сформована ферментативна система, може різко зростати концентрація метгемоглобіну, що викликає захворювання (нестача кисню у крові, тканинах, сильне відставання у рості, велика млявість).

При незначній кількості нітратів у ґрунті азот їх майже повністю перетворюється в органічні сполуки ще в корінні. Якщо ж ґрунт містить надлишок нітратів, то вони надходять у стебла, листки та плоди.

За медичними нормами, добова доза нітратів для дорослої людини не повинна перевищувати 300-325 мг, для дітей – не більше 5 мг на 1 кг маси тіла.

Нітрати – солі азотної кислоти, які часто зустрічаються в навколишньому середовищі, головним чином у ґрунті та воді. Іон NO_3^- , не поглинається ґрунтом, тому більшість нітратного азоту перебуває в ґрунтовому розчині, легко рухомий і доступний для рослин. Нітрати входять до складу добрив, а також є природними компонентами харчових продуктів рослинного походження.

Для рослин нітрати не токсичні. У них вони накопичуються, коли поглинутий азот не повністю витрачається на синтез амінокислот і білків, тобто не всі нітрати відновлюються до аміаку. Концентрація нітратів у культурних рослинах залежить в основному від виду і сорту рослин, фази їх росту і розвитку вегетації, погодних умов у вегетаційний період, неконтрольованого використання азотних добрив. Серед представників вищих рослин виділяється група рослин, що акумулюють значну кількість нітратів. До них належать родини амарантових, лободових, зонтичних, складноцвітих, капустяних, пасльонових. Серед родин, що охоплюють овочеві культури, найвищою здатністю до нагромадження нітратів відзначаються капустяні, гарбузові, селерові, пасльонові.

Видові розбіжності рослин за нагромадженням нітратів часто зумовлені локалізацією нітратів у певних органах рослин. Рівень нітратів у черешках значно (в 1,5 – 4 рази) перевищує їх кількість у листовій пластинці. У генеративних органах нітрата відсутні, вміст їх менший, ніж у вегетативних органах, а кількість нітратів у коренях, стеблах та черешках листків значно вища, ніж у листовій пластинці.

Для контролю за якістю продуктів харчування і запобігання негативним наслідкам у багатьох країнах світу встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) вмісту нітратів у різних продуктах харчування.

В Україні ГДК в рослинах, харчових продуктах, рослинній продукції і кормах до 1986 року були в 2,4 – 3,9 рази менші, ніж у 1988 р. Міністерством охорони здоров'я України затверджено нове положення про ГДК,

З метою збільшення урожайності культур у ґрунт вносять підвищену кількість азотовмісних добрив. Це призводить до накопичення вмісту нітратів в рослинницькій продукції. Якщо овочі вирощені без додаткового внесення азотних добрив, вміст нітратів у них буде приблизно наступний (табл. 1):

Таблиця 1

Гранично допустима концентрація нітратів у продуктах
рослинництва і кормах

Продукція, корми	NO ₃ , мг/кг сирої маси	Продукція, корми	NO ₃ мг/кг сирої маси
Картопля	120	Кавуни	90
Капуста	450	Продукти дитячого харчування	50
Морква	400	Зернофураж	300
Томати	60	Кормові буряки	800
Огірки	200	Силос (сінаж)	300
Столові буряки	1400	Зелені корми	200
Цибуля-ріпка	90	Грубі корми (сіно, солома)	500
Цибуля-перо	400	Трав'яне борошно	800
Перець солодкий	200	Комбікорм для ВРХ	500
Кабачки	400	Комбікорм для свиней і птиці	200

Найбільш високу здатність накопичувати нітрата мають хрестоцвітні, гарбузові, амарантові, в'юнкові, пасльонові. Найменша кількість нітратів міститься в помідорах. У молодих рослинах нітратів на 50-70% більше, ніж у зрілих. У вегетативних органах їх вміст зростає у напрямі до коріння.

Наприклад, у листках білокачанної капусти нітратів на 60-70% менше, ніж у качані. У листах салату їх на 40-50% менше, ніж у листових черешках.

Допустима (безпечна) добова доза надходження нітратів до організму людини – 5 мг на 1 кг маси тіла. Дорослій людині масою 60-80 кг не повинно зашкодити здоров'ю близько 350 мг нітратів. За Держстандартом на питну воду, кожен літр її може містити до 45 мг нітратів.

Таблиця 2

Показники нітратів у товарній частині рослин (за Соколовим О. А., Бубнової Т. В., 1989; Дмитренко П. А., 1989), мг/кг сирової маси).

Рослини	Вміст	МДР*	Рослини	Вміст	МДР*
Кавуни	40-600	60	Огірки	80-500	150
Баклажани	80-270	200	Перець солодкий	40-330	200
Дині	40-500	90	Салат	400-2960	2000
Капуста білокачанна	260-3000	500	Петрушка (зелень)	1700-2500	2000
Капуста салатна	1000-2700	2000	Буряк столовий	200-4500	1400
Кабачки	400-700	400	Сельдерей	120-1500	2000
Картопля	40-980	250	Томати	10-180	150
Цибуля зелена	40-1400	600	Часник	40-180	60
Цибуля ріпчаста	500-900	80	Шпинат	600-4000	2000
Морква	160-2200	250	Щавель	240-4000	2000

*- максимальний допустимий рівень

Література

1. Городній М.М. Агрохімічний аналіз: підручник / М. М. Городній, А. В. Бикін, А. Г. Сердюк [та ін.] За ред. Городнього М.М. – К.: Арістей, 2007. – 624 с.
2. Дегодюк Е. Г. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е. Г. Дегодюк, В. Ф. Сайко, М. С. Корнійчук [та ін.] – Київ, Вид. Урожай, 1992. - 310 с.
3. Капштик М.В. Охорона ґрунтів / М. В. Капштик, Л. Р. Петренко. - К. НАУ., 2000. –94 с.
4. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Практикум / А.П.Лісовал. – К.: НАУ, 2001. – 247 с.
5. Шикула М. К. Охорона ґрунтів: навч. посібник / М. К. Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л. Р. Петренко [та ін.] – К.: Знання, 2001. – 398 с.
6. Патица В. П. Методика агроекологічної оцінки мінеральних добрив /

Запитання для самопідготовки

- 1. Які речовини називають нітратами?*
- 2. Назвіть джерела надходження нітратів у рослини.*
- 3. Що таке МДР нітратів у рослинницькій продукції, в яких межах цей показник може бути?*
- 4. Розкажіть суть методу визначення вмісту нітратів в овочах за допомогою іонселективного електроду.*
- 5. За отриманими даними на лабораторному занятті визначте, чи забруднені досліджувані продукти нітратами, якщо так то у скільки разів їх вміст перевищує максимально допустимий рівень?*
- 6. Яка допустима (безпечна) добова доза надходження нітратів до організму людини на 1 кг маси тіла?*

Практична робота № 7

Тема. Фосфор у ґрунті та шляхи регулювання фосфатного режиму

Мета: ознайомити студентів із значенням фосфору для рослин і особливостями його засвоєння.

Основні терміни

Фосфати – це солі фосфатної кислоти. Оскільки фосфатна кислота є триосновною, від неї походять три ряди солей. Першу з цих солей називають дигідрогенфосфатом натрію, другу - гідрогенфосфатом натрію, а третю - нормальним (середнім) фосфатом натрію.

Фосфорити – це осадова гірська порода морського походження, сформована головним чином з фосфату кальцію (P_2O_5), а також кварцу, кальциту, доломіту, халцедону, глауконіту, карбонатів, гідратів, оксидів заліза і та ін., другорядних мінералів – глинистих, алюмосилікатів, піриту, гідроксидів заліза та органічної речовини, зцементованих фосфатом кальцію або збагачених скупченням жовен чи оолітів.

Ретоградація фосфору - це процес переводу водорозчинних фосфатів у нерозчинну форму. Найчастіше цей процес протікає у кислих ґрунтах, особливо у буроземах.

Тиглі порцелянові – посудина, яка використовуються для нагрівання речовин, спалювання органічних сполук та інших аналітичних робіт, витримують нагрівання до $1200^{\circ}C$.

Теоретичні відомості

Рослини засвоюють фосфору у кілька разів менше, ніж азоту, проте він відіграє надзвичайну важливу роль в їх житті. Вміст фосфору в рослинах становить 0,5-1% сухої речовини, в тому числі на мінеральні сполуки припадає близько 10-15%, на органічні – 85-90% від загальної кількості.

Мінеральні сполуки фосфору в рослинах представлені фосфатами кальцію, магнію, калію, амонію тощо. Нагромадження їх у стеблах рослин є ознакою високої забезпеченості рослин фосфором.

Органічні сполуки фосфору є ефірами фосфорної кислоти. До них належать фосфатиди, фосфопротеїди, фітин, цукрофосфати, нуклеїнові кислоти тощо.

Найбільше фосфору міститься в репродуктивних органах і молодих частинах рослин, де інтенсивно здійснюються процеси синтезу органічних речовин. Фосфор сприяє швидкому утворенню кореневої системи рослин. При цьому рослини краще засвоюють воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують надземну масу.

Основну частину фосфору рослини використовують у перші фази росту й розвитку, створюючи відповідні його запаси. Цим і пояснюється необхідність внесення в рядки 10-15 кг/га легкокорозчинних фосфорних добрив під час сівби. Потім фосфор легко переміщується зі старих тканин у

молоді, тобто відбувається його реутилізація.

Фосфор прискорює розвиток рослин, сприяє їх визріванню. Він поліпшує їх водний режим і значно пом'якшує вплив посухи на них завдяки нагромадженню у вузлах кущіння більшої кількості цукрі, поліпшує перезимівлю озимих культур і багаторічних трав, підвищує стійкість рослин проти хвороб, зрівноважує дію азотних добрив.

Оптимальне фосфорне живлення рослин стимулює всі процеси, що пов'язані із запиленням квіток, зав'язуванням, формуванням і дозріванням плодів.

Надлишок фосфору призводить до передчасного розвитку, відмирання листового апарату і раннього дозрівання плодів, внаслідок чого рослини не встигають сформувати достатній урожай.

Нестача фосфору виявляється в затримці росту й розвитку рослин – утворюються дрібні листки, запізнюється цвітіння і дозрівання плодів. Нижні листки набувають тьмяно-сірого, темно-зеленого, а інколи пурпурового або фіолетового відтінку. З часом вони скручуються і передчасно відмирають.

Надходження фосфору в рослини залежить від їх біологічних особливостей, фаз росту і розвитку, рівня фосфорного живлення тощо. Найбільше фосфор потрібний рослинам у перші фази розвитку.

Фосфор позитивно впливає на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Крім того, він сприяє формуванню високих харчових і технологічних якостей продукції.

Вміст загального фосфору в орному шарі ґрунту коливається від 1,3 в дерново-підзолистих до 5,4 т/га в чорноземі звичайному. Основна маса фосфору міститься в ґрунті у формі мінеральних і органічних сполук, недоступних для рослин. У дерново-підзолистих ґрунтах мінеральних сполук фосфору більше, ніж органічних, у чорноземних і торфових – навпаки (Табл. 1).

Таблиця 1

Вміст органічних і мінеральних фосфатів у різних типах ґрунтів України

Ґрунт	Вміст P_2O_5 в орному шарі ґрунту, т/га		
	загальний	в тому числі у формі	
		органічних фосфатів	мінеральних фосфатів
Дерново-підзолистий	2,6	0,7	1,9
Сірий лісовий	2,5	1,1	1,4
Чорнозем	4,4	1,6	2,8
Сірозем	4,2	0,6	3,6
Каштановий	3,6	0,9	2,7

У гумусі фосфор перебуває у складі гумінових і фульвокислот. Фосфор органічних сполук доступний рослинам після гідролітичного розкладання їх ферментами з групи фосфатаз, що є в організмах тварин і мікроорганізмів.

Мінеральні фосфати перебувають у ґрунті у вигляді солей кальцію, заліза та алюмінію, тобто склад їх значною мірою визначається складом катіонів у ґрунтовому вбирному комплексі. Основна роль у живленні рослин фосфором належить його мінеральним сполукам, які представлені в ґрунті апатитами, фосфоритами, вторинними мінералами їх розкладання і солями фосфорних кислот.

Рівень забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором, мк/кг за різними методами відмічено в таблиці 2.

Таблиця 2

Рівень забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором, мг/кг ґрунту

Групування ґрунтів за вмістом рухомого фосфору			
Вміст рухомого фосфору	За методом		
	Кірсанова	Чирикова	Мачигіна
	P ₂ O ₅ , мг/кг		
Низький	менше 50	менше 50	менше 15
Середній	51-100	51-100	16-30
Підвищений	101-150	101-150	31-45
Високий	151-250	151-200	46-60
Дуже високий	більше 250	більше 200	більше 60

Порівняно низький коефіцієнт використання фосфорних добрив у перший рік їх внесення (10-15%) пов'язаний не лише з переходом фосфатів у недоступні форми, а й з обмеженою доступністю для корневих систем продуктів їх взаємодії з ґрунтом, тобто корені рослин можуть поглинати фосфати лише тієї частини ґрунту, з якою вони контактують. З урахуванням післядії коефіцієнт використання фосфору добрив становить 35-40% і може сягнути 100%, якщо протягом 4-10 років не вносити фосфорних добрив. Тому в умовах інтенсивного землеробства добрива треба вносити систематично, не чекаючи їх післядії. При цьому не лише повертається внесений з урожаєм фосфор, а й створюються запаси його рухомих форм у ґрунті.

На основі польових і лабораторних дослідів встановлено оптимальні фосфатні рівні для основних типів ґрунтів, мг/кг ґрунту: для дерново-підзолистих ґрунтів – 100-150 (за методом Кірсанова), для чорноземів – 100-150 (за методом Чирикова), для карбонатних чорноземів і каштанових ґрунтів – 30-35 (за методом Мачигіна) (Табл. 3).

Оптимальні фосфатні рівні для основних типів ґрунтів, мг/кг ґрунту

Тип ґрунту	Вид сівозміни	Оптимальний вміст, мг/100 г ґрунту P ₂ O ₅	Метод визначення
Дерново-підзолистий і сірий лісовий	польова	100-150	За Кірсановим
	зерно-трав'яна	150-250	
	зернопросапна овочева	250-300	
Чорнозем типовий опідзолений вилугований	польова	100-150	За Чириковим
	зерно-трав'яна	150-250	
	зернопросапна овочева	250-300	

Щоб підвищити рівень рухомих фосфатів у ґрунті на 10 мг/кг за низького забезпечення ґрунтів фосфором, слід на супіщаних і піщаних ґрунтах вносити на 40-60 кг/га P₂O₅ більше, ніж винесено з урожаєм, на легких і середньо суглинкових – 60-90, на важко суглинкових – 90-120 кг/га. Створення оптимального фосфатного рівня і внесення фосфору за виносом урожаєм забезпечує високу продуктивність усіх сільськогосподарських культур.

Поповнення запасів фосфору в ґрунті практично здійснюється лише за рахунок внесення фосфорних добрив. Водночас основна кількість фосфору біологічного врожаю, що міститься в зерні та іншій товарній продукції, в умовах сучасного землеробства відчужується і лише частково повертається в ґрунт з органічними добривами. У перспективі проблема фосфору як біогенного елемента в землеробстві лише зростатиме. Крім виносу фосфору з врожаєм с.- г. культур, відбуваються його втрати внаслідок вимивання та ерозії ґрунтів. Середньо- і важко суглинкові ґрунти міцно фіксують фосфорні добрива, тому вони практично не вимиваються. Внаслідок ерозії щорічні втрати фосфору в середньому становлять 5 кг/га для дерново-підзолистих ґрунтів і 4-5 кг/га для чорноземів.

У нейтральних та слаболужних ґрунтах переважають фосфати кальцію. У ґрунтах, багатих кальцієм, фосфати кальцію постійно переходять у найбільш стійку форму гідроксилпатиту (Ca₃(PO₄)₂ · Ca(OH)₂), більш основну, ніж трикальцій - фосфат (Ca₃(PO₄)₂).

У ґрунті можуть знаходитися більш кислі форми фосфорнокислого кальцію – одно- та двозаміщені (Ca(H₂PO₄)₂ і CaHPO₄), які більш доступні рослинам. В деяких ґрунтах зустрічаються фосфати магнію або одновалентних металів.

Сполуки фосфору сприятливо впливають на фізичні і біологічні властивості ґрунту. Вони сприяють протіканню в ґрунті колоїдно-хімічних і біологічних процесів, підтриманню водостійкої структури. Структурні

агрегати, збагачені іонами фосфору, містять колоїди, які стійкі проти набухання і звертання під впливом зовнішньої дії.

Для багатьох мікроорганізмів, а також вільноживучих азотфіксаторів, характерний високий вміст в їх організмах фосфору. Але фосфорні добрива стимулюють розвиток бульбочкових бактерій, що живуть у симбіозі з бобовими рослинами. Ціла низка мікроорганізмів у результаті своєї життєдіяльності виділяє ферменти, під впливом яких розкладаються фосфороорганічні речовини, в першу чергу фітин, лецитин, нуклеїнові кислоти. Азотобактер і нітробактер розчиняють важкорозчинні мінеральні форми фосфатів.

Головним способом поліпшення фосфатного режиму ґрунтів є внесення мінеральних і органічних добрив. Не менш важливе значення має і підвищення доступності частини ґрунтових фосфатів для рослин. При вапнуванні кислих ґрунтів важкорозчинні фосфати заліза і алюмінію переходять у легкозасвоювані форми. На багатьох ґрунтах вапнякові добрива часто діють, як фосфорні добрива. На лужних ґрунтах, в яких фосфор знаходиться в основному у формі трикальційфосфату, ефективно застосування мінеральних добрив, що підкислюють ґрунтовий розчин.

При внесенні в ґрунт органічних добрив стимулюється активність ґрунтових мікроорганізмів й виділяється більше CO_2 . Під його дією, а також під впливом продуктів життєдіяльності мікроорганізмів розчиняються мінеральні фосфати ґрунту.

Обробіток ґрунту сприяє кращій мобілізації фосфатів, а деякі рослини з глибокою кореневою системою можуть розчинити важкорозчинні фосфати. До культур, які здатні засвоювати фосфор із малорозчинних речовин (фосфоритне борошно, фосфати заліза та алюмінію), належать люпин, горох, буркун і конюшина другого року використання, а з небобових – гречка та гірчиця. Останні, хоч і менше, ніж люпин, але також здатні використовувати фосфор із важкорозчинних фосфатів ґрунту. Проте цієї властивості не мають головні польові культури – зернові, картопля, цукровий буряк, льон тощо. У зв'язку з цим рекомендується робити мішані посіви або висівати після люпину, гороху – зернові культури, коренеплоди, картоплю.

Література

1. Городній М.М. Агрохімічний аналіз: підручник / М. М. Городній, А. В. Бикін, А. Г. Сердюк [та ін.] За ред. Городнього М.М. – К.: Арістей, 2007. – 624 с.
2. Дегодюк Е. Г. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е. Г. Дегодюк, В. Ф. Сайко, М. С. Корнійчук [та ін.] – Київ, Вид. Урожай, 1992. - 310 с.
3. Капштик М.В. Охорона ґрунтів / М. В. Капштик, Л. Р. Петренко. - К. НАУ., 2000. – 94 с.
4. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Практикум / А. П.

Лісовал. – К.:НАУ, 2001. – 247 с.

5. Шикула М. К. Охорона ґрунтів: навч. посібник / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л. Р. Петренко [та ін.] – К.: Знання, 2001. – 398 с.

6. Патика В. П. Методика агроекологічної оцінки мінеральних добрив / В. П. Патика, Н. А. Макаренко – К.: Інститут агроекології і біотехнології УААН, 2004. – 21 с.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте методи визначення фосфору в ґрунті.
2. Наведіть принцип методу визначення вмісту органічних та мінеральних фосфатів.
3. В чому полягає визначення фосфору колориметрично за методом Труога–Меєра?
4. Для чого необхідне визначення валових запасів фосфору?

Тест-контроль

1. **Чому у поверхневих горизонтах ґрунту вищий вміст фосфатів?**
 - а) внаслідок кращої вивітреності мінеральної частини ґрунту;
 - б) внаслідок біогенної акумуляції;
 - в) внаслідок висхідних потоків ґрунтової вологи.
2. **Чи доступні рослинам органічні форми фосфатів?**
 - а) ні;
 - б) так.
3. **Які фосфати переважають в нейтральних та слаболужних ґрунтах?**
 - а) органічні фосфати;
 - б) фосфати заліза;
 - в) фосфати алюмінію;
 - г) фосфати кальцію.
4. **Як називається процес трансформації фосфатів у кислих ґрунтах?**
 - а) ретоградація;
 - б) мобілізація;
 - в) біогенна іммобілізація;
 - г) розчинення.
5. **Який з технологічних прийомів не покращує доступність фосфатів на нейтральних ґрунтах?**
 - а) вапнування;
 - б) оранка;
 - в) внесення фізіологічно-кислих мінеральних добрив;
 - г) внесення органічних добрив.

Практична робота № 8

Тема. Значення калію для живлення рослин

Мета: ознайомити студентів із запасами калію у ґрунті, живленням рослин та особливостями його засвоєння. Знати основні методи визначення калію у ґрунті.

Теоретичні відомості

Калій є основним елементом живлення рослин. У рослинах він перебуває в іонній формі і не входить до складу органічних сполук клітин. Молоді органи рослин містять його значно більше, ніж старі.

У процесі росту й розвитку рослин відбувається його переміщення зі старих органів і тканин у молоді органи, що ростуть, де від використовується повторно. Тому у вегетативних органах вміст калію завжди більший, ніж у насінні, бульбах, коренеплодах. Із усіх зольних елементів рослини найбільше засвоюють калій. За середньої врожайності зернові виносять 50-90, а картопля – до 200-400 кг/га.

Калій у рослинах бере активну участь у білковому і вуглеводному обмінах, активує діяльність ферментів, регулює процеси відкривання і закривання продихів на листках, поглинання вологи кореневою системою, що сприяє раціональному та ефективному використанню води. Тому забезпеченість рослин калієм підвищує їх стійкість проти засухи і несприятливої дії високих і низьких температур.

Під впливом калію рослини стають більш морозостійкими, що пов'язано зі збільшенням у клітинах вмісту цукру і зростанням осмотичного тиску; потовщуються стінки соломи, що підвищує стійкість рослин проти вилягання, поліпшує вихід і якість волокна льону; нагромаджується більше цукру у буряку цукровому; крохмалю – в бульбах картоплі.

Нестача калію гальмує деякі біохімічні процеси у рослині, що негативно впливає на обмін речовин. Спочатку молоді рослини жовтіють, потім буріють і поступово відмирають. Відмирання старших листків починається з верхівки, поширюється вниз по їх краях, а потім між жилками. Характерною ознакою калійного голодування є «опіки» країв листків. Рослини в'януть, стебла стають ламкими, що спричиняє вилягання зернових культур, затримується розвиток репродуктивних органів, зерно формується щуплим і має погану схожість. Недостатнє живлення калієм збільшує витрати вуглеводів на дихання, знижує врожайність та якість продукції, погіршує здатність до зберігання овочів і фруктів.

Вміст калію в ґрунті залежить від гранулометричного складу ґрунту. Вміст калію в ґрунтах вищий, ніж вміст фосфору та азоту.

За доступністю для рослин розрізняють такі форми калію в ґрунті:

1. Калій, який входить до складу мінералів силікатів та алюмосилікатів. Цей калій майже не вбирається рослинами і на його частку припадає 98–

99% валової кількості калію в ґрунті.

2. Калій, обмінно-адсорбований колоїдами ґрунту. Цю форму калію добре використовують рослини.

3. Водорозчинний калій, який міститься в ґрунтовому розчині у вигляді розчинних у воді солей різних мінеральних і органічних кислот (вугільної, азотної, фосфорної, соляної та ін.), водорозчинного калію значно менше, ніж адсорбційно зв'язаного – 2–3 мг на 1 кг ґрунту.

4. Калій, який входить до складу живої протоплазми, мікроорганізмів, що населяють ґрунт. Ця форма калію не доступна для рослин, він перетворюється в доступну для рослин форму лише після відмирання мікроорганізмів.

Для визначення рухомого калію в основних типах ґрунтів використовують різні методи:

1. Рухомий калій в дерново-підзолистих ґрунтах визначають методами Кірсанова, а також Маслової і Пейве, в некарбонатних чорноземах – методами Чірікова і Бровкіної, в сіроземах і карбонатних чорноземах – методами Протасова і Мачигіна в модифікації ЦІНАО, в красноземах – методом Онівні.

Таблиця 1
Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм калію

Номер групи	K ₂ O			
	Маслової	Кірсанову	Чірікову	Мачигіну
1	<50	<40	<20	<100
2	50–100	40–80	20–40	100–200
3	100–150	80–120	40–80	200–300
4	150–200	120–170	80–120	300–400
5	200–300	170–250	120–180	400–600
6	>300	>250	>180	>600

Залежно від групи (класу) ґрунту різні сільськогосподарські культури мають різну забезпеченість поживними елементами.

Середній рівень забезпеченості для зернових, зернобобових культур і трав характеризують показники третьої групи, для більш вимогливих просапних культур (кормовий і цукровий буряк, картопля, кукурудза) – показники четвертої групи, а для культур з більш високим виносом поживних речовин (овочеві і деякі технічні, чай, цитрусові, виноград) – показники п'ятої групи.

Калій – важливий елемент для оптимального росту рослин, а отже, і для отримання високих врожаїв та підтримання високого рівня родючості ґрунту. Аналогічно фосфору, розрахунки вмісту калію роблять у вигляді оксиду K₂O.

Вміст і форми калію в ґрунті визначаються гранулометричним

складом, природою глинистих мінералів і ступенем їх вивітреності.

В ґрунтах важкого гранулометричного складу валовий вміст калію може досягати 2 % і більше.

Значно менше його в ґрунтах легкого гранулометричного складу. Основна частина калію в ґрунті входить до складу кристалічної решітки первинних і вторинних мінералів, тобто знаходиться в малодоступній для

Таблиця 2

Валові запаси калію в орному шарі різних ґрунтів

Ґрунт	K ₂ O	
	%	т/га
Дерново-підзолистий піщаний	0,5 – 0,7	15-21
Дерново-підзолистий суглинковий	1,5 – 2,5	45 – 75
Чорнозем	2,0 – 2,5	60 – 75

рослин формі. Деякі з цих мінералів (біотит, мусковіт) віддають калій досить легко і є джерелом мобілізації доступного калію.

Ґрунтовий калій поділяють на необмінний, обмінний та калій ґрунтового розчину.

Частка обмінного калію складає не більше 5 % його загальних запасів, а в ґрунтового розчині міститься не більше 1% від усього обмінного калію. Всі форми калію в ґрунті знаходяться у формі рівноваги і зміна кількості будь-якої форми впливає на інші. В умовах нейтральної реакції середовища і збагаченості ґрунту органічною речовиною калій більш інтенсивно закріплюється в необмінній формі. При різкому зниженні вмісту обмінного, частина необмінного калію переходить в обмінний стан. З іншого боку, калій добрив може необмінно закріплюватися в ґрунті, тобто проходить його фіксація. Проходження названих процесів зумовлюється вологозабезпеченістю ґрунту. Так, у вологі роки в ґрунті міститься більше доступного калію, ніж у посушливі, тому що в сухому ґрунті посилюється фіксація калію.

У регулюванні калійного режиму ґрунту першочергове значення мають зміни вмісту доступного для рослин калію і швидкість переведення його загальних запасів у доступну форму. Підвищення вмісту доступного для рослин калію здійснюється внесенням добрив з урахуванням особливостей їх впливу на ґрунт.

Більшість ґрунтів важкого гранулометричного складу містять достатню кількість калію. Однак рослини не завжди можуть використати ці запаси через їх низьку доступність. Тому на таких ґрунтах також необхідно вносити калійні добрива.

Калій у ґрунті утримується ґрунтово-поглинальним комплексом

аналогічно іншим катіонам, тобто відповідно своїй валентності та гідратації, і може еквівалентно обмінюватися на інші катіони.

Вапнування та гіпсування вивільняють відповідну кількість калію і завдяки цьому сприяють мобілізації важкодоступного ґрунтового калію. При нестачі в ґрунті калію його засвоюваність рослинами зменшується, тому що іони калію в ґрунтово-поглинальному комплексі не можуть заміщуватися менш рухомими катіонами H^+ і Al^{3+} . Аналогічно іншим катіонам закріплення калію в ґрунті зростає в умовах низького ступеня насиченості ґрунту основами.

Підвищення біологічної активності та родючості ґрунту при використанні калійних добрив незначне, однак воно досить помітне, якщо калійні добрива вносять одночасно з органічними добривами і в ґрунті міститься достатня кількість фосфору та кальцію. Оскільки гній підлюговує реакцію ґрунтового розчину, то тим він сприяє підвищенню поглинання рослинами калію з ґрунту, а також азоту, фосфору, магнію. Оптимальний водний режим ґрунту та відсутність бур'янів – необхідні умови успішного застосування калійних добрив.

Література

1. Городній М. М. Агрохімічний аналіз: підручник / М. М. Городній, А. В. Бикін, А. Г. Сердюк [та ін.] За ред. Городнього М.М. – К.: Арістей, 2007. – 624 с.
2. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Практикум / А.П.Лісовал. – К.:НАУ, 2001. – 247 с.
3. Патика В. П. Методика агроекологічної оцінки мінеральних добрив / В. П. Патика, Н. А. Макаренко– К.: Інститут агроекології і біотехнології УААН, 2004. – 21 с.

Питання для самоконтролю

1. Значення водорозчинної форми калію у живленні рослин.
2. Сформулюйте суть методу визначення водорозчинного калію.
3. Проведення калібрування полуменевого фотометра перед визначенням калію в ґрунті.

Тест-контроль

1. Який з перерахованих чинників не впливає на вміст калію в ґрунтах?

- а) вміст первинних та вторинних мінералів;*
- б) гідротермічний режим;*
- в) гранулометричний склад.*

2. Як називається калій, що поглинутий ГПК ?

- а) обмінний;*

- б) не обмінний;*
- в) калій ґрунтового розчину.*

3. Які з перерахованих чинників мають більший вплив на циклічну міграцію форм калію в ґрунтах?

- а) вміст органічної речовини;*
- б) вміст мулистій фракції;*
- в) рН та ОВП;*
- г) водний режим.*

4. Який з перерахованих технологічних процесів стимулює вивільнення обмінного калію з ГПК ?

- а) вапнування;*
- б) оранка;*
- в) внесення органічних добрив;*
- г) піскування.*

5. Чи можна вносити калійні добрива восени?

- а) так, оскільки калій закріпиться в ГПК;*
- б) ні, оскільки калій за зиму вимийється з ґрунту;*
- в) ні, оскільки за зиму калій перейде лише в необмінну форму і стане взагалі недоступний рослинам.*

Практична робота № 9

Тема. Комплексні добрива та мікродобрива

Мета: ознайомити студентів із перевагами використання комплексних добрив та мікродобрив при вирощуванні сільськогосподарських культур

Теоретичні відомості

1. Комплексними називають добрива, які містять у різному співвідношенні та кількості два-три і більше елементів живлення: азоту, фосфору, калію, мікроелементів. У цих добривах менше баластних речовин, ніж у простих, сума діючих речовин дуже висока - від 30 до 70%. Елементи живлення знаходяться переважно у водорозчинній легкодоступній рослинам формі.

Промисловість випускає повні комплексні добрива (містять NPK) (нітрофоска, нітроамофоска), неповні (містять два поживних елементи - переважно NP (амофос, нітрофос, нітроамофос), а також рідкі комплексні добрива, які можуть бути як повними, так і неповними та пресовані - найчастіше фосфорно-калійні.

Залежно від способу отримання комплексні добрива можна поділяти на три основні види:

- складні, виготовляють в єдиному технологічному циклі в результаті хімічної взаємодії вихідних компонентів. У кожній молекулі або гранулі цього добрива два і більше поживних елементи. Складні добрива містять кілька поживних елементів у складі однієї хімічної сполуки: амофос ($(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$), діамофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, калійна селітра (KNO_3) та інші.

- складно-змішані одержують «мокрим методом», змішуванням порошкоподібних односторонніх добрив із наступним або одночасним введенням у суміш аміак атів, різних кислот та інших азото- і фосфоровмісних сполук, а також аміаку, порід і води. До складно-змішаних, або комбінованих, добрив відносять комплексні добрива, які отримують в єдиному технологічному циклі і які містять два або три основних елементи живлення в одній гранулі: нітрофос, нітрофоска, нітроамофос, нітроамофоска, пресовані фосфорно-калійні добрива, рідкі комплексні добрива (РКД) та ін.

- змішані, виробляють механічним змішуванням двох і більше простих добрив у гранульованому та порошкоподібному вигляді. Для виготовлення таких добрив розроблені схеми змішувань. Перевагою змішаних добрив над складними і складно-змішаними, які мають постійний склад, є те, що під час їх виготовлення можна змінювати, залежно від потреби, вміст того чи іншого елементу живлення.

Рідкі комплексні добрива, виготовляють способами розведення рідких і твердих мінеральних добрив.

Переваги комплексних добрив наступні:

- в одній гранулі міститься два і більше елементів мінерального живлення, що забезпечує їх високу позиційну доступність рослинам;
- висока якість грануляції, рівномірність внесення;
- містять водорозчинні легкодоступні рослинам сполуки елементів мінерального живлення;
- концентровані, містять менше баластних сполук, можливе застосування в умовах недостатнього зволоження;
- випускаються різних марок із широким спектром використання на всіх типах ґрунтів і для забезпечення фізіологічних особливостей різних сільськогосподарських культур;
- забезпечують сталу врожайність, поліпшену якість та екологічність продукції, яку можна застосовувати для дитячого і дієтичного харчування;
- забезпечують зниження витрат на транспортування, зберігання та використання.

Амофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) - складне неповне комплексне добриво, яке містить 10-11% азоту і 47-48,5% фосфору, переважно у водорозчинній формі. Випускається у гранульованому вигляді. Завдяки присутності азоту, за ефективністю переважає суперфосфат.

Нітрофоска сульфатна $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaHPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , KCl , KNO_3 , $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Містить по 12% N, P і K. Випускається в гранульованому вигляді і має добрі фізичні властивості для внесення.

У сучасному сільському господарстві намітилась тенденція використання комплексних добрив, які збагачуються мікроелементами.

Комплексні добрива доцільніше вносити під передпосівні роботи, під час посіву та у підживлення.

Рідкі комплексні добрива (РКД) – це розчин поживних речовин, до складу яких входять 2-3 основні елементи живлення у водорозчинній формі. Для виробництва РКД потрібно аміак зв'язувати фосфорною кислотою з додаванням хлористого або сірчанистого калію, сечовини або аміачної селітри. Вміст поживних елементів коливається від 25 до 36%. Співвідношення елементів різне, найчастіше використовують 1-1-1.

Для збільшення концентрації поживних речовин понад 30% випадає осад. Для збільшення концентрації в РКД додають глину або подвійний суперфосфат. У разі застосування РКД можна механізувати трудомісткі процеси, використовувати для внесення та зберігання будь-як тару. Простота внесення і безпечність у використанні роблять ці добрива перспективними і цінними.

2. Мікродобрива – це добрива, що містять мікроелементи, речовини, споживані рослинами в невеликих кількостях. Поділяються на борні, мідні, марганцеві, цинкові, кобальтові та інші, а також полімікродобрива, у складі яких 2 і більше мікроелементів. В якості мікроелементів застосовують солі мікроелементів, відходи промисловості (шлаки, шлами), фрити (сплави солей зі склом).

Найбільш ефективними формами мікроелементів є хелати (Zn, Cu, B, Mo, Fe, Co) та інші сполуки у складі органічних молекул (боретаноламін та ін).

Значення мікродобрив для сільськогосподарських культур:

- використання мікродобрив забезпечує високі прибавки врожаю та значно поліпшує якість сільськогосподарської продукції;
- внесення мікродобрив різко активує розвиток і роботу кореневої системи, збільшуючи доступність сполук фосфору у ґрунті;
- мікродобрива істотно впливають на ефективність надходження основних елементів живлення (азот, фосфор, калій) у рослини. Надходження азоту значно збільшується за наявності заліза, марганцю і цинку, а надходження фосфору - кальцію і міді;
- мікродобрива потрібні для повноцінного росту і розвитку рослин оскільки оптимізують мінеральне живлення рослин;
- мікродобрива відіграють важливу роль у підвищенні стійкості рослин до грибкових збудників, бактеріальних і вірусних захворювань.

Способи використання мікродобрив:

- передпосівна обробка насіння або замочування коріння живців.
- позакореневе підживлення.
- кореневе підживлення.

Найбільш виправданим з економічної точки зору є внесення мікроелементів під час позакореневого підживлення через листя, яке гарантує майже 100 % їх засвоєння. Мікроелементи за листового внесення в 10 разів ефективніші, ніж за внесення їх у ґрунт, де вони можуть зв'язуватись у недоступні сполуки.

Позакореневе підживлення рослин необхідне в таких випадках:

- коли порушена діяльність кореневої системи рослин;
- коли знижена доступність елементів живлення в ґрунті;
- коли потрібно якомога швидше забезпечити рослину елементами живлення;
- за появи стресових ситуацій.

На ефективність застосування мікроелементів впливає форма, в якій вони знаходяться. Найбільш ефективною є хелатна форма, у якій мікроелементи пов'язані з хелатуючим агентом.

Хелати (від. лат. Chelate – клешня краба) – це натуральні або синтетичні внутрішньокмплексні сполуки, які роблять мікроелементи легкодоступними для рослини.

На сьогодні встановлена і доведена висока ефективність мікроелементів у вигляді рідких нетоксичних комплексонів (хелатів). В цих металоорганічних комплексах хелатуючий агент міцно утримує іон металу в розчинному стані хелатного кільця аж до самої миті потрапляння його в рослину.

Деякі хімічні елементи, такі як бор, марганець, мідь, цинк, молібден, кобальт, входять до складу рослин у невеликих кількостях (0,01-0,001%),

тому їх називають мікроелементами, а мінеральні добрива, які містять ці елементи – мікродобривами. Незважаючи на незначний вміст, мікроелементи життєво необхідні для розвитку рослин, оскільки виконують важливі фізіологічно-біологічні функції.

Мікроелементи входять до складу багатьох вітамінів, ферментів або активують їх роботу, беруть участь в азотному і вуглеводному обміні, в окисно-відновних процесах, підсилюють процес фотосинтезу. Крім того, мікроелементи підвищують проникність клітинних мембран, таким чином впливаючи на надходження йонів у рослини, на фізичні властивості, структуру і фізіологічні функції рибосом. Крім того, під дією мікроелементів підвищується стійкість рослин проти грибних і бактеріальних хвороб, несприятливих умов зовнішнього середовища.

Доведено, що мікродобрива є необхідними компонентами комплексного застосування засобів хімізації – матеріальної основи кількості та якості рослинницької продукції.

Борні добрива. Бор необхідний рослинам протягом усієї вегетації, його не можна замінити іншими елементами живлення. Нестача бору призводить не лише до зниження врожаю, а й до погіршення його якості.

Бор істотно впливає на вуглеводний і білковий обмін та інші біохімічні процеси в рослинах. За його нестачі порушується перехід вуглеводів і крохмалю із листків в інші органи, внаслідок чого гальмується процес фотосинтезу, незадовільно забезпечується вуглеводами коренева система та погіршується її розвиток (у бобових рослин послаблюється азотфіксувальна здатність бульбочкових бактерій), зменшується кількість квіток, порушується запліднення, обпадає зав'язь, різко знижується врожай. Бор активує синтез і функції нуклеїнових кислот та енергетичні процеси в клітинах. Він відіграє важливу роль у розвитку репродуктивних органів.

Цей елемент, подібно до кальцію, погано реутилізується в рослинах. Тому перші нижні листки не віддають накопиченого ними бору верхнім молодим листкам і точкам росту. Ознаки гострої нестачі цього елемента насамперед спостерігаються у верхніх ярусах рослини. Нестача бору зумовлює функціональні захворювання культурних рослин: льон уражується бактеріозом; у буряків спостерігається хлороз серцевинних листків, загнивання кореня (суха гниль); суцвіття у цвітної капусти темнішають, а в стеблах утворюється дупло з почорнілими краями; у виноградної лози розвивається некроз та ін.

Різні культури з урожаєм виносять з ґрунту від 30 до 250 г/га бору. Однак, у ґрунтах не завжди вистачає його. Менш чутливі до нестачі бору зернові культури – жито, пшениця, ячмінь, овес. Більше потребують його цукрові буряки, кормові коренеплоди, картопля, соняшник, льон, конюшина, люцерна, зернобобові та деякі овочеві культури.

У різних ґрунтах загальний вміст бору коливається від 1,5 до 60 мг на 1 кг ґрунту. Водорозчинні сполуки цього елемента становлять 3-10% загального вмісту. Потреба багатьох культур у борних добривах

спостерігається за вмісту менш як 0,1 мг засвоюваного бору на 1 кг ґрунту. Найбільше борних добрив потребують дерново-глеєві й заболочені ґрунти, а також вапновані дерново-підзолисті ґрунти та ґрунти, насичені основами. Низьким вмістом бору характеризуються піщані та супіщані ґрунти.

У сільському господарстві використовують хімічно чисті сполуки бору (буру $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ і борну кислоту H_3BO_3), сирі боратові руди (борацити - $2\text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, та гідроборацити - $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), відходи хімічної промисловості (осаджений борат магнію та боратові шлами, а також боратовий гранульований суперфосфат).

Марганцеві добрива. Фізіологічне значення марганцю полягає в тому, що він бере участь в окисно-відновних реакціях у рослинних клітинах і пов'язаний з діяльністю окиснювальних ферментів – оксидаз. У разі нестачі цього елемента знижується інтенсивність окисно-відновних процесів і синтезу органічних речовин у рослинах.

Марганець бере участь і в переміщенні речовин по органах рослин. Він відіграє важливу роль у процесах засвоювання рослинами амонійного і нітратного азоту. За амонійного живлення рослин він діє як сильний окисник, а за нітратного – як сильний відновник. Отже, у разі нестачі марганцю порушується відновлення нітратного азоту, що призводить до нагромадження нітратів у тканинах рослин – досить негативного явища.

Марганець бере участь не тільки в процесі фотосинтезу, а й у синтезі вітаміну С. За нестачі марганцю знижується синтез органічних речовин, зменшується вміст хлорофілу в рослинах, що призводить до захворювання їх на хлороз. Зовнішні ознаки нестачі марганцю – сіра плямистість листків у злаків; хлороз у зернобобових, цукрових буряків, тютюну; пожовтіння країв листків та засихання молодих гілок у плодово-ягідних культур.

Нестача марганцю найчастіше спостерігається на ґрунтах з нейтральною або лужною реакцією, особливо на піщаних і супіщаних, а також на торфовищах. Дерново-підзолисті кислі ґрунти характеризуються високим вмістом рухомого марганцю – 50-150 мг/кг ґрунту, у чорноземах його вміст коливається від 1 до 75 мг/кг ґрунту залежно від умов процесу ґрунтоутворення.

Марганцеві добрива здебільшого застосовуються під цукрові буряки, кукурудзу, картоплю й овочеві культури.

До марганцевих добрив належать сульфат марганцю, марганізований гранульований суперфосфат, марганцеві шлами, марганцево-вмісний порошок, марганізована нітрофоска.

Молібденові добрива. Вміст молібдену в рослинах становить тисячі або десятитисячні частки відсотка на суху речовину. Найбільше його міститься в насінні, особливо бобових рослин.

Молібден відіграє важливу роль у процесах фіксації молекулярного азоту з атмосфери бульбочковими та вільно існуючими азотфіксуювальними бактеріями. За нестачі молібдену бульбочки на коренях бобових розвиваються слабо, тому азотфіксуювальні бактерії не можуть нормально

фіксувати азот з повітря.

Молібден – складова частина ферментів нітратредуктаз, які беруть участь у відновленні нітратів до аміаку в клітинах коренів і листків рослин. Якщо цього елемента не вистачає, у тканинах рослин нагромаджується багато нітратів, відновлення їх затримується, внаслідок чого порушується нормальний хід азотного обміну, тому після внесення нітратних добрив потреба рослин у молібдені значно вища, ніж після внесення аміачних добрив. Крім того, під впливом молібдену аміак інтенсивніше використовується рослиною для утворення амінокислот і білків.

Молібден, як і марганець, бере участь в окисно-відновних реакціях і відіграє важливу роль у перенесенні електронів від субстрату, який окислюється, до речовини, яка відновлюється. Вважають, що молібден бере участь у вуглеводному обміні та в обміні фосфорних сполук, синтезі вітамінів і хлорофілу.

Оскільки молібден пов'язаний з азотним живленням рослин, зовнішні ознаки його нестачі нагадують ознаки нестачі азоту: спочатку спостерігаються блідо-зелені ділянки тканини між жилками листка, з'являється ясно-зелений колір листків, потім вони буріють і відмирають. Ріст і плодоношення послаблюються. У разі великої нестачі молібдену точка росту відмирає. Ознаки нестачі молібдену виявлялися також у вигляді крапчатості, некрозу і кучерявості нижніх листків, недорозвиненості головок капусти, жовтої плямистості в цитрусових та ін.

Найчутливіші до нестачі молібдену бобові, деякі хрестоцвітні рослини, цитрусові, а також цукрові буряки, які значно підвищують врожай при внесенні молібденових добрив. Позитивно реагують на внесення молібдену льон, кукурудза, гречка та деякі овочеві культури.

Мідні добрива. Мідь потрібна рослинам у невеликих кількостях (винос її з урожаєм культурних рослин становить десятки грамів з гектара), проте у разі її нестачі рослини гинуть ще на початку появи сходів.

Мідь входить до складу окислювальних ферментів (поліфенолоксидази, аскорбіноксидази, лактази, дегідрогенази), які мають велике значення в окислювальних процесах, що відбуваються в рослинах. Цей елемент підсилює інтенсивність дихання рослин.

Недостатня кількість міді в рослинах знижує активність процесів синтезу та призводить до нагромадження розчинних вуглеводів, амінокислот та інших продуктів розкладання складних органічних добрив. Мідь відіграє важливу роль і в процесах фотосинтезу: надає хлорофілу більшої стійкості. Характерною особливістю дії міді є те, що цей елемент підвищує стійкість рослин проти грибних і бактеріальних захворювань.

За нестачі міді потерпають верхні частини рослин: з'являється легкий хлороз листків, але їх жилки залишаються зеленими, самі листки стають в'ялими, ріст рослин сповільнюється. У бобових культур спостерігається зів'ялість, засихання і передчасне обпадання листків. Зовнішні ознаки

нестачі міді у злакових виявляються в побілінні кінчиків листків, які скручуються і підсихають, поганому розвитку репродуктивних органів (наприклад, колоски, часто бувають повністю порожні).

Мідні добрива доцільно вносити тоді, коли рухомих форм міді в кислих ґрунтах менше 5 мг, а в нейтральних – менше 10 мг на 1 кг сухого ґрунту. Особливо велика нестача цього елемента і висока дія мідних добрив виявляється на осушених торфових ґрунтах. Зернові культури на цих ґрунтах без внесення мідних добрив дають врожай 2-5 ц/га, а після внесення їх врожайність підвищується до 20-30 ц/га. Найчутливіші до нестачі міді пшениця, ячмінь, овес, кукурудза; досить чутливі також коноплі, льон, цукрові буряки, бобові трави; малочутливі – жито, картопля, капуста, гречка.

Як мідні добрива використовують мідний купорос, піритні недогарки, мідьвмісний порошок. Іноді як добрива застосовують шлаки та руди з низьким вмістом міді.

Цинкові добрива. Цинк відіграє важливу роль в організмі рослин. Під впливом цинку підвищується загальний вміст вуглеводів, крохмалю та білкових речовин. Велике значення цинку в окисно-відновних реакціях дихання, у регулюванні синтезу АТФ, в обміні ауксинів та РНК.

Цинк позитивно впливає на жаростійкість рослин і формування зернівок пшениці в умовах суховіїв, де він сприяє нагромадженню у квітках органічних кислот як захисних речовин. Крім того, цей елемент підвищує ще й холодостійкість рослин.

За нестачі цинку порушується синтез білка і його вміст у рослинах зменшується. Це пояснюється тим, що за його нестачі в рослинах нагромаджуються амідні та амінокислоти, тобто розчинні азотні сполуки. Деякі ферменти активуються цинком, а деякі з них містять цей елемент, наприклад карбоангідраза, що активує розкладання вугільної кислоти.

Вважають, що у разі нестачі цинку в рослинах порушується біосинтез вітамінів В1 і В6, які відіграють важливу роль в утворенні триптофану, зменшується вміст аскорбінової кислоти, сухої речовини та хлорофілу в листках кукурудзи. Потреба рослин у цинку зростає з поліпшенням освітлення.

За чутливістю до цинку культурні рослини поділяють на три групи: найчутливіші, середньочутливі і нечутливі. До першої групи належать кукурудза, льон, хміль, виноград, плодови; до другої – соя, горох, цукрові буряки, соняшник, конюшина, цибуля, картопля, капуста, огірки, ягідники; до третьої – овес, пшениця, ячмінь, морква, рис, люцерна.

У разі нестачі цинку в рослин спостерігається між жилками хлороз або плямистість нижніх листків. У кукурудзи між жилками листка з'являються ясно-жовті смуги (білі плями), нові листки блідо-жовті або білі. За нестачі цинку різко пригнічується поділ клітин, що веде до морфологічних змін листків, пригнічується розтягування стовпчастих клітин у льону, а в помідорів спостерігається дрібнолистковість і скручування листків. У всіх

рослин у разі нестачі цинку відбувається затримка росту. За гострої нестачі цього елемента рослина взагалі може загинути.

Найчастіше нестача цинку для рослин спостерігається на карбонатних ґрунтах, де рухомих форм цього елемента дуже мало. Кислі дерново-підзолисті ґрунти мають досить високий вміст цинку і не потребують застосування цинкових добрив.

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: Навч. посіб. /М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С. М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

4. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, О. М. Венедіктов – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2011. – 432 с.

5. Примак І. Д. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н. М. Рідей [та ін.]. За ред. І.Д. Примака – К.: Центр учбової літератури, 2010.-456с

Запитання для самоперевірки

- 1. Що таке комплексні добрива і як вони поділяються за способом приготування?*
- 2. У чому перевага комплексних добрив?*
- 3. Охарактеризуйте основні мікродобрива та ефективність їх застосування?*
- 4. Рідкі комплексні добрива, їх властивості і застосування. У чому переваги та недоліки рідкого тукозмішування.*

Практична робота № 10

Тема. Бактеріальні препарати

Мета: ознайомити студентів із технологією ефективних мікроорганізмів їх можливостями застосування в різних галузях народного господарства.

Теоретичні відомості

Однією з головних проблем сучасного землеробства є розробка високоефективних ресурсозберігаючих агротехнологій, які зможуть забезпечувати не тільки одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур, а і розширення відтворення родючості ґрунтів.

Створення таких технологій повинно передбачати вирішення проблем трансформації гумусу, азоту, фосфору та інших поживних елементів у ґрунті.

Одним із найбільш дієвих шляхів виходу з кризової ситуації є швидке і масове впровадження **ЕМ - технологій, або технологій Ефективних Мікроорганізмів.**

ЕМ - технологія (застосування **Ефективних Мікроорганізмів** для стійкого симбіозу із рослинами, який сприяє забезпеченню їх живленням і придушенню патогенної мікрофлори) – один із самих перспективних напрямків розвитку аграрного виробництва 21 століття.

ЕМ – технології не замінюють традиційні сільськогосподарські технології, але можуть значно підвищити їхню ефективність

ЕМ - технологія багатофункціональна за своїми можливостями і може знайти застосування в різних галузях народного господарства: при виробництві сільськогосподарської продукції без застосування хімічних добрив і пестицидів, у відновленні природної родючості ґрунту, у виробництві ферментизованих добрив, кормів і біодобавок до них, при вирощуванні здорових тварин і птиці, переробці промислових і побутових відходів, при виробництві медпрепаратів для лікування людей і т.д.

На сьогоднішній день у сільському господарстві рівних даній технології немає. Дякуючи впровадженню ЕМ- технології в сільському господарстві можливо протягом всього за 3-5 років практично повністю відновити природну родючість навіть самих бідних ґрунтів. При бережному використанні природних ресурсів і мінімальних фінансових та людських затратах можливо отримати екологічно чисті продукти харчування високої якості.

Засновником ЕМ-технології є японський професор, мікробіолог Терауо Хіга. У 1988 році цей учений зумів створити надскладний комплекс із корисних бактерій, який назвав ефективними мікроорганізмами (ЕМ). Ним були відібрані 86 головних штамів, які виконували увесь спектр функцій з живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища.

Виникнувши в Японії, ЕМ-технологія визнана сьогодні всім світовим товариством, вона істотно впроваджується в останнє десятиліття як частина національної політики в багатьох країнах світу. Згідно з політикою уряду України, до 2015 року частка органічної продукції в загальному об'ємі валової продукції сільського господарства має становити 10%.

При внесенні в ґрунт препарат ЕМ-1 радикально впливає на біоценоз ґрунту, пригнічує його патогенну мікрофлору. В результаті здійснюється налаштування основної маси мікроорганізмів на регенерацію, а всьому ґрунту надається продуктивна сила. Такий ґрунт практично повністю відновлює свою природну родючість без застосування хімічних добрив і пестицидів. При мінімальних затратах праці із таких ґрунтів можна буде збирати максимально можливі врожаї високої якості.

Головною причиною виняткової багатофункціональності ЕМ-препарату є дуже широкий діапазон дії мікроорганізмів, які входять до його складу. До найбільш великих груп мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ-препарату, належать:

Фотосинтезуючі бактерії – це бактерії, які синтезують корисні речовини, що використовують сонячне світло та тепло ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри, сприяють розвитку і росту рослин.

Молочнокислі бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин, утворених фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який придушує шкідливі мікроорганізми та прискорює розкладання органічної речовини. Молочнокислі бактерії розкладають лігніни та целюлозу, ферментують ці речовини, придушують нематоди.

Азотфіксуючі бактерії поглинають атмосферний азот і закріплюють у вигляді азотних з'єднань, збільшують його запас у ґрунті.

Прищеплення бульбочкових бактерій бобовим культурам називають інокуляцією. Інокуляція основних с.-г. культур сприяє підвищенню їх врожайності на 10-16%. Інокуляцію доцільно поєднувати з передпосівною обробкою насіння пестицидами, мікроелементами, стимуляторами росту.

Мікробний ценоз, що утворюється в кореневій зоні рослин, є складним угрупованням різноманітних мікроорганізмів, упорядкованим на основі екологічних та трофічних взаємодій, і є важливою функціональною ланкою в системі «ґрунт-мікроорганізм – рослина». Середній розмір симбіотичної фіксації азоту та його надходження у ґрунти України за даними академіка Бабича А.О. подано у таблиці 1.

Позитивну дію асоціативних азотфіксаторів можна звести до чотирьох чинників:

- збільшення кількості доступного рослинам біологічного азоту, кількість якого становить до 30 кг/га на рік;
- створення бактеріями стимулюючих речовин гормональної природи, в тому числі за рахунок корневих виділень;

- збільшення поверхні кореневої системи, що призводить до підвищення використання інших елементів живлення;
- захист від патогенної ґрунтової мікрофлори.

Таблиця 1

Середній розмір симбіотичної фіксації азоту та його надходження у ґрунти України

Культура	Розміри загальної азотфіксації, кг/га рік	Частка біологічно азоту у формуванні урожаю, %	Залишок азоту в ґрунті, кг/га
Однорічні бобові культури			
Горох	50-70	35-50	5-10
Соя	80-18	55-90	25-40
Кормові боби	70-140	55-75	30-40
Люпин жовтий	120-210	70-90	30-50
Вика яра	60-86	40-50	5-10
Квасоля	40-60	30-40	0-5
Багаторічні бобові культури			
Люцерна посівна	180-250	80-100	90-120
Конюшина лучна	115-208	70-90	60-80
Буркун білий	100-130	70-80	60-80
Еспарцет піщаний	110-150	70-85	60-80
Лядвенець рогатий	90-140	70-80	60-80

Зараз у сільському господарстві найбільше використовують нітрагін, до складу якого входять бульбочкові бактерії, що живуть у симбіозі з бобовими культурами. Використовуючи вуглеводи, що надходять до кореневих систем, бульбочкові бактерії фіксують молекулярний азот повітря, який надалі засвоюють бобові та інші культури, що після них вирощуються. Для кожного виду бобових рослин характерні свої групи бактерій, що утворюють бульбочки. Так, нітрагін використовують для обробки насіння гороху, вики, люпину, кормових бобів, сої, квасолі, конюшини, люцерни та інших бобових культур. Нітрагін випускають двох видів: сухий (ризобін) і торфовий (ризоторфін).

В ґрунті крім вільно живучих в ґрунті бактерій які можуть синтезувати азот є мікроорганізми які спроможні мінералізувати фосфорорганічні сполуки. Фосфоробактерин виробляють зі спороносних бактерій, що виділяють високоєфективний фермент фосфатазу, який мінералізує органічні сполуки і переводить фосфор у добре засвоювані рослинами форми.

Дріжджі синтезують біологічно активні речовини з амінокислот і цукрів, які продукуються фотосинтезуючими бактеріями та корінням рослин.

Секреції дріжджів – корисні субстрати для молочнокислих бактерій і актиноміцетів.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини – антибіотики, які придушують ріст шкідливих грибів і бактерій.

Ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* швидко розкладають органічні речовини, виробляють етиловий спирт, складні ефіри й антибіотики. Вони запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками.

На основі концентрату ЕМ-1 виробляються наступні похідні продукти:

- ЕМ-А основний препарат багатоцільового використання;
- ЕМ-5 засіб боротьби зі шкідниками та хворобами рослин;
- ЕМ рослинний екстракт, різновид рідинного препарату, для виготовлення якого використовується свіжа подрібнена рослинна маса (бур'яни, лугові трави, тощо);
- ЕМ продукти твердофазного типу;
- ЕМ бокаші – ферментовані органічні рештки;
- ЕМ керамічний порошок.

ЕМ-препарати використовуються:

- у польових умовах: для обробки ґрунту, посівного матеріалу та вегетативної маси рослин;
- у закритому ґрунті: для приготування ґрунтосумішей, обробки ґрунту теплиць, обробки посівного матеріалу, вирощування розсади, обробки рослин.

Застосування препарату ЕМ-1:

- забезпечує природну водо і повітропроникність родючого шару ґрунту до глибини 60-80 см;
- в декілька разів пришвидшує процеси гумусоутворення (за три роки застосування ЕМ-препарату товща гумусовмісного шару збільшується в 2-3 рази, а органіка перетворюється в ЕМ-компост уже за 2-3 неділі);
- підвищує температуру ґрунту на 2-3 градуси по С, що прискорює коренеутворення, схожість, цвітіння і плодоношення (дозрівання продукції відбувається раніше на 10-15 днів);
- сприяє підвищенню урожайності (овочевих культур в 2-5 разів, зернових і кормових – на 10-50%).
- покращує смакові та якісні показники плодів (збільшує вміст вітамінів, каротину, крохмалю, білка і т.д.);
- прискорює коренеутворення й ріст пагонів;
- сприяє зниженню вмісту нітратів у овочах і фруктах у 4-5 разів;
- значно підвищує стійкість рослин до хвороб і шкідників, а також до несприятливих природних факторів, зокрема, посухи і приморозків;
- дає можливість вирощувати одну і ту саму культуру на одному місці декілька сезонів підряд без зміни ґрунту (особливо це актуально для тепличних господарств);
- сприяє нейтралізації солей важких металів до безпечного для людини

стану;

- допомагає вирощувати здорову, екологічно чисту сільськогосподарську продукцію;
- видаляє неприємні запахи при розкладанні органіки у вигрібних ямах, а також у приміщеннях для тварин і відстійниках.

Для обробки рослин і ґрунту використовуються такі робочі розчини ЕМ-А, ЕМ-5 або ЕМ-екстракту в розведенні з чистою, не хлорованою водою: 1:2, 1:10, 1:50, 1:100, 1:250, 1:500, 1:750, 1:1000 й 1:2000. Для кращого живлення мікроорганізмів і як прилипач пожна додавати до робочого розчину мелясу або цукор в пропорції 1:1.

ЕМ-А рекомендується використовувати протягом всього сезону, починаючи з моменту, коли температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5 С і вище. Влітку лімітуючими факторами використання ЕМ можуть бути тепловий режим ґрунту, повітря, але особливо вологість ґрунту. Тому препарат краще вносити перед дощем, по росі або вночі з достатньою кількістю води в робочому розчині. ЕМ-А дає гарні результати, коли вноситься по поживних рештках. Він дає змогу дуже швидко трансформувати залишкову органіку та наситити ґрунт необхідними поживними речовинами. Препарат також використовується для обробки насіння, провокування росту бур'янів, обробки вегетуючої маси, захисту рослин від хвороб і шкідників та покращення здатності продукції протистояти гнилісним процесам і шкідникам під час зберігання.

Для боротьби з шкідниками та хворобами рослин використовується ЕМ-5, який діє не як хімічний засіб і не є отрутою. Він використовується, щоб попередити ураження хворобами та пошкодження шкідниками с.г. рослин за рахунок підвищення імунітету та зміцнення тургору рослин, руйнації звичного для шкідників середовища тощо. Відлякуючи комах та створюючи для них певний бар'єр, він діє як своєрідний репелент, дає змогу контролювати розвиток і кількість комах.

Протипоказання та обмеження до використання.

Змішування та одночасне використання ЕМ – препаратів із пестицидами не допускається. Повторний обробіток вже протруєного пестицидами посівного матеріалу забороняється. Використання ЕМ препаратів і пестицидів повинно бути розмежовано у часі на 7-10 діб, але не менше 4-5 діб. Не можна обробляти саджанці або розсаду ЕМ- препаратами раніш, ніж через 3-14 діб після висадки у ґрунт. ЕМ можуть і через наявність пошкоджень кореневої системи, визнати рослину як об'єкт для харчування й ферментувати її.

Особливості використання. ЕМ – препарати можна змішувати та одночасно використовувати з регуляторами росту природного походження, деякими біологічними препаратами та добривами, при концентрації останніх до 1,5% у робочому розчині.

У перспективі використання бактеріальних препаратів розширюватиметься, оскільки зв'язування азоту хімічними методами дороге,

а запаси сировини для виробництва фосфорних добрив обмежені. Поряд з органічними добривами бактеріальні препарати займають важливе місце в «біологізації» землеробства. Такий спосіб підвищення родючості ґрунтів і продуктивності сільськогосподарських культур значно дешевший, екологічно чистий і зовсім не забруднює навколишнє середовище.

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: Навч. посіб. /М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

4. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, О. М. Венедіктов. – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2011. – 432 с.

5. Примак І. Д. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак, Ю.П. Манько, Н. М. Рідей [та ін.]. За ред. І.Д. Примака – К.: Центр учбової літератури, 2010.-456с

Запитання для самоперевірки

1. *Історія заснування ЕМ технологій?*

2. *Охарактеризувати групи мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ - препарату?*

3. *Особливості застосування препарату ЕМ-1.*

4. *Назвати основні препаративні форми які використовуються в тваринництві та рослинництві*

Практична робота № 11

Тема. Хімічна меліорація ґрунтів

Мета: ознайомити студентів з основними видами хімічної меліорації ґрунтів

Основні терміни

Меліорація – це система технічних та організаційно-господарських заходів, спрямованих на поліпшення ґрунтових, гідрологічних та кліматичних умов земель.

Кислотність ґрунту – це його здатність підкислювати ґрунтовий розчин чи розчин солей внаслідок наявності у складі ґрунту кислот, а також ввібраних катіонів водню та алюмінію.

Актуальна кислотність – це кислотність ґрунтового розчину, яка створюється органічними кислотами, вугільною кислотою та гідролітично кислими солями, її можна визначити вимірюванням рН водної витяжки з ґрунту.

Потенційна кислотність – це кислотність яка зумовлюється наявністю іонів H^+ та Al^{3+} , увібраних ґрунтовим вбирним комплексом. Потенційна кислотність завжди більша за актуальну, бо вона складається з кислотності ґрунтового розчину і кислотності, що утворюється за рахунок увібраних ґрунтом іонів H^+ , Mn^{2+} , Al^{3+} . Потенціальну кислотність поділяють на обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність - це кислотність яку визначають наявністю іонів H^+ і Al^{3+} , які витісняє з ґрунтового вбирного комплексу нейтральна сіль сильної основи і сильної кислоти.

Гідролітична кислотність – вид кислотності, яка виявляється під час обробітку ґрунту гідролітично лужними солями.

Буферна здатність – це властивість ґрунтів протистояти зміні реакції ґрунтового розчину, яка відбувається в ґрунті після внесення кислих або лужних добрив.

Вапнування – це внесення у ґрунт кальцію (і магнію) у вигляді карбонату, оксиду чи гідроксиду для нейтралізації надмірної кислотності ґрунту.

Теоретичні відомості

До системи меліорації належать зрошення земель у посушливих районах і осушення боліт, заболочених та затоплених земель; агролісомеліорація – насадження полезахисних лісових смуг, заліснення сипких пісків та ін.; хімічна меліорація – заходи щодо поліпшення кислих і засолених земель вапнуванням та гіпсуванням.

Для життя рослин велике значення мають склад, концентрація і реакція ґрунтового розчину. Ці властивості залежать від типу ґрунту. Біохімічних процесів у них, їх характеру та інтенсивності, складу поглинутих катіонів та

аніонів, вмісту легкокорозчинних солей.

Хімічна меліорація, система заходів хімічного впливу на ґрунт для поліпшення її властивостей і підвищення врожайності с.-г. культур. При хімічній меліорації з кореневмісного шару ґрунту видаляються шкідливі для с.-г. рослин солі, в кислих ґрунтах зменшується вміст водню і алюмінію, в солонцях - натрію, присутність яких в ґрунтового поглинаючому комплексі погіршує хімічні, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту і знижує ґрунтову родючість.

Способи хімічної меліорації:

- **вапнування ґрунтів** (в основному в нечорноземній зоні) - внесення вапняних добрив для заміни в ґрунтового поглинаючому комплексі іонів водню і алюмінію іонами кальцію, що усуває кислотність ґрунту;

- **гіпсування ґрунтів** (солонців і солонцевих ґрунтів) - внесення гіпсу, кальцій якого замінює в ґрунті натрій, для зниження лужності;

- **підкислення ґрунтів** (з лужною і нейтральною реакцією) - підкислення ґрунтів, призначених для вирощування деяких рослин (наприклад, чаю) при внесенні сірки, дисульфат натрію та ін.

До хімічної меліорації відносять також внесення органічних і мінеральних добрив у великих дозах, що приводить до докорінного поліпшення поживного режиму меліорованих ґрунтів, наприклад піщаних.

Вапнування ґрунтів

Кислотність ґрунту – це властивість, зумовлена наявністю іонів H^+ у ґрунтового розчині та обмінних іонів H^+ і Al_3^+ у ґрунтового вбирному комплексі. Реакція буде лужною, якщо концентрація іонів H^+ буде меншою за концентрацією іонів OH^- .

Кислотність позначається символом рН. Показник рН – це відємний десятковий логарифм концентрації іонів водню в середовищі. рН 7-нейтральна реакція середовища, зокрема в ґрунті. Якщо показник рН менше 7 – реакція середовища буде кислою, рН більше 7 – реакція лужна.

За результатами досліджень вмісту головних елементів живлення ґрунти господарств на агрохімічних картограмах поділяють на шість груп

Таблиця 1

Групування ґрунтів за ступенем кислотності, що визначається сольовою витяжкою

Група ґрунтів	Колір на картограмі	Ступінь кислотності	рН (КСІ)
1.	Червоний	Дуже сильнокислі	Близько 4,0
2.	Рожевий	Сильнокислі	4,1–4,5
3.	Оранжевий	Середньокислі	4,6–5,0
4.	Жовтий	Слабокислі	5,1–5,5
5.	Світло-зелений	Близькі до нейтральних	5,6–6,0
6.	Зелений	Нейтральні	Понад 6,0

За вимогами до реакції середовища ґрунту і чутливістю до

вапнування, сільськогосподарські культури можна поділити на п'ять груп.

Перша група культур – найчутливіші до кислотності ґрунту і вапнування культури, що вимагають нейтральних або слабо лужної реакції ґрунтового розчину (люцерна, цукрові, кормові, столові буряки, коноплі, капуста, часник, салат, гірчиця, яблуня, вишня, слива, чорна смородина).

Друга група культур – культури, що потребують слабо кислої або близько до нейтральної реакції ґрунтового розчину. Вони досить добре реагують на вапнування ґрунту (озима та яра пшениця, кукурудза, ячмінь, горох, квасоля, кормові боби, вика, конюшина, огірки, цвітна капуста, груша, агрус).

Третя група культур – це культури, що переносять помірну кислотність ґрунту і позитивно реагують на високі норми внесення вапна, можуть задовільно рости за $pH = 4,5 \dots 7,5$, але найкраще ростуть в умовах слабо кислої реакції ґрунту (жито, овес, просо, гречка, тимофіївка, редиска, морква, суніці).

Четверта група культур – культури, які легко переносять помірну кислотність ґрунту. Для них шкідливі високі норми внесення вапна і лише на досить кислих ґрунтах потребують вапнування невисокими нормами (картопля, льон, тютюн, помідори, малина).

П'ята група культур – культури, які малочутливі до підвищеної кислотності ґрунту, майже не потребують його вапнування (синій і жовтий люпин, рис).

Для кожної с.-г. культури встановлено оптимальний інтервал pH , значення якого залежать від ґрунтово-кліматичних умов, типу ґрунтів, їх гранулометричного складу, стану окультуреності (Табл. 2).

Таблиця 2

Відношення різних сільськогосподарських культур до реакції ґрунтового розчину

Культура	Інтервал pH , сприятливий для росту	Культура	Інтервал pH , сприятливий для росту
Люцерна і еспарцет	7,2–8,5	Озима пшениця, яра пшениця	6,0–7,5
Цукрові і столові буряки	7,0–7,5	Кукурудза	6,6–7,0
Коноплі	7,1–7,4	Горох, чина, кормові боби	6,0–7,0
Капуста, огірки, цибуля	6,5–7,4	Конюшина	6,0–7,0
Ячмінь	6,8–7,5	Морква	5,6–7,0
Соняшник	6,0–6,8	Помідори	5,0–8,0
Жито, овес, просо	5,5–7,5	Льон	5,5–6,5
Гречка	4,7–7,5	Картопля	5,0–6,0
Редиска	5,0–7,3	Люпин	4,6–6,0

Кислотність ґрунту – це явище, яке розцінюють як негативне з точки зору умов та розвитку рослин. Особливо це стосується багатьох культурних рослин. Тому в сільському господарстві, використовуючи заходи щодо усунення надмірної кислотності, отримують більш високий та якісний урожай.

Важливим заходом з покращення та оптимізації ґрунтових умов для вирощування культурних рослин є хімічна меліорація. Одним з типів хімічної меліорації є вапнування кислих ґрунтів. При внесенні вапна чи вапнякових матеріалів в ґрунт реакція середовища (рН ґрунту) доводиться до оптимальних значень, при яких культурні рослини добре ростуть і розвиваються. Крім того, внесення вапна покращує важливі агрохімічні, агрофізичні, фізико-хімічні та біологічні властивості кислих ґрунтів.

Таблиця 3

Приріст урожаю, пов'язаний із вапнувань кислих ґрунтів, ц/га

Культура	ґрунт		Культура	ґрунт	
	дуже і сильно-кислий	слабо-кислий		дуже і сильно-кислий	слабо-кислий
Озимі зернові	2-3	0,5-1,0	Льон соломка	3	0,3
Ярі зернові	2,0-2,6	0,5-0,6	Льон насіння	1	0,7
Зернобобові	2-3	1,0	Багаторічні трави	15	-
Цукрові буряки	60	25	Столова капуста	70	25
Кукурудза	42	20	Столові буряки	55	15
Катропля	15	5	Столова морква	45	-

Поліпшення властивостей ґрунтів і зниження ґрунтової кислотності досягаються внесенням в ґрунт іона Ca^{2+} у формі вапна, меленого вапняку, крейди та інших добрив, тобто так званім вапнуванням ґрунту. Якщо в кислий ґрунт вносять вапно, протікає реакція обміну. В результаті вапнування в ґрунті не утворюється сполук, шкідливих для рослин. У першу чергу вапно вносять до ґрунту, які мають рН до 3,5, потім - від 3,5 до 4,5 і, нарешті, від 4,5 до 5,5. Вище рН = 5,5 вапнування не проводиться. Дозу вапна визначають за рН. При внесенні вапна за рН нейтралізується обмінна кислотність ґрунту. Для вапнування кислих ґрунтів лісових розсадників рекомендується вносити 2/3 дози, встановленої за рН, або половину дози, обчисленої за гідролітичною кислотністю ґрунту. Відразу після внесення

вапна в лісових розсадниках не слід висівати насіння хвойних порід, так як вапно створює лужну реакцію середовища. У лісових культурах вапнування проводять врозкид. У перші роки спостерігається деяке зниження приросту через лужну реакції ґрунтів, спричинену добривом. Вапнування роблять раз на 3-5 років.

Вапнування – один із найтриваліших за дією і найдешевших заходів хімічного впливу на ґрунт і його родючість. Повна норма вапна, визначена за гідролітичною кислотністю ґрунту, позитивно діє протягом 10 і більше років.

Разом з тим, вапнування не покриває потреб у поживних речовинах, покращуючи фізичний стан ґрунту, підсилюючи розвиток мікробіологічних процесів, воно допомагає краще використовувати запаси поживних речовин в ґрунті. Тому вапнування обов'язково повинно супроводжуватись відповідним внесенням в ґрунт потрібних доз поживних речовин.

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: Навч. посіб. /М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення кислотності ґрунту.
2. Охарактеризуйте активну і потенційну кислотність ґрунту.
3. Що таке буферність ґрунту?
4. Дайте визначення вапнування ґрунтів.
5. Значення вапнування для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.
6. Як розрахувати норму вапна?
7. Розрахунок норм гіпсу. Основні гіпсові добрива.

Практичне заняття № 12

Тема: Еколого-агрохімічна оцінка ґрунту та розроблення його екологічного паспорту

Мета: ознайомитись із основними чинниками антропогенного забруднення ґрунтів за їх сільськогосподарського використання, методикою проведення еколого-агрохімічної оцінки ґрунту і складання його екологічного паспорту.

Теоретичні відомості

Еколого-агрохімічну оцінку ґрунту проводять шляхом внесення в агрохімічну оцінку поправки на забруднення його радіонуклідами, важкими металами та пестицидами з урахуванням кліматичних умов території, зрошення, осушення, кислотності та засоленості ґрунтів тощо.

Еколого агрохімічний паспорт поля - це основний документ, в якому міститься інформація про родючість ґрунту (агрохімічні, фізико-хімічні та агрофізичні властивості), а також рівень забруднення його важкими металами, залишками пестицидів та іншими токсикантами. Він розробляється окремо для кожної земельної ділянки на основі матеріалів агрохімічного, радіологічного та інших видів моніторингу ґрунтів, в тому числі на вміст важких металів і залишків пестицидів. Користуючись паспортом, обґрунтовують заходи, спрямовані на раціональне використання та підвищення родючості ґрунтів, поліпшення їх екологічного стану.

1. Еталонним ґрунтом за вмістом гумусу приймають ґрунт, що містить в орному шарі 6,2 % гумусу (якісна оцінка 100 балів). Це відповідає запасам 500 т/га органічної речовини в 0-100 см шарі чорноземів звичайних середньогумусних важкосуглинкових і легкоглинистих, а також чорноземів типових середньогумусних середньосуглинкових.

За вмістом поживних елементів за еталонний (100 балів) приймають ґрунт, що має в орному шарі високий вміст: легкогідролізованого азоту -225 мг/кг (за Корнфілдом); рухомого фосфору - 176 мг/кг (за Чиріковим); обмінного калію - 151 мг/кг ґрунту (за Чиріковим) та мікроелементів -бору 1,5 мг/кг, молібдену - 0,15 мг/кг, марганцю -30 мг/кг, кобальту - 10 мг/кг, міді - 1,5 мг/кг, цинку - 1,5 мг/кг ґрунту.

2. Проведення агрохімічної оцінки ґрунту поля або земельної ділянки

Агрохімічну оцінку ґрунту поля в балах визначають за показниками вмісту в орному шарі азоту, фосфору, калію, а також рухомих форм мікроелементів. Оцінку проводять окремо за кожним із показників за 100-бальною шкалою, де за 100 балів приймають агрохімічний показник еталонного ґрунту.

Ґрунти з більш високим вмістом гумусу, поживних елементів і вологи отримують оцінку 100 балів, а з меншим, ніж еталон - <100 балів. Вона визначається за формулою:

$$B = \frac{a \times 100}{v},$$

де, B - бал ґрунту за вмістом гумусу чи поживних елементів;
 а - фактичний вміст гумусу (%) або поживних елементів (мг/кг ґрунту);
 в - вміст гумусу (%) або поживних елементів (мг/кг ґрунту) в еталонному ґрунті.

Оцінка якості ґрунту з урахуванням рівня забруднення та його властивостей. Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунтів радіонуклідами. В зоні Полісся за рівня забруднення 1-5 Кі/км² поправочний коефіцієнт знижують на 2 % на кожен одиницю Кі за зростання ступеня забруднення. Наприклад: за забруднення поля 2 Кі/км² поправочний коефіцієнт становить:

$$0,96 (2\text{Кі} \times 2\% = 4; 100 - 4 : 100 = 0,96)$$

У зоні Полісся за рівня забруднення 5-10 Кі/км² поправочний коефіцієнт знижують на 3 % на кожен одиницю Кі за зростання ступеня забрудненості. Наприклад за забруднення поля 8 Кі/км² поправочний коефіцієнт становить:

$$0,76 (8\text{Кі} - 3\% = 24; 100-24: 100 = 0,76)$$

У зонах Лісостепу і Степу для всіх рівнів забруднення поправочний коефіцієнт знижують на 1,6 % на кожен одиницю Кі за зростання ступеня забрудненості. Наприклад, за забруднення поля 7 Кі/км² поправочний коефіцієнт становить:

$$0,89 (7\text{Кі} \times 1,6\% = 11,2; 100 \times 11,2: 100 = 0,89).$$

Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунту радіоцезієм наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунту радіо цезієм

Рівень забруднення, Кі/км ²	Зони	
	Полісся	Лісостеп
до 1,0	1,00	до 1,0
1,1-5,0	0,96-0,90	1,1-5,0
5,1-10,0	0,85-0,70	5,1-10,0
10,1-15,3	0,69-0,50	10,1-15,3

За рівня забруднення радіонуклідами понад 15 Кі/км землі виводять із сільськогосподарського використання.

Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунтів важкими металами враховують у загальну агрохімічну оцінку через ГДК забруднювача. За одинарного збільшення рівня забруднення на величину ГДК агрохімічну оцінку знижують на 4%, за збільшення рівня забрудненості в 2 і більше разів агрохімічну оцінку знижують на 8 %, 12 % і т.д. Рівні ГДК важких металів в ґрунті наведено в (Табл. 2).

Таблиця 2

Гранично допустимі кількості (ГДК) важких металів та елементів забруднювачів у ґрунтах, мг/кг

Елементи	Рухомі форми	Валовий вміст
Миш'як	-	2,00
Кадмій	-	3,00
Мідь	3,00	35,0
Ртуть	-	2,10
Свинець	20,0	20,0
Цинк	23,0	50,0
Нікель	4,00	45,0
Марганець	-	500
Хром	-	0,05
Ванадій	-	150

Поправочний коефіцієнт на забруднення ґрунту залишками пестицидів вносять у загальну агрохімічну оцінку за ГДК забруднювача. Насамперед це стосується ДДТ і ГХЦГ, оскільки інші пестициди дуже швидко розкладаються і тому не враховуються.

Таблиця 3

Поправочні коефіцієнти на засоленість та солонцюватість ґрунтів

Ґрунти за ступенем солонцюватості та засолення	Поправочний коефіцієнт
Середньосолонцюваті	0,70
Сильносолонцюваті	0,60
Середньозасолені	0,70
Сильнозасолені	0,50

За одинарного збільшення рівня забруднення на величину ГДК агрохімічну оцінку знижують на 4 %, за збільшення рівня забрудненості в 2 і більше разів агрохімічну оцінку знижують на 8%, 12% і т.д. Гранично

допустимі кількості залишків пестицидів у ґрунті для ДДТ і його метаболітів становлять 0,1 мг/кг, ГХЦГ (сума ізомерів) - 0,1 мг/кг.

Поправочні коефіцієнти за негативними властивостями ґрунтів представлено у таблиці 3.

Поправочні коефіцієнти на болотні, торфово -болотні ґрунти та торфовища неосушені представлено у таблиці 4.

Таблиця 4

Поправочні коефіцієнти для визначення еколого-агрохімічного стану з урахуванням кліматичних умов і зрошення

Зони, області	Коефіцієнти на	
	кліматичні умови	зрошення
Полісся		
Волинська	0,93	1,00
Житомирська	0,93	1,00
Рівненська	0,93	1,00
Лісостеп		
Волинська	0,93	1,00
Житомирська	0,92	1,06
Рівненська	0,93	1,00
Хмельницька	0,96	1,03

Таблиця 5

Поправочні коефіцієнти на кислотність ґрунтів

Ґрунти за ступенем кислотності	рН сольової витяжки		Поправочні коефіцієнти для зон	
	мінеральних ґрунтів	торфовищ	Полісся	Лісостеп
Близькі до нейтральних	5,6 - 6,0	4,8	1,00	0,96
Слабкокислі	5,1-5,5	4,2-4,8	0,92	0,89
Середньокислі	4,6-5,0	3,5 - 4,2	0,85	0,81
Сильнокислі	4,5	3,5	0,74	0,71

Всі отримані дані оформлюють згідно з еколого-агрохімічним паспортом поля (табл. 6).

Таблиця 6

Еколого-агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки

Область _____ Район _____
 Населений пункт _____ Землекористувач _____
 Сівозміна _____ Поле _____
 Назва ґрунту, площа, га _____

Показник стану ґрунтів	Методи визначення	Середньозважені величини за роками обстеження			
		200... р.	200... р.	200... р.	200... р.
1	2	3	4	5	6
1. Агрофізичний					
Щільність ґрунту, г/см ³					
Продуктивна волога (ММЗПВ) в 0-100 см, мм					
2. Фізико-хімічний та агрохімічний					
Кислотність, мг-екв/100 г:					
гідролітична					
обмінна					
Показники рН:					
сольовий					
водний					
Сума увібраних основ (Са+Mg), мг-екв/100 г					
Тип засолення					
Вміст в орному шарі ґрунту: гумусу, %					
елементів живлення, мг/кг:					
азоту, що легко гідролізується					
рухомого фосфору					
обмінного калію					
бору					
молібдену					
марганцю					
кобальту					
міді					
цинку					
Агрохімічна оцінка в балах					
3. Забруднення					
Вміст рухомих форм, мг/кг:					
кадмію					
свинцю					
ртуті					
Залишки пестицидів, мг/кг:					
гексахлоран (сума ізомерів)					

Продовження таблиці 6					
2,4-Д змінна сіль					
Щільність забруднення, Кі/км ²					
цезієм -137					
стронцієм - 90					
Еколого-агрохімічна оцінка в балах					
Виконавець					
(назва організації, підпис, посада)					

Таким чином, цей паспорт складається з адресної частини, переліку показників та їх середньозважених величин у динаміці. Як видно з таблиці 26, його набір критеріїв - мінімальний, але цілком достатній, щоб об'єктивно оцінити агроекологічний стан ґрунтового покриву полів і земельних ділянок. Назва "Еколого-агрохімічний паспорт..." свідчить про те, що в ньому містяться відомості, які характеризують рівень родючості, види та ступінь забруднення, а відтак і екологічний стан ґрунту.

Список літератури

1. Земельний кодекс України // Відомості Верховної Ради України. – 1999. - №591. – 41. – 546 с.
2. Носко Б. С. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / Б. С. Носко, Б. С. Прітер, М. В. Лобода – К.: Урожай, 1994. – 333 с.
3. Патица В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація с. –г., земель / В. П. Патица, О. Г. Тараріко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
4. Тараріко А.М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії / А. М. Тараріко, В. М. Москаленко – К.: Фітосоціоцентр, 2002. -64 с.

Контрольні запитання

1. *З якою метою проводять еколого-агрохімічну оцінку ґрунту?*
2. *Як оформляється еколого-агрохімічний паспорт поля?*
3. *Назвіть основні показники та їх значення, які вважають еталонними для розроблення еколого-агрохімічного паспорта поля.*
4. *Навіщо вводять поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунтів радіонуклідами та важкими металами, а також на деякі інші показники?*

Практичне заняття № 13

Тема. Використання добрив і охорона навколишнього середовища

Мета: ознайомитись із основними чинниками антропогенного забруднення ґрунтів за їх сільськогосподарського використання, методикою проведення еколого-агрохімічної оцінки ґрунту і складання його екологічного паспорту.

Основні терміни

Забруднення – це будь-які зміни складу повітря, вод, ґрунтів і харчових продуктів, що створюють ризик хронічного чи гострого отруєння, або спричиняють небажаний довготривалий вплив на здоров'я та діяльність людини.

Природний геохімічний фон – це середня величина природної варіації вмісту хімічних елементів у компонентах довкілля, яка сформована до того часу, коли це довкілля зазнало антропогенного забруднення.

Кларк елемента – це число (у % або г/кг), що виражає середній його вміст у літосфері (чи гідросфері) по відношенню до загальної її маси.

Сільськогосподарський техногенний фон – це фон який змінюється залежно від ступеня хімізації та інтенсивності використання земель.

Теоретичні відомості

Інтенсифікуючи виробництво с.-г продукції з метою задоволення зростаючих потреб населення, виробники все більше використовують сировинні та енергетичні ресурси землі. При цьому зростають кількість відходів і забруднення навколишнього середовища. Тому його охорона є однією з найактуальніших проблем сучасності. У зв'язку з інтенсивною хімізацією землеробства та переведення з сільського господарства на промислову основу сільськогосподарське забруднення стало істотнішим.

Це пов'язано з більшим, ніж раніше, надходженням в екосистеми пестицидів, мінеральних і органічних добрив, особливо безпідстилкового гною, та з більшими втратами агрохімікатів під час їх зберігання і використання.

Забруднення навколишнього середовища відбувається на всіх технологічних ланках виробництва, транспортування і використання агрохімікатів та органічних добрив. Численні експериментальні дані свідчать про те, що внесення невеликих норм добрив істотно не впливає на екосистеми. Проте систематичне використання добрив у високих нормах може спричинити серйозні порушення в біогеохімічному циклі поживних речовин у природному середовищі. Агрохімічна наука розробила науково обґрунтовані рекомендації по застосуванню добрив, для всіх сільськогосподарських культур на найпоширеніших типах ґрунтів встановлені оптимальні дози і співвідношення елементів живлення,

Поділ мінеральних добрив за особливостями впливу на агроєкосистеми

Мінеральні добрива	
Директивної дії (містять у своєму складі токсичні домішки: Cd,Pb,AS,F, CL, радіонукліди та ін.).	Індирективної дії (є фізіологічно кислими/лужними)
Забруднення верхніх шарів ґрунту	Зміна реакції ґрунтового середовища
Вплив на наземну екосистему (якість рослинної продукції, біоаккумуляція у трофічних ланцюгах, вплив на наземну біоту)	Активізація рухомості біогенів та токсикантів
Вертикальна та горизонтальна міграція токсикантів і міогенів	Вплив на ґрунтові екосистеми: зміна ферментативної та мікробіологічної активності, вплив на ґрунтову біоту, зміна напрямленості процесів ґрунтоутворення та ін.
Якість ґрунтових і поверхневих вод	

розроблені ефективні строки та способи внесення добрив.

З метою найбільш ефективного використання мінеральних добрив у кризових умовах пропонується слідуєча концепція їх застосування.

1. Мінеральні добрива використовуються тільки під пріоритетні культури, які забезпечують найбільшу їх агрономічну й економічну ефективність.

2. Дози добрив оптимізуються залежно від агрохімічних показників ґрунтів (від рівня забезпеченості рухомими поживними речовинами по відповідних фазах вегетації с.-г. культур).

3. Добрива в ґрунт вносяться найефективнішим способом, переважно для локального (рядкового) внесення, що забезпечує найвищу окупність одиниці діючої речовини приростом урожаю.

4. Дози, строки і способи внесення добрив оптимізуються залежно від рівня удобреності попередника (насамперед від строків та нрм внесення органічних добрив у сівозміні).

5. В першу чергу мінеральні добрива вносять на меліорованих землях (зрошуваних та осушених, вапнованих і гіпсованих).

6. Найвищу ефективність добрив досягається на посівах, захищених застосуванням гербіцидів та отрутохімікатів від бур'янів, шкідників і хвороб.

Азотні добрива. З усіх видів мінеральних добрив азотні, крім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітри, за дією на ґрунт є найагресивнішими. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу в ґрунт виділяється кислота. Виділена кислота та меншою мірою

залишковий амоній добрив зумовлюють декальцинацію, де гуміфікацію і, як наслідок, деструктуризацію та загальне погіршення агрофізичних властивостей ґрунту.

Азотні добрива за надмірного, некваліфікованого і недбалого використання можуть призвести до значного забруднення ґрунту нітратами, нітридами, нітросамінами та незначною мірою важкими металами.

Для максимального можливого зменшення руйнівної дії азотних добрив на ґрунт необхідно:

- суворо дотримуватись науково обґрунтованих норм, строків, способів і форм внесення добрив;

- максимально наблизити строки внесення добрив до періоду інтенсивного поглинання азоту рослинами;

- здійснювати контроль за вмістом азоту в ґрунті та рослині, за рН ґрунтового розчину і проводити відповідні коригування до норм та строків внесення азотних добрив і вапна:

- вносити аміак водний технічний та аміак рідкий синтетичний лише на високо буферних ґрунтах і в дозах не більше як 120-150 кг азоту на гектар;

- забезпечувати якомога вищу рівномірність внесення азотних добрив;

- збільшувати надходження в ґрунт свіжих органічних речовин, бідних на азот, і насамперед корневих і пожнивних решток.

Забруднення нітратами пов'язане насамперед з упровадженням високоінтенсивних сортів зернових культур, тобто зі зменшенням надходження в ґрунт бідних на азот корневих і пожнивних решток, після гуміфікації яких відбувається вбирання азоту мінеральних сполук ґрунту. Основні заходи для зменшення нагромадження нітратів слідуючі:

- максимальне збільшення надходження в ґрунт корневих і пожнивних решток рослин;

- критичний підхід до осіннього внесення азотних добрив взагалі і постерні в тому числі, оскільки воно може змістити співвідношення C:N < 25 і замість гуміфікації відбуватиметься мінералізація з появою додаткової кількості мінеральних сполук азоту в ґрунті;

- впровадження суворого контролю-регламентації за нормами, строками і способами внесення азотних добрив, максимальне наближення строків внесення до періоду інтенсивного поглинання азоту посівами;

- проведення контролю за вмістом азоту мінеральних сполук у метровому шарі ґрунту і коригування норм азотних добрив;

- оптимізація всіх чинників життєдіяльності рослин у посівах, у тому числі співвідношення NPK та мікроелементів у ґрунті;

- впровадження пожнивних і поукісних посівів;

- використання інгібіторів нітрифікації;

- виробництво та використання пролонгованих, повільно розчинних азотних добрив.

Незважаючи на значну актуальність нітратного забруднення ґрунту, не менш гострим і проблематичним є забруднення його важкими металами. За

ступенем забруднення важкими металами і токсичними іонами ґрунти поділяють на три класи (Табл. 2).

У таблиці 2 наведено середньозважений вміст важких металів і токсичних іонів, а також гранично допустимі їх кількості в ґрунтах. Значення цих показників не є абсолютними, вони певною мірою умовні. Як кларкові значення, так і ГДК важких металів об'єктивно повинні мати неоднакові значення в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Таблиця 2

Класифікація ґрунтів за ступенем забрудненості важкими металами і токсичними іонами

Номер класу	Ступінь забрудненості ґрунтів	Рівень вмісту важкого металу чи іона, кларків* в 1 кг ґрунту
1.	Слабозабруднені	2-10
2.	Середньозабруднені	11-30
3.	Сильнозабруднені	>30

*Середньозважений вміст важкого металу чи іона в незабрудненій частині біосфери.

Крім того, токсичність важких металів зумовлюється не загальним їх вмістом, а вмістом їх рухомих форм, який дуже динамічний і залежить від багатьох чинників, насамперед від реакції середовища, вмісту гумусу, фізичної глини, та інших показників.

Два значення ГДК для деяких елементів свідчать про відсутність на час видання підручника єдиного підходу до рівня ГДК.

Фосфатні добрива. За ступенем розчинності фосфорні добрива поділяють на три групи: 1 – водорозчинні, легкозасвоювані рослинами – суперфосфати; 2 – нерозчинні у воді, але розчинні в лужному цитратному розчині або слабких кислотах – фосфатшлаки, знефторений фосфат; 3 – важкорозчинні, майже не розчинні в слабких кислотах – фосфоритне і кісткове борошно. Водорозчинні фосфати становлять близько $\frac{3}{4}$ загального обсягу виробництва фосфорних добрив.

Основним компонентом фосфатних руд є трикальційфосфат із складу мінералів апатитової групи. Природні фосфатні руди мають домішки інших мінералів, в яких в певній кількості у вихідній сировині є домішки фтору, стронцію, кадмію та інших важких металів, які внаслідок переробки можуть потрапити в готову продукцію.

З 1 т фосфатної сировини в навколишнє середовище надходить від 80 до 100 кг фтору, 30-40- стронцію, 20-25 кг окисів урану, торію та інших рідкоземельних елементів. Різні види фосфорних добрив мають і різний вміст елементів. При надмірному внесенні фосфорних добрив відмічено підвищення вмісту у ґрунті кадмію, урану, радію. Лише при використанні

оптимальних доз фосфорних добрив не існує небезпеки підвищення гранично допустимих концентрацій кадмію, урану і радію в ґрунтах.

Калійні добрива виготовляють з гірських порід, що складаються з хлоридів, сульфатів і силікатів з домішками глинисто-карбонатних порід, що містять бром, йод, рубідій, мідь, цинк тощо. Основна речовина – сильвініт, механічна суміш сильвіну і галіту.

Калійні добрива поділяють на три групи: 1- сирі калійні добрива – каїніт, сильвініт; 2 - калійні солі, що одержують змішуванням сирих калійних солей з хлористим калієм – 30-40%-ні калійні солі; 3 – концентровані добрива, що є продуктом заводської переробки – хлористий калій, сульфат калію і магнію. Ряд домішок – натрій, магній і сірка – є корисними компонентами, що при помірних кількостях сприяють формуванню врожаю і поліпшенню його якості.

На відміну від фосфорних калійні добрива набагато менше забруднюють навколишнє середовище, їх внесення сприяє калійно-натрієвому і сульфатно-хлоридному засоленню ґрунту. Особливо багато з калійними добривами надходить у ґрунт хлору і натрію.

Таблиця 3

Надходження в ґрунт з калійними добривами хлору і натрію

Добриво	Надходження в ґрунт	
	хлору	натрію
Калійна сіль	1,4-2,0	0,2-0,5
Хлорид калію	0,9-1,0	0,1
Каїніт	3,0-3,5	1,5-1,7
Сильвініт	4,0-5,0	2,0-2,5
Калімагнезія	0,1	0,4

Калійні добрива характеризуються значною кількістю й інших супутніх елементів, які при інтенсивному застосуванні добрив і навіть при їх виробництві стають забруднювачами навколишнього середовища. Крім основного поживного елемента, калійні добрива містять різні домішки. В асортименті калійних добрив основну роль відводять хлористому калію (до 60% K_2O), значно меншу – без хлорним формам (до 48% K_2O) і 40% -м калійним солям (40% K_2O). Компоненти калійних добрив – сірка і магній – часто позитивно впливають на врожай і якість сільськогосподарської продукції.

У ряді випадків так звані баластні елементи – хлор, натрій – бувають корисними для росту і розвитку рослин. Але при систематичному внесенні підвищених доз добрив вони можуть нагромаджуватися у ґрунті в значній кількості й негативно впливати на його властивості – родючість, величину і якість урожаю.

Важкі метали. В останні роки все більше уваги приділяють захисту

НС від забруднення важкими металами, серед яких мікроелементи Zn, Mn, Cu, Co і токсичні метали – кадмій, ртуть, свинець, які в тій чи іншій кількості можуть бути наявними в калійних добривах. Загроза забруднення ґрунтів металами при внесенні калійних добрив невелика.

Радикальних агротехнічних заходів для зменшення надходження в ґрунт важких металів і токсичних іонів практично не існує, оскільки надходження їх пов'язане насамперед із загальним станом у країні охорони навколишнього середовища

Таблиця 4

Концентрації елементів живлення в ґрунтах, мг/кг

Елемент	Параметри вмісту елемента	Кларк елемента	ГДК елемента
Арсен (As)	1-50	6	20; 50
Берилій (Be)	0,1-10	3	10
Бор (B)	2-100	15	25; 100
Ванадій (V)	10-100	30	50; 150
Кадмій (Cd)	0,001-1	0,13	3; 5
Кобальт (Co)	1-50	8	50
Манган (Mn)	200-1000	800	1500
Мідь (Cu)	2-100	20	100
Молібден (Mo)	0,2-10	3	5; 10
Нікель (Ni)	1-100	40	100
Олово (Sn)	1-20	15	50
Ртуть (Hg)	0,01-1	0,08	2,1; 5,0
Свинець (Pb)	0,1-10	16	36; 100
Селен (Se)	0,1-10	5	10
Стибій (Sb)	0,01-1	0,5	5
Стронцій (Sr)	100-800	300	-
Фтор (F)	100-500	200	200; 500
Фтор (F ⁻)	0,1-2,5	1	3
Хром (Cr ³⁺)	1-100	200	300
Хром (Cr ⁶⁺)	0,005-0,02	0,01	0,05
Цинк (Zn)	10-300	50	300; 500
Манган + Ванадій	-	-	1000+100

Токсичність важких металів, яка активно виявляється на легких, бідних на гумус ґрунтах з кислою реакцією середовища, може істотно зменшена або усунута в результаті таких агротехнічних заходів:

- внесення флоталю (H₄F (SO₄)₂ · 12H₂O) або глоталію, які витісняють важкі метали, з наступним їх вимиванням у нижчі шари ґрунту;
- вирощування толерантних рослин, які поглинають велику кількість важких металів, з наступним вивезенням біомаси з поля та її знищенням;
- глинування легких ґрунтів для зменшення рухомості і залучення в

біологічний коло обіг важких металів, оскільки глинисті мінерали їх інтенсивно поглинають;

- застосування органічних речовин, сорбентів важких металів, з якими вони утворюють різної міцності органо-мінеральні комплекси. Тому внесення органічних добрив є одним з ефективних методів боротьби з активністю важких металів та їх вбирання рослинами;

- вапнування ґрунтів різко зменшує рухомість і біологічне поглинання важких металів, оскільки гідроксиди важких металів – нерозчинні у воді сполуки;

- зняття та видалення верхнього забрудненого шару ґрунту або проведення глибокої плантажної оранки;

- вирощування технічних культур, насінників і зернових культур.

Література

1. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: Навч. посіб. /М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук [та ін.]. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

2. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві /М. М. Гладюк. – К.; Ірпінь: Перун, 2003. – 288 с.

3. Лопушняк В. І. Агрохімічне обслуговування сільськогосподарських формувань: навчальний посібник /В. І. Лопушняк, І. О. Корчинський, М. М. Вислободська [та ін.]. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2011. – 288 с.

Питання для самоконтролю

1. Який негативний вплив мають добрив на літосферу?

2. Опишіть, які заходи потрібно взяти, щоб зменшити руйнівну дію азотних добрив ?

3. Які важкі метали спричиняють забруднення ґрунту ?

4. Назвіть заходи для зменшення токсичності й надходження в ґрунт важких металів?

Практична робота № 14

Тема: Земельний кодекс України

Мета: ознайомитись з основними положеннями Земельного кодексу України.

Стаття 1. Земля - основне національне багатство

Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави. Право власності на землю гарантується.

Використання власності на землю не може завдавати шкоди правам і свободам громадян, інтересам суспільства, погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі.

Стаття 4. Земельне законодавство та його завдання

Земельне законодавство включає цей Кодекс, інші нормативно-правові акти у галузі земельних відносин.

Завданням земельного законодавства є регулювання земельних відносин з метою забезпечення права на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави, раціонального використання та охорони земель.

Стаття 43. Землі природно-заповідного фонду

Землі природно-заповідного фонду - це ділянки суші і водного простору з природними комплексами та об'єктами, що мають особливу природоохоронну, екологічну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, яким відповідно до закону надано статус територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Стаття 44. Склад земель природно-заповідного фонду

До земель природно-заповідного фонду включаються природні території та об'єкти (природні заповідники, національні природні парки, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища), а також штучно створені об'єкти (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва).

Стаття 61. Обмеження у використанні земельних ділянок прибережних захисних смуг уздовж річок, навколо водойм та на островах

Прибережні захисні смуги є природоохоронною територією з режимом обмеженої господарської діяльності.

У прибережних захисних смугах уздовж річок, навколо водойм та на островах забороняється:

- а) розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження і заліснення), а також садівництво та городництво;
- б) зберігання та застосування пестицидів і добрив;
- в) влаштування літніх таборів для худоби;

г) будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), у тому числі баз відпочинку, дач, гаражів та стоянок автомобілів;

г) влаштування звалищ сміття, гноєсховищ, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, кладовищ, скотомогильників, полів фільтрації тощо;

д) миття та обслуговування транспортних засобів і техніки.

Стаття 96. Обов'язки землекористувачів

1. Землекористувачі зобов'язані:

а) забезпечувати використання землі за цільовим призначенням;

б) додержуватися вимог законодавства про охорону довкілля;

в) своєчасно сплачувати земельний податок або орендну плату;

г) не порушувати прав власників суміжних земельних ділянок та землекористувачів;

г) підвищувати родючість ґрунтів та зберігати інші корисні властивості землі;

є) зберігати геодезичні знаки, протиерозійні споруди, мережі зрошувальних і осушувальних систем.

Стаття 112. Охоронні зони.

1. Охоронні зони створюються:

а) навколо особливо цінних природних об'єктів, об'єктів культурної спадщини, гідрометеорологічних станцій тощо з метою охорони і захисту їх від несприятливих антропогенних впливів;

б) уздовж ліній зв'язку, електропередачі, земель транспорту, навколо промислових об'єктів для забезпечення нормальних умов їх експлуатації, запобігання ушкодження, а також зменшення їх негативного впливу на людей та довкілля, суміжні землі та інші природні об'єкти.

2. Правовий режим земель охоронних зон визначається законодавством України.

Стаття 113. Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони створюються навколо об'єктів, де є підземні та відкриті джерела водопостачання, водозабірні та водоочисні споруди, водоводи, об'єкти оздоровчого призначення та інші, для їх санітарно-епідеміологічної захищеності.

У межах зон санітарної охорони забороняється діяльність, яка може призвести до завдання шкоди підземним та відкритим джерелам водопостачання, водозабірним і водоочисним спорудам, водоводам, об'єктам оздоровчого призначення, навколо яких вони створені.

Правовий режим земель зон санітарної охорони визначається законодавством України.

Стаття 114. Санітарно-захисні зони

1. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів,

іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

2. У межах санітарно-захисних зон забороняється будівництво житлових об'єктів, об'єктів соціальної інфраструктури та інших об'єктів, пов'язаних з постійним перебуванням людей.

3. Правовий режим земель санітарно-захисних зон визначається законодавством України.

Стаття 162. Поняття охорони земель

Охорона земель - це система правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення, захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового фонду, забезпечення особливого режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення.

Стаття 164. Зміст охорони земель

1. Охорона земель включає:

- а) обґрунтування і забезпечення досягнення раціонального землекористування;
- б) захист сільськогосподарських угідь, лісових земель та чагарників від необґрунтованого їх вилучення для інших потреб;
- в) захист земель від ерозії, селів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, пересушення, ущільнення, забруднення відходами виробництва, хімічними та радіоактивними речовинами та від інших несприятливих природних і техногенних процесів;
- г) збереження природних водно-болотних угідь;
- ґ) попередження погіршення естетичного стану та екологічної ролі антропогенних ландшафтів;
- д) консервацію деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь.

Порядок охорони земель встановлюється законом.

Стаття 165. Стандартизація і нормування в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів

Стандартизація і нормування в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів здійснюється з метою забезпечення екологічної і санітарно-гігієнічної безпеки громадян шляхом прийняття відповідних нормативів і стандартів, які визначають вимоги щодо якості земель, допустимого антропогенного навантаження на ґрунти та окремі території, допустимого сільськогосподарського освоєння земель тощо.

У галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються такі нормативи:

- а) оптимального співвідношення земельних угідь;
- б) якісного стану ґрунтів;

- в) гранично допустимого забруднення ґрунтів;
- г) показники деградації земель та ґрунтів.

Нормативні документи із стандартизації в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються Кабінетом Міністрів України.

Стаття 169. Поняття техногенне забруднених земель

Техногенне забруднені землі - це землі, забруднені внаслідок господарської діяльності людини, що призвела до деградації земель та її негативного впливу на довкілля і здоров'я людей.

До техногенне забруднених земель відносяться землі радіаційне небезпечні та радіоактивне забруднені, землі, забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами тощо. При використанні техногенне забруднених земель враховуються особливості режиму їх використання.

Особливості режиму і порядку використання техногенне забруднених земель встановлюються законодавством України.

Стаття 199. Бонітування ґрунтів

Бонітування ґрунтів - це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природнокліматичних умовах.

Бонітування ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Вищим балом оцінюються ґрунти з кращими властивостями, які мають найбільшу природну продуктивність.

Стаття 200. Економічна оцінка земель

Економічна оцінка земель - це оцінка землі як природного ресурсу і засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві та як просторового базису в суспільному виробництві за показниками, що характеризують продуктивність земель, ефективність їх використання та дохідність з одиниці площі.

Економічна оцінка земель різного призначення проводиться для порівняльного аналізу ефективності їх використання. Дані економічної оцінки земель є основою грошової оцінки земельної ділянки різного цільового призначення.

Економічна оцінка земель визначається в умовних кадастрових гектарах або у грошовому виразі.

Стаття 205. Зміст економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель

1. Економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель включає:

а) надання податкових і кредитних пільг громадянам та юридичним особам, які здійснюють за власні кошти заходи, передбачені загальнодержавними та регіональними програмами використання і охорони земель;

б) виділення коштів державного або місцевого бюджету громадянам та

юридичним особам для відновлення попереднього стану земель, порушених не з їх вини;

в) вільнення від плати за земельні ділянки, що перебувають у стадії сільськогосподарського освоєння або поліпшення їх стану згідно державними та регіональними програмами;

г) компенсацію з бюджетних коштів зниження доходу власників землі та землекористувачів внаслідок тимчасової консервації деградованих та малопродуктивних земель, що стали такими не з їх вини.

Стаття 211. Відповідальність за порушення земельного законодавства

1. Громадяни та юридичні особи несуть цивільну, адміністративну або кримінальну відповідальність відповідно до законодавства за такі порушення:

а) укладення угод з порушенням земельного законодавства;

б) самовільне зайняття земельних ділянок;

в) псування сільськогосподарських угідь та інших земель, їх забруднення хімічними та радіоактивними речовинами і стічними водами, засмічення промисловими, побутовими та іншими відходами;

г) розміщення, проектування, будівництво, введення в дію об'єктів, що негативно впливають на стан земель;

г) невиконання вимог щодо використання земель за цільовим призначенням;

ж) не проведення рекультивації порушених земель;

з) знищення або пошкодження протиерозійних і гідротехнічних споруд, захисних насаджень;

і) невиконання умов знімання, збереження і нанесення родючого шару ґрунту.

Правила техніки безпеки під час роботи в агрохімічній лабораторії

Переважна більшість агрохімічних аналізів виконується в обладнаних відповідним чином лабораторіях. Однією з основних умов безпечної роботи в лабораторії є суворе дотримання правил техніки безпеки.

Робота в лабораторії лише тоді продуктивна, коли вона виконується свідомо, з розумінням її теоретичного обґрунтування. У зв'язку з цим до робіт, виконання яких передбачено під час вивчення курсу основ агрохімії допускаються студенти які ознайомились зі змістом роботи, ґрунтовно опрацювали матеріал відповідних розділів підручника.

Під час виконання кожної практичної роботи слід дотримуватись основних правил роботи в лабораторії:

1. Не розпочинати роботу, доки не стане зрозумілою її мета, не перевірено наявність обладнання, необхідного для виконання роботи (посуду, приладів, реактивів).

2. Виконувати роботу за відповідною методикою.

3. Досліди виконувати в робочому халаті.

4. Працювати в лабораторії слід чітко, без метушні, уникати різних рухів.

5. Дотримуватись в лабораторії тиші та порядку.

6. Користуватись лише тими реактивами, на яких є відповідні етикетки. Брати сухі реактиви лише ложечкою або шпателем.

7. Не можна брати реактив із різних посудин однією і тією ж піпеткою, попередньо не вимивши її.

8. Надлишок реактивів не можна висипати і виливати в спеціально призначені для цього ємкості.

9. Уважно стежити за ходом аналізу, помічати і фіксувати всі зміни, що відбуваються.

10. Усі необхідні записи, помітки, розрахунки робити у спеціальному зошиті – лабораторному журналі. Записи повинні бути чіткими та акуратними, що в них легко можна було розібратись під час перевірки результатів аналізу.

11. Не можна захаращувати робоче місце сторонніми предметами, воно повинно бути сухим і чистим.

12. Після виконання роботи потрібно вимити хімічний посуд, привести робоче місце в порядок і здати його черговому по лабораторії.

Основні вимоги до техніки безпеки під час роботи в лабораторії.

Під час роботи в лабораторії слід пам'ятати, що виконуючи лабораторну роботу, дослід чи окрему хімічну операцію, необхідно бути обережним і уважним. Розглянемо загальні правила техніки безпеки, порушення яких може призвести до серйозних наслідків.

Під час користування електроприладами не слід забувати, що напруга

220 В може бути смертельною для людини. Перед користуванням різними електроприладами, які живляться від мережі (муфелі, сушильні шафи, електроплитки, фотоелектроколориметри тощо) потрібно впевнитись у наявності заземлення та справності електрошнура (перевірити справність ізоляції, випрямити згини та перекручення). Для додаткової гарантії безпеки перед кожним приладом на підлозі повинен бути гумовий килимок, на який стають обома ногами, вмикаючи електроприлад.

Якщо відчувається запах паленої гуми, пластмаси чи чого-небудь іншого, слід відразу вимкнути нагрівний прилад і повідомити викладача.

Крім електричних в лабораторіях користуються газовими та іншими нагрівними приладами. Не можна залишати пальник без нагляду. Нагрівні прилади не повинні стояти безпосередньо на дерев'яних столах; під них підкладають листи азбесту, керамічну плитку тощо.

У лабораторії обов'язково повинні бути вогнегасники. Слід ознайомитись з правилами користування ними. З отруйними речовинами працюють лише у витяжній шафі. Отруйні та їдкі речовини треба набирати в піпетку лише зп допомогою гумової груші.

Забороняється приносити в лабораторію їжу і тим більше споживання її там.

Правила надання невідкладної медичної допомоги.

1. У разі отримання термічних опіків (полум'ям пальника або нагрітими предметами) уражене місце обробити етиловим спиртом або рідиною від опіків із аптечки), після чого накласти суху стерильну пов'язку або чисту тканину і звернутись до лікаря.

2. У разі отруєння газами потерпілого слід вивести на свіже повітря.

3. Якщо на обличчя або руки потраплять бризки кислоти, слід негайно змити їх під струменем вод, після чого промити уражене місце 3%-им розчином гідрогенкарбонату натрію (питної соди). Луг змивають водою доти, доки потерпіла ділянка не перестане бути слизькою на дотик. Потім промити це місце 2% -им розчином оцтової чи лимонної кислоти і накласти марлеву пов'язку з фурациліном.

Контрольні питання

- 1. Які основні правила роботи в агрохімічній лабораторії?*
- 2. Яке обладнання лабораторії потребує підвищеної уваги під час роботи з ним. Назвіть основні правила техніки безпеки під час роботи з електроприладами.*
- 3. Пригадайте, чому при виготовленні розчинів не можна лити воду в сульфанту кислоту. Що слід робити, якщо на шкіру потрапили бризки кислоти або луг.*

Лабораторна робота № 1

Тема. Відбір зразків ґрунту в полі та їх підготовка до агрохімічного аналізу

Агрохімічний аналіз ґрунту проводиться з метою :

- оцінки рівня родючості ґрунту для встановлення забезпеченості сільськогосподарських культур доступними формами елементів живлення і потреби у використанні добрив:

- визначенням агрохімічних властивостей, що виявляють на взаємодії мінеральних добрив з ґрунтом і дозволяють робити висновок про необхідність хімічної меліорації, про строки внесення добрив поглинальна та буферна здатність, реакція ґрунту, ступінь кислотності або лужності, ступінь і характер засолення та ін. ;

- контролю за зміною вмісту в ґрунті поживних речовин і їх доступності рослинам залежним від прийомів технології використання добрив і засобів хімічної меліорації;

- дослідження процесів взаємодії добрив з ґрунтом, а також для оцінки балансу поживних речовин в землеробстві.

Для агрохімічної оцінки земель і контролю за зміною актуальної родючості ґрунту науково-виробничими підрозділами агро хімслужби по договорах з сільськогосподарськими підприємствами, фермерськими господарствами, проводиться агрохімічне обстеження ґрунтів. Результати обстеження використовуються для розробки рекомендацій і проектно - кошторисної документації про використання добрив і хімічних меліорантів в господарствах всіх рівнем.

Агрохімічне обстеження проводять на всіх типах сільськогосподарських угідь з періодичністю в 5 років. Елементарний у часток для середнього зразку ґрунту на Поліссі складає 5 га, в лісостепу 10 га. На зрошуваних ділянках один змішаний зразок відбирають з 1 – 5 га.

Для забезпечення якості агрохімічного обстеження необхідно правильно відібрати ґрунтовий зразок в полі.

1. Відбір зразків ґрунту.

Дуже важливий момент в агрохімічних дослідженнях. Якщо зразки відібрані неправильно то результати аналізу не відображатимуть природних властивостей ґрунту і будуть не правильними.

Відбір зразків ґрунту при агрохімічному обстеженні.

Зразки ґрунту відбирають на глибину орного і підорного шарів. Один змішаний зразок складається з 20-30 індивідуальних проб, узятих рівномірно з усієї площі елементарної ділянки (5-10га) ґрунтовим буром або лопатою. Під час роботи буром уся проба (30-50 см³) йде на отримання змішаного зразка.

Працюючи лопатою, для відбору зразка викопайте невелику яму на всю глибину орного горизонту (20-25 см) й одну її стінку зробіть прямовисною. З цієї стінки зріжте лопатою пласт ґрунту (на всю глибину ями) завтовшки близько 5 см. Покладіть цей пласт ґрунту на землю і з його середньої частини виріжте широким ножом вертикальний стовпчик. Це й буде індивідуальний ґрунтовий зразок. Його об'єм повинен бути близько 500 см^3 (повна півлітрова банка). Коли будуть зібрані у відро всі індивідуальні зразки з елементарної ділянки, весь ґрунт відра висипте на брезент або фанеру, ретельно перемішайте руками і роподіліть тонким шаром. Потім візьміть з 10-15 місць по жмені ґрунту і пересипте в банку (0,5 л). Це буде змішаний зразок, який відображає властивості ґрунту всієї площі елементарної ділянки. Маса змішаного зразка становить 0,3-0,5 кг.

Зверху кладуть етикетку, на якій простим олівцем записують назву господарства, номер зразка і номер поля, дату і глибину відбору зразка, прізвище виконавця. Такий самий запис роблять одночасно в польовому журналі, де додатково записують: тип ґрунту, рельєф, стан розвитку культурних рослин і ступінь їх забур'яненості. На карті ґрунтів господарства ставлять номер змішаного зразка і обводять олівцем елементарну ділянку, з якої його взято. Необхідно, щоб кожна ґрунтова відміна, яка виділена на карті ґрунтів господарства. Була охарактеризована окремими змішаними зразками. Розміщення точок для відбирання індивідуальних проб залежить від конфігурації поля, Якщо воно довге і вузьке, то їх зручно відбирати по середині полі через певні проміжки; якщо форма поля близька до квадрата, то індивідуальні проби беруть по діагоналях або в шаховому порядку. Відбираючи зразки, слід уникати нехарактерних для ділянки місць/ блюдець, горбів та ін./. Відібрані змішані зразки ґрунту відправляють.

2. Підготовка відібраних зразків до аналізу в лабораторії.

Зразки, привезені з поля вологими, потрібне негайно висушити до повітряно-сухого стану. Для цього кожний зразок помістіть тонким шаром (1-2 см) на окремий лист цупкого паперу (етикетка повинна залишитися під ґрунтом). Грудки ґрунту подрібнюють руками, виберіть коріння, камінчики та інші зайві включення. Ґрунт просушіть протягом 3-4 днів у приміщенні, що добре провітрюється, але не на сонці.

Промійте ґрунт крізь сито з отворами діаметром 1 мм. Ґрунт, що не пройшов сито, подрібніть у порцеляновій ступці товчачиком з гумовим наконечником, знову просійте крізь сито і приєднайте до просіяного раніше. Просіяний ґрунт ретельно перемішайте і зсипте у банки з притертими пробками або в картоні коробки і збережіть для подальших аналізів. На коробці або етикетці зазначте номер проби і назву господарства, де взято зразок, а також тип ґрунту і глибину орного горизонту. Маса подрібненого повітряно-сухого зразка ґрунту повинна становити близько 150 г

Лабораторна робота № 2

Тема. Методика агрохімічного обстеження ґрунтів

Агрохімічне обстеження ґрунтів включає: відбір і підготовку проб для аналізу; проведення аналізу; надання рекомендацій із внесення добрив.

Полеове агрохімічне обстеження ґрунтів проводять з картографічним матеріалом (план землеустрою) у масштабі: Полісся і Лісостеп 1:10000; Степ 1: 25000. Розмір елементарної ділянки для відбору індивідуальних проб залежить від виду сільськогосподарських угідь, контурності території, строкатості ґрунтового покриву та розміру земельної ділянки. Площа елементарної ділянки для Полісся становить 5 га, Лісостепу 10 га, Степу 20 га. Для зрошуваних угідь ці площі відповідно становлять 2, 5, 5 га відповідно. Для осушених ґрунтів площа елементарної ділянки у всіх ґрунтово-кліматичних зонах не повинна перевищувати 5 га.

Відбирання зразків проводять протягом вегетаційного періоду. Час відбору залежить від мети агрохімічних досліджень.

Умови відбору зразків з однієї земельної ділянки (поля) повинні бути однаковими. Індивідуальні проби (не менше 20) відбирають буром через рівні відстані одна від одної (100-150 м) і поміщають у відро.

Ґрунт у відрі перемішують. Із змішаного зразка методом квартування відбирають аналітичну пробу (200 г). Аналітичну пробу просушують, розтирають у фарфоровій ступці і просіюють крізь сито із отворами 1мм.

Зберігають зразки у паперових або целофанових пакетах. Кожен пакет маркують. На етикетці вказують адресу господарства, номер сівозміни, поле, культуру, що вирощується, дату і глибину відбору зразка, прізвище аналітика.

1. Визначення загального вмісту органічних та мінеральних фосфатів ґрунту методом прокалювання Сендерса -Вільямса

Значення методу. Валовий фосфор в ґрунтах складається з органічних та мінеральних сполук. Визначення валових запасів необхідне для оцінки загальної забезпеченості ґрунту фосфором. Для того щоб визначити загальний вміст фосфору в ґрунті потрібно як можна повніше зруйнувати сполуки, в склад яких входить фосфор і перевести його в розчин. Для цього ґрунт сплавають з лугами та розкладають фтористоводневою кислотою в платиновій посудині, або обробляють ґрунт „царською горілкою”, азотною кислотою, перманганатом і т.д. більшість методів досить трудомісткі і складні.

Метод Сендерса-Вільямса дає можливість визначити 75-95 % валового фосфору ґрунту і встановити співвідношення між органічним та мінеральним фосфором, які мають різне значення для живлення рослин.

Принцип методу. Метод базується на паралельному визначенні фосфору в прокаленому та не прокаленому ґрунті, який обробляють 0,2% розчином H_2SO_4 .

Реактиви та обладнання: 0,2% розчин H_2SO_4 ; тиглі порцелянові; муфельна піч; плоскодонні колби на 100 мл; мірні колби на 50 мл; пробки; ротатор, ФЕК.

Хід роботи.

1 г ґрунту просіяного через сито (\varnothing 0,25 мм), поміщають у порцеляновий тигель і прокалюють 2-3 години при температурі 500-550°C. Після цього прокалену наважку кількісно переносять з 50 мл 0,2% розчину H_2SO_4 з тигля в плоскодонну колбочку об'ємом 100 мл, закривають пробкою і перемішують 2 години.

Настояють 16-18 годин і отримують розчин А. Окрему наважку ґрунту 1г поміщають в плоскодонну колбу на 100 мл, приливають 50 мл 0,2% розчину H_2SO_4 і обробляють як і розчин А. Так отримують розчин Б.

В аліквотах розчинів А і Б, після їх нейтралізації визначають фосфор колориметрично за методом Труога-Меєра. Органічний фосфор визначають по різниці між вмістом в розчинах А і Б.

Розрахунок вмісту фосфору здійснюють за формулою

$$X = \frac{A \cdot c \cdot 100}{b \cdot a},$$

де X – кількість P_2O_5 на 100 г ґрунту;

A – кількість P_2O_5 за калібрувальним графіком, мг;

C – загальний об'єм розчину для приготування витяжки, мл;

b – об'єм витяжки, взятий для аналізу, мл;

a – наважка ґрунту, г.

2. Визначення мінеральних форм фосфору за методом Чанга-Джексона

Значення методу. В залежності від типу ґрунту склад мінеральних форм фосфору значно відрізняється. Виділяють біля 200 мінеральних сполук фосфору. В карбонатних ґрунтах переважають фосфати кальцію, в слабокислих – півтора оксидів і кальцію, в кислих півтораоксидів. Розчинність, доступність рослинам, а відповідно, цінність для живлення рослин - різна.

Для визначення мінеральних форм фосфору використовують методи Чирікова, Чанга-Джексона, Гінзбург-Лебедевої.

Метод Чанга-Джексона – дозволяє найбільш повно вилучати фосфор, особливо на кислих залізистих ґрунтах.

Принцип методу. Метод базується на послідовному обробітку однієї наважки ґрунту різними розчинниками, кожен з яких илує певні фракції мінеральних фосфатів ґрунту (Ca-P, Al-P, Fe-P та інші.), співвідношення ґрунт: розчин =1:50.

Реактиви та обладнання: 1% розчин NH_4Cl ; 0,5 % розчин NH_4F ; 0,1 % розчин NaOH ; 0,5% розчин H_2SO_4 ; 0,8 розчин H_3BO_3 ; насичений розчин NaCl ; активоване вугілля.

Центрифуга, АБУ, ФЕК, центрифужні пробірки на 50 мл, пробки, мірні колби на 50 мл, плоскодонні колби на 50-100 мл, піпетки градузовані, фільтрувальний папір(біла, синя смуга).

Хід роботи

1. Приготування витяжки 1% NH_4Cl . (рихло зв'язані фосфати). 0,5г ґрунту (просіяного через сито \varnothing 0,25 мм) переносять в центрифужні пробірки на 40-50 мл, приливають 25 мл 1% розчину NH_4Cl , закривають пробками, змішують 30 хв на ротаторі, центрифугують 10хв із швидкістю 2-3 тис. обертів.

2. Прозорий розчин зливають в плоскодонні колби на 50-100 мл, потім 10-20 мл розчину беруть в мірні колби на 50 мл для колориметричного визначення фосфору.

3. Приготування витяжки 0,5 % NH_4F . (фракція Al-P) До залишку ґрунту в центрифужні пробірки приливають 25 мл 0,5 % розчину NH_4F з рН 8,5. Пробірки закривають та змішують одну годину, а потім центрифугують. Прозорий центрифугат зливають в колби на 50 мл. Сюди ж для знебарвлення розчину додають активоване вугілля. Настояють 10 хв і фільтрують через щільний фільтр (біла, синя смуга) в поліетиленову або пропарафінену посудину.

4. Зберігати в скляній посуді фтор амонійну витяжку не рекомендується, так як NH_4F здатний вилугувати із скла кремнієву кислоту, яка може змінити результати аналізу. 5-20 мл витяжки відбирають вмірні колбочки на 50 мл, розводять водою до 30 мл і додають 10 мл 0,8 М розчину H_3BO_3 для зв'язування і онафтору в комплекс NH_4BF_4 .

5. Далі визначають фосфор за Труогом-Меєром. Шкала зразкових розчинів також готується з додаванням 0,5 % NH_4F та розчину H_3BO_3 . Для видалення решток розчину фторидної витяжки до залишку ґрунту в центрифужні пробірки доливають 25 мл насиченого розчину NaCl , перемішують 15хв, центрифугують і розчин виливають. Зразок ґрунту використовують для лужної витяжки.

6. Приготування витяжки 0,1% NaOH витяжки. (фракція Fe-P). До промитого залишку ґрунту приливають 25 мл 0,1% NaOH , змішують 2 години, настоюють 18-20 годин, центрифугують. Прозорий центрифугат зливають в плоскодонні колбочки, приливають сюди ж 10 крапель (~0,5 мл) концентрованої H_2SO_4 для коагуляції гумінової кислоти і активоване вугілля. Суміш перемішують, настоюють 10-20 хв та фільтрують через щільний

фільтр. 5-20 мл фільтрату беруть для визначення фосфору. Залишок ґрунту в пробірці промивають 25мл насиченого розчину NaCl, як в попередній витяжці.

7. Приготування витяжки 0,5% H₂SO₄ витяжки (фракція Са-Р). До промитого залишку ґрунту приливають 25 мл 0,5% розчину H₂SO₄, перемішують 1 годину, центрифугують і розчин зливають в плоскодонні колби. 5-20 мл прозорого центрифуга та відбирають в мірні колби, нейтралізують визначають фосфор колориметрично.

Розрахунок вмісту фосфору здійснюють за формулою

$$X = \frac{A * c * 100}{b * a}$$

де, X – кількість P₂O₅ на 100 г ґрунту,

A – кількість P₂O₅ закалібрувальним графіком, мг;

C – загальний об'єм витяжки, мл;

b– об'єм витяжки, взятий для аналізу, мл;

a – наважка ґрунту, г.

Лабораторна робота № 3

Тема. Визначення азоту аміаку, нітритів, нітратів і хлоридів

Приготування водної витяжки з ґрунту. Внаслідок біохімічних процесів самоочищення ґрунту органічні речовини, що потрапили в нього, поступово розкладаються, а потім перетворюються на мінеральні солі. Більша частина мінеральних солей, що утворюються у ґрунті під час мінералізації, розчиняється у воді, тому для визначення готують водну витяжку з ґрунту. Приготування водної витяжки залежить не лише від того, які речовини слід визначити, але й від ступеня здрібнювання ґрунту, температури, часу устоювання, співвідношення маси ґрунту й води.

Для визначення азоту аміаку, нітритів, нітратів і хлоридів, а також окисності водну витяжку готують у день проведення аналізів, змішуючи наважку ґрунту (50-100 г) з п'ятикратним об'ємом дистильованої води. Суміш збовтують 3-5 хв і фільтрують декілька разів через щільний фільтр. Якщо проведення аналізів переноситься на більш пізній строк, то приготувану витяжку консервують додаванням 0,2 г оксиду ртуті і зберігають у темному місці в закритому посуді.

Визначення окисності водної витяжки. Окисність ґрунту визначається кількістю кисню, витраченого на окислення органічних речовин водної витяжки зі 100 г ґрунту. Метод визначення окисності ґрунтується на здатності марганцевокислого калію виділяти у кислому середовищі в присутності органічних речовин атомарний кисень, що витрачається на їх окислення.

У колбу місткістю 250 мл наливають 10 мл водної витяжки, що відповідає 2 г ґрунту, доливають 90 мл дистильованої води. До отриманих 100 мл вихідного розчину додають піпеткою 5 мл 25% розчину сірчаної кислоти, із бюретки - 10 мл 0,01 н. розчину марганцевокислого калію. Рідину нагрівають і кип'ятять 10 хв (від часу закипання). Знявши колбу з вогню, в гарячий розчин доливають із бюретки 10 мл 0,01 н. розчину щавлевої кислоти. Знебарвлену рідину титрують марганцевокислим калієм до появи блідо-рожевого забарвлення. Підраховують об'єм розчину KMnO_4 , долитого в колбу до і після кип'ятіння (V_1).

Для визначення поправкового коефіцієнта в колбу з відтитрованою до блідо-рожевого кольору рідиною знову доливають 10 мл 0,01 н. щавлевої кислоти і титрують марганцевокислим калієм до появи такого ж забарвлення. Отримують об'єм 0,01 н. розчину KMnO_4 (мл), витрачений на титрування 10 мл 0,01 н. розчину щавлевої кислоти. Поправковий коефіцієнт K обчислюють за формулою

$$K = \frac{10}{V_2}$$

Виходячи з того, що 1 мл 0,01 н. розчину KMnO_4 виділяє 0,08 мг кисню, а 1 мл 0,01 н. розчину $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ потребує на окислення 0,08 мг кисню,

знаходять окисність у міліграмах кисню, який пішов на окислення органічних речовин, що містяться у 10 мл водної витяжки з 2 г ґрунту:

$$X = \frac{1}{V} (V_1 - V_2) K \cdot 0,08 \cdot 100,$$

де V_1 - загальний об'єм 0,01 н. розчину KMnO_4 , що пішов на окислення 100 мл вихідного розчину і на 10 мл 0,01 н. розчину $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, мл;

V_2 - об'єм 0,01 н. розчину KMnO_4 , витраченого на окислення 10 мл 0,01 н. розчину $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, мл;

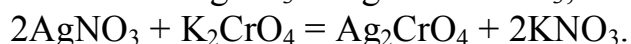
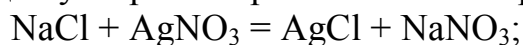
K - поправковий коефіцієнт 0,01 н. розчину KMnO_4 ;

0,08 - кількість кисню, який виділився з 0,01 н. розчину KMnO_4 при нагріванні, мг;

V - кількість аналізованого ґрунту (2г).

Отримане значення необхідно помножити на 50, щоб одержати окисність 100 г ґрунту.

Визначення хлоридів у водній витяжці. Хлористі солі у вигляді хлористого натрію у водній витяжці з ґрунту осаджуються титрованим розчином азотнокислого срібла в присутності індикатора хромовокислого калію, який після осадження сріблом усіх хлоридів вступає в реакцію з азотнокислим сріблом, змінюючи забарвлення із зеленкувато-жовтого на цеглясто-червоне внаслідок утворення хромовокислого срібла:



За кількістю витраченого на осадження хлористих солей азотнокислого срібла обчислюють вміст хлоридів у водній витяжці.

У колбу місткістю 200 мл наливають 50 мл водної витяжки з ґрунту, додають 10 крапель хромовокислого калію і титрують розчином азотнокислого срібла до появи цеглясто-червоного забарвлення. Оскільки в 50 мл водної витяжки містяться хлориди із 10 г ґрунту, то для визначення кількості хлоридів у 100 г ґрунту кількість азотнокислого срібла, витрачену на титрування водної витяжки з 10 г ґрунту, множать на 10.

Визначення аміаку у водній витяжці ґрунту. Принцип визначення азоту аміачних сполук ґрунтується на їх здатності утворювати забарвлені сполуки з реактивом Несслера, який являє собою подвійну сіль йодистої ртуті та йодистого калію, розчинених у їдкому калі. Цей реактив із аміаком дає жовте забарвлення внаслідок утворення йодистого меркурамонію за реакцією



Для якісного визначення аміаку у пробірку наливають 5 мл досліджуваної водної витяжки, додають 5-6 крапель реактиву Несслера, збовтують, залишають на 5 хв і, розглядаючи вміст пробірки зверху вниз на білому тлі, спостерігають появу жовтого забарвлення. Відсутність забарвлення свідчить про відсутність аміаку.

Для визначення вмісту аміаку в ґрунті в один циліндр Геннера наливають 100 мл досліджуваної водної витяжки, а в інший — 1 мл розчину

хлористого амонію, який містить 0,01 мг аміачного азоту, а потім — 100 мл безаміачної дистильованої води. Вміст останнього циліндра ретельно перемішують скляною паличкою. Після цього в обидва циліндри додають по 2 мл 50% розчину сегнетової солі, потім — по 2 мл реактиву Несслера. Вміст обидвох циліндрів перемішують і через 10 хв розглядають зверху вниз на білому тлі. Якщо в одному з них забарвлення інтенсивніше, обережно відливаючи частину вмісту, досягають однакового забарвлення в обидвох циліндрах.

Вміст азоту амонійних солей (мг/л) в досліджуваній водній витяжці з ґрунту визначають за формулою

$$X = \frac{aV_2h_2 \cdot 1000}{V_1h_1}$$

де a - вміст азоту в розчині хлористого амонію, мг/мл;

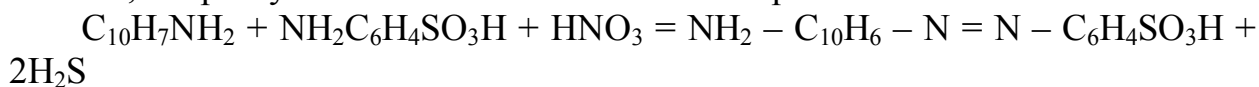
V_1 - об'єм водної витяжки, взятої для визначення, мл (100 мл);

V_2 - об'єм розчину хлористого амонію, взятого для приготування еталонного розчину, мл;

h_1 , - висота стовпчика рідини у циліндрі з досліджуваною пробою, см;

h_2 - висота стовпчика рідини в циліндрі з еталонним розчином, см.

Визначення солей азотистої кислоти (нітритів). Якісну пробу та кількісне визначення здійснюють за допомогою реактиву Грісса, який утворює з азотистою кислотою сполуку рожевого кольору. Реактив Грісса складається з нафтиламіну і сульфанілової кислоти, розчинених в оцтовій кислоті, які реагують із азотистою кислотою за рівнянням



Для якісного визначення нітритів до 10 мл досліджуваної витяжки додають 5-6 крапель реактиву Грісса, добре перемішують і залишають на 5-7 хв. Поява рожевого забарвлення свідчить про наявність нітритів, при відсутності останніх колір вмісту, пробірки не змінюється.

Для кількісного визначення нітритів в одну колбу наливають 100 мл водної витяжки, в іншу - 1-10 мл (залежно від кількості нітритів) стандартного розчину азотистого натрію, що містить в 1 мл 0,01 мг азоту, і до 100 мл додають дистильованої води. В обидві колби доливають по 5 мл реактиву Грісса і обережно нагрівають на водяній бані при температурі 50-60°C упродовж 10 хв. Вміст колб переносять у циліндри Геннера і здійснюють колориметрування, відливаючи частину вмісту з одного циліндра, в якому забарвлення інтенсивніше, до однакового забарвлення в обидвох циліндрах. Вміст азоту нітритів у досліджуваній пробі (мг / л) визначають за формулою

$$X = \frac{aV_2h_2 \cdot 1000}{V_1h_1},$$

де a - вміст азоту нітритів у розчині, взятому для приготування еталонного розчину мг/мл;

h_1 - висота стовпчика рідини в циліндрі з досліджуваною пробою, см;

h_2 - висота рідини в циліндрі з еталонним розчином, см;

V_1 - об'єм водної витяжки, мл;

V_2 - об'єм розчину, взятого для приготування еталонного розчину, мл.

Визначення солей азотної кислоти (нітратів). Наявність у водній витяжці з ґрунту азотнокислих сполук свідчить про те, що азотововмісні речовини повністю мінералізувалися.

Для якісного визначення нітратів у пробірку наливають 1 мл водної витяжки, додають кристалик бруцину й 2 мл концентрованої сірчаної кислоти. Якщо у водній витяжці присутній азот нітратів, з'являється рожеве забарвлення, яке згодом перетворюється на жовте.

При кількісному визначенні азоту нітратів у водній витяжці з ґрунту в порцелянову чашку наливають 100 мл витяжки і випарюють насухо на водяній бані. Дають чашці охолонути, а потім додають 1 мл дифенолсульфокислоти й ретельно розтирають з осадом. Через 10 хв у чашку додають 10 мл дистильованої води і 3 мл їдкового калію. При наявності нітратів утворюється жовте забарвлення, яке порівнюють у циліндрах Геннера із забарвленням розчину нітрату калію. Для цього вміст порцелянної чашки переносять у циліндр Геннера й доводять дистильованою водою до 100 мл.

Вміст азоту нітратів у досліджуваній витяжці (мг/л) знаходять за формулою

$$X = \frac{aV_2h_2 \cdot 1000}{V_1h_1},$$

де a - вміст азоту нітратів у розчині азотнокислого калію, мг/мл;

h_1 - висота стовпчика рідини в циліндрі Геннера з водною витяжкою, см;

h_2 - висота стовпчика рідини в циліндрі Геннера з еталонним розчином нітрату калію, см;

V_1 - об'єм досліджуваної витяжки, мл;

V_2 - об'єм розчину азотнокислого калію, взятого для приготування еталонного розчину, мл.

За даними Фодора, в 100 г незабрудненого ґрунту міститься 6,8 мг загального азоту, 5,7 мг аміаку та 12,6 мг азотної кислоти.

Лабораторна № 4

Тема. Визначення вмісту обмінного калію в ґрунтах

1. Суть методу полягає в тому, що обмінний калій з ґрунту витісняють карбонатом амонію в розчин у співвідношенні 1:20. Вміст калію у витяжці визначають за допомогою полуменевого фотометра.

Реактиви і обладнання:

Вихідний зразковий розчин (0,792 г KCl, зваженого з похибкою не більш як 0,001 г, розчиняють у 0,2% розчині $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ і доводять об'єм у мірній колбі до 1 л. У 1 мл розчину міститься 0,5 мг K_2O , 0,2 % розчин карбонату амонію, полуменевий фотометр, мірна колба на 500 мл – 12, мірний циліндр на 250 мл - 1.

Хід роботи

20 г ґрунту вміщують у колбу місткістю 500 мл, приливають 200 мл 0,2% розчину $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, збовтують 5 хв і залишають стояти 1 год. Суспензію фільтрують крізь складчастий фільтр. Після закінчення фільтрування фільтр з ґрунтом переносять у колбу і знову заливають 200 мл 0,2% розчином $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Збовтують 5 хв і через 1 год фільтрують. Обидві витяжки змішують. Вміст калію визначають за допомогою полуменевого фотометра. Калібрування полуменевого фотометра проводять за шкалою зразкових розчинів. Для приготування шкали беруть 10 мірних колб на 500 мл і доливають певну кількість вихідного розчину KCl:

Таблиця 1

Шкала зразкових розчинів

Номер зразкового розчину	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм вихідного розчину KCl, мл	0	0,5	1	2	3	5	10	20	30	40
Вміст калію, що відповідає мг K_2O на 1000 г ґрунту	0	10	20	40	60	100	200	400	600	800

Таблиця 2

Забезпеченість рослин обмінним калієм, мг на 1000 г ґрунту
(за методом Протасова)

Забезпеченість рослин	Зернові культури	Коренеплоди	Овочеві культури
Дуже низька	< 100	< 200	< 300
Низька	< 200	< 300	< 400
Середня	200 – 300	300 – 400	300 – 500

Висока	> 300	> 400	> 500
--------	-------	-------	-------

Об'єм зразкових розчинів доводять до 500 мл 0,2% розчином $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Встановлюють полуменевий фотометр на нуль за допомогою зразкового розчину № 1. Після проведення калібрування полуменевого фотометра, проводять визначення вмісту обмінного калію у досліджуваному розчині. Знаючи вміст обмінного калію в карбонатних ґрунтах, визначають забезпеченість рослин калієм (Табл. 2).

2. Визначення водорозчинної форми калію

Водорозчинний калій у ґрунті визначають для кількісної характеристики вмісту калію в ґрунтовому розчині. Це калій, який входить до складу простих солей (хлоридів, сульфатів, нітратів тощо), що знаходяться в розчині в умовах природної вологості, і складних (силікатів та алюмосилікатів), що переходять у витяжку при широкому співвідношенні ґрунт : вода.

Для незасолених ґрунтів водна витяжка у певні мірі відображає вміст калію в ґрунтовому розчині. Для засолених ґрунтів вона використовується для встановлення ступеня і характеру засолення ґрунту. Вміст водорозчинного калію в незасолених ґрунтах здебільшого менше 10 мг на 1 кг ґрунту. Він не характеризує родючості ґрунту за вмістом калію. Ця витяжка широко використовується при дослідженні форм калію, ступеня окультурення та удобрення культур.

Суть методу. Водорозчинний калій вилучають з ґрунту дистильованою водою в розчин у співвідношенні 1:5.

Реактиви і обладнання. Вихідний зразковий розчин (0,792 г KCl , зваженого з похибкою не більш як 0,001 г, розчиняють у дистильованій воді і доводять об'єм у мірній колбі до 1 л. У 1 мл розчину міститься 0,5 мг K_2O), дистильована вода, полуменевий фотометр, ротатор, мірна колба на 500 мл – 10, мірна колба на 200-250 мл - 1, мірний циліндр на 50 мл.

Хід роботи

10 г ґрунту вміщують у колбу місткістю 200 - 250 мл, приливають попередньо прокип'яченої дистильованої води, збовтують на ротаторі протягом 3 хв і фільтрують.

Таблиця 1

Шкала зразкових розчинів

Номер зразкового розчину	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм вихідного розчину KCl , мл	0	0,5	1	2	3	5	10	20	30	40
Вміст калію, що відповідає мг K_2O на	0	10	20	40	60	100	200	400	600	800

1000 г ґрунту										
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Визначення вмісту калію у фільтраті проводять на полуменовому фотометрі. Калібрування полуменового фотометра проводять за шкалою зразкових розчинів. Для приготування шкали беруть 10 мірних колб на 500 мл і доливають певну кількість вихідного розчину КСІ.

Об'єм зразкових розчинів доводять до 500 мл дистильованою водою. Встановлюють полуменовий фотометр на нуль за допомогою зразкового розчину №1. Після проведення калібрування полуменового фотометра, проводять визначення вмісту водорозчинного калію у досліджуваному розчині.

Питання для самоконтролю

1. Як вилучають обмінний калій з ґрунту ?
2. Принцип роботи полуменового фотометра.
3. Принцип побудови калібрувального графіка при визначенні обмінного калію.

Лабораторна робота № 5

Тема. Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті

Мета роботи – ознайомитися з основними типами хімічних реакцій, навчитися записувати окисно–відновні реакції, удосконалити практичні навички титрування і проведення фотометричного аналізу, закріпити знання основних хімічних законів, навчитися визначати вміст органічної речовини в ґрунтах різних типів і зробити припущення щодо їх родючості.

Основні теоретичні відомості. Метод визначення органічної речовини в ґрунті базується на її окисленні розчином двохромовоокислого калію в сірчаній кислоті з наступним визначенням кількості тривалентного хрому, еквівалентної вмісту органічної речовини, на фотоелектроколориметрі.

Обладнання та реактиви. Аналітичні ваги. Фотоелектроколориметр. Баня водяна. Прилад для фільтрування. Пробірки скляні термостійкі місткістю 50 мл. Штатив для пробірок. Палички скляні. Пристрій для барбатації (гумова груша зі скляною трубкою). Колби мірні місткістю 1 л. Циліндр мірний місткістю 50 мл. Піпетки мірні. Бюретки. Кружка фарфорова. Колби конічні місткістю 100 мл. Сульфат амоній – заліза (II) (сіль Мора) або сульфат заліза (II) 7-водний. Калію гідроксид. Калій двохромовоокислий. Калій марганцевоокислий стандарт-титр $c=0,1$ моль/л. Натрій сірчаноокислий. Кислота сірчана концентрована та концентрації $c=1$ моль/л. Вода дистильована.

Порядок виконання роботи

Приготування робочих розчинів

1. Приготування хромової суміші. 40 г дрібно розмеленого двохромовоокислого калію переносять у мірну колбу місткістю 1 л, розчиняють у воді, доводять об'єм до мітки і переливають у фарфорову кружку. До приготовленого розчину порціями з інтервалом 10-15 хв додають 1 л концентрованої сірчаної кислоти.

2. Приготування розчину відновника концентрації 0,1 моль/л. 40 г солі Мора або 27,8 г 7-водного сірчаноокислого заліза розчиняють у 700 мл 0,1% сірчаної кислоти, фільтрують у мірну колбу 25 місткістю 1 л і доводять водою до мітки. Концентрацію розчину перевіряють титруванням 0,1% розчином перманганату калію.

3. Приготування лужного розчину сірчаноокислого натрію. 40 г безводного або 80 г 7-водного сірчаноокислого натрію розчиняють у 700 мл води. 10 г гідроксиду калію розчиняють у 300 мл води. Розчини змішують.

Проведення аналізу

У штатив поміщають 10 скляних термостійких пробірок. Зразок ґрунту, масою приблизно 500 мг, зважують на аналітичних вагах і переносять у першу пробірку. В усі пробірки наливають по 10 мл хромової суміші.

Пробірки нагрівають у киплячій водяній бані протягом 1 год. Пробу ґрунту в пробірці час від часу перемішують скляною паличкою. Після охолодження в пробірку з пробою ґрунту доливають 40 мл дистильованої води, а в інші дев'ять пробірок, які використовуються для побудови калібрувального графіка, додають реактиви в кількостях, наведених у табл. 1. Розчини в усіх пробірках ретельно перемішують барбатацією повітря.

Таблиця 1

Приготування розчинів порівняння з відомою масою гумусу

Об'єм дистильованої води, мл	Номер розчину порівняння								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм розчину відновника, мл									
Об'єм дистильованої води, мл	40	38	36	32	30	25	20	15	10
Об'єм розчину відновника, мл	0	2	4	8	10	15	20	25	30
Маса гумусу, що відповідає об'єму відновника в розчині порівняння, мг	0	1,03	2,07	4,14	5,17	7,76	10,3	12,9	15,5

На фотоелектроколориметрі проводять визначення оптичної густини розчинів у кюветі з товщиною шару рідини 1-2 см при довжині хвилі 590 нм або з використанням оранжево – рожевого світлофільтра. Розчину №1, наведений у табл.1 (який знаходиться в другій пробірці), використовується як розчин порівняння. Інші розчини слугують для побудови калібрувального графіка, де на осі абсцис відкладають масу органічної речовини (в мг), яка відповідає об'єму відновника в розчині порівняння, а по осі ординат – відповідні покази приладу.

Обережно, щоб не скаламутити розчин, відбирають з першої пробірки рідину для аналізу. На фотоелектроколориметрі визначають її оптичну густину. Використовуючи калібрувальний графік, за оптичною густиною визначають масу органічної речовини (у мг), що міститься в пробі ґрунту.

Оформлення результатів експерименту

Масову частку органічної речовини X (у відсотках) розраховують за рівнянням:

$$X = (m/m_1) 100,$$

де m – маса органічної речовини в пробі, що аналізується, визначена за

калібрувальним графіком, мг;
 m_1 – маса зразка проби, мг.

Контрольні питання

1. Які реакції називаються окисно - відновними?
2. Яким чином розставляються коефіцієнти в окисно-відновних реакціях.
3. Як визначається концентрація розчину за його оптичною густиною?
4. Яка складова частина ґрунту є основою його родючості?
5. Які основні типи органічних добрив застосовуються для поліпшення родючості ґрунтів?
6. Назвіть основні природоохоронні заходи при приготуванні і внесенні органічних добрив.

Лабораторна робота № 6

Тема. Визначення ступеня забезпеченості рослин азотом, фосфором і калієм (тканинна діагностика)

Значення аналізу. Використання експрес методу хімічної діагностики живлення рослин В. В. Церлінг (за аналізом соку або зрізів рослин на вміст неорганічних сполук елементів живлення) дозволяє оперативно оцінити рівень забезпеченості сільськогосподарських культур поживними речовинами і прийняти необхідні заходи для виправлення їх недоліків. Важливе практичне значення методи тканинної діагностики мають при підживленні озимих культур, в плодівництві, овочівництві, особливо в закритому ґрунті, де можливе коректування живлення культур протягом вегетації шляхом проведення підживлення відповідними видами добрив.

Визначення вмісту в соці або на зрізах 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 осад. Одержане забарвлення порівнюється з наявною кольоровою шкалою, в вміст мінеральних сполук азоту, фосфору і калію оцінюється за системою балів або виражається у відсотках на сиру масу рослин.

Аналіз проводять на зрізах любых 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 більш ніж дорослі, а такі сполуки як нітрати у фазі цвітіння майже зникають в тканинах добре забезпеченої рослини.

Хід роботи. Для проведення експрес-методу в польових умовах існують прилади ВАП-1, ВП-2, лабораторія агронома польова, комплект "Діагностика" та індикаторний папір "Індом". До приладів входять набір скляни деталей, інструменти, хімреактиви, шкали кольорових стандартів для визначення поживних речовин та інше.

Всі визначення проводять на грубих лозових зрізах 0,5 – 1,0 см (краще поперечних) рослин, які для аналізу кладуть на предметне скло, а при визначенні фосфатів і калію на шматочок фільтрувального паперу, покладеного на скло.

Визначення азоту. На предметне скло кладуть з проміжками в 1 – 2 см

Таблиця 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-синє або темно-фіолетове, швидко настає, стійке	високий
----	---	---------

зрізи певної частини рослин. Потім на кожний наносять по одній краплі 1% -го розчину дифеніламіну і слідкують за появою синього забарвлення, порівнюють з кольоровою шкалою.

Визначення фосфору. Листки фільтрувального паперу нарізають розміром 2 см². У центрі паперу наносять краплю розчину молібденово-кислого амонію. Потім накладають один зріз рослини і роздавлюють скляною паличкою. Зріз зсувають трохи в бік від утвореної плями соку. Після цього на плями соку і окремо на тканину зрізу послідовно наносять по одній краплі розчину бензидину і оцтовокислого натрію.

Таблиця 2

Шкала потреби рослин в фосфорних добривах

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст фосфатів
1.	Сіро-блакитне, пучки темні	низький
2.	Світло-синє, пучки сині	середній
3.	Темно-синє, судинні пучки синьо-чорні	високий

При наявності фосфатів в рослині на папері з'являється синє забарвлення. Інтенсивність забарвлення порівнюють з показниками шкали для визначення фосфатів.

Визначення калію: в середину фільтрувального паперу розміром біля 2 см² кладуть зріз рослин, потім притискають скляною паличкою і перемішують зріз в бік від плями витисненого соку.

Таблиця 3

Шкала потреби рослин в калію

Бал	Візуальні ознаки забарвлення зрізу	Вміст калію
1.	Блідо-рожеве	низький
2.	Жовте	середній
3.	Жовто-оранжеве	високий

На пляму та зріз послідовно наносять по одній краплі 5% -го розчину кобальт нітрату натрію (дають можливість утворитися осаду), через одну хвилину – 1 – 2 краплі соляної кислоти і перемішують вміст скляною лопаточкою. Через 3-5 хв., порівнюють інтенсивність забарвлення з кольоровою шкалою для визначення калію.

Лабораторна робота № 7

Тема. Визначення вмісту азоту і сирого протеїну у рослинницькій продукції

Аналіз рослин. Сільськогосподарські культури засвоюють з ґрунту поживні речовини, кількість яких залежить від біологічних особливостей цих культур, живлення, технології вирощування, ґрунтово-кліматичних умов тощо.

При визначенні доз добрив то строків їх внесення важливо встановити споживання поживних речовин щодо фаз росту та розвитку рослин.

Для оцінки якості одержаної продукції необхідно знати хімічний склад і кількість елементів в кінцевому врожаї. Вміст поживних речовин, засвоєних рослинами, і накопичення їх на створення врожаю встановлюється шляхом визначення елементів живлення в рослинах за допомогою хімічного аналізу.

Велике значення набувають показники якості продукції, які характеризуються наявністю в ній речовин, шкідливих для здоров'я людей і тварин (нітрати, свинець, ртуть, миш'як, радіоактивні елементи тощо).

В процесі лабораторних занять студенти повинні освоїти методики аналізу рослин, використати одержані результати при розрахунках виносу поживних речовин, встановленні доз добрив під сільськогосподарські культури, доз добрив в підживлення за даними тканинної діагностики, оцінці якості одержаної продукції.

Відбір проб рослин і підготовка їх до аналізу

Для проведення аналізу рослин відбирають середню пробу, яка повинна характеризувати досліджуваний оберт. Відбір середньої проби – операція не тільки відповідальна і важлива, але й досить важка. Відбір проб залежить від об'єкту дослідження і завдання, яке ставиться. Тому прийоми відбору і складання середньої проби при оцінці хімічного складу рослин і якості продукції різні. Проби рослин можуть відбиратись, починаючи як від початкових фаз розвитку рослин (кущіння, вихід у трубку, бутонізація), так і під час збирання врожаю і його зберігання. Спочатку відбирається попередній зразок, з якого одержують середню і аналітичну пробу. Проба рослин може складатись з листків, черешків і стебел, зерна, бульб, коренеплодів, качанів, соломи та ін.

Нижче наведені прийоми відбору середньої і аналітичної проби для окремих культур.

Зерно, корма. Середню пробу зерна, кормів, борошна відбирають у вигляді окремих проб за допомогою щупів, пневматичних пробовідбірників з різних місць кучі, мішків, вагонів. Проби змішують і одержують середній зразок, маса якого 1 – 2 кг на кожні 10 – 20 т. З середнього зразка відбирають аналітичний масою 0,2 - 0,5 кг.

Сіно, солома. При відборі середньої проби сіно з листочками, суцвіттями, дрібними стеблами, беруть в ручну з різних місць скирти і при різній глибині. Середня проба повинна бути не менше 2 – 5 кг на кожні 5 – 10 т. Відібрані сіно і солому ріжуть на солеморізці або ножицями. Довжина різки 1 – 3 см. Одержану різку розкладають тонким шаром і відбирають для аналізу аналітичну (лабораторну) пробу масою 0,2 - 0,5 кг.

Бульби і коренеплоди. Із загальної маси (партия11) 5 – 10 т в 10 – 20 місцях відбирають підряд 50 бульб або коренеплодів. Їх сортирують на фракції (крупні, середні, дрібні/, знаходять долю кожної в загальній масі і складають аналітичну пробу 1 – 2 кг. Якщо бульби чи коренеплоди крупні, їх ріжуть, беруть для аналізу 1/2; 1/4 ; 1/8;.Пробу подрібнюють, сушать і розмелюють.

Залежно від вимог досліджень рослинний матеріал може аналізуватись у свіжому стані, повітряно-сухому, у законсервованому у свіжому стані рослини аналізують тоді, коли необхідно визначити речовини, вміст яких швидко змінюється /цукри, форми сполук азоту, ферменти та інші.

До повітряно-сухого стану висушують рослинний матеріал, у якому потрібно визначити сполуки, що мало змінюються / зола, клітковина, жир та інші /. Для цього в об'єднаній пробі виділяють середню пробу сіна, соломи, силосу, коренеплодів і бульб, маса яких після висушування не повинна бути менше 100 г. Проби висушують у сушильній шафі при температурі 60 – 65 °С до повітряно-сухого стану. Повітряно – суху пробу подрібнюють на млині і просівають через сито. Середні проби комбікормів, зерна, жмихів та інше розмелюють без попереднього сушіння.

Консервування матеріалу проводять шляхом обробки рослин водяною парою з наступним висушуванням чи спиртом. Підготовлені для аналізу проби зберігають у скляній або пластмасовій банці в сухому місці.

Визначення вмісту азоту і сирого протеїну

Хід роботи. Із колби № 1 беруть 1 – 2 мл підготовленої витяжки і переносять у мірну колбу на 100 мл, доливають 1 мл 25% -го розчину сегнетової солі і близько 50 мл дистильованої води, добре змішують, після чого розчин у колбі нейтралізують розчином 10% NaOH (приливають NaOH краплями, поки кинутий в колбу клаптик червоного лакмусу не стане синім), не допускаючи його надлишку. Далі добавляють 2 мл реактиву Неслера, збовтують, доводять об'єм у колбі до риски, ще раз перемішують і через 5 хв. колориметрують на фотоелектроколориметрі при синьому світлофільтрі (440 нм), розмір кювети 10 мл.

Паралельно для контролю беруть із колби №1 для холостого спалювання такий же об'єм розчину в іншу колбу на 100 мл і приливають такі ж реактиви, як в колбу з витяжкою.

Маючи показники приладу, за графіком знаходимо кількість NH_4 в мг на взяту кількість витяжки для колориметрування.

Щоб побудувати калібрувальний графік готують шкалу зразкових

розчинів з перекристалізованої і висушеної до постійної маси хімічно чистої солі NH_4Cl . Наважку 0,3820 г NH_4Cl розчиняють і 1 л без аміачної води (запасний розчин).

В 1 мл розчину міститься 0,1 мг азоту. Для одержання робочого розчину запасний розчин розбавляють в 10 раз, тобто 1 мл робочого розчину містить 0,01 мг азоту. Із робочого розчину готується серія еталонних стандартних розчинів. Для цього мірні колби на 100 мл нумерують і в кожен наливають із бюретки робочий розчин NH_4Cl .

У колбу додають воду, сегнетову сіль і реактив Неслера, колериметрують. Кількість розчину наводиться табл. 1.

Таблиця 1

Шкала зразкових розчинів на азот

Стандартний розчин	Номер колби									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм мл.	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
Вміст NH_4 , мг./100 мл.	0	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16

Вміст NH_4 в % (X) розраховують за формулою:

$$X = (a \cdot Y \cdot 100) / (U \cdot H) \cdot K$$

a – кількість NH_4 в 100 мл розчину, знайдене за графіком мг;

Y – об'єм вихідного розчину, мл;

100 – для перерахунку в% ;

U – об'єм вихідного розчину, взятого для колотрметрування;

h- наважка, в мг, яка відповідає взятому розчину (2)

k- коефіцієнт перерахунку на суху речовину. загальний

Таблиця 2

Коефіцієнти перерахунку азоту на “сирий” протеїн

Насіння	Вміст азоту в «сирому» протеїні, %	Коефіцієнт перерахунку на “сирий” протеїн
Пшениця, жито, ячмінь	17,60	5,7
Овес, горох, гречка, кукурудза, вика, боби	16,66	6,0
Льон, конопля, соняшник	18,20	5,5
Вегетативна маса, кормові культури, картопля	16,00	6,25

Результат, виражений в % N_4 , множимо на коефіцієнт 0,778 і одержуємо процентний вміст азоту в аналізуемій речовині. Для розрахунку “сирого”

протеїну, вміст азоту в % множимо на коефіцієнти, що наведені в табл. 2.

Лабораторна робота № 8

Тема. Визначення нітратів у рослинницькій продукції

Суть методу. Потенціометричний метод визначення нітратів у рослинницькій (овочевій) продукції базується на вилученні нітратів 1%-им розчином алюмокалієвих галунів з подальшим визначенням pNO_3 або ЕРС. Як екстрагент (компонент, за допомогою якого вилучають нітрати із овочевих культур) використовують розчин алюмокалієвих галунів, який має велику іонну силу. Потенціал іон селективного електроду в розчині алюмокалієвого галуну швидко відновлюється. Вміст нітратів визначають безпосередньо у розчинах або суспензіях. Із хрестоцвітних рослин (капуста, редька, редиска) їх екстрагують розчином алюмокалієвих галунів, перманганату калію і сірчаної кислоти.

Увага: іонселективні електроди непридатні для визначення вмісту нітратів, якщо вміст хлоридів у пробі перевищує у 50 разів.

Прилади і матеріали. Іономір (рН-метр), іонселективний нітратний електрод, електрод порівняння, 1%-ий розчин алюмокалієвого галуну, набір стандартних розчинів KNO_3 , екстрагент для хрестоцвітних овочевих культур (10 г алюмокалієвого галуну розчиняють у воді в мірній колбі на 1 л, додають 1 г $KMnO_4$ і 0,6 мл концентрованої H_2SO_4 , об'єм доводять водою до риски).

Хід роботи

1. Для виконання аналізу згідно з інструкцією готують до роботи іономір (рН-метр), іонселективний нітратний електрод та електрод порівняння.

2. Калібрування приладу для визначення вмісту нітратів проводять за допомогою зразкових 1×10^{-1} , 1×10^{-2} , 1×10^{-3} , 1×10^{-4} М розчинів KNO_3 з pNO_3 відповідно 1, 2, 3, 4.

3. Сиру наважку 12,5 г подрібнених овочевих культур (картопля, морква, буряк, томати, огірки) переносять у гомогенізатор, додають 25 мл 1%-го розчину алюмокалієвих галунів і гомогенізують 1 хв, а потім за допомогою скляної палички утворену масу перемішують протягом 5 хв. У суспензії або фільтраті визначають вміст нітратів. Після кожного визначення нітратів електроди споліскують дистильованою водою.

4. Отримавши на приладі показник pNO_3 , за допомогою таблиці визначаємо вміст нітратів (N- NO_3 , мг/кг) у рослинницькій продукції. Для визначення вмісту нітратів у хрестоцвітних рослинах 10 проб переносять у гомогенізатор, додають 50 мл екстрагенту, гомогенізують 2–3 хв або збовтують 3 хв, добавляючи 2–3 краплі 30%-го розчину H_2O_2 до знебарвлення перманганату.

Вміст нітратного азоту (в мг/кг) визначають за формулою:

$$X = 10^{-pNO_3} \times 14 \times V/m \times 10^3, (1)$$

де - pNO_3 від'ємний логарифм концентрації іонів NO_3^- ;

14 – атомна маса азоту, г;

10^3 – коефіцієнт перерахунку у міліграми;

V – об'єм екстрагенту, мл; m – маса наважки рослинного матеріалу, г.

Інтенсивне застосування незбалансованих за поживними речовинами мінеральних добрив, неправильне їх зберігання, недотримання норм витрат, строків внесення у ґрунт зумовлює накопичення надмірної кількості нітратів спочатку у ґрунті, а потім і в продуктах рослинного походження (табл. 3).

Таблиця 2

Вміст нітратів і нітритів у рослинних продуктах, мг/кг сирової продукції
(за Гончаровою М. Г., 1980).

Назва продукції	Нітрати	Нітриси
Чорна редька	700-2520	1,12
Морква	9-334	0,44
Буряки столові	40-3200	0,80
Капуста білокачанна	10-1900	0,25
Капуста цвітна	144-527	0,47
Картопля	5-220	0,32
Кабачки	8-240	-
Огірки	6-359	0,27
Томати	6,8-38,7	0,20
Салат	240-3600	-
Петрушка	2508	1,27
Томати парникові	53-237	-
Огірки парникові	110-656,2	0,45
Кавуни	10-300	-
Дині	35-201	-
Зерно пшениці	10,0	-
Полуниця	49,7	0,22
Яблуко	1,2-99,2	-

Токсична дія нітратів полягає у гіпоксії (кисневому голодуванні тканин), що розвивається внаслідок порушення транспортування кисню кров'ю, а також у пригніченні активності деяких ферментативних систем, які беруть участь у процесах тканинного дихання. Допустима добова доза нітратів – основний гігієнічний показник, що використовують для обґрунтування регламентів допустимого вмісту нітратів у харчових продуктах.

Для перевірки відповідності розроблюваних показників допустимого вмісту нітратів в окремих продуктах гігієнічним вимогам

проводять розрахунок за такою формулою:

$$ДДД = \sum \frac{D_k N_s K_{ГП} K_{ічі}}{K_{бе}} \quad (2)$$

де ДДД – допустима добова доза нітратів в мг;
 Дкі – допустима концентрація нітратів для харчових продуктів, включаючи питну воду в мг/кг чи мл/л;
 Ni – середньодушове споживання за добу в кг/л;
 КГП – коефіцієнт зміни концентрації нітратів у готовому для споживання продукті (у відносних одиницях);
 K_{ічі} – коефіцієнт істинної частини продуктів (у відносних одиницях);
 K_{бе} – коефіцієнт біологічної еквівалентності (відносної токсичності) нітратів ”їжа-вода”.

Таблиця 4

Розрахункове середньодобове надходження нітратів з овочевою продукцією

Продукт	Спож. за добу, г	Коеф. істинної частини	Спожив. істинної частини	Допустимий вміст нітратів, мг/кг	Фактичний вміст нітратів, мг/кг	Коеф. втрат, кулінар на обробка	Надход. нітратів
Картопля	256	0,72	184	250	46	0,5	23
Морква	44	0,8	35,2	325	11,4	0,7	8
Капуста	75	0,8	60	700	42	0,7	29,4
Цибуля ріпчаста	69	0,84	58	80	4,6	0,7	3,2
Буряки столові	35	0,8	28	1400	39,2	0,7	27,4
Томати	37	0,95	35,1	225	7,9	0,9	7,1
Цибуля	14	0,8	11,2	700	7,8	0,9	7,1
Огірки	20	0,93	18,6	275	5,1	0,9	4,6
Баштан	61	0,62	37,8	75	2,8	1,0	2,8
Фрукти	120	0,9	108	60	6,5	1,0	6,5

Визначення рівня захисних можливостей ґрунту від забруднення нітратами.

Завдяки лабораторним дослідженням динаміки вмісту нітратів у різних типах ґрунтів дало змогу визначити їх потенційну здатність до самоочищення. Основними факторами, що впливають на вміст нітратів, є фізико-хімічні процеси у ґрунті та біологічна активність ґрунтової мікрофлори. Різні типи ґрунтів характеризуються неоднаковими темпами зменшення вмісту нітратів і залишком у кінці дослідження.

Здатність ґрунтів до самоочищення

Доза N, кг/га	Коефіцієнт самоочищення, мг NO ₃ на 1 кг ґрунту			
	5 діб	10 діб	20 діб	60 діб
Дерново-підзолистий				
60	13,2	3,50	0,3	0
240	51,1	18,8	0,3	0
360	78,2	27,1	0,3	0
540	115	430	1,0	0
900	196	67,9	0,8	0
Темно-сірий опідзолений				
60	6,10	16,5	0,1	0,1
240	38,3	26,1	1,7	0,3
360	19,0	79,1	2,3	0,3
540	10,1	159	3,5	0,1
900	1,20	271	74,0	1,4
Чорнозем звичайний				
60	1,12	22,9	2,50	0,1
240	23,1	18,8	12,8	0,2
360	0,1	97,2	20,6	0,5
540	17,6	78,2	24,8	1,6
900	84,3	33,1	64,8	2,1
Темно-каштановий				
60	4,60	3,90	3,40	0
240	35,8	20,4	6,30	0
360	25,2	29,4	23,8	0,1
540	20,2	73,6	29,9	0,3
900	20,2	136	47,1	1,5

Для порівняння цих показників обчислюють коефіцієнт самоочищення ґрунтів за формулою, запропонованою К.Вуркманом (1972):

$$Z_c = \frac{S_m Q (C_o - C_k)}{gtg}, (3)$$

- де Z_c – здатність середовища до самоочищення;
 S_m – показник самоочищення;
 C_o, C_k – концентрації забруднювача відповідно на початку в кінці процесу очищення;
 t – тривалість процесу самоочищення;
 g – загальна маса середовища;
 Q – прибуток забруднювача

Лабораторна робота № 9

Тема. Розрахунок норм вапна та доз гіпсу для окультурення ґрунтів

Норми вапна встановлюють різними методами.

1. Для повнішого витіснення іонів H^+ ґрунтового вбирного комплексу норми вапна встановлюють за показниками гідролітичної кислотності за формулою:

$$D = Hg \cdot h \cdot \rho_{\text{щз}},$$

де D – норма вапна, т/га;

Hg – гідролітична кислотність, мг-екв/100г;

h – глибина шару ґрунту, який вапнується, м;

$\rho_{\text{щз}}$ – щільність зложення, г/см³.

Таблиця 1

Норми вапнякових добрив залежно від типу ґрунту

Норма вапна в дозах за гідролітичною кислотністю	Примітка
0,5	Дерново-слабопідзолитсий, глинисто-піщаний і піщаний ґрунт. У разі внесення підвищених норм органічних добрив і переважання в сівозміні стійких проти кислотності культур доза вапна може бути знижена до 0,33 за гідролітичною кислотністю, але не повинна перевищувати 2 т/га
0,5	Дерново-середньопідзолистий супіщаний і легкосуглинковий. Якщо в сівозміні на великих площах вирощують багаторічні бобові трави, пшеницю озиму і буряки цукрові, дозу вапна доцільно підвищувати до 0,75 за гідролітичною кислотністю. Для супіщаних ґрунтів вона не повинна перевищувати 3, а для суглинкових – 6 т/га.
1,0	Дерново-підзолистий глеєвий і глеюватий. Залежно від вмісту в ґрунтах органічної речовини і ступеня оглеєння доза вапняних добрив може бути знижена до 0,75 за гідролітичною кислотністю, але не повинна перевищувати для супіщаних 4, для піщаних – 5 т/га.
1,0	Сірий і ясно-сірий суглинковий. Якщо сівозміни насичені чутливими до надлишкової кислотності культурами (2 і більше полів буряків цукрових, ячменю, озимої і ярої пшениці, еспарцету, люцерни, гороху тощо), то за систематичного внесення підвищених норм кислих форм мінеральних добрив доза вапна у формі дефекату може бути підвищена до 1,5 раза (5-6 т $CaCO_3$ на 1 га).
1,0	Темно-сірий опідзолений, чорнозем опідзолений легко- і середньо суглинковий. Залежно від ступеня еродованості і вмісту органічної речовини доза вапна може бути збільшена до 0,75 дози за гідролітичною кислотністю
0,75	Чорнозем глибокий мало гумусний вилужений. За наявності посівів еспарцету і люцерни доза $CaCO_3$ може бути підвищена до 1 дози за гідролітичною кислотністю Вапно вносять лише у формі дефекату, кількість якого в перерахунку на $CaCO_3$ не повинна перевищувати 4 т/га.

2. Цифрові показники в міліграм-еквівалентах кислоти на 100 г ґрунту множать на коефіцієнт 1,5 оскільки 1 мг-екв іонів H^+ на 100 г ґрунту відповідає 1,5 т/га $CaCO_3$ ($H_2CO_3 = 1,5 H^+$). Наприклад, якщо гідролітична кислотність становить 4 мг.-екв./100 г ґрунту, то на 1 га треба внести ($4 \times 1,5$) 6 т вапна.

Для перерахунку інших вапнякових матеріалів на $CaCO_3$ використовують коефіцієнт перерахунку: для $MgCO_3$ – 1,2; MgO – 2,5; CaO – 1,79; $Ca(OH)_2$ – 1,35; Mg – 4,11; Ca – 2,5.

Розраховані за гідролітичною кислотністю повні норми вапна забезпечують зниження обмінної та гідролітичної кислотності до слабокислої реакції, усувають рухомі форми алюмінію, доводять до нешкідливого рівня рухомі форми мангану, значно підвищують вміст кальцію (часто і магнію) в ґрунті, поліпшують доступність основних елементів живлення для рослин.

До реакції ґрунту чутливі не лише вищі рослини, а й бактерії та гриби, що живуть у ґрунті. Гриби краще розвиваються в більш кислому середовищі ($pH = 3-6$), а бактерії – при реакції ґрунту, близькій до нейтральної або навіть слаболужної ($pH = 6,6-7,5$). При $pH < 5$ життєдіяльність мікроорганізмів, що зв'язують азот повітря, а також нітрифікаторів різко пригнічується. Тому на кислих ґрунтах фіксація атмосферного азоту відбувається дуже слабо. Процеси амоніфікації і нітрифікації відбуваються дуже повільно, внаслідок чого погіршу

Гіпсування ґрунтів. Засолені ґрунти поширені переважно в зонах Лісостепу та Степу. Сформувались вони в умовах сухого клімату та близького залягання підґрунтових вод. Високий уміст солей у ґрунтового розчині та ґрунтово-вбирному комплексі обумовили цілий ряд негативних властивостей цих ґрунтів. Ґрунти мають несприятливу агрономічну структуру, часто запливають від дощів, а у післясходовий період на їх поверхні утворюється ґрунтова кірка. Ґрунти малоприсадибні для сільськогосподарського використання без корінного їх поліпшення.

Загальна площа засолених ґрунтів та солонців на території України становить близько 6,6-7,2% від площі сільськогосподарських угідь.

Лужність ґрунтів. Розрізняють актуальну і потенційну лужність ґрунтів. Актуальна лужність - це лужність ґрунтового розчину, що виникає під впливом гідролітично лужних солей, наприклад соди або бікарбонату кальцію. Потенційна лужність виявляється у ґрунтах, що містять в ґрунтовому поглинаючому комплексі натрій. Вона характерна для солонцюватих і засолених ґрунтів і визначається реакцією з утворенням соди. Боротьба з лужністю проводиться гіпсуванням ґрунтів. Сірчанокислий натрій водорозчинний, легко вимивається. Введення в ґрунтий комплекс Ca^{2+} покращує властивості ґрунтів. Для зниження лужності солонців застосовують суперфосфат, сульфат амонію, гній.

Потреба ґрунтів у гіпсуванні виникає при насиченні ґрунтово-вбирного комплексу обмінним натрієм більш як на 3%. Такі ґрунти називають

солонцюватими і відносять до I-III класу придатності. Деякі культури, як наприклад, озима пшениця, сорго, еспарцет добре почуваться на солонцюватих ґрунтах (Табл. 3). Тому за умов дефіциту гіпсу вирощування цих культур можливе без проведення меліоративних заходів.

Хімічна меліорація передбачає внесення в орний шар ґрунту меліорантів (гіпсу). Цей прийом є основним заходом підвищення родючості солонцюватих та солончакуватих ґрунтів.

Таблиця 2

Градація ґрунтів за ступенем засолення натрієм та солестійкістю культур

Ступінь солонцюватості	Вміст обмінного Na ⁺ , %	Культури, які витримують різний ступінь засолення
Несолонцюватий	<3	Переважає більшість культур
Солонцюватий	3-10	Озима пшениця, сорго, еспарцет
Солонець малонатрієвий	10-25	Овес, жито, просо, люцерна, коострець безостий, суданська трава
Солонець середньонатрієвий	25-40	Ячмінь, цукрові та кормові буряки
Солонець багатонатрієвий	> 40	Гірчиця

Проведення хімічної меліорації сприяє насиченню ґрунтового комплексу іонами обмінного кальцію, витіснення іонів натрію у ґрунтовий розчин і поступовій його інфільтрації вниз ґрунтового профілю. Це призводить до поліпшення водно-фізичних властивостей орного шару ґрунту, покращення структури та будови ґрунтів.

Вважають, що у складі ріллі можна використовувати солонцеві ґрунти з вмістом обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі до 25%. Ґрунти з вмістом обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі 25-40% рекомендується використовувати під сіножаті і пасовища. Багатонатрієві солонці з вмістом обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі більше 40% рекомендується вилучати зі складу сільськогосподарських угідь і використовувати під заповідні та рекреаційні зони.

Проведенні хімічних меліоративних заходів є одним і обов'язковим агротехнічним прийомом при використанні солонцюватих ґрунтів та солонців усіх рівнів і типів засолення. Певні особливості існують при розрахунку дози меліоранту та прийомах і способах його внесення у ґрунт.

Для гіпсування ґрунтів застосовують в основному сиро-мелений гіпс (з

природних покладів), фосфогіпс - відходи виробництва добрив, відходи содової промисловості. Тривалість переходу солонців під дією гіпсу в культурну ґрунт, тобто меліоративний період, 8-10 років в незрошуваних умовах і 5-6 років при зрошенні. Середня прибавка врожаю зерна при внесенні гіпсу складає в чорноземній зоні (без зрошення) 3-6 ц/га, в зоні каштанових ґрунтів 2-7 ц/га. На зрошуваних землях ефективність гіпсування ґрунтів підвищується.

При меліорації солонців важливим є місце внесення гіпсу в сівозміні. Кращі умови переміщення і зволоження утворюються в чистих парах, тому значну частину гіпсу необхідно вносити при оранці пару. При відсутності чистих парів краще місце для застосування гіпсу – поле просапних культур (у Лісостепу - цукрові буряки, Степу – кукурудза), де його вносять восени під зяблеву оранку.

Для кращого переміщення гіпсу з ґрунтом його необхідно заорювати плугами без передплужників. Слід поєднувати гіпсування з внесенням у солонці гною, компосту, або заорюванням зеленої маси сидератів. При цьому максимально проявляється дія гіпсу.

Дози гіпсу (встановлюють за кількістю натрію в кореневмісному шарі ґрунту, який необхідно замінити кальцієм) від 3-4 до 10-15 т/га, найбільші - на содових солонцях. Гіпс вносять у 2 прийоми: перед оранкою і після неї під культивування. На солонцюватих ґрунтах, що містять меншу кількість натрію, ніж солонці, гіпс (3-4 ц/га) вносять у рядки разом з насінням. Гіпсування ґрунтів проводять у комплексі з агротехнічними заходами: глибока оранка (на 40-50 см) з перемішуванням солонцюватого шару (це дає можливість перемістити гіпс, що міститься в підорному шарі, в орний шар), зрошення, внесення органічних добрив, снігозатримання та затримання талих вод, посів багаторічних трав.

Дози гіпсу розраховують за вмістом обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі з корективами на тип засолення.

Дозу гіпсування для солонцюватих ґрунтів на низьконатрієвих солонців (<20% ємності поглинання) розраховують за формулою:

$$D = 0,086 \cdot h d \cdot Na,$$

де D- доза гіпсу для повного витіснення обмінного натрію, т/га;

h – глибина меліорованого шару, см;

d – об'ємна маса меліорованого шару ґрунту, г/см³.

Na – загальний вміст обмінного натрію, мг-екв./100 г ґрунту.

Для середньо- і багато натрієвих солонців (>20% від ємності поглинання):

$$D = 0,086 \cdot h d \cdot (Na - 0,1E),$$

де E – ємність поглинання, мг-екв на 100 г ґрунту;

0,1 – зниження коефіцієнта, який допускає збереження у ґрунтово-вбирному комплексі солонців до 10% обмінного натрію.

Для середньо- і багато натрієвих солонців при содовому типі засолення:

$$D = 0,086 \cdot hd[(Na - 0,1E) + (S - 1,0)],$$

де S – вміст $CO_3^{2-} + H_2CO_3^*$ у водній витяжці, мг-екв на 100 г ґрунту;
 $0,1$ – кількість $CO_3^{2-} + H_2CO_3^*$ у водній витяжці, які не шкідливі для рослин, мг-екв на 100 г ґрунту.

Враховуючи, що характер і ступінь засолення ґрунтів по природно-кліматичних зонах України досить різняться, проведення меліоративних заходів також має певну зональну специфіку.

Лабораторна робота № 10

Тема. Розрахунок доз добрив під запланований врожай с. –2. культур розрахунково-балансовим методом

Визначення оптимальних доз добрив - одне з найважливіших, питань агрохімії. Дози добрив залежать від біологічних особливостей культури, ґрунтового-кліматичних умов вирощування, економічних і організаційно-господарських умов.

Основним критерієм для визначення доз добрив є дані польових дослідів із добривами в різних ґрунтового-кліматичних умовах.

Узагальнюючи результати польових дослідів, наукові установи рекомендують дози добрив на запланований врожай і встановлюють їх залежно від рівня забезпечення ґрунту рухомими формами поживних речовин.

Науково-дослідні установи України рекомендують вводити поправковий коефіцієнт до доз добрив, виходячи з агрохімічних картограм забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

Середні дози добрив можуть бути встановлені за нормативами затрат добрив на одиницю продукції.

У такому разі використовують формулу:

$$D_{(N,P,K)} = V(p) \square H(p) \square K(p),$$

де D - доза добрив, кг/га діючої речовини,

$V(p)$ - запланований врожай,

$H(p)$ - нормативний розхід туків (мінеральних добрив),

$K(p)$ - поправковий коефіцієнт.

В Україні і за кордоном поширені балансові методи визначення доз добрив у системі *ґрунт - добриво - врожай* в яких використовують господарський винос елементів живлення плановим урожаєм. Витрати поживних речовин на формування одиниці основної продукції та відповідної кількості нетоварної частини врожаю за однакових або близьких умов - величина відносно постійна. Вона мало залежить від рівня врожаю і переважно визначається видовими та фізіологічними особливостями окремих культур.

Суть цих методів полягає в тому, що дози добрив розраховують на заплановану врожайність, беручи до уваги винос поживних речовин культурою, вміст рухомих поживних речовин у ґрунті, коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту, органічних і мінеральних добрив для однієї з прийнятих у господарстві сівозмін, або ланки сівозміни (табл.1).

Таблиця 1

Розрахунок доз добрив під запланований врожай у сівозміні

№	Показник	Культура			Культура			Культури		
		№			№			№		
		врожайність			врожайність			врожайність		
		ц/га			ц/га			ц/га		
		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.	Винос поживних речовин на 1 т основної продукції, кг									
2.	Винос поживних речовин на заплановану урожайність, кг/га									
3.	Вміст рухомих поживних речовин в орному шарі, мг/кг фунту									
4.	Запаси рухомих поживних речовин в орному шарі ґрунту, кг/га									
5.	Коефіцієнт використання поживних речовин рослинами з ґрунту, %									
6.	Кількість поживних речовин, які поглинаються рослинами з ґрунту, кг/га									
7.	Буде внесено з т/га органічних добрив, кг ИРК/га									
8.	Коефіцієнт використання поживних речовин з органічного добрива рослинами, %									
9.	Кількість поживних речовин, взятих рослинами з органічного добрива, кг/га									
10.	Потрібно внести з мінеральними добривами, кг на/га									
11.	Коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив, %									
12.	Буде внесено поживних речовин з мінеральними добривами з урахуванням коефіцієнта використання, кг/га									
13.	Форма мінерального добрива									
14.	Вміст діючої речовини в туках, %									
15.	Дози фізичних туків, ц/га									

Насамперед встановлюють винесення N, P₂O₅, K₂O запланованим врожаєм. Для цього використовують довідкові дані виносу поживних речовин різними культурами на 1 т основної та побічної продукції.

Користуючись агрохімічними картографами, або агрохімічними паспортами, встановлюють вміст N, P₂O₅, K₂O в ґрунті кожного поля сівозміни. Наявність поживних речовин в орному шарі ґрунту в картограмах подають у міліграмах на 1 кг ґрунту. Для перерахунку в кілограми на гектар вміст N, P₂O₅, K₂O треба помножити на коефіцієнт 3. У пункті 5 враховують коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту. Вважається, що з ґрунту культурами засвоюється азоту - 20 -25%, фосфору - 5 -10%, калію - 20 - 30%.

Враховуючи ці коефіцієнти, підраховують кількість поживних речовин, засвоєних із ґрунту (пункт 6). У пункті 7 вказують кількість поживних речовин, внесених з органічними добривами, виходячи з того, що в 1 т гною міститься 5 кг N, 2,5 кг P₂O₅ і 6 кг K₂O. Враховуємо коефіцієнти використання поживних речовин з органічних добрив (пункт 8) - N - 20 -25%, P₂O₅ % 30 - 40%, K₂O - 40 - 50% і в пункті 9 вказуємо кількість речовин, засвоєних з органіки.

У пункті 10 розраховуємо потребу N, P₂O₅, K₂O у вигляді мінеральних добрив у кілограмах на 1 га (пункт 2 - пункт 6 – пункт 9).

Взявши до уваги коефіцієнти використання поживних речовин з мінеральних добрив N - 50 - 60%, P₂O₅ - 20-25%, K₂O 40 - 50%), встановлюємо, скільки НРК вноситимуть з мінеральними добривами (пункт 12). Вказують форму мінерального добрива, вміст діючої речовини і дозу фізичних туків.

Наприклад. Плановий врожай картоплі - 25 т бульб з 1 га. За довідниками знаходимо, що 1 т основної та відповідна кількість побічної продукції картоплі виносять з ґрунту: N - 6 кг, P₂O₅- 2 кг, K₂O - 9 кг.

За планової врожайності винесення поживних речовин становитиме: азоту (25 x 6) = 150 кг (N); фосфору (25 x 2) = 50 кг (P₂O₅); калію (25 x 9) = 225 кг (K₂O).

Припустимо, за агрохімічними картографами в ґрунті міститься: N - 50 мг, P₂O₅ - 50 мг, K₂O - 100 мг на кг ґрунту, коефіцієнт перерахунку на вміст до глибини 30 см - (3), тоді в орному шарі буде:

N - 150 кг (50 x 3); P₂O₅ - 150 кг (50 x 3); K₂O - 300 кг (100 x 3).

Приймаємо такі коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту: N - 20%, P₂O₅ - 5%, K₂O - 20%. Таким чином, із ґрунту для створення врожаю буде використано:

$$N - 30 \text{ кг } \left(\frac{150 \times 20}{100} \right); \quad P_2O_5 - 7,5 \text{ кг } \left(\frac{150 \times 5}{100} \right); \quad K_2O - 60 \text{ кг } \left(\frac{300 \times 20}{100} \right);$$

Для одержання запланованого врожаю з добривами необхідно внести на 1 га:

$150 - 30 = 120$ кг азоту; $50 - 7,5 = 42,5$ кг фосфору; $225 - 60 = 165$ кг калію.

Під картоплю планується 40 т/га гною, з яким буде внесено 200 кг N, 100 кг P_2O_5 , 240 кг K_2O .

Рослини в перший рік використовують із гною N - 20%, P_2O_5 - 30%, K_2O - 50%, тобто з органічних добрив буде використано:

$$N - 40 \text{ кг} \left(\frac{200 \times 20}{100} \right); \quad P_2O_5 - 30 \text{ кг} \left(\frac{100 \times 30}{100} \right); \quad K_2O - 120 \text{ кг} \left(\frac{240 \times 50}{100} \right);$$

З мінеральними добривами на 1 га треба внести:
 $120 - 40 = 80$ кг N;

$$42,5 - 30 = 12,5 \text{ кг } P_2O_5;$$

$$165 - 120 = 45 \text{ кг } P_2O.$$

Враховуючи коефіцієнти використання поживних речовин з мінеральних добрив (N- 60%, P_2O_5 - 20%, K_2O - 50%), дози внесення становлять:

$$\frac{80 \times 100}{60} = 133 \text{ кг N}; \quad \frac{12,5 \times 100}{20} = 63 \text{ кг } P_2O_5; \quad \frac{45 \times 100}{50} = 90 \text{ кг } K_2O;$$

Якщо в господарстві є аміачна селітра (34% N), суперфосфат звичайний (20% P_2O_5) і хлористий калій (60% K_2O), то на 1 га необхідно: аміачної селітри ($133:34 = 3,9$ ц), суперфосфату ($63:20 = 3,1$ ц), хлористого калію ($90:60 = 1,5$ ц), загалом - 8,5 ц мінеральних добрив.

Таким чином, для одержання запланованого врожаю 25 т/га бульб картоплі необхідно внести 40 т гною і 8,5 ц мінеральних добрив на 1 га.

Лабораторна робота № 11

Тема. Визначення потреби в мінеральних добривах для польової сівозміни

Загальну потребу в добривах у сівозміні визначають на основі табл.1, тобто доз добрив під окремі культури, розрахованих балансовим методом.

Після того, як буде визначено дози органічних і мінеральних добрив під усі культури, обчислюють потребу в добривах для всієї сівозміни.

Таблиця 1

Розрахунок потреби в добривах у сівозміні

№	Культура	площа, га	Запланований врожай, ц/га	Доза добрив на 1 га			Потреба на всю площу посіву				
				Органічних, т	мінеральних, д.р., кг			Органічних, т	мінеральних, д.р., кг		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1											
2											
3											
	Всього										
Насиченість сівозміни добривами:											
органічними, т на 1 га сівозмінної площі											
мінеральними, поживних речовин, кг/га сівозмінної площі											
N											
P ₂ O ₅											
K ₂ O											
всього											

Встановлюють насиченість сівозміни добривами. Для цього всю кількість добрив необхідно поділити на площу сівозміни. Треба пам'ятати, що для бездефіцитного балансу гумусу на гектар ріллі повинно припадати 18 - 20 т органічних добрив за ротацію сівозміни.

У розрахунку внесення елементів живлення з мінеральними добривами беруть до уваги їх надходження з органічними добривами, відчуження з ґрунту з врожаєм та необхідність підвищення вмісту їх рухомих форм у ґрунті.

На завершення розрахунків подають висновок про прийняті дози добрив під окремі культури. Обґрунтовують потребу і забезпеченість добривами всієї сівозміни для одержання запланованого врожаю, подають висновки про насиченість сівозміни органічними і мінеральними добривами. Наприклад, для польової сівозміни на чорноземі опідзоленому Західного Лісостепу України можна запропонувати таку систему удобрення (Табл.2).

Таблиця 2

Орієнтовна сівозміна і система удобрення культур на чорноземі опідзоленому в Західному Лісостепу України

Чергування культур	Врожай ц/га	Гній т/га	Мінеральні добрива, кг/га						
			в основне удобрення		перед сівбою	у рядки при сівбі		підживлення (N)	
			P ₂ O ₅	K ₂ O		N	K ₂ O	1	2
Конюшина (сіно)	60								
Озима пшениця	55		30	70			10	60	60
Цукрові буряки	500	45	60	100	100		10		
Кукурудза на силос	450		30	80	100		10		
Горох (зернобобові)	30				20		10		
Озима пшениця	55		30	70			10	60	60
Цукрові буряки	450	45	60	120	100		10		
Ячмінь	45					20	10		
Всього		90	210	440	320	20	70	120	120

Провівши розрахунки потреби у мінеральних та органічних добривах під окремі сільськогосподарські культури сівозміни, вживають низку організаційних і господарських заходів з метою забезпечення добривами у відповідні періоди та своєчасного їх транспортування, підготовки і внесення, а також загортання у ґрунт, тобто складають календарний план внесення добрив (Табл. 3).

Календарний план внесення добрив

Орієнтовні терміни внесення	Культура	Спосіб внесення	Потрібно внести добрив на всю площу у таких формах, ц/га				
Всього за весняний період							
Всього за літній період							
Всього за осінній період							
Всього за рік							

Складання плану починають з обґрунтування строків, способів внесення, доз і форм добрив у сівозміні. Тому треба добре вивчити технологію вирощування культур відповідно до їх біологічних особливостей і ґрунтово-кліматичних умов. На основі технологій вирощування сільськогосподарських культур і розрахованих норм добрив під запланований врожай визначають місце, терміни і дози внесення органічних добрив у сівозміні. Органічні добрива застосовують під просапні і в деяких випадках під зернові культури. Форми мінеральних добрив підбирають стосовно біологічних особливостей культур і хімічних властивостей ґрунту.

За наявності кислих ґрунтів вносять фізіологічно лужні добрива, лужних - фізіологічно кислі тощо. Враховують також властивості добрив і наявність у них домішок. Наприклад, під картоплю краще вносити сульфатні форми калійних добрив, ніж хлоридні тощо.

У календарному плані також вказують орієнтовні терміни внесення добрив під кожен культуру (місяць і декаду), способи внесення (основне, до посіву, під час посіву, підживлення тощо), а також форми добрив (N(a a.); N(a); P(c r.); P(ф); K(x); K(к)).

Лабораторна робота № 12

Тема. Розрахунок агрономічної ефективності застосування добрив

Розроблена система застосування добрив повинна забезпечити підвищення потенційної та ефективної родючості ґрунту кожного поля сівозміни і створити умови для підвищення продуктивності сівозміни загалом. Правильність розробленої системи удобрення перевіряють визначенням балансу поживних речовин та гумусу.

Для визначення виносу поживних речовин врожаєм сільськогосподарських культур в середньому з 1 га сівозміни, необхідно розрахований рівень виносу поживних речовин запланованим врожаєм кожної культури підсумувати за окремими елементами живлення (Табл. 1).

Таблиця 1

Винос поживних речовин з врожаєм сільськогосподарських культур у сівозміні

№	Культура	Запланований врожай	Винос поживних речовин, кг					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			на 1 т основної продукції з урахуванням побічної			з 1 га		
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
Разом								
У середньому, кг/га								

Для визначення балансу поживних речовин у сівозміні, крім виносу з врожаєм усіх сільськогосподарських культур, необхідно встановити надходження N, P₂O₅, K₂O з органічними і мінеральними добривами.

Надходження поживних речовин з органічними добривами обчислюють множенням показника насиченості сівозміни органічними добривами (т/га) на вміст N, P₂O₅, K₂O (кг), що міститься в органічному добриві. У зв'язку з тим, що різні органічні добрива містять неоднакову кількість поживних речовин, доцільно користуватись довідковою літературою. Для розрахунків приймають, що 1 т гною підстилкового середньорозкладеного містить 5 кг N, 2,5 кг P₂O₅ та 6 кг K₂O.

Якщо використовують торфокомпоста, то визначають їх хімічний склад з урахуванням співвідношення гною хімічного складу торфу та інших компонентів, що компосту.

Надходження поживних речовин (кг/га) з мінеральними добривами визначають за насиченістю сівозміни N, P₂O₅, K₂O.

Різниця між показниками виносу поживних речовин із врожаєм (кг/га) і надходженням поживних речовин (кг/га) з органічними і мінеральними добривами становить баланс поживних речовин сівозміні.

Одержаний показник балансу поживних речовин (відсоток до виносу) аналізують і порівнюють з приблизними показниками балансу поживних речовин за різної родючості ґрунту (Табл. 2).

Після цього подають висновок про позитивний або негативний баланс. За необхідності розробляють рекомендації щодо поліпшення.

Таблиця 2

Баланс поживних речовин

№п/п	Стаття балансу	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Винос поживних речовин з врожаєм, кг/га			
2.	Надходження поживних речовин, кг/га			
	Всього			
	в тому числі	з органічними добривами		
		з мінеральними добривами		
3.	Баланс поживних речовин			
	кг/га, ± до виносу			
	%, ± до виносу			

Система удобрення в сівозміні має передбачити, крім позитивного балансу поживних речовин, ще й бездефіцитний баланс гумусу та розширене його відтворення в ґрунті.

Показником гумусового стану ґрунту є його запаси у шарі 0 - 20 см (% і т/га).

Залежно від ступеня інтенсифікації землеробства і ґрунтово-кліматичних умов, втрати гумусу від його мінералізації можуть становити щорічно 0,4 - 4,0 т/га.

Поповнюють втрати за рахунок гуміфікації поживних і кореневих решток, але головним чином внесенням органічних добрив.

Для підтримання бездефіцитного і додатного балансу гумусу слід користуватись середніми показниками мінералізації, поповнення його втрат за рахунок поживних і кореневих решток та коефіцієнта гуміфікації гною (Табл. 3).

Для розрахунків приймають, що від 1 т гною, який містить 180 - 250 кг сухої органічної речовини, з урахуванням коефіцієнта гуміфікації (20%) утворюється 35 - 50 кг гумусу. Інші органічні добрива за вмістом органічних сполук порівнюють до гною.

Баланс гумусу в ґрунті сівозміни

№ п/п	Культура	Площа, га	Вміст гумусу у ґрунті		Мінералізується гумусу за рік, т/га	Поповнення гумусу за рахунок пожнивних і корневих решток за рік, т/га
			%	т/га		
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Разом						
Середнє						
Дефіцит гумусу, кг/га						
Вміст сухої речовини в органічних добривах, %						
Вміст сухої речовини в органічних добривах, кг/га						
Коефіцієнт гуміфікації органічних добрив, %						20
Кількість гумусу, що утворюється від 1 т орг. добрив, кг						40
Розрахункова насиченість сівозмін орг. добривами, т/га						
Фактична насиченість сівозмін орг. добривами, т/га						
Баланс гумусу, кг/га						
Баланс гумусу, %						

Забезпечення запланованого вмісту гумусу в ґрунті можна здійснювати як для цілої сівозміни, так і для її частини (поля). Це залежить від агрохімічної характеристики ґрунту, наявності органічних добрив, організаційно-економічних можливостей господарства.

Лабораторна робота № 13

Тема. Непродуктивні втрати поживних речовин із ґрунту

Розробляючи системи удобрення в сівозміні та під окрему культуру, слід враховувати непродуктивні втрати поживних речовин. Значною витратною статтею поживних речовин з ґрунту є відчуження їх у результаті деструктивних процесів - **ерозії і дефляції**. У більшості методик із розрахунку доз добрив на цей показник звертають незначну увагу.

Ерозійна дія вітру є функцією його сили і вологості ґрунту, а також топографічних чинників місцевості, рослинного покриву та властивостей відкритого ґрунту і може коливатися в широких межах. Облік надходження поживних речовин у результаті дефляції є досить складним, і тому в розрахунках, як правило, його не беруть до уваги.

Показники втрат ґрунту в результаті ерозії досить різні. Вони відбуваються також у результаті **техногенної ерозії**, під якою розуміють налипання ґрунту на коренеплоди, бульби, колеса тракторів і автомобілів, сільськогосподарську техніку та безповоротне відчуження з агроландшафту під час збирання врожаю. Ці втрати зростають під час виконання польових робіт у дощову погоду.

Фактичні середньорічні втрати ґрунту, наприклад, у Тернопільській, Івано-Франківській та Львівській областях, за різними оцінками, становлять 10-15 т/га, а допустимі межі змиву для ґрунтів чорноземного типу - від 3 до 5 т/га. Враховуючи, наприклад, що в чорноземі міститься приблизно 0,2% азоту, 0,1% фосфору і 2% калію, неважко визначити їх втрати в результаті ерозії.

Вважається, що для збереження і підвищення родючості ґрунту ці неминучі втрати поживних речовин під час ерозії повинні бути компенсовані внесеними добривами. При цьому необхідно враховувати, що втрати калію досить значні, а тому доцільно повертати в ґрунт лише його рухомі форми - 10% від валового вмісту в ґрунті, який втрачений.

Певну кількість елементів живлення виносять з ґрунту разом із бур'янами, які видаляються з поля під час збирання врожаю культур. Цей показник становить близько 10-15% від виносу елементів живлення культурними рослинами в сівозміні.

Водночас із відчуженням у фунт також надходить певна кількість елементів живлення:

- з атмосферними опадами - азоту 10 - 20 кг, фосфору - 0,5, калію - 5 кг/га за рік;

- з насіннєвим матеріалом (у польовій сівозміні) азоту 3 - 4 кг, фосфору - 2, калію - 2 кг/га за рік.

Азот також надходить у результаті симбіотичної фіксації бобовими: люцерною близько 300 кг/га, конюшиною - 150 — 160, соєю - 100, викою - 80, горохом - 60 кг/га тощо. Врахувавши всі можливі статті надходження і

втрат елементів живлення, можна визначити їх незворотне відчуження з ґрунту (Табл. 1).

Таблиця 1

Надходження і втрати елементів живлення

Культура сівозміни	Врожай основної продукції т/га	Втрати				Надходження				Відчуження з ґрунту
		Винос із врожаєм	Від ерозії	Винос із бурянами	Разом	З опадами	З насінням	Біологічний азот	Разом	
Азот (N)										
Буде відчужено азоту за ротацію сівозміни										
Фосфор (P ₂ O ₅)										
Буде відчужено фосфору за ротацію сівозміни -										
Калій (K ₂ O)										
Буде відчужено калію за ротацію сівозміни -										

Розроблена система застосування добрив повинна забезпечувати прогресуюче підвищення потенційної ефективної родючості ґрунту в кожному полі, що створить умови для постійного зростання врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності сівозміни загалом. Тому дози внесення добрив повинні забезпечувати не лише повернення відчужених елементів живлення, а й сприяти підвищенню вмісту їх рухомих форм у ґрунті до оптимального рівня (Табл. 2).

Таблиця 2

Оптимальні значення вмісту рухомих форм фосфору і калію в різних типах ґрунтів, мг/кг

Елемент живлення	Дерново-підзолисті, сірі-лісові		Чорноземи	
	Сівозміна			
	польова	овочева	польова	овочева
P ₂ O ₅	150-200	200-300	150-200	200-250
K ₂ O	170-200	200-250	150-200	150-200

Внесені в ґрунт фосфорні і калійні добрива виявляють значну післядію, а рівень використання їх поживних речовин у часі наближається до 100%, оскільки втрати фосфору і калію з ґрунту практично виключаються. Норму добрив, необхідну для підвищення вмісту рухомих форм елемента живлення до запланованого рівня, розраховують за формулою:

$$D = 0,1 \cdot H (V_0 - V_f), \text{ кг/га,}$$

де V_0 - оптимальне значення вмісту в ґрунті рухомих форм елемента, мг/кг (див. табл. 3);

V_f - фактичний вміст рухомих форм елемента живлення в ґрунті, мг/кг;

H - норматив добрив (кг/га), що сприяє підвищенню вмісту рухомих форм елемента в ґрунті на 10 мг/кг, кг/га (Табл. 3).

Як видно з формули, варіюючи дозами фосфорних добрив, можна збільшити або зменшити період, за який можна досягти наміченого рівня вмісту рухомих фосфатів у ґрунті. Але при цьому дози фосфорних добрив повинні бути такими, щоб не перевищувались екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору. За низького вмісту рухомих фосфатів у ґрунті та рівня врожайності культур, наведених у табл. 11.12, це 250 кг/га P_2O_5 сівозмінної площі, за середнього - 200, підвищеного - 130 кг/га P_2O_5 .

Таблиця 3

Нормативи внесення добрив, що забезпечують збільшений вміст рухомих форм фосфору і калію на 10 мг/кг ґрунту

Тип ґрунту	Гранулометричний склад ґрунту	Доза добрива, кг/га	
		P_2O_5	K_2O
Сірі лісові	Піщані і супіщані	70-90	60-70
	Суглинкові	90-110	70-80
	Глинисті і важкосуглинкові	120-140	80-90
Чорноземи опідзолені і вилугувані	Піщані і супіщані	80-90	80-90
	Суглинкові	90-110	80-90
	Глинисті і важкосуглинкові	100-120	-
Чорноземи типові і звичайні	Піщані і супіщані	90-100	-
	Суглинкові	100-110	-
	Глинисті і важкосуглинкові	120-130	-

На чорноземних ґрунтах система застосування калійних добрив повинна бути з урівноваженим балансом, тому що середньозважений вміст у них рухомого калію перевищує 120 мг/кг. На земельних ділянках з його підвищеним вмістом та рівнем врожайності культур, наведеним у табл.

11.12, насиченість калійними добривами на I їй сівозмінної площі може бути тимчасово знижено до 90 кг K₂O, мі ділянках з високим вмістом - до 70 кг, що відповідає екологічній безпечним нормативам.

Застосування азотних добрив і динаміка характеристики азотного режиму ґрунту не зовсім однозначні. Азот мінеральних добрив практично не має післядії, а вміст рухомих форм азоту в ґрунті досить динамічний. Тому мету системи удобрення щодо азоту можна сформулювати як підвищення ефективності біогенної фіксації азоту, максимальне повернення його в ґрунт з рослинними рештками та органічними добривами для зниження навантаження з боку синтетичних азотних добрив на одиницю площі до екологічно безпечних меж. При цьому необхідно максимально наблизити строки їх застосування до періоду найінтенсивнішого засвоєння азоту рослинами, а дози внесення корегувати за результатами оперативної ґрунтової та рослинної діагностики.

Правильність зроблених розрахунків необхідної кількості внесення добрив оцінюють балансом поживних речовин та його інтенсивністю у сівозміні. Розрахунки проводять за формою (Табл. 4).

Таблиця 4

Очікуваний баланс поживних речовин у сівозміні, кг/га

Показник	Елемент живлення		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I. Надходження:			
- з добривами			
- з опадами			
- з насінням			
- біологічний азот			
II. Втрати:			
- з врожаєм			
- внаслідок ерозії			
III. Баланс, +, -			
IV. Інтенсивність балансу, %			

При цьому баланс розраховують як різницю між сумою статей надходження і сумою статей втрат елементів живлення з ґрунту, а інтенсивність балансу - за формулою:

$$I_6 = H : B \times 100, \%$$

де H - надходження елемента живлення у ґрунт, кг/га;

B - його відчуження, кг/га.

Встановлено, що екологічно безпечна інтенсивність балансу люту на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах складає 105 - 110%, на чорноземах - 70 - 100%.

Орієнтовні екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору і калію, залежно від вмісту їх рухомих форм у ґрунтах, подано в (Табл. 5).

Правильне застосування добрив особливо важливе за інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, оскільки ґрунт є одним із найвразливіших компонентів природно-антропогенних ландшафтів.

Сучасний низький рівень застосування добрив в Україні є однією з причин прояву деградаційних процесів в еволюції ґрунтового покриву.

Таблиця 5

Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору і калію залежно від забезпеченості ними ґрунтів

Клас ґрунту	Забезпеченість ґрунту	Інтенсивність балансу, %	
		фосфору	калію
1.	Дуже низька	280	150
2.	Низька	250	130
3.	Середня	200	110
4.	Підвищена	130	90
5.	Висока	100	70
6.	Дуже висока	80	50

Тому теорія і практика їх застосування потребує подальшого розвитку за допомогою переусвідомлення багатьох усталених положень, вирішення складних і спірних питань на основі найновіших досягнень науки з метою розробки механізмів, які б забезпечували підвищення родючості ґрунту і вирішення проблем екологічно) стійкості агроecosистем щодо здатності протягом усього часу у експлуатації зберігати необхідну біологічну продуктивність м високої якості вирощеної продукції.

Лабораторна робота № 14

Тема. Розрахунок економічної та енергетичної ефективності внесення добрив

1. Розрахунок економічної ефективності добрив

Вибір показників для якнайповнішої і якомога точнішої оцінки економічної ефективності використання добрив визначають конкретні завдання дослідження.

Чистий прибуток у господарстві від використання добрив і сільськогосподарські культури визначають за формулою:

$$\text{ЧП} = (A+B)-E,$$

де ЧП - чистий прибуток, грн.;

A - ціна основної продукції виробленої після застосування добрив, грн.;

B - ціна побічної продукції, виробленої після внесення добрив, грн.;

E - сума витрат пов'язаних з використанням добрив, грн.

Ці витрати можна зобразити сумою:

$$E = D + П + З + В + Зб + Р,$$

де D - ціна добрив, грн.;

П - витрати на перевезення добрив у господарстві на поле з урахуванням націнок, грн.;

З - витрати на зберігання і переробку у господарстві, грн.; В - витрати на внесення, грн.;

Зб - витрати на збирання, доробку та перевезення додаткової продукції, грн.;

Р - витрати на реалізацію продукції, вирощеної додатково внаслідок внесення добрив, грн.

Збільшення чистого прибутку від використання добрив пов'язане з контролем обчислювання за формулою:

$$\text{ЧПу} - \text{ЧПн} - \text{Ву} - (\text{Зв} + E) - (\text{Вн} - \text{Зв}) = (\text{Ву} - \text{Вн}) - E,$$

де ЧПу - чистий прибуток від культур з удобреної площі, грн.;

ЧПн - чистий прибуток від культур з неудобреної площі, грн.;

Ву - валова продукція з удобреної площі (разом основна і побічна продукція) грн.;

Вн - валова продукція з неудобреної площі, грн.;

Зв -- загальні витрати на вирощування культури, крім витрат на добрива, грн.;

E - витрати, пов'язані з використанням добрив, грн.

Окупність затрат, пов'язаних із застосуванням добрив, визначають за формулою:

$$\text{Ок} = П/E,$$

де П - ціна приросту врожаю, вирощеного після застосування добрив, грн.;

E - затрати, пов'язані з використанням добрив, грн.

Рентабельність використання добрив визначають за формулою:

$$P = (A+B) \cdot E \cdot 100 / E,$$

де P - рівень рентабельності, %;

A - ціна, приросту врожаю основної продукції з удобреної площі, грн.;

B - ціна побічної продукції, грн.;

E - сума затрат, пов'язаних з використанням добрив, грн.

2. Розрахунок енергетичної ефективності добрив

Сільське господарство завжди було єдиною галуззю матеріального виробництва, яка здатна не тільки витратити, а й, завдяки фотосинтезу рослин, накопичувати енергію у врожаї. Однак витрати невідновлюваної енергії на виробництво одиниці продукції постійно зростають. За розрахунками, на 100 Дж продукції рослинництва в р. витрачалося 48 Дж сукупної енергії, в 1950 р. – 57, в 1980 р. - 86 і у 2006 р. - 91 Дж.

Збереження цієї тенденції може призвести у майбутньому до такого стану, коли сільське господарство стане споживачем енергії, що функціонуватиме за рахунок не відновлюваних джерел», запаси яких не зростають.

У зв'язку з цим для ефективного ведення сільськогосподарства необхідний енергетичний аналіз застосовуваних технологій виробництва продукції. Його основна мета - пошук і планування технологічних прийомів та елементів вирощування рослин, які б забезпечували раціональне використання невідновлюваної енергії та охорону навколишнього середовища.

Ефективність енерговитрат характеризує коефіцієнт біоенергетичної ефективності, який розраховують за формулою:

$$K = Q_n \cdot f / Q_v$$

де K - коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

Q_n - енергія, накопичена господарською частиною врожаю, МДж/га;

- сукупна енергія, витрачена на виробництво сільськогосподарської продукції, МДж/га;

f - коефіцієнт споживчої цінності продукту.

Для визначення сукупних енерговитрат необхідно розрахували витрати енергії за формулою:

$$Q_v = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9$$

Q_v - витрати сукупної енергії, МДж/га;

Q_1 - витрати енергії на основні засоби виробництва, МДж/га;

Q_2 - витрати енергії на всі види паливних і мастильних матеріалів, МДж/га;

Q_3 - витрати енергії на мінеральні та органічні добрива, МДж;

Q_4 - витрати енергії на воду, МДж;
 Q_5 - витрати енергії на насіння (розсаду);
 Q_6 - витрати енергії на пестициди та хімічні засоби, МДж/га;
 Q_8 - витрати енергії, вкладеної трудовими ресурсами, МДж/га; Q_9 - витрати електроенергії, МДж/га.

Для розрахунку таких витрат використовують дані технологічних схем (карт) вирощування, збирання, післязбиральної обробки і транспортування сільськогосподарських культур.

Сільськогосподарське виробництво - єдине виробництво, ІКО постачає людуству необхідну форму енергії у вигляді органічної речовини. Фотосинтез у рослинах визначає технологічні процеси і рослинництві, за допомогою яких променева енергія сонячної радіації перетворюється на хімічну енергію органічних сполук. Ця енергія рушійна сила всіх життєвих процесів. Однак вона не повною мірою використовується людиною, тому її вміст слід визначати в господарсько- цінній частці продукту.

Для цього використовують формулу:

$$Q_n = V \times X \times q$$

де, Q_n - енергія, накопичена господарсько-цінною частиною врожаю, МДж/га;

V - врожай товарної продукції, кг/га;

X - вміст сухої речовини в сільськогосподарській продукції, %;

q - вміст енергії в 1 кг сухої речовини, МДж.

В аналізі результатів наукових досліджень в окремих випадках проводять оцінку не технології загалом, а технологічних прийомів і елементів, що вивчались. Для цього необхідно розрахувати додаткові витрати та економію енергії, пов'язані з їх застосуванням, а також кількість енергії, накопичену приростом врожаю.

Коефіцієнт біоенергетичної ефективності окремого технологічного прийому або елемента розраховують за формулою:

$$K = (Q_E + Q_{\Pi}) \times f / Q_D$$

де K - коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

Q_E - енергія енерговитрат, МДж/га;

Q_{Π} - вміст енергії в прирості врожаю, МДж/га;

Q_D - додаткові витрати, МДж/га;

f - коефіцієнт споживчої цінності сільськогосподарських культур.

Вміст енергії в прирості врожаю розраховують за формулою:

$$Q_{\Pi} = \Pi \times X \times q$$

де Π - приріст врожаю, кг/га;

X - вміст сухої речовини в продукті, %;

q - вміст в 1 кг сухої речовини, МДж.

У вирішенні питань енергозбереження, економії та раціонального використання енергоресурсів провідну роль відіграють правильні сівозміни.

Завдяки біологічним особливостям різні сільськогосподарські культури мають неоднакову споживчу та енергетичну цінність. Внаслідок цього продуктивність та біоенергетична ефективність сівозмін залежить від видів сільськогосподарських рослин, що в них вирощуються.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Практична робота №1 Мінеральні добрива та еколого-агрономічні принципи їх використання.....	4
Практична робота № 2 Живлення рослин. Розрахунок доз мінеральних добрив під запланований урожай.....	10
Практична робота №3 Негативна дія мінеральних добрив на агроєкосистеми.....	17
Практична робота № 4 Органічні і органо-мінеральні добрива та технології їх застосування.....	21
Практична робота №5 Азот та його значення в житті рослин.....	27
Практична робота №6 Нітрати та нітрити в рослинницькій продукції. Визначення вмісту нітратів в овочевих культурах.....	31
Практична робота №7 Фосфор у ґрунті та шляхи регулювання фосфатного режиму.....	37
Практична робота № 8 Значення калію для живлення рослин.....	43
Практична робота №9 Комплексні добрива та мікродобрива.....	48
Практична робота № 10 Бактеріальні препарати.....	56
Практична робота № 11 Хімічна меліорація ґрунтів.....	62
Практична робота № 12 Еколого агрохімічна оцінка ґрунту та розроблення його екологічного паспорту.....	67
Практична робота № 13 Використання добрив і охорона навколишнього середовища.....	73
Практична робота № 14.. Земельний кодекс України	80
Правила техніки безпеки під час роботи в агрохімічній лабораторії	85
Лабораторна робота №1 Відбір зразків ґрунту в полі та їх підготовка до агрохімічного аналізу.....	87
Лабораторна робота №2 Методика агрохімічного обстеження ґрунтів.....	89
Лабораторна робота №3 Визначення азоту аміаку, нітритів, нітратів і хлоридів.....	93
Лабораторна робота №4	

Визначення вмісту обмінного калію в ґрунтах	97
Лабораторна робота № 5	
Визначення вмісту органічної речовини в ґрунті.....	100
Лабораторна робота № 6	
Визначення ступеня забезпеченості рослин азотом, фосфором і калієм (тканинна діагностика).....	103
Лабораторна робота № 7	
Визначення вмісту азоту і сирого протеїну у рослинницькій продукції.....	105
Лабораторна робота № 8	
Визначення нітратів у рослинницькій продукції.....	108
Лабораторна робота № 9	
Розрахунок норм вапна та доз гіпсу для окультурення ґрунтів.....	112
Лабораторна робота № 10	
Розрахунок доз добрив під запланований врожай с. – г. культур розрахунково-балансовим методом.....	117
Лабораторна робота № 11	
Визначення потреби в мінеральних добривах для польової сівозміни.....	121
Розрахунок агрономічної ефективності застосування добрив.....	124
Лабораторна робота № 1	
Непродуктивні втрати поживних речовин із ґрунту.....	127
Лабораторна робота № 14	
Розрахунок економічної та енергетичної ефективності внесення добрив.....	132

НАВЧАЛНЕ ВИДАННЯ

Шкатула Ю.М.

**ПРАКТИКУМ
З ЕКОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ**

Навчальний посібник

Підписано до друку 2015. Формат 60*84/16.
Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 9,0
Тираж 50
Друк ПП «ГД «Едельвейс і К»
Тел.: (0432) 550-333