

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-244М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з
освітньої компоненти

«Методика агрохімічних досліджень»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм
навчання з елементами дуальної освіти

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІАЗ
Протокол № 1 від 30.08.2022 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до лабораторних робіт та самостійної роботи з освітньої компоненти «Методика агрохімічних досліджень» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання з елементами дуальної освіти. [Електронне видання] / Олійник О. О. Рівне : НУВГП. 2023. – 33 с.

Укладач: Олійник О. О., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Відповідальна за випуск: Колесник Т. М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувачка кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Керівник групи забезпечення

Освітньо-професійна програма «Агрономія»
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Колесник Т. М.

© О. О. Олійник, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

	Вступ	3
1	Опис освітньої компоненти	4
2	Мета і завдання освітньої компоненти	4
3	Зміст освітньої компоненти	5
4	Рекомендації до виконання лабораторних робіт	9
5	Рекомендації здобувачам освіти які навчаються за дуальною формою	22
6	Приклади тестів для самоконтролю знань	22
7	Рекомендації до виконання самостійної роботи	30
8	Рекомендована література	31

Вступ

Предметом вивчення курсу «Методика агрохімічних досліджень» є формування теоретичних знань та набуття професійних умінь стосовно дослідницької роботи загалом і в агрономії зокрема.

Міждисциплінарні зв'язки: освітня компонента «Методика агрохімічних досліджень» є складовою частинною циклу професійної та практичної підготовки студентів за спеціальністю «Агрономія». Вивчення курсу передбачає наявність системних та ґрунтовних знань із суміжних курсів «Рослинництво з основами агрокліматології»; «Агрохімія»; «Ґрунтознавство з основами геології», «Землеробство з основами гербології», «Плодівництво», «Овочівництво».

Вивчення дисципліни складається з лекційних, лабораторних робіт та самостійної роботи над курсом. Лекція – це вид заняття з оволодіння та засвоєння нового матеріалу. Робота здобувачів освіти на лекції передбачає: сприйняття інформації, фіксації її у вигляді конспекту з подальшим осмисленням. На лабораторних роботах здобувач освіти набуває необхідних навичок з проведення агрохімічних аналізів ґрунту, рослин та добрив. Самостійна робота здобувача освіти над курсом проводиться у вільний від аудиторних занять час та передбачає: засвоєння лекційного матеріалу за допомогою конспекту та запропонованої літератури; підготовку до лабораторних робіт; аналіз

періодичних видань, науково-популярної літератури та інформації сайтів системи Інтернет; участь у конкурсах науково-дослідних робіт тощо. Самостійно засвоювати курс «Методика агрохімічних досліджень» здобувач освіти може за допомогою основної та додаткової літератури, наведених наприкінці даних методичних вказівок.

1. Опис освітньої компоненти

Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Освітня програма	ОПП Агрономія
Спеціальність	201 Агрономія
Рік навчання, семестр	4- рік навчання, 7 семестр
Кількість кредитів	4,5 кредити
Лекції	28 годин
Практичні/семінари	26 годин
Самостійна робота	81 годин
Курсова робота	Так (24 год)
Форма навчання	Денна/заочна/з елементами дуальної освіти
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Мова викладання	Українська

2. Мета і завдання освітньої компоненти

Метою вивчення освітньої компоненти "Методики агрохімічних досліджень" є засвоєння теоретичних основ агрохімії і формування навичок із дослідження стану ґрунтів, ефективності добрив, продуктивності сільськогосподарських культур з дотриманням вимог стандартів роботи сфери агрохімічного сервісу.

Основним **завданням** вивчення дисципліни є здобуття теоретичних, методологічних знань та практичних навичок з агрохімічного дослідження ґрунту, рослин та добрив, вміння планувати та проводити необхідні наукові дослідження в умовах польового, вегетаційного та лізіметричного досліду.

Освітня компонента «Методика агрохімічних досліджень» формує наступні компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння основних біологічних і агротехнологічних концепцій, правил і теорій, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських та інших рослин.

Виконання лабораторних робіт сприяє опануванню запланованих програмних результатів навчання:

- демонструвати знання й розуміння фундаментальних дисциплін в обсязі, необхідному для володіння відповідними навичками в галузі агрономії;
- аналізувати та інтегрувати знання із загальної та спеціальної професійної підготовки в обсязі, необхідному для спеціалізованої професійної роботи у галузі агрономії;
- проектувати й організувати технологічні процеси вирощування насінневого матеріалу сільськогосподарських культур відповідно до встановлених вимог;
- проектувати та організувати заходи вирощування високоякісної сільськогосподарської продукції та відповідно до чинних вимог.
- інтегрувати й удосконалювати виробничі процеси вирощування сільськогосподарської продукції відповідно до чинних вимог.

3. Зміст освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Спеціальні методи досліджень

Тема 1. Польовий метод досліджень

Предмет і методи агрохімічних досліджень. Завдання навчальної дисципліни. Історія розвитку дослідної справи. Основні методи агрохімічних досліджень: лабораторний, вегетаційний, лізиметричний, польовий. Охорона праці при роботі з добривами.

Основні методичні вимоги до якості польового дослід. Вибір ділянки. Програма спостережень. Розміщення варіантів. Планування польових досліджень. Загальні вимоги до обліку урожаю в дослідках.

Затитання для самоперевірки знань:

1. Розкрийте зміст поняття «лабораторний дослід».
2. Що таке вегетаційний дослід. В чому його особливість.

3. Наведіть особливості закладки лізиметрів. Які питання агрономії вивчаються за допомогою лізиметрів?

Тема 2. Досліди з вивчення основних питань агрономії

Досліди з використанням добрив. Досліди, в яких вивчають строки сівби. Досліди, де вивчають глибину сівби. Особливості розробки схем дослідів з вивчення основних питань агрономії. Вибір контрольного варіанту дослідів.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть особливості схеми польового дрібноділянкового дослідів з вивчення ефективності органічних добрив.
2. Наведіть особливості схеми польового дрібноділянкового дослідів з вивчення ефективності способів застосування мікродобрив.
3. Що таке «фон» в схемі польового дослідів?

Тема 3. Досліди у виробничих умовах

Мета проведення виробничих дослідів. Види дослідів у виробничих умовах. Особливості закладки та проведення спостережені, обліків в дослідів у виробничих умовах. Які питання вирішуються при проведенні дослідів у виробничих умовах. Документація та звітність при проведенні дослідів.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Які питання вирішуються при проведенні дослідів у виробничих умовах?
2. Наведіть особливості закладки та проведення дослідів у виробничих умовах.
3. Що таке дослідів-проби?

Тема 4. Вегетаційний метод досліджень

Ґрунтова, піщана і водна культури. Схема дослідів. Типи вегетаційних посудин. Техніка закладки дослідів з ґрунтовою культурою. Піщана культура. Особливості використання водної культури. Вегетаційний будиночок.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть особливості набивки посудин при проведенні досліджень в умовах піщаної культури.

2. Які основні поживні речовини використовують в умовах водної культури?

3. Що таке «вегетаційний будиночок»? Наведіть призначення вегетаційних будиночків.

Тема 5. Лізиметричний метод досліджень

Види лізиметрів. Конструкції лізиметрів. Особливості планування та проведення досліджень у лізиметрах, лізиметричних лійках та металевих лізиметрах. Основні спостереження та обліки, що проводяться під час дослідів. Облік врожаю.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть призначення металевих лізиметрів.
2. Які особливості наповнення ґрунтом або породою лізиметрів?
3. Які питання агрономії можна дослідити під час лізиметричних досліджень?

Тема 6. Лабораторні методи досліджень

Оптичні методи досліджень – фотометричний, рефрактометричний, поляриметричний, спектральний, емісійний, атомно-абсорбційний, інфрачервоної спектроскопії);

Електрохімічні – потенціометричний, полярографічний, хромо-потенціометричний, кондуктометричний, мас-спектрометричний, радіохімічний, електронного парамагнітного резонансу.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Охарактеризуйте принцип роботи фотометра.
2. Охарактеризуйте принцип роботи поляриметра.
3. Наведіть принцип роботи потенціометра.

Змістовий модуль 2. Агрохімічний аналіз

Тема 7. Агрохімічний аналіз ґрунту

Основні методи визначення рухомих форм азоту, фосфору і калію. Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм азоту, фосфору і калію. Агроекологічна оцінка поживного режиму ґрунтів.

Вивчення фракційний складу азоту, фосфору і калію ґрунтів.
Буферна здатність ґрунтів. Методи вивчення гумусового стану.
Біологічної та ферментативної активності ґрунту.

Методи визначення вмісту макро- та мікроелементів в ґрунтових розчинах за допомогою іонселективних електродів.
Застосування методів мічених атомів в агрохімічних дослідженнях.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть основні методи визначення рухомих форм фосфору в ґрунті.
2. За яким методом визначають буферну здатність ґрунту? Його суть.
3. Наведіть основні шляхи використання радіоактивних ізотопних індикаторів в агрономічних дослідженнях.

Тема 8. Агрохімічний аналіз рослин

Мета аналізу. Підготовка рослинного матеріалу для аналізу. Визначення вмісту сухої речовини і вологості. Озолення (сухе і мокре). Визначення азоту, фосфору, калію, кальцію і магнію в рослинах. Визначення якості продукції рослинництва.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть особливості підготовки рослинного матеріалу до аналізів.
2. Наведіть основні методи визначення мікроелементів в рослинах.
3. Перерахуйте основні показники якості зерна та методи їх визначення.

Тема 9. Агрохімічний аналіз добрив

Значення і необхідність аналізу промислових і місцевих добрив, відходів виробництва. Підготовка добрив для аналізу. Якісне і кількісне визначення добрив. Визначення вологості. Азотні, фосфорні, калійні добрива. Аналіз комплексних добрив. Аналіз меліорантів та органічних добрив.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Які показники визначають в мінеральних добривах?

2. Які показники визначають в органічних добривах? Наведіть відповідні методи визначення.
3. Розкрийте особливість проведення аналізу комплексних добрив.

Тема 10. Методи визначення мікроелементів

Характеристика методів визначення мікроелементів у ґрунті, рослинах, кормах, добривах. Аналіз вмісту мікроелементів у ґрунті. Методики визначення мікроелементів в рослинах і кормах.

Запитання для самоперевірки знань:

1. Наведіть методи визначення основних мікроелементів в ґрунті.
2. Наведіть методи визначення основних мікроелементів в рослинах.
3. Наведіть методи визначення основних мікроелементів в добривах.

4. Рекомендації до виконання лабораторних робіт

Лабораторна робота 1. 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 – півтораоксидів і кальцію, в кислих півтораоксидів. Розчинність, доступність рослинам, а відповідно, цінність для живлення рослин - різна. Для визначення мінеральних форм фосфору використовують методи Чірикова, 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 вилучає певні фракції мінеральних фосфатів ґрунту (Ca-P, Al-P, Fe-P та інші.), співвідношення ґрунт:розчин=1:50.

Реактиви та обладнання: 1 н розчин NH_4Cl ; 0,5 н розчин NH_4F ; 0,1 н розчин NaOH ; 0,5 н розчин H_2SO_4 ; 0,8 М 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 градуйовані, фільтрувальний папір (біла, синя смуга).

Хід роботи

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

2. Приготування витяжки 0,5 н NH_4F .(фракція Al-P) До залишку ґрунту в центрифужні пробірки приливають 25 мл 0,5 н розчину NH_4F з рН 8,5. Пробірки закривають та змішують одну годину, а потім центрифугують. Прозорий центрифугат зливають в колбочки 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.

Зберігати в скляній посуді фторамонійну витяжку не рекомендується, так як NH_4F здатний вилигувати із скла кремнієву кислоту, яка може змінити результати аналізу. 5-20 мл витяжки відбирають в мірні колбочки на 50 мл, розводять водою до 30 мл і додають 10 мл 0,8 М розчину H_3BO_3 для зв'язування іона фтора в комплекс NH_4BF_4 . Далі визначають фосфор за Тругом-Меєром.

Шкала зразкових розчинів також готується з додаванням 0,5 н 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 15 хв, центрифугують і розчин виливають. Зразок ґрунту використовують для лужної витяжки.

3. Приготування витяжки 0,1 н NaOH витяжки. (фракція Fe-P). До промитого залишку ґрунту приливають 25 мл 0,1 н NaOH, змішують 2 години, настоюють 18-20 годин, центрифугують. Прозорий центрифугат зливають в плоскодонні колбочки, приливають сюди ж 10 крапель (~0,5 мл) концентрованої H₂SO₄ 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 25 мл насиченого розчину NaCl, як в попередній витяжці.

4. Приготування витяжки 0,5 н H₂SO₄ витяжки. (фракція Ca-P). До промитого залишку ґрунту приливають 25 мл 0,5н розчину H₂SO₄, перемішують 1 годину, центрифугують і розчин зливають в плоскодонні колби. 5-20 мл прозорого центрифугату відбирають в мірні колби, нейтралізують і визначають фосфор колориметрично.

Розрахунок вмісту фосфору здійснюють за формулою

$$X = \frac{A \cdot c \cdot 100}{b \cdot a}, \quad (1)$$

де x – кількість P₂O₅ на 100 г ґрунту, A – кількість P₂O₅ за калібрувальним графіком, мг; c – загальний об'єм витяжки, мл; b – об'єм витяжки, взятий для аналізу, мл; a – наважка ґрунту, г.

Контрольні запитання:

1. Охарактеризуйте методи визначення фосфору в ґрунті.
2. В чому полягає принцип методу визначення мінеральних форм фосфору?
3. Наведіть принцип побудови калібрувального графіка для фотометра.

Лабораторна робота 2. 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 сплавляють 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 непрокаленому ґрунті, який обробляють 0,2 н розчином H_2SO_4 .

Реактиви та обладнання: 0,2 н 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 °С. Після цього прокалену наважку кількісно переносять з 50 мл 0,2 н 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 1 г поміщають в плоскодонну колбу на 100 мл, приливають 50 мл 0,2 н 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

$$X = \frac{A \cdot c \cdot 100}{b \cdot a}, \quad (2)$$

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.

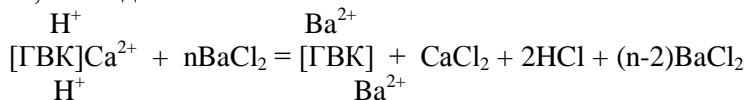
Контрольні запитання:

1. Наведіть принцип методу визначення вмісту органічного та мінерального фосфатів.
2. В чому полягає визначення фосфору колориметрично за методом Труога – Меєра ?
3. Для чого необхідне визначення валових запасів фосфору ?
4. Розкрийте значення фосфору для росту і розвитку рослин.

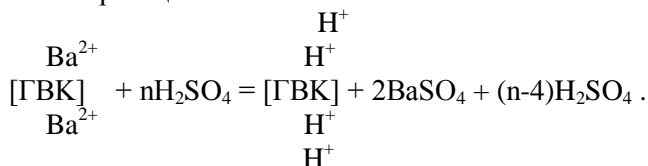
Лабораторна робота 3. **Визначення обмінної ємності ґрунту за методом Бобко – Аскіназі – Альошина в модифікації ЦІНАО**

Значення методу. Обмінна ємність вбирання – це та максимальна кількість здатних до обміну катіонів, яку може поглинути ґрунтовий вбиральний комплекс даного ґрунту. Кожний тип ґрунту визначається найбільш характерними для нього обмінними катіонами. Так, в чорноземних і каштанових ґрунтах переважають катіони кальцію і магнію, підзолистих – водню і алюмінію, засолених – натрію, в болотних – заліза. Проте поруч з ними можуть бути і інші обмінні катіони. Склад обмінних катіонів визначає кислотно основні властивості ґрунту, які характеризуються величиною гідролітичної кислотності, сумою обмінних основ і ступенем насиченості ґрунту основами, що є важливими показниками при його агрономічній оцінці.

Принцип методу базується на заміщенні обмінних катіонів ґрунту барієм при обробці його забуференим 1,0 М розчином BaCl_2 . За кількістю поглиненого барію при максимальній насиченості ним вбирного комплексу визначають обмінну ємність ґрунту. Під час обробки ґрунту розчином BaCl_2 поглинені ним катіони переходять в розчин, утворюючи нейтральні солі і кислоти, які видаляються:



Відміту від залишку BaCl_2 і висушену при 105°C наважку ґрунту обробляють 0,05 М розчином H_2SO_4 . При цьому відбувається реакція:



Залишок сульфатної кислоти, яка не брала участі в реакції, відтитрують 0,25 н NaOH та обчислюють обмінну ємність ґрунту за формулою

$$T = \frac{(a - b) \cdot 100 \cdot A}{a \cdot m \cdot 20}, \quad (3)$$

де T – обмінна ємність ґрунту, мекв/100г ґрунту; a - кількість фільтрату взятого для титрування ,мл; b – кількість 0,05 М розчину NaOH, що пішла на титрування залишку 0,05 М H_2SO_4 , мл; A – кількість 0,05 М розчину H_2SO_4 , що була взята для обробки наважки ґрунту, мл; 20 – коефіцієнт для переведення даних в ммоль/100г ґрунту (20 мл 0,25 н розчину відповідає 1 М NaOH); m – наважка ґрунту, взята для аналізу, г; 100 – коефіцієнт для переведення результатів на 100 г ґрунту.

Реактиви і обладнання. колби ємністю 700, 500 і 150 мл; лійки; фільтри; промивалки; пробірки; забуферений 1,0 М розчин $BaCl_2$; 10 % розчин H_2SO_4 і 0,25н NaOH; фенолфталеїн.

Хід роботи

1. З лабораторної проби відбирають 2,5 г повітряно-сухого ґрунту і поміщають в колбу на 500 мл.

2. Приливають в колбу 200 мл 1,0 М забуференого розчину $BaCl_2$, збовтують 10 хв і залишають на добу для взаємодії з ґрунтом (або перемішують 1 год на ротаторі).

3. Наступного дня вміст колби профільтровують, одночасно поступово переносючи на фільтр ґрунт. Після закінчення перенесення ґрунту на фільтр колбу декілька разів споліскують дистильованою водою, зливаючи її на фільтр.

4. Перенесений на фільтр ґрунт продовжують промивати дистильованою водою доки буде вимитий весь $BaCl_2$, що не прореагував з колоїдами ґрунту. Для перевірки цього на останні 2 – 3 мл фільтрату подіяти декількома краплями 10 % розчину H_2SO_4 . Якщо при цьому білого осаду $BaSO_4$ не утворюється, промивання закінчити.

5. Промитий дистильованою водою ґрунт разом з лійкою і фільтром просушують в сушильній шафі при $105^{\circ}C$ протягом 3 – х годин.

6. Висушений ґрунт разом з фільтром переносять в колбу на 700 мл, додають 150 мл 0,05М розчину H_2SO_4 , збовтують 10 хв і відфільтровують. Перші мутні порції фільтрату переносять на фільтр і повторно профільтровують.

7. Відбирають 50 мл фільтрату в колбу на 150 мл, додають 1-2 краплі фенолфталеїну і відтитровують 0,25н розчином NaOH до слабо рожевого кольору.

8. Обчислюють обмінну ємність ГВК за наведеною вище формулою.

Обчислення результатів. Наважка повітряно-сухого ґрунту – 2,5 г насичувалася в 200 мл забуференого 1,0 М розчину BaCl₂. Після цього вона промивалася і висушувалася, а потім оброблялася 150 мл 0,05 М H₂SO₄. Для аналізу взято 50 мл фільтрату. На титрування залишку 0,05 М розчину H₂SO₄, було витрачено 45,8 мл 0,25 н NaOH. Тоді обмінна ємність ґрунту:

$$T = \frac{(50 - 45,8) \cdot 100 \cdot 150}{50 \cdot 2,5 \cdot 20} = 25,2 \text{ ммоль} / 100 \text{ г} = 25,2 \text{ смоль} / \text{кг}$$

Отже обмінна ємність ґрунту складає 25,2 смоль/кг.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає принцип методу визначення обмінної ємності ґрунту?
2. Як встановлюють, що вимитий весь BaCl₂ з ґрунту ?
3. В чому полягає значення даного методу ?

Лабораторна робота 4. **Визначення ступеня рухомості фосфатів у ґрунті за методом Карпінського і Зам'ятіної**

Суть методу. Рухомі фосфати ґрунту вилучають 0,03 н. розчином K₂SO₄ при співвідношенні ґрунту до розчину 1:5. У витяжці фосфор визначають фотометричним методом у модифікації Труога - Мейера. За величиною концентрації P₂O₅ в міліграмах на 1 л розчину, роблять висновок про ступінь рухомості фосфатів (фактор "інтенсивності") ґрунту.

Реактиви і обладнання: 0,03 н, розчин сульфату калію (2,6 г K₂SO₄ розчиняють у дистильованій воді, доливають водою до 1 л і перемішують), молібдат амонію, 2,5%-й розчин хлориду олова (II), зразковий розчин дигідрофосфату калію, беззольні фільтри (синя або біла стрічка).

Хід роботи

1. 20 г ґрунту вміщують у колбу місткістю 250 мл, приливають

100 мл 0,03 н розчину K_2SO_4 , збовтують 5 хв і фільтрують крізь беззолний складчастий фільтр діаметром 12,5-15 см. Щоб мати прозору витяжку, слід якомога більше переносити на фільтр ґрунту, який забиває більші пори фільтрувального паперу і запобігає проходженню крізь фільтр дрібнодисперсних часточок ґрунту.

Перші порції фільтрату (10-15 мл) відкидають. Добуту витяжку повністю відфільтровують. В разі потреби фільтрат концентрують, випаровуючи його до невеликого об'єму, проте не більш ніж в 2 рази, щоб не допустити випадання солей із розчину. Перед концентруванням вимірюють об'єм вихідної витяжки.

2. У мірну колбу на 50 мл переносять піпеткою 20-40 мл фільтрату, в разі потреби доводять об'єм її до 40 мл дистильованою водою, далі визначають фотометрично за Труогом – Меєром.

Готуючи розчин порівняння, в колбу на 50 мл замість фільтрату приливають 0,03 н розчину K_2SO_4 і реактиви, які приливали до досліджуваного розчину.

3. Для побудови калібрувального графіка приготівляють шкалу зразкових розчинів. Для цього в шість мірних колб на 50 мл приливають із бюретки зразковий розчин K_2SO_4 , в кількості відповідно 0,5; 1; 2; 3; 4; 5 мл і розбавляють водою до 40 мл. Приливають по 2 мл розчину молібдату амонію і перемішують. Додають по 3 краплі хлориду олова (II), доводячи до риски дистильованою водою і знову старанно перемішують. Через 5—7 хв фотометрують порівняно з розчином порівняння.

При використанні мірних колб місткістю 100 або 25 мл кількість реактивів відповідно збільшують чи зменшують у два рази.

4. Ступінь рухомості фосфатів (P_2O_5), в міліграмах на 1 л розчину, обчислюють за формулою

$$P_2O_5 = \frac{a \cdot 1000}{V}, \quad (4)$$

де a - кількість P_2O_5 , знайдена за калібрувальним графіком, мг; V - об'єм витяжки, взятий для аналізу, мл; 1000 - для перерахунку вмісту P_2O_5 в міліграми на 1 л розчину.

За результатами аналізів встановлено орієнтовне групування

ґрунтів по забезпеченості рослин фосфором за ступенем рухомості фосфатів для витяжки 0,03 н розчину K_2SO_4 , мг P_2O_5 на 1 л:

- ✓ дуже низька – 0,01-0,03
- ✓ середня - 0.06-0,08
- ✓ висока - більше 0,2

Контрольні запитання.

1. Що таке фактор „інтенсивності” ґрунту ?
2. Як вилучають рухомі фосфати з ґрунту ?
3. Як визначають ступінь рухомості фосфатів ?

Лабораторна робота 5. **Визначення рухомого мангану в ґрунті з використанням витяжки 0,1н H_2SO_4**

Суть методу. Метод оснований на отриманні забарвленого комплексу мангану з формальдоксидом та на наступному фотоколориметруванні розчину. Лужну реакцію середовища, що необхідна для утворення забарвленого комплексу мангану, створюють за допомогою аміачного буферного розчину. Вплив заліза нейтралізують, руйнуючи його комплекс з формальдоксидом аскорбіновою кислотою та трилоном Б.

Реактиви і обладнання: ФЕК (кювети 1 см та синьо-зелений світлофільтр, 490 нм), ротатор, ваз ВЛКТ та аналітичні, пляшки хімічні 250 мл, колби конічні 250 мл, лійки, фільтри з білою смужкою, колби мірні на 50 мл – 7 шт (100 мл – 7 шт), піпетка на 5 мл, бюретка на 50 і 100 мл, циліндр мірний на 50 мл, кислота сірчана, кислота аскорбінова, формалін, амоній хлористий, аміак водний, гідроксиламін гідрохлорид, трилон Б, манган сірчаноокислий ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$), вода.

Хід роботи

I. Приготування витяжки. Наважку ґрунту 5 г поміщують в хімічну пляшку, приливають 50 мл 0,1н H_2SO_4 та протягом 1 год перемішують на ротаторі. Для попередження контакту розчину з гумовою пробкою її обгортають поліетиленом. Розчин фільтрують в конічні колби на 250 мл через фільтр з білою стрічкою. Паралельно проводять контрольний дослід (див. п. 2.13).

II. Підготовка до аналізу.

2.1. Запасний розчин формальдоксину: 30,75г гідроксиламіну розчиняють в 175 мл води, доливають 43 мл формаліну та доводять об'єм до 250 мл.

2.2. Робочий розчин формальдоксину: до 200 мл запасного розчину формальдоксину приливають 800 мл води та перемішують.

2.3. Запасний аміачний буферний розчин: 6,8г хлористого амонію розчиняють в 57 мл 25 %-ного водного розчину аміаку та доводять водою до 100 мл.

2.4. Робочий аміачний буферний розчин: до 100 мл запасного буферного аміачного розчину доливають 900 мл води.

2.5. Трилон Б, 3%-ний розчин: 15г реактиву розчиняють при нагріванні в 250 мл води. Розчин охолоджують та доводять об'єм до 500 мл водою.

2.6. Маскуючий розчин: 4г аскорбінової кислоти розчиняють в 500 мл 3%-ному розчині Трилону Б.

2.7. Сірчана кислота, 0,1н: 2,8 мл H_2SO_4 (конц.) вливають в 900 мл води та доводять об'єм до 1л.

2.8. Основний розчин мангану: 0,4388г мангану середньо кислого розчиняють у воді та доводять об'єм розчину до 100 мл.

2.9. Робочий розчин мангану: в мірну колбу на 100 мл приливають 25 мл основного розчину мангану і доводять об'єм до мітки 0,1н H_2SO_4 . Отриманий розчин містить 250 мкг мангану в мл.

2.10. Розчин порівняння: в 7 мірних колб на 50 мл наливають об'єм робочого розчину мангану, доводять об'єм до мітки 0,1н H_2SO_4 та перемішують.

Приготування розчинів порівняння

№	Об'єм робочого розчину мангану, мл	Концентрація мангану в розчині порівняння, мкг/мл	Вміст мангану в перерахунку на ґрунт, мг/кг
1	0	0	0
2	0,5	2,5	25
3	1,0	5,0	50
4	2,0	10,0	100
5	4,0	20,0	200

6	6,0	30,0	300
7	8,0	40,0	400

2.11. Для побудови калібрувального графіка з розчинів порівняння беруть проби по 5 мл, поміщають в мірні колби на 100 мл, приливають 10 мл робочого розчину формальдоксину та 30 мл робочого аміачного буферного розчину, перемішують вміст колби після кожного реактиву. Залишають відстоюватись на 5 хв, далі приливають 5 мл маскуючого розчину та перемішують. Залишають відстоюватись на 10 хв, після цього за допомогою ФЕКу (490 нм, синьо-зелений світлофільтр) в кюветі з товщиною 1 см проводять визначення оптичної густини розчину відносно води.

За результатами фотоколориметрування розчинів порівняння будують калібрувальний графік (вісь абсцис – вміст мангану в ґрунті в мг/кг, який відповідає розчину порівняння; вісь ординат – значення оптичної густини).

2.12. Проведення аналізу. 5 мл витяжки відбирають та поміщають в конічну колбу на 100 мл, далі аналіз проводять як і в п.2.11.

2.13. Обробка результатів. Вміст мангану в ґрунті знаходять за калібрувальним графіком та віднімають з нього результат контрольного досліді. *Контрольний дослід включає в себе всі етапи визначення за винятком наважки ґрунту.*

Контрольні запитання:

1. В чому суть методу визначення мангану в ґрунті ?
2. За допомогою чого вилучають манган з ґрунту?
3. Яке значення даного методу ?

Лабораторна робота 6. Визначення вмісту загального калію в органічних добривах

Суть методу полягає у вимірюванні інтенсивності випромінювання досліджуваного елемента, що вводиться у полум'я у вигляді аерозолі.

Реактиви і обладнання: калій хлористий, зразковий розчин KCl (0,792 г KCl, прокаленого до постійної маси при 500 °С, розчинити в дистильованій воді в мірній колбі на 1000 мл. В 1 мл зразкового розчину міститься 0,5 мг K₂O); 30-% розчин перекису

водню; концентрована сірчана кислота; стакани хімічні на 50 мл - 11 шт; колби мірні на 250 мл – 11 шт; 1000 мл – 1 шт; колби к'єльдаля на 100 – 250 мл; полум'яний фотометр.

Хід роботи

1. Для аналізу використовують органічне добриво після визначення в ньому вологості. Наважку сухого подрібненого добрива масою 0,5 г, зважують з точністю до 0,001 г, поміщають в колбу К'єльдаля на 100 – 250мл, заливають 10 мл концентрованої сірчаної кислоти та 2 мл 30-% розчину перекису водню та залишають на ніч.

На другий в колбу додають 2 – 3 мл 30 - % розчину перекису водню, встановлюють її на плитку та нагрівають. Мінералізацію можна проводити в присутності змішаного каталізатора (CuSO_4 +селен) або хлорної кислоти. Після знебарвлення розчину в колбі мінералізацію вважати завершеною.

2. Охолоджений мінералізація переносять в мірну колбу на 250 мл з невеликою кількістю води. Об'єм доводять до мітки дистильованою водою.

3. В хімічний стакан на 50 мл відбирають досліджуваний розчин, отриманий при озолені наважки органічного добрива та проводять фотометрування; далі за калібрувальним графіком знаходять вміст K_2O в мг/250 мл досліджуваного розчину.

4. Для побудови калібрувального графіка в мірні колби на 250 мл приливають 0; 1; 2; 4; 5; 10; 20; 30; 40 та 50 мл зразкового розчину. Далі в них додають по 10 мл сірчаної кислоти (1,84 г/см³), розчини в колбах після охолодження доводять до мітки дистильованою водою, перемішують. В мірних колбах міститься K_2O – 0; 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 та 25,0 мг/250мл.

Розчини порівняння з колб наливають в хімічні стакани на 50 мл та проводять фотометрування. Після визначення побудувати калібрувальний графік, на осі абсцис відкласти вміст K_2O в мг/250 мл розчинів порівняння, а на осі ординат – показ гальванометра.

5. Вміст K_2O розраховують за формулою

$$X = \frac{A \cdot 100}{m \cdot 1000}, \quad (5)$$

де A – вміст K_2O , знайдений за калібрувальним графіком, мг/250

мл; 100 – для перерахунку у відсотки; m – маса наважки добрива, взятого для озолення,г; 1000 – для перерахунку вмісту K_2O , г.

Якщо кількість калію в досліджуваному розчині перевищує 25 мг/250мл, то його необхідно розвести, а в подальші розрахунки ввести коефіцієнт P :

$$P = \frac{V_1}{V}, \quad (6)$$

де V_1 – об'єм розведеного розчину; V – об'єм вихідного розчину.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає суть методу визначення вмісту загального калію в органічних добривах?
2. В чому особливість методу визначення вмісту загального калію в органічних добривах?
3. Як проводиться мінералізація органічних добрив?

5.Рекомендації здобувачам освіти які навчаються за дуальною формою

Здобувачі освіти, які навчаються за дуальною формою навчання виконують лабораторні роботи на базі свого підприємства (за наявності лабораторії) або під час індивідуальних консультацій. Викладач під час консультацій видає скореговане завдання з врахуванням особливостей окремо взятого підприємства-партнера. Виконані завдання здобувач освіти захищає на прилюдному захисті в кінці семестру з обов'язковою присутністю представника підприємства.

Рівень оволодіння здобувачем освіти теоретичного матеріалу з курсу оцінюється на проміжних контролях (модулях) шляхом тестування в системі Moodle.

6. Приклади тестів для самоконтролю знань

1. Хто з вчених України розробив методуку застосування $15N$?
 - Б.М.Рожественський
 - О.І.Душечкин
 - П.А.Власюк
 - М.В. Клечковський
 - Ф.В. Турчин

2. Хто з вчених України вперше науково обґрунтував методика застосування польових дослідів для вивчення мінеральних добрив?

- Б.М.Рожественський
- О.І.Душечкин
- П.А.Власюк
- М.В. Клечковський
- Ф.В. Турчин

3. Хто з вчених України вперше вивчив і дослідив ефективність фосфоритів України?

- Б.М.Рожественський
- О.І.Душечкин
- П.А.Власюк
- М.В. Клечковський
- Ф.В. Турчин

4. Хто з вчених України розробив методика застосування методу мічених атомів?

- Б.М.Рожественський
- О.І.Душечкин
- П.А.Власюк
- М.В. Клечковський
- Ф.В. Турчин

5. Дослідження, які здійснюються в лабораторних умовах з метою вивчення дії та взаємодії факторів на об'єкти, що досліджуються – це:

- вегетаційний експеримент
- лізиметричний дослід
- лабораторний експеримент
- польовий дослід
- польовий дрібно ділянковий дослід

6. Вивчення явища, за якого дослідник штучно викликає дію факторів або змінює умови так, щоб краще вияснити суть явища, взаємозв'язок предметів і явищ, їх причин – спостереження

- гіпотеза
- експеримент
- догма
- припущення

- всі відповіді вірні
7. Дрібно ділянкові, лабораторно – польові та крупно ділянкові досліди проводять:
- у наукових установах
 - на виробництві
 - з метою демонстрації
 - районовано
 - всі відповіді вірні
8. Польовий дослід це:
- дослідження, яке проводиться в польових умовах не менше трьох років
 - дослідження, яке проводиться в контрольованих умовах на спеціально виділеній ділянці не менше трьох років з обов'язковим обліком урожаю
 - дослідження, яке проводиться в польових умовах на спеціально виділеній ділянці не менше трьох років з обов'язковим обліком урожаю
 - досліді на площі не менше 4 га
 - дослідження, яке проводиться в польових умовах не менше 50 років
9. Якою має бути площа дрібноділянкових дослідів?
- До 10 м²
 - 11-50 м²
 - 50-100 м²
 - 100-200 м²
 - Більше 200 м²
10. Якщо в досліді планується вивчати норми фосфорних добрив під ту чи іншу культуру, то варіанти розрізняються:
- кількістю внесеного фосфору, а азотно – калійні добрива у вигляді фону у всіх варіантах вносять в однакових нормах
 - кількістю внесеного фосфору, а норму азотно – калійних добрив збільшують на 10 %
 - кількістю внесеного азоту, фосфору та калію
 - кількістю внесеного азоту
 - кількістю внесеного фосфору
11. У досліді по вивченню глибини сівби на посівах зернових колосових культур визначають:

- залягання вузла кущення та коефіцієнт кущення
- умови перезимівлі
- кількість стебел в одному кущі
- висоту стебел
- всі відповіді вірні

12. У поживних сумішах доцільно застосовувати комплексні сполуки заліза, це обумовлено тим, що:

- солі заліза окислюються
- солі заліза легко випадають в осад
- солі заліза вступають в реакцію з нітритами
- солі заліза токсичні
- всі відповіді вірні

13. Ґрунт для вегетаційного дослід з ґрунтовою культурою відбирають:

- пошарово з генетичних горизонтів
- з орного та підорного шару ґрунту
- з орного шару ґрунту
- змішану порцію
- всі відповіді вірні

14. Живильні суміші готують із розрахунку:

- на 1 літр
- на 1 кг рослин
- на 1 вегетаційну посудину
- на 1 рослину
- на 100 мл

15. В умовах водної культури концентрація поживного розчину:

- збільшується зверху – вниз
- зменшується зверху – вниз
- однакова в усьому об'ємі вегетаційної посудини
- зменшується знизу – ввєрх
- збільшується знизу – ввєрх

16. Засвоєння теоретичних основ агрохімії та агрохімічних досліджень – це:

- об'єкт курсу
- предмет курсу
- мета курсу
- завдання курсу

- всі відповіді вірні

17. При встановленні лізіметри закопують:

- на 5 – 10 см вище поверхні ґрунту
- закопують в рівень з поверхнею ґрунту
- на 5 – 10 см нижче поверхні ґрунту
- не закопують
- піднімають над поверхнею ґрунту

18. При встановленні лізіметрів, поблизу встановлення опадомірів:

- обов'язкове
- не обов'язкове
- бажано
- бажано при вивченні промивного режиму ґрунту
- жодної вірної відповіді

19. У конструкції лізіметрів для збирання води, яка просочилась роблять:

- дренаж та приймач
- приймач
- дренаж, трубопровід та приймач
- трубопровід
- дренаж

20. При проведенні досліджень у лізіметрах наявність рослин є:

- обов'язковою
- поверхню утримують у стані пару
- або рослини, або поверхню утримують у стані пару
- не бажаною
- згідно вимог досліджу

21. До якої групи методів відносяться фотометричний та рефрактометричний методи аналізів?

- оптичні
- електрохімічні
- фізико – хімічні
- фізичні
- електромагнітні

22. До якої групи методів відносяться потенціометричний та мас-спектрометричний методи аналізів?

- оптичні

- електрохімічні
- фізико – хімічні
- фізичні
- електромагнітні

23. До якої групи методів відносяться хроматографічний та діаліз?

- оптичні
- електрохімічні
- фізико – хімічні
- фізичні
- електромагнітні

24. Який метод аналізу поділяють на колориметричний, фотоелектроколориметричний, спектрометричний?

- поляриметричний
- рефрактометричний
- фотометричний
- поляриметричний
- термографічний

25. Який метод ґрунтується на вимірюванні показників заломлення світла?

- поляриметричний
- рефрактометричний
- фотометричний
- поляриметричний
- термографічний

26. Вміст сухої речовини та концентрація соку визначається за допомогою –

- рефрактометра
- фотометра
- спектрометра
- полуменевого фотометра
- термографа

27. Вміст сахарози, крохмалю визначають за допомогою -

- фотометра
- цукрометра
- спектрометра
- полуменевого фотометра
- термографа

28. Джерелом збудження при проведенні спектрального емісійного аналізу є:

- іскра
- полум'я
- електрична дуга
- струм високої напруги
- струм низької напруги

29. Вміст гумусу, загального і рухомого азоту, фосфору та калію, мікроелементів, загальний вміст оксидів характеризують:

- фізико-хімічні властивості ґрунту
- фізичні властивості ґрунту
- агрохімічні властивості ґрунту
- водні властивості ґрунту
- водно-фізичні властивості ґрунту

30. Нітрифікаційна здатність, ферментативна активність характеризують:

- фізико-хімічні властивості ґрунту
- біологічні властивості ґрунту
- агрохімічні властивості ґрунту
- водні властивості ґрунту
- водно-фізичні властивості ґрунту

31. Водопідймальну здатність та водопроникність ґрунту визначають:

- агрофізичні властивості
- агрохімічні властивості
- водно-фізичні властивості
- водні властивості ґрунту
- фізичні властивості ґрунту

32. Для визначення вмісту гумусу в ґрунті використовують метод-

- Тюріна і Конової в модифікації Симакова
- К'ельдаля
- Шконде і Корольової
- Маслової
- Чиркова

33. Основна маса азоту ґрунту (95-99 %) представлена:

- органічними сполуками
- мінеральними сполуками

- органічними і мінеральними сполуками
- фізичними сполуками
- всі відповіді вірні

34. Який метод передбачає мінералізацію органічних сполук азоту в ґрунті концентрованою H_2SO_4 при кип'ятінні до аміаку?

- Тюріна
- Іольбауера
- К'ельдаля
- Тюрина
- Маслової

35. У некарбонатних ґрунтах для визначення легкогідролізованого азоту використовують метод:

- Шлавицької
- Тюріна і Конової
- Шконде і Корольової
- Мачигіна
- Чирікова

36. У нейтральних і карбонатних ґрунтах утворюються в значній кількості –

- фосфати Fe і Al
- фосфати Ca і Mg
- фосфати Fe і Ca
- рухомий фосфор
- фосфати Fe і Mg

37. В карбонатних ґрунтах груповий аналіз сполук фосфору проводять за методом:

- Кірсанова
- Чирікова
- Мачигіна
- Чанга-Джексона
- Тюрина

38. В дерново – підзолистих ґрунтах груповий аналіз сполук фосфору проводять за методом:

- Кірсанова
- Чирікова
- Мачигіна
- Чанга-Джексона

- Тюрина

39. Метод Чанга-Джексона ґрунтується на:

- послідовній обробці ґрунту різними розчинниками
- визначення кожної фракції фосфатів у новій наважці ґрунту
- паралельному оброблені ґрунту різними розчинниками
- розчинені різних фракцій універсальним розчинником
- обробці наважки ґрунту ультразвуком

40. За методом Карпінської і Зам'ятиної в кислих і нейтральних ґрунтах визначають:

- фракційний склад органічних фосфатів
- фракційний склад мінеральних фосфатів
- ступінь рухомості фосфатів
- ступінь обмінності фосфатів
- кінетичний потенціал ґрунту

7. Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти *денної/дуальної* форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 0,5 год./1 год. занять = $0,5 \cdot (28+26) = 27$ год.

- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС = $6 \cdot 4,5 = 27$ год.

- курсова робота – 24 год.

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях – $81-27-27-24=3$ год.

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти *заочної* форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – $(8+8) \cdot 0,5$ год. = 8 год.

- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит ЄКТС = $6 \cdot 4,5 = 27$ год.

- курсова робота – 24 год.

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – $119-8-27-24=60$ год.

Теми для самостійної роботи

№	Теми самостійної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			

1	Історія розвитку дослідної справи		6
2	Досліди з вивчення обробітку ґрунту.		6
3	Досліди-проби, мета закладки дослідів, особливості проведення.		6
4	Техніка закладки вегетаційного дослідів з водною культурою.		6
5	Перспективи використання лізиметрів для вирішення основних питань агрономії.		6
6	Електрохімічні методи досліджень.		6
Разом			36
Змістовий модуль 2			
7	Особливості відбору змішаних проб добрив для агрохімічного ґрунту. Діючі ДСТУ по визначенню основних макроелементів в ґрунті.	1	6
8	Особливості відбору змішаних проб рослин для агрохімічного аналізу. Діючі ДСТУ по визначенню основних макроелементів в рослинах.	1	6
9	Особливості відбору змішаних проб добрив для агрохімічного аналізу. Діючі ДСТУ по визначенню основних макроелементів в добривах.	1	6
10	Ґрунтова і рослинна діагностика у дослідів з багаторічними насадженнями		6
Разом		3	24
Всього годин		3	60

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які виносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.

8. Рекомендована література

1. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ : Видавничий центр НАУ, 2001. 245с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

3. Агрохімічний аналіз : підручник / М. М. Городній, А. В. Бикін та ін. ; За ред. М. М. Городнього. Київ : Вид-во Арістей, 2007. 624 с.
4. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Наукова думка, 1994. 333 с.
5. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. Москва : Колос, 1971. 272 с.
6. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. Москва : Наука, 1967. 180 с.
7. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрономічної хімії : навчальний посібник / за ред. І. М. Карасюка. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2001. 192 с.
8. Ткачук С. О., Трушева С. С., Олійник О. О. Ефективність комплексного застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив при вирощуванні ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 2(82). С. 79–87. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/14918>
9. Ткачук С. О., Трушева С. С., Олійник О. О. Порівняння ефективності застосування мікродобрив та стимуляторів росту на пшениці озимій в умовах західного Лісостепу. *Вісник ХНАУ*. 2019. №1. С.90–96.
10. Ткачук С. О., Олійник О. О., Кучерова А. В. Оцінка потенціалу нових сортів буряку цукрового за внесення розрахункових норм мінеральних добрив в умовах Західного лісостепу. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. 2021. Вип. 2(94). С. 111–118. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/22054>

Інформаційні ресурси

11. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/>
12. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbu.gov.ua/>
13. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, пл. Короленка, 6). URL: <http://libr.rv.ua/>
14. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: http://nuwm.edu.ua/MySql/page_lib.php

15. OECDiLibrary. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics_agr-data-en

16. Навчальні матеріали онлайн. URL: <http://pidruchniki.ws>

Методичне забезпечення

17. Інформаційні ресурси у електронному репозиторії Національного університету водного господарства та природокористування.

URL : <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/methods/>:

18. 05-01-206 Методичні вказівки до виконання курсової роботи із дисципліни “Методика агрохімічних досліджень” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 201 “Агрономія” денної та заочної форм навчання /Веремєєнко С. І., Олійник О. О. Рівне : НУВГП, 2019. 15 с. URL : <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/17415>

19. Силабус освітньої компоненти «Методика агрохімічних досліджень» для здобувачів вищої освіти освітнього рівня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою Агрономія, за спеціальністю 201 Агрономія. Рівне : НУВГП, 2022. 12 с.