

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Інститут природничих наук**

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДМИТРИК П.М.

**СУЧАСНІ
АГРОХІМІЧНІ І СТАТИСТИЧНІ
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**студентам заочної та денної форми навчання
спеціальності**

7.09010102

«Агрохімія і ґрунтознавство»

**Івано-Франківськ
2014**

УДК 631.421

Затверджено на засіданні кафедри агрохімії і ґрунтознавства Інституту природничих наук (протокол № 3 від 16.10.2014 р.)

Рекомендовано до друку методичною комісією Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника (протокол № 2 від 24.10.2014 р.)

Дмитрик П.М. Сучасні агрохімічні і статистичні методи досліджень. Курс лекцій / П.М. Дмитрик. – Івано-Франківськ, 2014. - 76 с.

Посібник з курсу сучасні агрохімічні і статистичні методи досліджень, що читається у Прикарпатському національному університеті ім. В.Стефаника розрахований на науковців, викладачів, аспірантів, студентів, а також усіх тих, хто цікавиться сучасними методами досліджень в галузі агрохімії.

Викладено історію розвитку дослідної справи, висвітлено мету та завдання польового, вегетаційного, лізиметричного, математично-статистичного, лабораторного та інших сучасних методів агрохімічних досліджень.

Укладач:

П.М.Дмитрик – кандидат сільськогосподарських наук.

Рецензенти:

кандидат сільськогосподарських наук, ст. науковий співробітник Куничак Г.І. *(завідувач Коломийським відділом наукових досліджень та інноваційного розвитку АПВ);*

кандидат сільськогосподарських наук Турак О.Ю. *(доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства Інституту природничих наук).*

© Дмитрик П.М., 2014

© Прикарпатський національний університет ім. В.Стефаника, 2014

ЗМІСТ

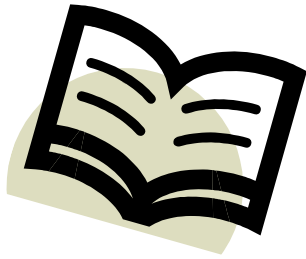
ПЕРЕДМОВА.....	4
Тема 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ.....	5
Тема 2. ПОЛЬОВИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
Тема 3. ВЕГЕТАЦІЙНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
Тема 4. ЛІЗИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
Тема 5. МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
Тема 6. ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
Тема 7. АНАЛІЗ ГРУНТУ.....	48
Тема 8. АНАЛІЗ РОСЛИН.....	52
Тема 9. АНАЛІЗ ДОБРІВ.....	56
Тема 10. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ.....	60
Тема 11. ДІАГНОСТИКА.....	63
ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ЗАЛІКУ....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72

ПЕРЕДМОВА

Навколишнє природне середовище змінюється під впливом природних і антропогенних факторів. Урбанізація, використання засобів хімізації і сучасної техніки, постійне збільшення затрат енергії, сировини і матеріалів негативно впливає на стан навколишнього природного середовища.

Виробництво продукції рослинництва і сировини для промисловості вимагає розробки методів контролю за станом ґрунту, способів керування формуванням біологічно цінного врожаю, підтримання і підвищення родючості ґрунтів. Застосування добрив, проведення хімічної меліорації безпосередньо пов'язане з обґрунтуванням інформації про стан ґрунту й умови формування врожаю.

Вивчення ґрунтів дає змогу вивчати кругообіг поживних речовин з метою моніторингу і визначення їх якості, способів впливу на умови формування врожаю за допомогою вегетаційного, лізиметричного та польового методів досліджень встановлюється ефективність і доцільність вироблення нових добрив, вдосконалення елементів технологій вирощування і зберігання культур, визначається агрохімічна, екологічна й економічна ефективність застосування засобів хімізації, розробляються способи збереження і підвищення родючості ґрунтів.



Тема 1. ІСТОРІЯ

РОЗВИТКУ ДОСЛІДНОЇ СПРАВИ

Людство застосовувало добрива на багато раніше, ніж була розроблена наукова методика вивчення основних теоретичних і практичних запитів землеробства, питань агрономічної хімії.

Агрономічна хімія (агрохімія) вивчає взаємодію між рослиною, ґрунтом і добривами у процесі живлення рослин, формування врожаю певного складу, ефективність застосування добрив, засобів хімічної меліорації, пестицидів, їх впливу на ґрунт і навколишнє природне середовище.

Вивчення живлення рослин відбувається за наявності нерівномірного розміщення поживних речовин, певного стану ґрунту, який постійно змінюється, кругообігу елементів живлення. Ці процеси значно залежать від погодних умов, уміння і здатності людини на їх впливати.

Історія дослідної справи, як і саме землеробство, дуже давня. У минулому дослідження ґрунтувалося на спостереженнях явищ у процесі сільськогосподарського виробництва.

Перший крок до підвищення рівня врожайності в країнах Західної Європи відбувся завдяки переходу від трипільки до сівозміни. Подальше зростання врожайності пов'язане із застосуванням мінеральних та органічних добрив і засобів

захисту рослин на фоні підвищення культури землеробства.

Перші вегетаційні досліді провів у Брюсселі Ван Гельмінт у 1629 р. Вони, як часто буває під час вирішення нових питань, привели автора до невірної висновку, що гілка дерева може рости за рахунок лише однієї води без участі мінеральних речовин ґрунту.

У 1659 р. Джон Вудворд дійшов висновку, що рослина утворюється не з води, як вважав Ван Гельмонт, а з землястих речовин. Водночас І.Р. Глаубер дійшов висновку, що селітра є основою росту рослин, а додавання її до розчину ґрунту збільшує врожайність рослин.

У 1660 р. на засіданні англійського «Товариства для розвитку філософських знань шляхом дослідів» Дегбі повідомив, що він за допомогою звичайної селітри, розчиненої у воді з землястими речовинами, досяг того, що дуже бідний ґрунт дав змогу отримати найкращий урожай.

Теодор Де Сосюр у 1804 р. провів перші досліді з вирощування бобів у дистильованій воді, запропонував основи сучасної і наукової експериментальної методики.

Ф. Гом (1756 р.) на основі дослідів у посудинах дійшов висновку про необхідність калію для розвитку рослин, Е. Дендональд (1795 р.) - про необхідність фосфатних сполук.

Гумусову теорію живлення у 1761 р. запропонував Ю.Г. Валлеріус.

А.Тейєр (1752-1828) не був експериментатором, однак уміння узагальнювати дані досліджень багатьох учених дало

йому змогу стати активним проповідником теорії гумусового живлення.

На основі гумусової теорії живлення формувалось вчення про виснаження і відтворення родючості ґрунту, про сівозміни.

Багато вчених не поділяли поглядів А.Тееера.

Жан Батист Буссенго у 1834 р. почав систематичне вивчення кругообігу речовин у землеробстві шляхом хімічного аналізу врожаїв і добрив, які застосовували. У 1737 р. він почав проводити дослід у піщаній культурі. Крім того, Буссенго перший почав проводити систематичні дослідження з проблем джерел азоту для живлення рослин (1837 р.) і вивчення процесу його нітрифікації в ґрунті. На основі експериментальних даних він замість гумусової теорії запропонував азотну теорію живлення рослин та рекомендував для вивчення родючості ґрунтів використовувати реакцію самої рослини і прямі спостереження. Буссенго вважають основоположником вегетаційного методу досліджень, засновником першої агрономічної дослідної станції, фунда- тором створення нової галузі знань - агрономічної хімії.

Починаючи з 1840 р., погляди на значення перегною і мінеральних речовин ґрунту в живленні рослин змінилися. Це було зумовлено виходом у світ книги Ю.Лібиха «Химия в приложении к земледелию и физиологии». У ній Лібих критикував гумусову теорію живлення, вважав, що зниження родючості ґрунту призводить до загибелі нації, а підтримання родючості сприяє багатству і могутності її, сформулював теорію

мінерального живлення. Теорія мінерального живлення рослин Ю.Лібиха сприяла розвитку досліджень умов і факторів формування врожаю.

Творцями методики вегетаційного методу досліджень вважають Ю.Сакса, Н. Кноопа, Гельрігеля, П. Вагнера, П.С. Коссовича, Д.М. Прянишникова, К.К. Гедройца, І.С. Шулова.

Розробка методу штучних культур, який назвали синтетичним методом, дала змогу вирощувати рослини у штучному середовищі. Використовуючи результати цих досліджень з урахуванням методу різниці, появилася можливість вивчити елементи живлення, які необхідні для розвитку рослин.

М.В.Ломоносов розробив основи хімічних досліджень.

Перший вегетаційний будиночок у Росії завдяки великим зусиллям Д.М.Прянишникова був збудований у 1872 р. у Петровській сільськогосподарській академії.

П.С.Коссович, С.Л. Франкфурт в «Энциклопедии российского сельского и лесного хозяйства» (1900 р.) описали методики вегетаційних дослідів. І.С.Шулов розробив методику ізольованого живлення і метод стерильних культур.

Розробка методу ґрунтової культури пов'язана з ім'ям німецького агрохіміка П.Вагнера. Він встановив, що рослини засвоюють фосфор з фосфоритного борошна.

П.Вагнер ввів поняття точність досліду, ступінь співпадання результатів у однойменних посудинах.

К.А.Тімірязєв у вегетаційному досліді бачив точний

фізіологічний і агрохімічний експеримент, вказував на поєднання вегетаційного і польового методу досліджень.

Історія розвитку агрономічної хімії і досліджень свідчить про те, що думка про використання вегетаційного методу лише для вирішення теоретичних питань живлення рослин, а польового методу для вирішення практичних питань є невірною. Ці два методи необхідні дослідникам для вивчення зазначених питань, що безпосередньо пов'язані з процесами, які відбуваються в навколишньому природному середовищі.

А.Т. Болотов (1738 -1833) у роботі «Об удобрений с земель» виклав свою теорію мінерального живлення, раніше за А. Теєра запропонував семипілку, тобто сівозміну.

Перше дослідне поле було відкрито у 1840 р. у вищій агрономічній школі в Горках (нині Республіка Білорусь). Керівником його був Д. І. Менделєєв, який працював з К.А. Тімірязєвим і хіміком Г.Г. Густавсоном. Д.І. Менделєєв висунув ідею організації польових дослідів з вивчення питань глибини оранки і застосування мінеральних добрив, переважно фосфорних, у географічному розрізі, вказав на необхідність розробки методики польових дослідів, на роль повторень і застосування математичної обробки результатів дослідів.

Застосування штучних добрив певного складу, як писав Д.І. Менделєєв, поєднане з аналізом ґрунту, дає ключ для вирішення питань про властивості наших полів.

Перші зональні агрохімічні досліді в Росії були проведені з ініціативи Д.М. Прянишникова у 1867 -1869 рр.

П.А.Костичев писав, що тільки досліди на полях дають змогу судити про користь застосування відомої удобрювальної речовини і тільки дійсно отриманий урожай на різних ґрунтах дає нам вірний засіб для визначення родючості цих ґрунтів. Хімічним аналізом він відводив другорядне значення.

С.М. Богданов на Радомишльському дослідному полі (Житомирська обл., Україна) вивчав родючість ґрунтів (вбирну здатність і вологість ґрунтів, роль мікроорганізмів у живленні рослин), ефективність місцевих добрив, якість зерна пшениць, досліджував методи аналізу ґрунту.

Полтавське товариство сільського господарства у 1865 р. організувало Полтавське дослідне поле. Головним його завданням було накопичення фактичного матеріалу, точно визначеного і точно записаного.

О.О. Ізмаїльський і А.Г. Зайкевич організував мережу дослідних полів Харківського товариства сільського господарства, яка вивчала роль азоту, фосфору і калію у підвищенні родючості чорноземів, ефективність внесення суперфосфату в рядки.

Мережа Київських дослідних полів цукрозаводчиків (1901-1918 рр.) займалась розробкою методики польових дослідів і спостережень. За її участю було організовано Миронівську дослідну станцію.

Після 1885 р. в Україні були організовані Полтавська, Іванівська, Шатилівська, Носівська, Одеська та Харківська дослідні станції. Дослідження також проводились у Київському і

Харківському університетах, Харківському сільськогосподарському інституті.

У 1913 р. в Україні було 18 дослідних станцій і 33 дослідні поля. На Носівській дослідній станції працював К.К. Гедройц. Він встановив види вбирної здатності ґрунту і потенціальну кислотність ґрунту, теоретично обґрунтував потребу вапнування і гіпсування ґрунтів. К.К.Гедройц написав «Учение о поглотительной способности почв» і «Химический анализ почв».

Д.М. Прянишников (1865 -1948) був одним з організаторів Географічної мережі дослідів у бувшому СРСР, теоретично обґрунтував програму хімізації, провів класичні дослідження з вивчення азотного обміну в рослинах і живленню рослин.

У 1946 р. В.М. Клечковський почав проводити досліді з радіонуклідами. О.В.Соколов розробив, методику визначення засвоюваних форм фосфатів за допомогою радіонукліда ^{32}P ., Ф.В.Турчин - методику застосування ^{15}N . В Україні П.А. Власюк і Е.С. Косматий розробили «Метод мічених атомів в агрофізіології» (1959 р.).

В Україні методику польових дослідів для вивчення мінеральних добрив уперше науково обґрунтував Б.М. Рожественський (1874-1943).

Великий внесок у розвиток агрохімії в Україні вніс О.І. Душечкін (1874-1956). Внаслідок вивчення надходження поживних речовин у цукрові буряки він встановив біологічні особливості їх живлення, роль мікрофлори та нітрифікації, гною

і зеленого добрива у живленні, що стало основою застосування системи удобрення у бурякових сівозмінах. О.І.Душечкін вивчив ефективність фосфоритів України, біологічну засвоюваність фосфорної кислоти ґрунтом та рекомендував використовувати фосфорити не лише як добриво, а й як засіб хімічної меліорації. Значну увагу він приділяв використанню фосфоритного борошна для одноразового збагачення ґрунту фосфором на багато років.

П.А. Власюк (1905-1980) - агрохімік, фізіолог, талановитий педагог. Він вивчав живлення рослин макро- та мікроелементами, розробив теорію надходження і метаболізму елементів живлення. Він розробив агрофізіологічні основи застосування методу мічених атомів, розпочав вивчення природної радіоактивності ґрунтів України. П.А.Власюк запропонував спосіб збагачення насіння рослин мікроелементами. Під його керівництвом було складено картограми вмісту мікроелементів (марганцю, молібдену, бору, кобальту, цинку, міді) в ґрунтах України, розроблено технології виробництва і застосування суперфосфатів, нітрофосок та інших мінеральних добрив з мікроелементами.

У післявоєнні роки була створена Українська академія сільськогосподарських наук (УСГА, УААН), галузеві науково-дослідні інститути, сільськогосподарські дослідні станції, обласні сільськогосподарські дослідні станції і лабораторії.

Потреба збільшення виробництва сільськогосподарської продукції для населення і сировини для промисловості,

збереження довкілля змусило створити в Україні Географічну мережу дослідів з добривами, наукові установи з випробовування нових сортів, агрохімічну службу з підрозділами захисту рослин.

Географічна мережа дослідів з добривами та іншими засобами хімізації і установи, які в неї входять, вивчають і теоретично обґрунтовують географічні закономірності дії органічних і мінеральних добрив, добрив та інших засобів хімізації, теоретичні основи живлення рослин, вдосконалюють прийоми підвищення родючості ґрунтів, нові види і форми добрив, засоби захисту рослин, обґрунтовують необхідність їх виробництва і застосування, розробляють і вдосконалюють методи досліджень, розробляють і обґрунтовують нові технології вирощування сільськогосподарських культур з застосуванням методів діагностики, розробляють математичні моделі впливу засобів хімізації на врожайність і якість продукції.



Тема 2. ПОЛЬОВИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕНЬ

Життєдіяльність людини відбувається у просторі і часі. З давніх часів вивчення причинних взаємозв'язків між явищами, які зумовлюють формування врожаю, використання землі людина вела шляхом спостережень.

Спостереження - це зосереджена увага на певному предметі, явищі. Спостереження починається з сприймання або констатації будь-якого факту, явища. Пізніше до сприймання приєднується висновок і людина починає аналізувати явища, порівнюючи їх певним чином. У процесі спостережень відбувається зв'язок сприймання з активним мисленням.

Мислення допомагає людині не лише фотографувати навколишнє середовище, а й порівнювати явища.

Спостереження характеризується цілеспрямованістю, певною метою. Воно повинно бути об'єктивним, планомірним, систематичним, повністю відображати явища. Наукове спостереження вимагає, щоб факти сприймалися такими, якими вони є, без ілюзій, без спотворень, без суб'єктивних здогадок. Для позбавлення суб'єктивності складні спостереження доручаються проводити двом дослідникам.

У процесі розвитку сільського господарства, розрізнені спостереження людина занотовувала та систематизувала. Вона почала втручатися у перебіг явищ шляхом проведення експерименту.

Експеримент (дослід) - вивчення явища, за якого дослідник штучно викликає дію факторів або змінює умови так, щоб краще в'яснити суть явища, взаємозв'язок предметів і явищ, їх причини. Спостереження відображає навколишнє середовище, йде зовні у нашу психіку, експеримент - виходить з нашої свідомості і повертається до нас у нашу психіку у вигляді будь-якого спостереження.

Переваги експерименту перед спостереженням такі:

- експериментатор може викликати необхідне явище (різні рівні живлення, освітлення, зволоження);
- експериментатор розчленовує на складові явище, що дає змогу глибше його вивчити;
- експериментатор вибирає кілька варіантів (проб), які можна порівняти між собою і зробити належний висновок.

Спостереження і експеримент повинні доповнювати один

одного. Уміле їх поєднання сприяє успішному проведенню досліджень.

Основні методи досліджень:

- гіпотеза;
- експеримент і спостереження;
- індукція і дедукція;
- аналіз і синтез;
- абстрагування і конкретизація;
- моделювання;
- узагальнення.

Етапи досліджень:

- збір фактів, їх класифікація;
- співставлення й узагальнення фактів;
- формування гіпотези;
- перевірка гіпотези спостереженнями, експериментом;
- аналіз (інтерпретація) результатів з метою кінцевої оцінки запропонованої раніше гіпотези;
- висновки;
- формування теорії.

Кінцева мета досліджу - розробка теорії, технології вирощування сільськогосподарських культур, збереження і підвищення родючості ґрунтів з урахуванням навколишнього середовища.

Гіпотеза. Для проведення досліджень формується гіпотеза. Вона ґрунтується на основі попередніх знань з літературних джерел, результатів попередніх досліджень автора і показує

критичне відношення автора до досліджуваного питання. В гіпотезі містяться передбачені (прогноз) результати досліджень.

Гіпотеза - науково обґрунтоване припущення, передбачення певних явищ, процесів, закономірностей, на основі яких можливе отримання певних результатів досліджень. Формується гіпотеза на основі попередніх досліджень самого дослідника або досліджень і узагальнень інших авторів. Іноді гіпотези виникають інтуїтивно, недостатньо обґрунтовано.

Незалежно від шляхів виникнення гіпотези вона перевіряється експериментально. Висунувши гіпотезу, автор повинен передбачити можливість її доказу шляхом проведення експерименту та отримання вірогідних даних.

Результати дослідів можуть підтвердити гіпотезу або її відхилити. Аналіз даних проводять з урахуванням умов експерименту. Необхідно з відповідальністю підходити до оцінки даних, які стверджують або відкидають гіпотезу. Гіпотезу перевіряють і встановлюють зв'язок отриманих результатів досліджень з відомими власними даними або інших дослідників.

Методика досліджень застерігає дослідника від передчасних, поспішних висновків. Під час аналізу досліджень враховують, що статистичні методи нічого не підтверджують. Підтвердження гіпотези свідчить про вірність закономірностей, на основі яких була сформована гіпотеза. Результати такого дослідів можна використовувати у виробничих умовах, сприяють дальшому розвитку досліджень і науки в цілому.

У разі відхилення гіпотези результати досліджень її не

підтверджують. У такому випадку проводять роботу з перевірки даних, які були основою для формування гіпотези і техніки та умов проведення дослідів. Перевірка умов проведення дослідів може показати, що у вегетаційний період відбулися явища, які істотно вплинули на результати досліджень (суховії, різке короткострокове підвищення або пониження температури, різні пошкодження рослин), на які виконавець не звернув уваги. При встановленні негативних явищ у процесі проведення дослідів його проводять повторно.

Повторне відхилення гіпотези ставить під сумнів імовірність усіх або частини закономірностей на основі яких була сформована гіпотеза. Поставленим завданням повинні відповідати варіанти досліджень. Досліджуваний матеріал (рослини, засоби хімізації) повинен сприяти вирішенню проблеми. Вирішенню проблеми сприяє обґрунтована схема дослідів.

Польовий метод досліджень - це дослідження, яке проводять у природних (польових) умовах на спеціально виділеній ділянці (полі). Дослід проводять з метою встановлення кількісного впливу умов або прийомів вирощування сільськогосподарських культур на врожай і його склад, родючість ґрунту (фото 2.1.)



Фото 2.1. Дослідні ділянки.

Польовий метод є основним методом досліджень в агрономії. Відрізняється польовий метод від інших методів агрономічних досліджень тим, що його проводять на спеціально виділених ділянках і він повинен дати відомості про вплив певних факторів на величину врожаю і його склад. Тому більшість дослідників не вважають за польовий дослід з вивчення ґрунтів, який проводять у польових умовах без обліку врожаю. Відсутність даних обліку врожаю у багатьох біологічних дослідженнях не дає змогу віднести їх до польових дослідів.

Польовий дослід дає можливість визначити вплив досліджуваних факторів, а часто і випадкових, на врожай або продуктивність того або іншого виду, сорту чи гібрида рослин. Вплив будь-якого фактора визначають приростом урожаю або приростом збору господарсько корисної частини врожаю з урахуванням якості з одиниці площі. Агротехнічна ефективність

повинна поєднуватись з екологічною і економічною. Метою досліджу є встановлення закономірностей кількісної дії певних факторів. Ці закономірності використовують для посилення впливу на формування максимально можливого врожаю з урахуванням його якості та підвищення родючості ґрунту.

Необхідно, щоб встановлені закономірності були надійні. Результати досліджень стаціонарних дослідів більш надійні порівняно з короткостроковими. Результати стаціонарних дослідів можна надійно рекомендувати для використання у виробничих умовах.

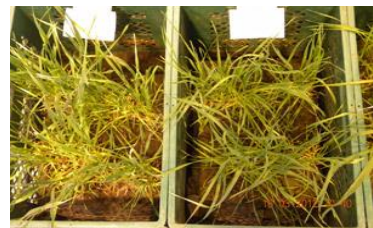
Якщо метою досліджу передбачається вивчення впливу факторів на врожайність без проведення агрохімічних аналізів, обліків, вимірювань, спостережень, то результати такого досліджу не дають відповіді на запитання за рахунок яких явищ і факторів та їх поєднань отримано врожай. Таке дослідження не сприяє розробці заходів з управління факторами, від яких залежить величина врожайності і її якість.

Основним завданням сільськогосподарської науки є оволодіння факторами формування врожаю і розробка методів, прийомів управління ними в умовах виробництва. Управління умовами живлення рослин переважно здійснюється за рахунок підбору кращих попередників, застосування добрив і зрошення. В більш контрольованих умовах закритого ґрунту, гідропоніки використовують технології з елементами управління врожаєм і його якістю.



Тема 3. ВЕГЕТАЦІЙНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕНЬ

Слово вегетаційний походить від



латинського слова вегетація - vegetatio - виростати, оживляти. Вегетаційний метод передбачає проведення дослідів у вегетаційних посудинах і вегетаційному будиночку (фото 3.1.).

Фото 3.1. Вирощування рослин у вегетаційних посудинах

Крім вегетаційного будиночку досліді проводять у теплицях, оранжереях, фітотронах, камерах штучного клімату (фото 3.2.).



Фото 3.2. Вирощування рослин в теплицях

Вегетаційний метод - це спрощена модель польового досліді.

Д.М.Прянишников головним завданням вегетаційного досліді вважав розкриття суті процесів виявлення значення

окремих факторів, насамперед ролі рослини, ґрунту і добрива в найсприятливіших для їх прояву умовах.

Умови вегетаційного дослідження значною мірою штучні, вони моделюють основні умови життєдіяльності рослини. Вегетаційний метод є одним з методів агрономічного дослідження, який з іншими методами дає змогу досконаліше вивчити особливості росту і розвитку рослин, процеси, які у них відбуваються.

Вегетаційний метод застосовують для вивчення різних питань фізіології і біохімії, агрохімії, ґрунтознавства, екології. Представники цих наук ставлять конкретні, характерні для них вимоги у процесі проведення досліджень. Вимоги до загальних принципів закладання і проведення дослідження, які забезпечують точність і відтворення досліджень, повинні неухильно виконуватись.

Під час проведення вегетаційних досліджень дослідник може контролювати освітлення, умови водного, повітряного і поживного режимів та інші фактори росту і розвитку рослин. Дозуючи у певних кількостях і співвідношеннях фактори росту і розвитку рослин, дослідник керує умовами формування врожаю. В цьому переваги вегетаційного методу перед польовим.

Вегетаційний метод дає змогу детально розчленувати і виявити значення окремих факторів росту, витримувати сплановані рівні живлення, освітлення і температури. Вегетаційний дослід дає можливість моделювати оптимальні

умови вирощування рослин, водно-повітряний, поживний і світловий режими.

Рослини певним чином реагують на дію факторів у контрольованих (модельних) умовах. За даними вегетаційних досліджень дослідник має уяву про вивчення певного фактора або групи факторів на ріст, розвиток, стан і продуктивність рослин, може передбачити дію конкретних факторів у польових умовах. Для отримання остаточного висновку про дію фактора чи групи факторів на ріст, розвиток і стан рослин, їх продуктивність необхідно провести польовий дослід, який дасть відповідь на питання впливу фактора чи групи факторів у неконтрольованих польових умовах.

Необхідність поєднання вегетаційного методу досліджень з польовим дослідом зумовлюється рядом причин:

- співвідношення між діючими факторами і ґрунтом не тотожне, як у польових умовах;
- у вегетаційних посудинах не виявляється дія підорних шарів (горизонтів) ґрунту, відсутнє вимивання, порушена структура і водно-повітряний режим;
- кількість добрив вносять значно більше, ніж в умовах виробництва.

Ці причини підкреслюють якісні і кількісні відмінності вегетаційного та польового методів досліджень, особливості і значення кожного з них. Тому доводиться очікувати повного співпадання результатів, отриманих у вегетаційному і польовому досліді.

Результати вегетаційного і польового дослідів як кількісно, так і якісно відрізняються. Це не знецінює, а навпаки, доповнює ці методи, дає поштовх для поглибленого подальшого вивчення.

Поєднання вегетаційного і польового методів досліджень із супутніми спостереженнями, агрохімічними та іншими аналізами є необхідною умовою успішного вирішення теоретичних і практичних питань.

Вегетаційний метод спочатку розроблявся як агрохімічний метод, він давав змогу вивчати доступність поживних речовин добрив і родючість ґрунтів. Потім його почали використовувати в інших галузях із відповідними доповненнями. Внаслідок чого його методика вдосконалювалась, значення зростало.

До вегетаційного методу належать ґрунтова, піщана і водна культури, метод ізольованого живлення і текучих розчинів, метод стерильних культур.

Застосування водної, піщаної або ґрунтової культури дає змогу отримати інформацію про використання рослиною, вплив на рослину певного елемента чи сполуки у конкретних умовах, дає можливість вивчити дію досліджуваної сполуки, її складових на розвиток кореневої системи, надземної частини рослини у контрольованих умовах. В цих умовах водний розчин, пісок бо ґрунт, як субстрат, певною мірою виявляють свою дію на умови росту і розвитку рослин.



Тема 4. ЛІЗИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

ДОСЛІДЖЕНЬ

Лізиметричний метод передбачає проведення досліджень у лізиметрах. Уперше англійський хімік Джон Дальтон (1766-1844 рр.) застосував лізиметр для вивчення ролі атмосферних опадів у поповненні запасів ґрунтових вод. Лізиметричний метод з успіхом застосовували і застосовують для вивчення механізму міграції різних сполук у нижні горизонти ґрунту, вивчення сольового режиму, балансу поживних речовин. Значним досягненням лізиметричного методу було вивчення вимивання поживних речовин добрив і пестицидів атмосферними опадами.

Конструкції лізиметрів. У кожному лізиметрі повинен бути пристрій, який дозволив вивчити склад води і розчинені у ній речовини, що просочуються крізь шар ґрунту. У лізиметрі для збирання води, яка просочилася, роблять дренаж, трубопровід і приймач (

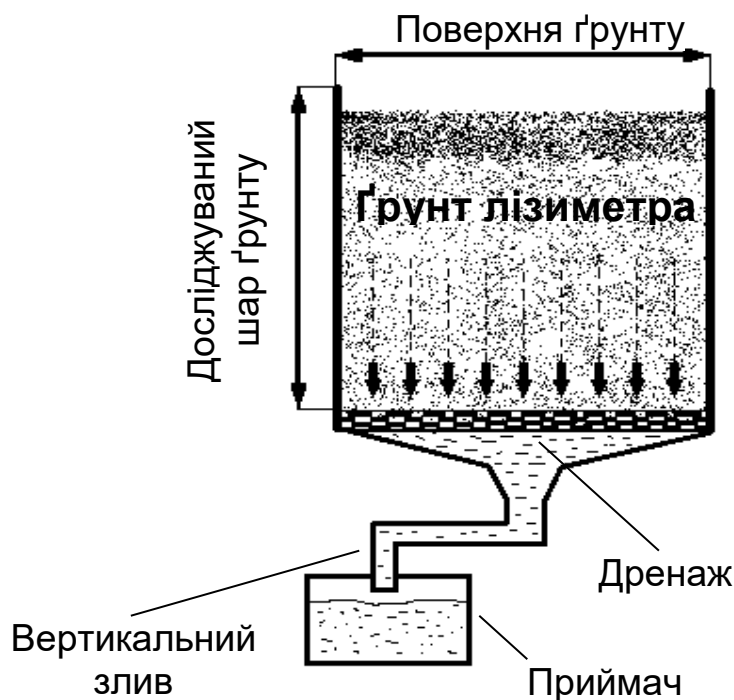
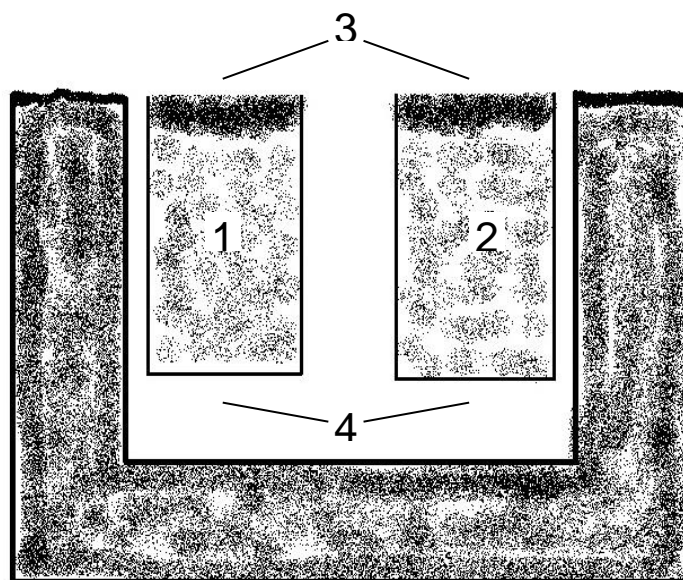


Рис. 4.1. Схема лізиметра

Сучасні прилади дозволяють в автоматичному режимі

визначати кількість і склад лізиметричної води. Розташування лізиметрів повинно дозволяти вести спостереження в умовах близьких до навколишніх природних умов. Лізиметри встановлюють по два у ряд на певній відстані між ними (рис. 4.2.,4.3.).



**Рис. 4.2. Розташування лізиметрів:
1, 2 – лізиметри, 3 – накриття, 4 – приймач.**



Рис. 4.3. Вид на лізиметричну станцію зверху

Коридор між лізиметрами повинен забезпечувати вільний доступ до приймальних пристроїв. Зверху коридор має укриття від опадів. Поруч з лізиметрами встановлюють дощомір. Встановлення лізиметрів у польових умовах дає змогу вивчати процеси міграції поживних речовин та пестицидів у природних і штучних умовах зволоження.

Залежно від програми дослідження лізиметри наповнюють ґрунтом, породою. Ґрунт може мати природне ущільнення або бути насипним, являючи собою певний горизонт ґрунту. Підчас використання насипного ґрунту його засипають у лізиметри з урахуванням залягання генетичних горизонтів.

На Чернігівській державній сільськогосподарській дослідній станції встановлено 48 секцій лізиметрів. Площа однієї чарунки становить 3,8 м². Маса ґрунту в чарунці 10,5 т.

У лізиметрах вирощують рослини або поверхню їх утримують у стані пару. За конструкцією і виготовленням лізиметри бувають:

- бетонні;
- металеві лізиметричні лійки.

Звичайна хроматографічна колонка - це лізиметр.

Бетонні або цегляні лізиметри мають кубічну форму (1м x 1м x 1м; 1м x 1м x 1,5 м). Із середини лізиметри покривають захисним матеріалом для ізоляції ґрунту від впливу дії матеріалу стінок. Металеві лізиметри мають циліндричну або прямокутну форму. Циліндричний лізиметр (розмір 25-50 см ширина, 50-100 см висота) встановлюють у товщу ґрунту. Це дає змогу проводити дослідження з непорушеним ґрунтом. Лізиметри

прямокутної форми насипні. Вони можуть бути пересувними або вкопані в ґрунт.

Лізиметричні лійки встановлюють на певну глибину, їх діаметр 25-50 см. У лізиметричну лійку просочується вода з непорушеного шару ґрунту. У лізиметрах створюється певний водний і пов'язані з ним інші режими. У них відсутні поверхневий стік та вплив нижніх горизонтів (шарів) ґрунту.

Лізиметри різної конструкції і глибини дають неоднакові показники кількості і складу води, яка просочується крізь певний шар ґрунту. Незважаючи на наявність специфічного промивного і водного режиму, лізиметри дають змогу вивчати міграцію макро- і мікроелементів, органічних сполук, пестицидів, баланс поживних речовин (рис. 4.3.).

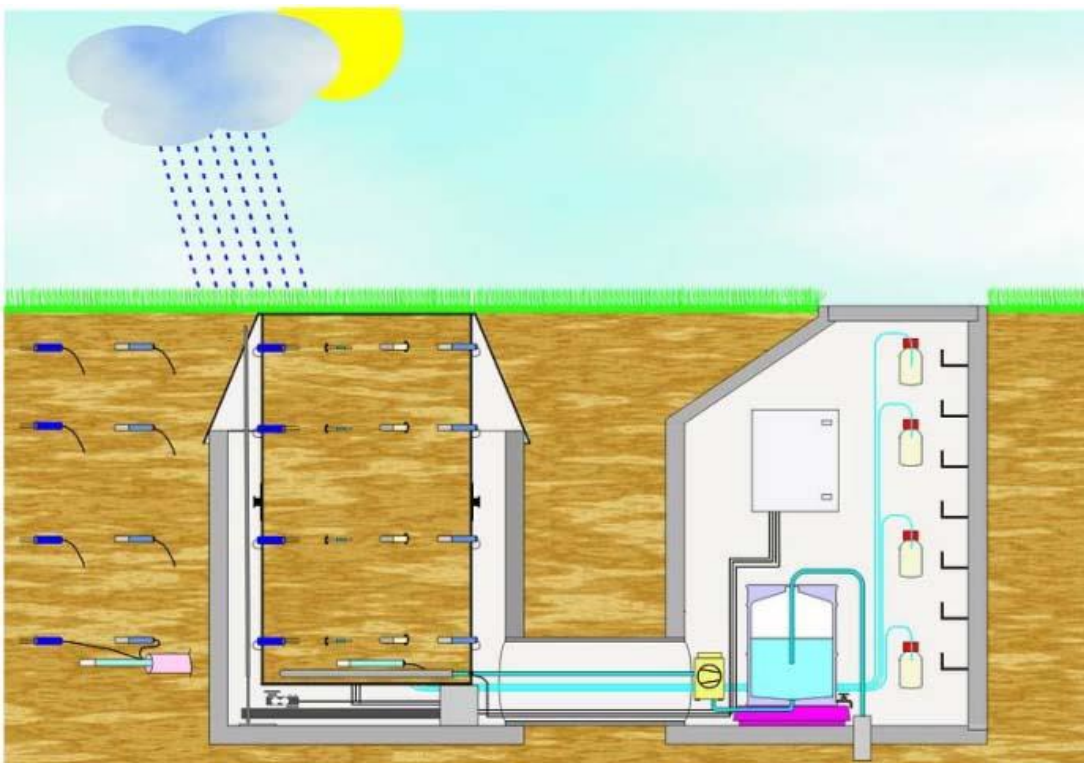
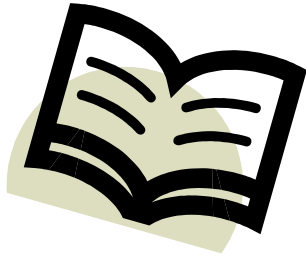


Рис. 4.3. Модель сучасного лізиметра



Тема 5. МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Математична статистика застосовуються у вірно спланованих і проведених дослідах. Вона не виправляє похибок, допущених під час їх планування або виконання. Завданням статистичного аналізу даних є отримання підтвердження або не підтвердження результатів досліджень, гіпотези, яка була покладена в основу досліду, оцінки схеми і досліду в цілому, обґрунтування висновків та рекомендацій.

Методи статистичної обробки експериментальних даних поділяють на дві групи:

- 1) дробовий і узагальнюючий;
- 2) а) дисперсійний метод; б) метод різниці; в) метод виправлених відхилень.

Методи першої групи використовують для обробітку результатів, які не мають систематичних похибок. Використання методів другої групи дає змогу виявити випадкові і систематичні похибки, зробити більш обґрунтовані висновки про істотність різниці в урожаях по варіантах.

Основою дробового і узагальнюючого методів є положення про незалежність варіювання показників урожаїв один від одного на кожній ділянці. Таким вимогам відповідають вегетаційні досліді та досліді, у яких ділянки розміщені рендомізовано.

Дробовий метод дає змогу визначити середнє арифметичне, похибку середньої різниці, t-критерій.

Узагальнюючий метод на відміну від дробового дає можливість підвищити надійність порівняння середніх обчисленням загальної похибки досліду в цілому і для кожного варіанта. Цим методом обробляють результати досліджень з двома повтореннями, дробовим - з трьома повтореннями і більше.

Суть методу різниці, або парного методу, полягає у визначенні похибки середньої різниці, а не похибки середніх. Цим методом доцільно обробляти результати дослідів з частим розміщенням контролів і невеликим числом варіантів (2-4). Недоліком методу різниці є те, що він не може дати стійкої оцінки похибки різниці так, як вони обчислюються за невеликим числом порівнянь.

Дисперсійний метод позбавлений багатьох недоліків статистичних методів. Він рекомендований географічною мережею дослідів з добривами для математичної обробки результатів польових та інших дослідів.

Мінливість, або варіювання, є особливою властивістю умовних одиниць - рослин, урожаїв. Варіювання зумовлює те, що у природі немає двох однакових рослин. Варіювання є основною властивістю будь-якої сукупності. Варіюючі ознаки - маса, склад, урожай. Генеральною сукупністю, або сукупністю, називають усю досліджувану групу об'єктів.

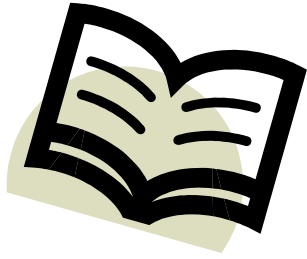
Мінливість біологічних об'єктів затрудняє вирішення питання: чи є розбіжність між експериментальними одиницями результату неврахованого варіювання, чи є дійсним результатом дії досліджуваних варіантів (факторів). Математична статистика дає змогу визначити незміщену оцінку дії варіантів і значимість різниць

між ними за допомогою критеріїв суттєвості, що ґрунтуються на вимірюванні неврахованих варіацій.

Експериментальна одиниця - це одиниця експериментального матеріалу, на яку розповсюджується дія варіанта (фактора). Нею може бути рослина, вегетаційна посудина, ділянка тощо. Будь-яка властивість (характеристика) експериментальної одиниці, яку можна виміряти, називають *перемінною*. Перемінна може бути дискретною (перервною) величиною, яка набуває лише конкретних значень або вона може бути безперервною величиною і набуває будь-які значення в певному інтервалі. Окреме спостереження перемінної називають варіантою. *Варіант* - це доза добрива, сорт, норма висіву, засіб хімічної меліорації тощо.

Якщо впливу одного варіанта піддається більше, ніж одна експериментальна одиниця, то маємо *повторність* цього варіанта. Дві експериментальні одиниці, які перебувають під однаковим впливом варіанта (фактора), утворюють дві повторності.

Кілька експериментальних одиниць, які зазнають впливу різних варіантів (факторів), мають повторність і розміщуються за певною схемою, складають дослід (експеримент).



Тема 6. ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для визначення характеристики об'єкту досліджень використовують різні методи лабораторних досліджень:

- оптичні (фотометричний, рефрактометричний, поляриметричний, спектральний, емісійний спектральний, атомно-абсорбційний, інфрачервоної спектроскопії, багатоелементний аналіз із використанням індуктивно зв'язаної аргонної плазми);
- електрохімічні (потенціометричний, полярографічний, хромопотенціометричний, кондуктометричний, мас-спектрометричний, радіохімічний, електронного парамагнітного резонансу, ядерного магнітного резонансу);
- фізико-хімічні методи розподілу і концентрування (хроматографічний, іонний обмін, діаліз, електрофорез).

На основі використання оптичних властивостей ґрунтуються фотометричні методи. Фотометричні методи характеризуються значною швидкістю визначення і достатньою точністю вимірювань.

6.1. Оптичні методи досліджень

Фотометричні методи ґрунтуються на основі використання оптичних властивостей ґрунту. Фотометричні методи характеризуються значною швидкістю визначення і достатньою точністю вимірювань.

Види фотометрії:

- спектрофотометричний аналіз (використовують електромагнітні випромінювання в діапазоні довжини хвиль 180-2400 нм);
- нефелометричний і турбодиметричний аналіз (використовують розсіювання світла суспензіями речовини);
- люмінесцентний аналіз (вимірюють вторинне електромагнітне випромінювання речовини, яке виникає внаслідок поглинання первинного електромагнітного випромінювання);
- поляриметричний метод аналізу (використовують здатність повертати площину поляризації світла розчинами речовин);
- рефрактометричний метод аналізу (визначення коефіцієнта заломлення світла розчинами речовини).

Фотометричний метод аналізу. Спектри електромагнітного випромінювання поділяють на діапазони:

- ультрафіолетовий - 180 - 400 нм,
- видимий - 400 -700 нм,
- ближній інфрачервоний - 700 - 2400 нм.

Фотометричний метод ґрунтується на вибіркового поглинанні розчинами ультрафіолетової або інфрачервоної частини спектра. Ступінь поглинання залежить від складу і концентрації досліджуваної речовини. Під час фотометричного визначення досліджуваний компонент за допомогою хімічної реакції перетворюється на сполуку, яка поглинає електромагнітне випромінювання, з наступним вимірюванням його оптичної густини.

Фотометричний метод аналізу поділяють на:

- колориметричний,
- фотоелектрометричний,
- спектрометричний.

У колориметричному і фотометричному методах використовують монохроматичне (поліхроматичне) вимірювання переважно видимої частини спектра, спектрофотометричний - поглинання монохроматичного випромінювання за певної довжини хвилі.

Спектрофотометри дозволяють вимірювати світлопоглинання у вузьких за спектральним складом пучках світла (монохроматичне світло, ширина смуги 1 - 20 нм). Завдяки тому, що спектр, який поглинається розчином, має певний діапазон, можна визначати різні компоненти, які візуально розглядаються як розчини одного кольору. За допомогою спектрофотометрів визначають у розчині забарвлені сполуки, що містять азот, фосфор, хлорофіл, нуклеїнові кислоти, гумінові речовини.

Для визначення концентрації забарвлених розчинів використовують диференційний фотометричний метод. Він дає змогу вимірювати оптичну густину досліджуваного розчину щодо стандартного розчину (розчину порівняння), який містить сполуку, що визначають у підвищеній концентрації, а також усі реагенти, які містяться в досліджуваному зразку.

Рефрактометричний метод аналізу. Під час проходження променів світла з одного прозорого середовища в інше напрям їх змінюється. Це явище називають заломленням, або рефракцією.

Середовище є більш оптичним, в якому швидкість розповсюдження світла менша. При переході променів з менш оптичної густини до більш оптичної кут падіння променів більший, ніж кут їх заломлення. Методи ґрунтуються на вимірюванні показників заломлення світла і називаються рефрактометричними. За допомогою рефрактометрів визначають вміст сухої речовини та концентрацію соку.

Поляриметричний метод аналізу. У поляриметричному методі для визначення концентрації оптично активних речовин вимірюють кут обертання площини поляризації світла. Коливання світлової хвилі поляризованого світла відбуваються лише в одній площині. Оптично активні речовини здатні змінювати площину поляризації світла. Оптична активність цукрів та інших речовин зумовлюється асиметричним атомом вуглецю.

Оптично активні речовини характеризуються величиною питомого обертання променів світла. Питоме обертання (α) залежить від природи речовини, довжини хвилі поляризації світла, температури, природи розчинника. Оскільки питоме обертання променів світла залежить від температури і довжини хвилі, то значення питомого обертання відносять до температури 20°C і жовтої лінії у спектрі натрію. Кут обертання променів світла вимірюють в монохроматичному світлі або застосовують світлофільтри. За допомогою поляриметрів, цукрометрів визначають вміст сахарози, крохмалю.

Атомна спектроскопія. Ґрунтується на поглинанні або випромінюванні рентгенівського, видимого або ультрафіолетового випромінювання. Для отримання атомного спектра у видимій або

ультрафіолетовій області необхідно перетворити елемент проби в моноатомні атоми або іони, тобто у газоподібний стан. Поглинання або випромінювання їх зумовлює збудження зовнішніх валентних електронів. Атомні спектри знімають після атомізації проби. При атомізації молекули розпадаються на складові частини і перетворюються на атоми і іони, які існують у газоподібному стані. Спектри випромінювання, як і поглинання елемента, складаються з відносно невеликого числа дискретних ліній, довжина хвиль яких відповідає певному елементу.

Спектральний емісійний аналіз. Джерелом збудження є електрична дуга постійного або перемінного струму. За допомогою цього методу в ґрунті визначають загальний вміст марганцю, міді, хрому, свинцю, заліза, алюмінію, кальцію, магнію та інших елементів. Недоліком цього аналізу є труднощі у виготовленні стандартних зразків, неможливість проведення аналізу розчинів і визначення багатьох елементів (фосфор, сірка, бор), нестабільність горіння дуги.

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз (ААА). Цей метод дає змогу визначати концентрації елементів у зразках за допомогою вимірювання світлопоглинання атомами. Довжина хвилі джерела світла відповідає атомному спектру поглинання досліджуваного елемента. Ослаблення інтенсивності відповідної спектральної лінії пропорційна вмісту елемента в пробі.

Для визначення елемента розчин перетворюють у газоподібний стан для розкладання хімічної сполуки на атоми. У

приладі елемент, що міститься в розчині, з молекулярного стану перетворюється під час розпилення в дрібно крапельний стан у пальнику газоповітряної суміші. Проба дисоціює на атоми, мала частина яких збуджується і переходить на більш високий енергетичний рівень. Знаючи інтенсивність ослаблення світлового променя за рахунок поглинання атомів, визначають концентрацію елемента.

Переваги ААА перед атомним емісійним аналізом полягає у тому, що ступінь сорбції лінії поглинання майже не залежить від температури і визначається числом незбуджених атомів. Точність і чутливість ААА значно більша, ніж спектрометричних методів. До недоліків ААА належить необхідність попереднього виготовлення розчинів досліджуваних зразків, неможливість одноразового визначення концентрації кількох елементів і визначення фосфору, сірки, молібдену, бору, галогенів.

Рентгенофлуоресцентний елементний аналіз (РФА). Він ґрунтується на спектрофотометрії характерного рентгенівського випромінювання, яке створюється у пробі за допомогою радіонуклідів або рентгенівської трубки. Збуджені атоми хімічних елементів, повертаючись у стан рівноваги, випромінюють характерне рентгенівське випромінювання, енергія і напрямки яких визначається особливостями структури атома конкретного елемента. Інтенсивність випромінювання зв'язана з кількістю однотипових атомів у пробі.

РФА дає змогу визначати у непорушених пробах, у порошок, золі і розчинах 80 елементів періодичної системи

Д.І.Менделєєва (від алюмінію до урану). До недоліків РФА належить значний матричний ефект та необхідність мати набір стандартних зразків.

Метод інфрачервоної спектроскопії. Метод інфрачервоної спектроскопії (ІЧС) ґрунтується на властивостях атомів і молекул поглинати електромагнітні коливання. Основою роботи ІЧ - аналізатора є вимірювання інтенсивності відбиття або поглинання ближньої частини інфрачервоного спектра випромінювання від досліджуваного зразка. Спектри поглинання дають змогу проводити кількісний аналіз, тому що існує певний зв'язок між інтенсивністю спектральних ліній і концентрацією речовин у зразку. Під час визначення методом ІЧС молекулярні групи основних компонентів продуктів рослинного походження (білки, жири, вода, вуглеводи) мають характерні спектри поглинання в діапазоні 800 - 2500 нм. Компоненти характеризуються абсорбційними властивостями, а величина поглинання визначається дифузним відбиттям.

Значення коефіцієнта відбиття ІЧС залежить від концентрації компонентів, розміру часточок, методів підготовки, визначення і вимірювання.

Точність результатів визначення методом ІЧС не нижча за стандартні методи.

Застосування методу ІЧС для аналізу рослин, продукції рослинництва дає змогу прискорити проведення діагностичних досліджень, визначення якісних показників зерна і кормів. Незважаючи на явну швидкість проведення аналізу досліджуваних

зразків, необхідно систематично перевіряти калібрування приладу. Калібрування ІЧ-аналізатора і визначення вмісту гумусу проводять на зразках ґрунтів певних горизонтів одного генетичного типу, які сформувались на одних і тих самих ґрунтоутворюючих породах.

За допомогою методу ІЧС можна визначати вміст вологи, сирого протеїну, білків, клейковини, крохмалю, жирів, деяких елементів живлення, проводити експрес-контроль якості кормів і діагностику живлення рослин азотом, аналізувати ґрунт, органічні добрива, продукти тваринництва.

Для проведення аналізу зразок подрібнюють. Визначання показників складу проби проводять за 0,5-1 хв. При цьому слід враховувати великий обсяг робіт, необхідних для відбору зразків, визначення в них стандартними хімічними методами певних показників, калібрування приладу.

Метод мічених атомів. Під час хімічного вивчення складу ґрунту і рослин враховують ті елементи, які є в рослині і яким належить першочергова роль у їх живленні. Однак приведеними вище методами досліджень вивчати окремо засвоєння, наприклад азоту з ґрунту, добрив чи повітря не можна. Застосування методу мічених атомів (ММА) дає змогу вивчати механізм надходження азоту та інших елементів живлення в рослину, засвоєння азоту з повітря, ґрунту і добрива рослинами, участь елементів і сполук у синтезі та обміні речовин, міграцію і трансформацію елементів.

Мічений азот застосовують у вегетаційних посудинах, мікроділяночних і лабораторних дослідах.

Аналіз азоту проводять мас-спектрометричними або емісійноспектрометричними методами. Аналіз зразків ґрунту і рослин, збагачених міченим азотом, проводять шляхом перетворення досліджуваних сполук азоту в амонійну форму з наступною дистиляцією аміаку. Окислення аміаку до елементарного азоту здійснюється за рахунок гіпоброміту натрію:



Радіоактивний фосфор застосовують для вивчення надходження фосфору із сполук фосфору (солей і суперфосфатів), їх локалізації і розподілу в окремих органах, для вивчення обміну фосфору.

Для вивчення обміну речовин використовують радіоактивні нукліди вуглецю, сірки, кальцію.

Радіоактивні нукліди дають змогу за допомогою радіоавтографів вивчати надходження і розподіл елементів. Радіоавтографія хроматограм сполук фосфору дає можливість вивчати органічні сполуки фосфору та їх трансформацію.

Поєднання методу мічених атомів з хроматографією, електронною мікроскопією та іншими методами сприяє поглибленому вивченню надходження, транспорту і обміну поживних речовин, по новому висвітлити умови живлення і спрямованого біосинтезу.

Використовуючи метод мічених атомів, можна встановити норми азотних добрив з урахуванням не лише вмісту мінерального азоту в ґрунті, а й величини мобілізованого азоту

за вегетаційний період.

Нейтронний активаційний аналіз (НАА) ґрунтується на використанні наведеної радіоактивності досліджуваної проби при опроміненні її нейтронами з наступною ідентифікацією, вимірюванням ядерного випромінювання. Порівняно з іншими методами НАА характеризується відсутністю накладання ліній різних елементів у γ -спектрі, більшою продуктивністю. Еталони виготовляють з чистих солей. НАА дає змогу визначати кілька елементів одночасно. Затрати часу на підготовку зразка мінімальні. Елементи визначають як у свіжих, так і в фіксованих зразках.

Багатоелементний аналіз з використанням індуктивно зв'язаної аргонової плазми. Для збудження атомів використовують високочастотний індуктивний заряд на основі аргонової плазми. Емісія від збуджених плазмою (температура розряду плазми 6000 - 10000°C) електронів у потоці проби сканується монохроматором або розкладається оптичною системою поліхроматора за довжиною хвиль. Цим методом дуже швидко можна визначити близько 70 елементів. Ступінь відтворення результатів аналізу досить високий. Відсутній матричний ефект.

6.2. Електрохімічні методи досліджень

Електрохімічними методами аналізу визначають концентрацію речовин за значеннями інших параметрів. До електрохімічних методів належать:

- електрогравіметричний аналіз (речовини визначають за масою

- виділеної на електроді речовини під час електролізу розчину);
- кулонометричний аналіз (визначають сполуки за кількістю електричного струму, який затрачено на реакцію з сполукою, що визначають);
 - полярографічний аналіз (використовують залежність струму, що протікає через електрохімічну комірку від прикладеного до електрода потенціалу);
 - потенціометричний аналіз (використовують залежність потенціалу електрода від складу розчину);
 - кондуктометричний аналіз (використовують електропровідність розчину від концентрації іонів у розчині).

Потенціометричний метод. Потенціометричний метод ґрунтується на залежності потенціалу електрода від складу розчину. Під час занурення металевої частини в розчин на межі метал - розчин виникає електродний потенціал. Величина потенціалу залежить від складу і концентрації (активності) розчину, природи електрода, температури та інших факторів. Виміряти потенціал одного електрода не можна, але можна виміряти електрорушійну силу гальванічного елемента. За постійного потенціалу одного електрода за значеннями електрорушійної сили визначають відносну зміну потенціалу іншого електрода.

Електрод, потенціал якого залежить від концентрації іонів у розчині, називають індикаторним електродом. Електрод, потенціал якого залишається постійним при зміні електрорушійної сили, називають стандартним, або електродом порівняння. У розбавлених розчинах коефіцієнт активності близький до одиниці.

Тому в потенціометричному аналізі активність замінюють на концентрацію, що не зумовлює істотної похибки.

Під час потенціометричного вимірювання використовують мембранні електроди. Вони характеризуються високою чутливістю і селективністю до катіонів і аніонів. Залежно від призначення мембрани виготовляють:

- селективні електроди;
- електроди з рідкими мембранами;
- електроди з твердими або осадженими мембранами;
- електроди з газочутливими мембранами.

На поверхні тонкої скляної мембрани, яка розділяє два розчини з різними концентраціями іонів водню, виникає потенціал. Скло в даному випадку є електродом щодо іонів водню. У розчині встановлюється складна рівновага, пов'язана з взаємною дифузиею іонів водню з розчину в скло та іонів натрію або літію з скла в розчин.

Потенціометричний метод аналізу застосовують для визначення концентрації іонів у розчині (пряма потенціометрія). Потенціометричним методом визначають концентрацію іонів водню - рН-метрія, концентрацію (активність) іонів К, Na, Са, тощо.

Полярграфічний метод аналізу. Метод ґрунтується на визначенні залежності струму, який протікає через комірку, від напруги, яка прикладена до електродів у досліджуваному розчині.

Якщо в розчині відсутні речовини, здатні відновлюватись на

ртутному катоді в області прикладеної напруги, залежність струму від напруги лінійна і підпорядковується закону Ома. Якщо ці речовини присутні в розчині, на катоді відбуваються електрохімічні перетворення. Вигляд графіка кривої залежності струму від напруги істотно змінюється. Крива називається полярографічною хвилею, або полярограмою. Для аналізу речовин застосовують полярографи. В полярографії поряд з крапельними електродами використовують тверді мікроелектроди з інертних матеріалів. Суттєвим недоліком твердих електродів є осадження продуктів електролізу на їх поверхні. Для відновлення початкового стану поверхні електрода її оновлюють (регенерують) механічно, хімічно або електрохімічно.

Осцилографічна полярографія характеризується більшою швидкістю вимірювання потенціалу електрода. За більшої швидкості вимірювання поляризуючої напруги полярограму реєструють за допомогою електронно-променевої трубки.

Інверсійна вольт-амперометрія ґрунтується на попередньому електрохімічному накопиченні речовини у вигляді металів на поверхні індиферентного електрода з наступною реєстрацією його електророзчинення.

Інверсійно-хронопотенціометричний метод. Суть методу полягає у попередньому електрохімічному накопиченні досліджуваного елемента на робочому електроді при заданому потенціалі, надходженні цього розчину з переміщуваного розчину комірки на калібрований зовнішній опір. У зв'язку з тим, що на електроді досліджувана речовина перебуває у концентрації, яка

перевищує концентрацію початкового досліджуваного розчину, чутливість визначення значно збільшується. Визначають тривалість розчинення накопиченого елемента (перехідний час), який за сталих умов концентрування і розчинення пропорційний концентрації елемента в розчині.

На основі методу інверсійної хромопотенціометрії створено прилад М-ХА10005 для визначення міді, свинцю, цинку, кадмію, ртуті, олова в об'єктах навколишнього середовища з використанням сучасних досягнень у галузі електрохімії, інформатики, мікропроцесорної техніки (О.І.Карнаухов, 1996).

Метод мас-спектрометрії. Метод ґрунтується на розподілі іонів, які відрізняються масою і зарядом, під дією електричних і магнітних полів. Відношення маси до заряду вимірюють атомною одиницею, за яку приймають 1/12 частину маси вуглецю ^{12}C . Закруглені цілі числа величин мас називають масовими числами. Мас-спектрометрію застосовують для аналізу речовин після переведення їх у пароподібний стан. Розподіл заряджених часточок за масою здійснюють за допомогою мас-спектрометра, на якому визначають NH_4^+ , NO_3^- , NH_4NO_3 та інші сполуки.

Електронний парамагнітний резонанс. За допомогою цього методу аналізу визначають вільні радикали (молекули або частини молекул, які мають неспарений електрон), роль деяких металів з перехідною валентністю (залізо, мідь, молібден, марганець тощо) у фізіолого-біохімічних процесах. За допомогою їх парамагнітних властивостей (спектр електронно-

магнітного резонансу) отримують інформацію про перетворення металів у організмах, гумусових речовинах та інших сполуках.

6.3. Фізико-хімічні методи досліджень

Фізичні і фізико-хімічні методи часто називають *інструментальними методами досліджень*. За допомогою фізико-хімічних методів визначають оптичні або електричні властивості, які залежать від концентрації досліджуваної сполуки в розчині.

Хроматографічний метод (хроматографія) дозволяє розділяти складні суміші органічних і неорганічних речовин на окремі компоненти. Метод ґрунтується на розділенні речовин між двома фазами, з яких одна нерухома (стаціонарна фаза), а інша переміщується відносно першої (рухома фаза). Для розділення сумішей використовують різні механізми сорбції та різні фізико-хімічні властивості компонентів суміші:

- абсорбцію та адсорбцію компонентів суміші твердої або рідкої фази, різну розчинність осадів;
- реакції іонного обміну, розділення між двома рідинами, які не змішуються.

В усіх випадках розділення беруть участь дві фази - тверда і рідка, тверда і газоподібна, дві рідини, які не змішуються. Процес сорбції, осадження, іонного обміну, розділення між різними фазами відбуваються безперервно за постійного багатофазового повторення.

Хроматографія дає змогу розділяти понад десять компонентів суміші:

- розділяти органічні сполуки, які мають подібну структуру,
- розділяти неорганічні сполуки з близькими хімічними властивостями,
- розділяти нукліди.

Хроматографію поділяють за ознаками:

- агрегатним станом рухомих фаз - на рідинну і газову;
- механізмом розділення - на іонообмінну, розподільну, осаджувальну;
- способом проведення процесу або апаратури - на колонкову, капілярну, площинну (хроматографія на папері, тонкошарова).

В іонообмінній хроматографії використані закони іонного обміну - хімічної взаємодії активних груп твердої фази з іонами в розчині. Як сорбенти використовують тверді речовини мінерального та органічного походження - іоніти.

Молекулярно-адсорбційна хроматографія. Поверхня твердих тіл поглинає гази, пару, розчинні речовини. Характер поглинання залежить від природи сорбенту, способу його обробітку і структури активної поверхні.

Розподільна хроматографія ґрунтується на різниці величин коефіцієнтів розподілу окремих компонентів між двома розчинниками, які не змішуються.

Газорідинну хроматографію застосовують для аналізу газів. Розподіл компонентів досліджуваної суміші відбувається між газоподібною і рідинною фазами. Нерухома фаза - рідина, нанесена на інертний носій. Рухома фаза - газ-носій, в якому

міститься досліджувана суміш. Як газ-носії використовують водень, гелій, азот.

Метод електроультрафільтрації використовують для аналізу ґрунтів з метою визначення в них засвоюваних поживних речовин. Принцип методу полягає у вилученні іонів із суспензії ґрунту за допомогою електростатичного притягання. За допомогою цього методу з ґрунтів вилучаються не тільки рухомі мінералі сполуки азоту, фосфору і калію, а й невелику кількість органічних сполук, у тому числі амінокислот. Метод придатний для визначення рухомих сполук фосфору і засвоюваного калію.



Тема 7. АНАЛІЗ ҐРУНТУ

Родючість ґрунтів характеризується фізико-хімічними, фізичними, водно-фізичними, агрохімічними і біологічними показниками.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів характеризують актуальною, обмінною і гідролітичною кислотністю, ємністю вбирання катіонів, сумою ввібраних основ, складом обмінних катіонів, ступенем насичення ґрунту основами (А.П. Лісовал, У.М. Давиденко, Б.М. Мойсеєнко, 1994).

Родючість основних ґрунтів Передкарпаття характеризується такими показниками:

- рН сольової і водної витяжок, наявністю ввібраних катіонів кальцію, магнію, натрію, калію, їх сумою, гідролітичною

кислотністю, ступенем насичення основами, вмістом CaCO_3 (фізико-хімічні показники);

- щільністю твердої фази, загальною шпаруватістю, максимальною гігроскопічністю, вологістю в'янення, найменшою вологоємністю, наявністю часточок $<0,001$ і $0,01$ мм (фізичні і водно-фізичні показники);
- вмістом гумусу, загального і рухомого азоту, фосфору, калію, мікроелементів, загальним вмістом оксидів (агрохімічні показники);
- нітрифікаційною здатністю, ферментативною активністю, загальною кількістю мікроорганізмів, бактерій, актиноміцетів і грибів (біологічні показники).

Агрофізичні властивості ґрунтів характеризуються:

- гранулометричним складом,
- структурою,
- щільністю твердої фази,
- шпаруватістю,
- вологістю ґрунту,
- найменшою польовою вологоємністю,
- запасом продуктивної вологи,
- вологістю в'янення та іншими показниками.

Ці показники визначають родючість ґрунту, напрямок і інтенсивність поглинання поживних речовин, зумовлюють ефективність добрив, впливають на врожайність і якість сільськогосподарських культур.

Водно-фізичні властивості ґрунтів визначають поведінку води в ґрунті. Вони впливають на вологоекмність ґрунту, його водопідіймальну здатність та водопроникливість. Виділяють такі форми вологи:

- хімічно-зв'язану,
- пароподібну,
- зв'язану (сорбовану на поверхні часточок ґрунту),
- вільну (не сорбовану вологу, яка заповнює пори ґрунту і здатна переміщуватись у них).

Вологість ґрунту визначають під час визначення водних властивостей і водного режиму. У процесі вивчення і водних властивостей визначають повну вологоекмність, найменшу вологоекмність, вологість в'янення, максимальну гігроскопічність ґрунту.

При визначенні водного режиму його вологість визначають у динаміці, що дає змогу скласти водний баланс за певний проміжок часу. Вологість ґрунту визначають у різні фази росту і розвитку культури, а на зрошуваних землях і під час поливів. Вологість ґрунту необхідно знати при визначенні запасу вологи в ґрунті і її доступності для рослин (запас продуктивної вологи). Визначення вологи необхідне також для перерахунку результатів аналізів на суху масу.

Для визначення вмісту вологи використовують термогравіметричний метод та інструментальні методи.

Агрохімічні властивості ґрунтів характеризуються:

- вмістом органічних речовин,

- азотним, фосфорним і калійним режимами,
- вмістом мікроелементів,
- біологічною активністю.

У ґрунтах для агрохімічної характеристики визначають вміст загальних (валового) і рухомих форм макро- і мікроелементів. Зразки ґрунту здебільшого відбирають на початку проведення стаціонарних дослідів, після закінчення ротації і наприкінці досліджень.

Внесення значної кількості органічних і мінеральних добрив, навіть за великого виносу врожаями, мало змінюють загальний вміст сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті, але інтенсивне використання земельних ділянок і ерозійні процеси значно впливають на вміст у ньому органічної речовини та макроелементів.

Рухомі форми макро- і мікроелементів переважно є динамічними, їх вміст залежить від органічної речовини, валових сполук, біологічної активності ґрунту, застосування добрив, системи ведення землеробства, ерозійних і екологічних процесів. Вміст рухомих форм елементів дає можливість за даними моніторингу ґрунту мати уяву про зміну родючості ґрунту, використовувати їх під час складання системи і плану застосування добрив, регулювати умови живлення і формування врожаю певної якості.

Визначення вмісту рухомих форм в ґрунті в динаміці проводять з метою встановлення взаємозв'язку між вмістом їх у ґрунті, рослині, врожаї, при агрохімічному дослідженні ґрунтів,

визначення антропогенного навантаження, вивчення умов живлення, трансформації та міграції елементів і сполук при застосуванні засобів хімізації, вивчення нових технологій.

У дослідженнях значна увага приділяється вивченню фракційного і групового складу гумусу, сполук азоту, фосфору і калію ґрунту. Такі дані дають змогу вивчити хід і спрямованість процесів ґрунтоутворення залежно від застосування засобів хімізації, використання ґрунтів.



Тема 8. АНАЛІЗ РОСЛИН

З метою визначення складу рослин, кормів, виносу поживних речовин, вивчення процесів синтезу і обміну проводять вивчення вмісту поживних речовин у продукції рослинництва.

Вміст основних елементів живлення залежить від їх надходження в рослину, виду рослин, умов вирощування та інших факторів. У зв'язку із зміною родючості ґрунтів, екологічного стану необхідно звертати увагу, крім вмісту азоту, фосфору і калію в корневих і поживних рештках, на вміст Mn, Zn, Cu, Pb, Cd.

У вирішенні сучасної проблеми - проблеми використання

рослинних білків важлива роль належить високоврожайним бобовим культурам, які характеризуються значним вмістом протеїну і жиру.

Результати визначення вмісту в рослинах азоту, фосфору і калію дають змогу визначати винос поживних речовин.

Так, при врожаї пшениці 40 ц/га із зерном і соломомою в середньому виноситься, кг/га: азоту - 130, фосфору - 50, калію - 62. Із підвищенням урожайності винос значно збільшується. При урожаї 96 - 116 ц/га зерна кукурудзи винос основною і побічною продукцією азоту становить, кг/га: азоту - 214 - 349, фосфору - 71 - 116, калію - 130 - 302. Отже, для вирощування таких урожаїв у ґрунті повинен бути значно більший запас рухомих сполук азоту, фосфору і калію, який необхідно створити за рахунок вмісту поживних речовин ґрунту і внесення добрив.

У практиці під час встановлення норм добрив враховують винос азоту, фосфору і калію на формування одиниці основної продукції і відповідної кількості побічної.

Для аналізу рослин використовують свіжі або фіксовані зразки рослинного матеріалу. Свіжий рослинний матеріал дає змогу вивчати активність ферментів, обмін речовин і хімічний склад рослин. Тому для збереження складу рослин проводять фіксацію рослинного матеріалу. Крім термічної фіксації рослинного матеріалу застосовують фіксацію паром, сухим льодом, рідким азотом або ліофільно висушують. Ліофілізація рослинного матеріалу дає можливість зберегти деякі

компоненти структури клітини, визначити фракційний склад органічних і мінеральних сполук фосфору.

Вміст вологи і сухої речовини в рослинному матеріалі визначають термогравіметричним методом.

Використання фізичних методів (інфрачервоної спектроскопії, нейтронного активаційного аналізу, електропровідності) дає змогу визначати елементи живлення, деякі сполуки без озолення рослинного матеріалу. Після сухого і мокрого озолення визначають елементи живлення рослин.

Озолення. Застосовуючи сухе озолення, можна визначати вміст сирової золи, підготувати зразки для визначення в них фосфору, калію та багатьох інших елементів живлення. Мокре озолення, яке передбачає окислення органічної речовини рослин за допомогою концентрованих кислот, сильних окислювачів у присутності каталізаторів, дає змогу визначати вміст азоту, фосфору, калію тощо. Переваги мокрого озолення полягають у тому, що поряд з іншими елементами живлення можна визначати вміст азоту. Втрати фосфору і калію значно менші, тому дослідник має вигреш у часі.

Методи мокрого озолення. До макрометодів мокрого озолення рослинного матеріалу належить метод К'ельдаля. Суть його полягає в тому, що під час озолення рослинного матеріалу концентрованою сірчаною кислотою органічні сполуки азоту розкладаються до аміаку, який зв'язується сірчаною кислотою. Безазотисті органічні сполуки та органічні кислоти розкладаються сірчаною кислотою з утворенням вугле-

кислого газу і води.

Для прискорення процесу озолення застосовують різні каталізатори - селен, K_2SO_4 , $CuSO_4$. Вони не тільки підвищують температуру кипіння сірчаної кислоти, прискорюють окислення органічної речовини, а й переносять кисень (селен).

Під час озолення нітрати, нітрити повинні відновитись до аміаку. При цьому не повинно відбуватися втрат аміаку, що утворився у процесі розкладання речовин.

Озолення рослинного матеріалу за методом Гінзбурга та інших відбувається за рахунок сірчаної і 50-60%-го розчину хлорної кислот. Надлишок хлорної кислоти може призвести до виділення азоту в молекулярній формі:



Втрати азоту можуть також бути під час доливання надлишку хлорної кислоти для прискорення закінчення процесу озолення. Наявність хлору в гідролізаті не дає змоги визначати азот за допомогою індофенольної реакції.

Мокре озолення за методом Шмука, Куркаєва (мікрометод) здійснюють сірчаною кислотою та пероксидом водню. Надлишок пероксиду водню може призвести до розбавлення сірчаної кислоти водою. Розбавлення сірчаної кислоти створює умови для можливих втрат азоту у вигляді аміаку.



Тема 9. АНАЛІЗ ДОБРИВ

Аналіз добрив проводять з метою встановлення відповідності стандартам, технічним умовам, вивчення складу і властивостей.

Якість добрив оцінюють показниками хімічних і фізико-механічних властивостей. Стандарти нормують вміст поживних речовин, шкідливих і баластних домішок, гранулометричний склад і механічну міцність гранул.

Кількісні показники вмісту вологи, елементів живлення, забруднювачів у добриві, відповідність вимогам стандарту або технічним умовам значною мірою залежать від відбору та аналізу зразків добрив. Нестандартним вважають добриво, від

партії якого не можна відібрати зразок без попереднього подрібнення. На нестандартні добрива складають акт. Нестандартні добрива не аналізують.

Для безпосереднього аналізу добрив на базах і складах господарств використовують пересувні лабораторії, оснащені комплексом приладів для вивчення фізико-механічних властивостей добрив. Комплект обладнання включає пробовідбирач для відбирання сипучих і рідких добрив, прилади для визначення вмісту вологи, міцності гранул, злежуваності, класифікатора для визначення гранулометричного складу та ін.

Якість добрив характеризується такими показниками:

- призначення (масова частка поживних речовин і їх домішок, ступінь полімеризації, показники фізико-хімічних і фізико-механічних властивостей),
- надійність (збереження, відновлення),
- однорідність,
- безпечність (клас безпечності, межа допустимої концентрації газів і пилу в повітрі виробничої зони, температура самозаймання),
- економічність,
- технологічність (вартість одиниці поживної речовини у добриві).

Показники призначення характеризують корисну ефективність від застосування добрив за призначенням і зумовлюють область їх застосування.

Показники надійності, однорідності і зберігання

характеризують властивості надійності і зберігання в певних умовах використання добрив.

Показники технологічності визначають ефективність затрат праці, матеріало - і енергоємність продукції.

Показники призначення:

- вміст поживних речовин,
- вміст вологи,
- вміст шкідливих домішок,
- розчинність добрива або його складових частин,
- гранулометричний стан,
- міцність гранул,
- транспортабельність.

Надійність, довговічність і збереження показує здатність добрива зберігати нормовані показники під час транспортуванні та зберігання.

У стандартах на добрива вказується переважно 6-місячний термін зберігання, який гарантує зберігання всіх показників якості за дотримання відповідних умов зберігання. Для аміачної селітри, сечовини гарантійні терміни збереження в складах значно менші.

Для визначення розмірів часточок і співвідношення фракцій використовують методи дисперсійного аналізу, в тому числі ситовий аналіз - просіювання аналітичної проби добрива крізь набір сит з відповідними отворами, розмір яких поступово зменшується.

Механічна міцність гранул здебільшого визначається

фізико-механічними властивостями мінеральних добрив, які впливають на технологію транспортування, зберігання, змішування і внесення. Гранули під час визначення зазнають ударних навантажень, стирання і згладжування.

Визначення меж міцності гранул під час здавлювання по одній осі - найпоширеніший метод випробовування механічних властивостей зернистих матеріалів. Статична міцність гранул під час здавлювання визначає індивідуально властивості гранул і залежність їх від певних факторів:

- способу отримання гранул,
- хімічного складу і структури добрива,
- наявності структурних неоднорідностей.

Злежуваність - це здатність добрива втратити сипучість за тривалого зберігання у статичних умовах. Втрата сипучості означає збільшення в'язкості дисперсного матеріалу, виникнення і розвиток транспортних структур з різним ступенем об'ємного заповнення. Міцність гранул залежить від числа контактів між твердими часточками тіла (гранули, зерна, кристали) в одиниці об'єму і середньої міцності елементарного контакту.

Тверді мінеральні добрива характеризуються певними фізико-хімічними, механічними і товарними властивостями:

- гігроскопічність,
- злежуваність,
- гранулометричний склад,
- міцність гранул,

- густина,
- однорідність суміші,
- розшарування (сегрегація),
- розсіюваність,
- пожежо- і вибухобезпечність.

Рідкі мінеральні добрива мають відповідні густину, ступінь полімеризації, динамічну в'язкість, температуру кристалізації.

Добрива на аналіз відбирають у період:

- транспортування,
- розвантаження,
- зберігання,
- перед внесенням.

Згідно з стандартом добрива (за окремою) методикою відбирають із вагона, автомашин, причепа, мішків.



Тема 10. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ

МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Для визначення мікроелементів використовують хімічні та інструментальні методи досліджень. Стандартними методами досліджень є хімічні методи.

Хімічні методи визначення мікроелементів ґрунтуються на вилученні їх у розчин, підготовці розчину до визначення і безпосереднього кількісного визначення. У період підготовки розчину до визначення його не тільки знебарвлюють, а й концентрують, осаджують, відділяють елементи, які заважають визначенню певного елемента. У більшості методів кількісно

виділений елемент визначають у розчині фотометричним або спектрофотометричним методом.

Використання фотометричних методів дає змогу підвищити чутливість і точність аналізу завдяки визначенню оптичної густини у більш вузькій частини спектра.

Методи аналізу мікроелементів передбачають очищення реактивів, води, фільтрів від мікроелементів, використання спеціального посуду. Реактиви, вода, фільтри, посуд, діючі пристрої повинні бути перевірені на наявність забруднювачів - мікроелементів, як і визначають. Одним з засобів визначення та обліку забруднювачів під час аналізу є проведення контрольного досліду, який передбачає проведення всіх операцій аналізу крім операції введення досліджуваного матеріалу (грунт, добриво, продукція рослинництва, препарат). За наявності забруднювачів у реактивах, воді, посуді їх видаляють.

Контрольний дослід дає уяву про кількість речовини, яку вносять з реактивами і посудом. Мета очищення реактивів полягає у зменшенні вмісту забруднювача до ступеня, який не впливає на величину кінцевих результатів.

Малі концентрації речовини часто називають «слідами». До «слідів» відносять концентрації речовини близько 10^{-2} ... $10^{-4}\%$. Деякі автори виділяють ще мікро- (10^{-3} ... $10^{-6}\%$) і ультрамікросліди (10^{-6} ... $10^{-9}\%$). Конкретна величина «слідів» змінюється і залежить від рівня розрахунку. Хімічночисті реактиви з вмістом домішок до 10^{-2} ... $10^{-4}\%$ непридатні для

визначення мікроелементів і потребують додаткового очищення.

Під час визначення мікроелементів використовують екстракцію комплексних сполук із водних розчинів органічними розчинниками. Цю операцію (її називають вибовтуванням) проводять у ділільних лійках з добрими шліфами, що дає змогу не застосовувати змащування кранів. За відсутності ділільних лійок використовують пробірки, склянки з притертими пробками. Екстракт і водну фазу відбирають за допомогою автоматичних піпеток.

Звичайна вода, яка може містити іони міді, заліза, свинцю, цинку та інших елементів у кількостях до $10^{-4}\%$, для аналізу не придатна. Тому її дистилюють або деіонізують. У двічі дистильованій воді вміст домішок знижується до $10^{-7}\%$. Бідистиллят отримують дистиляцією дистильованої води в скляних і кварцових бідистилляторах та бідистилляторах з срібними конденсаторами. Для очищення кислот методом дистиляції використовують кварцовий посуд.

Оскільки для визначення мікроелементів використовують шкідливі органічні розчинники (чотирихлористий вуглець, формалін, толуол), то аналізи необхідно проводити у добре провітрюваних приміщеннях, обладнаних витяжними шафами і пиловловлювачами у приточних отворах. Для аналізів використовують посуд з боратсилікатного скла (типу «Пирекс»), і яке має високу хімічну і термічну стійкість, практично не забруднює мікроелементами, крім бору, розчини. Для

визначення бору використовують посуд із кварцу. Миють хімічний посуд 10 %-м розчином соди, розбавленої соляною кислотою (1:1). Потім посуд миють водопровідною водою, ополіскують спочатку дистильованою, а потім бідистильованою водою.

Після визначення міді з діетилдитіокарбаматом свинцю посуд відмивають азотною кислотою. Залишки дитизону добре розчиняють ацетон. Фільтри очищають п'ятиразовим промиванням дистильованою соляною кислотою, розбавленою бідистильованою водою (1:1). Потім фільтри відмивають від кислоти бідистильованою водою і висушують у сушильній шафі при 95°C.

За відсутності контрольного досліду роблять поправку на забрудненість реактивами. Під час проведення операцій, які не потребують нагрівання вище 100°C, воду, розчини концентрованих (більше 50%) азотної, сірчаної і льодяної оцтової кислот та органічних розчинників краще зберігати у поліетиленовому посуді.



Тема 11. ДІАГНОСТИКА

При застосуванні засобів хімізації використовують ґрунтову і рослинну діагностику. Основне завдання діагностики - контроль за умовами живлення і формування врожаю, виявлення факторів, які їх лімітують, розробка методів і способів створення оптимальних умов вирощування культур та підвищення родючості ґрунтів з урахуванням екологічного стану довкілля.

Контроль за станом ґрунту і рослин протягом вегетації дає змогу вдосконалювати технологію вирощування культур. Методи діагностики повинні визначати склад ґрунту і рослин, умови їх живлення, давати, можливість прогнозувати врожай і його якість, керувати ними у бажаному напрямку за рахунок диференційованого використання добрив, пестицидів.

Під час діагностики кореневого живлення важливо встановити ступінь реакції рослин на нестачу або надлишок елементів кореневого живлення, вивчити суть фізіологічних процесів, як і відбуваються у відповідних умовах.

Основні методи діагностики:

- візуальні;
- морфобіометричні;
- хімічні.

Ґрунтова і рослинна діагностика включає хімічні, фізико-хімічні і морфобіометричні методи аналізу.

Одночасно з аналізами проводять визначення стану та умов живлення рослин з урахуванням погодних умов. Для діагностування відбирають зразки ґрунту і рослин. У ґрунті визначають вміст рухомих форм макро- і мікроелементів.

Слід зазначити, що на кількісні показники рослинної діагностики значно впливає те, який орган рослини беруть для аналізу.

Так, аналіз листків порівняно з стеблом у злакових на ранніх фазах розвитку та в період посиленого росту дає більш достовірні дані для прогнозування майбутнього врожаю. У

цукрових буряків з цією метою доцільно використовувати жилки листків.

Використання результатів хімічного аналізу листків пов'язане з наявністю даних про склад рослини і критичні рівні вмісту елементів живлення, оскільки між хімічним складом і врожаєм існує певна залежність.

У більшості випадків потребу рослин в елементах мінерального живлення встановлюють за результатами аналізів ґрунту. Такий спосіб дає змогу встановити забезпечення рослин окремими елементами без урахування їх взаємодії, надходження в рослину, використання на формування врожаю.

Використання біометричних і хімічних показників протягом вегетації дає можливість коригувати рівень живлення рослин з урахуванням біологічних особливостей. Крім того, використання ґрунтової і рослинної діагностики дає змогу коригувати систему застосування добрив у певних ґрунтових і погодних умовах.

За результатами рослинної діагностики у відповідних умовах встановлюють:

- стан і якість родючості ґрунту;
- стан перезимівлі озимих культур і багаторічних трав;
- роль сівозміни і попередників у живленні рослин і формуванні врожаю,
- особливості живлення рослин у зв'язку з проведенням хімічної меліорації, застосуванням добрив і засобів захисту рослин;
- вплив факторів і різних прийомів на ґрунт і рослини після

розробки і впровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур;

- якість нових сортів і гібридів у певних умовах живлення та застосування нових технологій вирощування;
- антропогенне навантаження на ґрунт, поживну і технологічну якість продукції рослинництва.

Використовуючи результати діагностики, розробляють заходи для отримання сталих урожаїв біологічно цінної продукції рослинництва і тваринництва.

Підвищення продуктивності рослин вимагає максимального використання потенційних можливостей ґрунту в процесі формування врожаю.

Приріст маси рослин за рахунок нагромадження органічних і мінеральних речовин є показником активності всіх процесів у рослині й оцінюється морфобіометричною діагностикою.

Сучасні технології сільськогосподарського виробництва вимагають проведення контролю за складом рослин, їх ростом і розвитком у певні етапи органогенезу з одночасним визначенням стану умов живлення. Без дотримання цих умов не можливе науково-обґрунтоване їх застосування. Інтенсивні технології вирощування озимої пшениці, кукурудзи, цукрових буряків, овочевих культур не можливі без використання даних вмісту рухомих сполук азоту.

Рослини не однаково відносяться до вмісту і засвоєння форм елементів живлення в ґрунті. Тому доступність елементів живлення ґрунту може оцінити лише рослина. Отже, рослинна

діагностика дає змогу уточнити агрохімічну характеристику ґрунту.

Діагностика мінерального живлення комплексна і включає в себе крім хімічного аналізу, методи визначення приросту маси, числа органів і наявності або відсутності зовнішніх візуальних ознак, порушення ознак нормального живлення рослин.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яке значення має вивчення історії для науки і практики?
2. Назвіть учених, які зробили вагомий внесок у розвиток дослідної справи.

3. Дайте визначення поняттям: експеримент, спостереження і гіпотеза.
4. Дайте визначення поняттям: програма досліджень, варіант, сукупність. В чому полягає суть польового методу дослідження?
5. Які бувають типи дослідів?
6. Як проводяться одиничні і масові досліді?
7. Які досліді називаються одно- і багатофакторними?
8. Які є типи дослідів?
9. Вимоги до проведення польових дослідів, категорії типовості, порушення тотожності, достовірність досліді.
10. Випадкові та односторонні похибки в польовому досліді.
11. Як проводиться вибір ділянки для досліді?
12. Агрохімічні та інші дослідження підчас закладання досліді.
13. В чому полягає суть методики закладання схеми досліді?
14. Для чого використовують повторення в досліді?
15. Методика вивчення неоднорідності дослідної ділянки.
16. Правила визначення величини дослідної ділянки.
17. Якою має бути форма та розміри дослідної ділянки?
18. Як у досліді використовують сівозміни?
19. Які існують методи розміщення дослідів?
20. Як проводиться планування досліджень?
21. Планування обліків і спостережень.
22. Методика закладки польових дослідів.
23. Які роботи належить до спеціальних робіт на дослідному полі?

24. Особливості методики проведення дослідів на еродованих ґрунтах.
25. Висвітліть особливості методик дослідів з багаторічними насадженнями.
26. Які існують методи обліку врожаю?
27. Документація дослідів та які існують її види?
28. В чому полягає суть вегетаційного методу досліджень?
29. Ґрунтова, піщана та водна культури.
30. Сема дослідів у вегетаційному методі.
31. Типи вегетаційних посудин.
32. Техніка закладання вегетаційного дослідів з ґрунтовою культурою. Як проводиться заготівля і підготовка ґрунту, тарування посудин, набивання посудин, сівба, збирання врожаю, поливання посудин?
33. Техніка закладання вегетаційного дослідів з піщаною культурою. Методика підготовки посудин, набивання посудин, сівба, догляд за посудинами, збирання рослин.
34. Техніка закладання вегетаційного дослідів з водною культурою.
35. Структура вегетаційного будиночку.
36. В чому полягає суть лізиметричного методу досліджень?
37. Методи статистичної обробки даних.
38. Що розуміють під термінами: мінливість (варіювання), експериментальна одиниця, варіант?
39. Що розуміють під термінами: вибірка і сукупність, варіаційний ряд, обсяг вибірки, середня арифметична?

40. Що розуміють під термінами: розсіювання, розподіл, коефіцієнт варіації, точність досліджу, довірчий інтервал?
41. Що розуміють під t – розподілом Стюдента?
42. Як поводитьсся оцінка суттєвості різниці вибірових середніх за t – критерієм?
43. Як прооводитсся підготовк даних до статистичного аналізу?
44. В чому суть дисперсійного аналізу?
45. Що таке кореляція і як прооводитсся дослідження кореляції?
46. В чому полягає суть регресійного аналізу?
47. Що таке χ^2 – квадрат, або розподіл Пірсона?
48. В чому полягає суть коваріаційного аналізу?
49. Які існують лабораторні методи дослідження?
50. Дайте характеристику сучасним оптичним лабораторним методам.
51. Дайте характеристику сучасним електрохімічним методам досліджень.
52. Дайте характеристику фізико-хімічним лабораторним методам досліджень.
53. Які агрохімічні аналізи застосовуютьсся для діагностики ґрунтів?
54. У чому суть методів визначення вмісту загального азоту та рухомих сполук азоту?
55. Як використовуютьсся результати визначення вмісту рухомих сполук азоту?

56. Які методи використовуються для визначення фосфатного стану ґрунтів, їх суть?
57. З якою метою вивчають груповий та фракційний склад сполук фосфору в ґрунті та які методи для цього використовують?
58. Якими методами визначають форми калію в ґрунтах, їх суть?
59. З якою метою застосовують оголення при аналізі рослинних зразків? Види оголення?
60. У чому переваги і недоліки методів визначення сполук азоту (Кьельдаля, фотометричного, ІЧС)?
61. Методи визначення фосфору і калію в рослинних зразках.
62. Які показники визначають якість зерна, цукровий буряків, картоплі та інших культур та які методи використовують для їх визначення?
63. З якою метою визначають склад органічних сполук фосфору, методи їх визначення?
64. За якими показниками визначають склад і якість мінеральних добрив?
65. Назвіть форми азотних добрив і методи їх визначення.
66. Назвіть форми фосфорних і калійних добрив та методи їх аналізу.
67. Які сполуки азоту, фосфору і калію доцільно визначати у складних і нових мінеральних добривах, методи їх аналізу?
68. Визначте показники та методи аналізу твердого і рідкого гною, компостів.

69. Дайте характеристику методам визначення мікроелементів.
70. Якими методами здійснюється аналіз мікроелементів в ґрунті?
71. Якими методами здійснюється аналіз мікроелементів у рослинах і кормах?
72. Якими методами здійснюється аналіз мікроелементів у добривах?
73. Яка мета проведення ґрунтової і рослинної діагностики?
74. Чим відрізняється візуальна, хімічна і морфо-біометрична діагностика?
75. Як використовують результати діагностики при оптимізації умов живлення рослин?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. *Городній М.М., Копілевич В.А., Сердюк А.Г., Каленський В.П.* Агрохімічний аналіз. Практикум. – К.: Вища школа, 1995. – 319 с.
2. *Гудзь В.П., Лісовал А.П., Андрієнко В.О.* Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. – К.: Вища школа, 1995. – 310

с.

3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. *Лісовал А.П.* Методи агрохімічних досліджень. – К.: Видавничий центр НАУ, 2001. – 247 с.
5. *Методика* суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України /За ред. Созінова О.О., Прістера В.С./ - К.: 1994. - 162 с.
6. *Мойсейченко В.Ф.* Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології збереження плодоовочевої продукції. – К.: НМКВО, 1992. – 354 с.
7. *Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О.* Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. – 333 с.
8. *Носко Б.С., Прістер Б.С., Лобода М.В. і інші.* Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
9. *Церлинг В.В.* Диагностика питания сельскохозяйственных культур. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

ДЛЯ НОТАТОК

Підписано до друку . .2014 р. Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 7,4. Обл. вид. арк. 8.
Папір офсетний. Гарнітура. Arial.
Наклад 100 примірників.

Надруковано з готових оригіналів в МППФ “Берег”,
м. Коломия, Івано-Франківської обл.,
бульв. Л.Українки, 23; тел. (03433) 2-24-47

