

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ЗОЛОЧІВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»**



Конспект лекцій навчальної дисципліни «Основи дослідної справи в агрономії»

Освітня програма: **Агрономія**

Галузь знань: **20 Аграрні науки та продовольство**

Спеціальність: **201 Агрономія**

Освітньо-професійний ступінь: **фаховий молодший бакалавр**

Кваліфікація: **фаховий молодший бакалавр з агрономії**

Новоселище

-2025

ЗМІСТ

Лекція 1. Вступ. Основне завдання агрономічних досліджень.....	3
Лекція 2. Завдання курсу по удосконаленню методики польових досліджень.....	5
Лекція 3. Методи досліджень в Агронومی.....	7
Лекція 4. Рівні та види наукових досліджень.....	10
Лекція 5. Методи наукових досліджень.....	11
Лекція 6. Вимоги до дослідів.....	14
Лекція 7. Планування і проведення наукових досліджень.....	15
Лекція 8. Основні елементи методики дослідів.....	19
Лекція 9. Методи розміщення варіантів у досліді і їх характеристика.....	21
Лекція 10. Види польових дослідів та їх використання.....	24
Лекція 11. Досліди із сортовипробування.....	26
Лекція 12. Закладання і проведення польового дослідів.....	27
Лекція 13. Облік забур'яненості посівів і засміченості ґрунту органами розмноження бур'янів.....	31
Лекція 14. Дисперсійний аналіз.....	34
Список використаної літератури.....	43

Лекція 1. Вступ.

План

1. Вступ.
2. Основне завдання агрономічних досліджень.

1. Агрономія – комплексна наука. Вона займається розробкою теоретичних основ і агротехнічних заходів, спрямованих на подальше підвищення продуктивності культурних рослин і покращання якості врожаю. Для вирішення цієї проблеми необхідне постійне розширення наукових знань, вишукування способів спрямованої зміни рослин, виведення нових форм і сортів сільськогосподарських культур, найкраще пристосованих до умов середовища, і зміна умов середовища відповідно до потреб рослин. Це досягається науково-дослідною роботою, вивченням біології культурних рослин і способів обробітку, вишукуванням нових можливостей підвищення продуктивності землеробства.

У зв'язку з великою комплексністю об'єктів у науковій агрономії використовуються різні методи дослідження, запозичені з точних наук – хімії, математики, фізики, фізіології, а також свої специфічні методи. До основних методів агрономічного дослідження відносяться лабораторний, вегетаційний, лізиметричний і польовий методи, які в поєднанні з дослідженнями рослин та умов зовнішнього середовища є важливими інструментами наукової агрономії. Серед них головний – дослід у полі. Польовий дослід завершує пошукове дослідження, кількісно оцінює агротехнічний та економічний ефект нового способу або заходу обробітку рослин і дає об'єктивні основи для запровадження наукового досягнення в сільськогосподарське виробництво.

Наукове дослідження, тобто вивчення і пояснення закономірностей розвитку явищ у будь-якій галузі науки, може бути теоретичним або експериментальним. Явища, які вивчаються науковою агрономією, такі різноманітні і складні, що отримати точне теоретичне вирішення питання часто важко або часом неможливо. Тому багато досліджень у галузі агрономії комплексні, і важко провести межу між теоретичним та експериментальним дослідженнями.

Першоосною, джерелом теоретичних досліджень служить спостереження, дослід, а узагальнення експериментальних даних розвиває теорію.

У більшості випадків експеримент є єдиною надійним способом вирішення поставленого завдання і контролю правильності теоретичних висновків, основою пізнання і критерієм істини.

Спостереження – це кількісна або якісна реєстрація сторін розвитку явищ, які цікавлять дослідника, констатування наявності того чи іншого його-го стану, ознаки або властивості. Для спостереження і реєстрації тих чи інших властивостей або станів явища використовують різноманітні засоби вимірювань, аж до найдосконаліших..

Експеримент, дослід – це таке вивчення, при якому дослідник штучно викликає явища або змінює умови так, щоб краще виявити сутність, походження, причини і взаємозв'язок предметів і явищ. Дослід – головний метод дослідження, який передбачає спостереження, кореляцію, суворий облік змінених умов і результатів.

Найхарактерніша риса і головна особливість будь-якого точного наукового досліджу – його відтворюваність.

Кожне дослідження у агрономії має свою практичну або наукову мету. Проте всі вони об'єднані спільним завданням: пошук найбільш ефективних способів підвищення врожайності та якості продукції при одночасному збереженні природних ресурсів.

Основні завдання агрономічних досліджень:

1. Вивчення умов вирощування рослин.
 - дослідження впливу ґрунтів, клімату, вологості, освітленості;
 - визначення оптимальних строків сівби, густоти стояння рослин.
2. Пошук і оцінка нових сортів і гібридів.
 - сорти різняться за врожайністю, стійкістю до хвороб, якістю зерна;
 - агрономічні дослідження дозволяють визначити, який сорт краще підходить для певного регіону.
3. Вивчення систем удобрення.
 - які добрива ефективніші на певному ґрунті;
 - як поєднувати органічні та мінеральні добрива;
 - як уникати надлишку хімічних речовин у продукції.
4. Дослідження засобів захисту рослин.
 - випробування нових пестицидів та біологічних препаратів;
 - оцінка ефективності проти бур'янів, хвороб, шкідників;
 - вплив препаратів на урожайність і якість продукції.
5. Удосконалення технологій обробітку ґрунту.
 - мінімальний, нульовий чи традиційний обробіток;
 - вплив глибини оранки на урожай;
 - економія енергії та збереження родючості ґрунтів.
6. Аналіз економічної доцільності.
 - нова технологія має бути не лише ефективною, а й вигідною для господарства;
 - підрахунок витрат і прибутку — невід'ємна частина агрономічних досліджень.

Контрольні запитання

1. Що таке дослідницька справа в агрономії та чому вона є важливою для сучасного аграрія?
2. У чому полягає значення цієї дисципліни для підготовки майбутнього спеціаліста?
3. Які основні напрями роботи охоплюють агрономічні дослідження? Наведіть приклади.
4. Чому економічна доцільність є важливою складовою будь-якого дослідження?

Лекція 2. Завдання курсу по удосконаленню методики польових досліджень.

План

1. Завдання курсу «Основи дослідницької справи».
2. Історія наукових досліджень.
3. Основні поняття, терміни.

1. Завдання курсу «Основи дослідницької справи»

Для вирішення задач підвищення продуктивності культурних рослин та покращення якості урожаю необхідне постійне розширення наукових знань, виведення нових сортів сільськогосподарських культур, зміна умов середовища у відповідності з вимогами рослин. Це досягається науково-дослідною роботою, вивченням біології культурних рослин та заходів їх вирощування, пошуком нових можливостей підвищення продуктивності землеробства.

Основні завдання агрономічної науки:

1. Розробка теорії і практики підвищення родючості ґрунту.
2. Дослідження питань хімізації та меліорації земель при додержанні екологічної безпеки.
3. Розробка раціональних структур посівних площ та сівозмін відповідно до спеціалізації господарства.
4. Створення нових високопродуктивних сортів рослин, стійких проти хвороб та шкідників.
5. Посилення досліджень у боротьбі з ерозією ґрунтів та їх заселенням та інші.

2. Історія наукових досліджень

Історія дослідної справи бере свій початок з тих часів, коли людина почала вирощувати рослини. Досвід вдосконалювався, передавався з покоління в покоління і тим поклав початок дослідній справі.

На Україні значний вплив на розвиток дослідної справи мала Києво-Могилянська академія, заснована ще на початку 17 ст. Вона готувала висококваліфікованих фахівців, які займали провідні посади в навчальних закладах Європи.

Перші дослідні на півдні України заклав М. Ліванов в Богоявленську тепер Корабельний район м. Миколаєва на базі практичної школи землеробства, яку йому доручив організувати Г. Потьомкін. М. Ліванов, будучи агрономом губернії започаткував науковий підхід в землеробстві північного Причорномор'я. Відкрита в 1790 році це була одна з перших агрономічних шкіл в Росії (відкрита в 1790 році). Школа вчила учнів "премудростям землеробської науки".

Поступово з ростом населення і необхідністю збільшення сільськогосподарської продукції, зростала необхідність і в більш детальних знаннях. Виникали дослідні поля, дослідні станції, сортодільниці, науково-дослідні інститути.

На сучасному етапі елементарною одиницею серед наукових установ є наукова лабораторія, яка може бути при кафедрі вузу або при науковому відділі установ. Лабораторія може бути і окремою науковою установою на виробництві, або у складі академії наук. Такими є - лабораторії агрохімії, фізіології рослин, захисту рослин, ґрунтовомеліоративні лабораторії.

Опорний пункт – це підрозділ дослідної станції або науководослідного інституту. На опорних пунктах перевіряють і уточнюють розробки науково-дослідних установ в конкретних умовах.

Дослідне поле – на ньому проводять багаторічні стаціонарні польові дослідні з різних питань технології вирощування сільськогосподарських культур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Науковий відділ – це структурна частина дослідної станції або інституту. Є відділи землеробства, агрохімії, селекції, економіки.

Дослідна станція – це науково-дослідні установа, яка розробляє і рекомендує, виробництву певні агротехнічні та організаційні заходи в конкретних природних умовах. Є галузі та комплексні дослідні станції.

Інститут – це установа, що розробляє теоретичні проблеми сільськогосподарського виробництва і практичні рекомендації щодо розвитку певних галузей агрономії. Інститути несуть відповідальність за рівень наукових досліджень. Науково-технічне керівництво інститутами здійснює Українська академія аграрних наук.

3. Основні поняття. Терміни

Дослідна справа в агрономії – це науково-дослідна робота, основним завданням якої є розробка теорії і практики підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, з метою одержання найвищих урожаїв високої якості продукції при мінімальних затратах праці і коштів.

Дослід (експеримент) в агрономії – це штучне створення різних умов для досліджуваних рослин з метою виявлення найбільшого ефекту (урожайності).

Варіант дослід – це умови, в яких вирощуються досліджувані сільськогосподарські рослини – наприклад різні сорти, різні дози добрив, різна глибина оранки. Серед багатьох варіантів один або декілька варіантів є контрольними.

Контрольний варіант – це умови агротехніки, які рекомендовані науковими установами, найкращі за урожайністю і якістю продукції. Контроль може бути **виробничий і абсолютний**. Абсолютний – це без зрошення, без добрив, тощо. Контролем для сортів вибирають найкращий районований сорт.

Схема дослід – це перелік логічно підібраних варіантів з визначеними контролями, об'єднаних конкретною темою, ідеєю. Наприклад: озима пшениця після різних попередників, після чорного пару, по багаторічних травах, по гороху, по кукурудзі і т. д.

Дослідна ділянка у польових дослідках – це земельна площа певного розміру, прямокутної форми на якій застосовують тільки один із агротехнічних заходів, чи технологію, що вивчається тобто розміщують лише один варіант дослід. При вивченні сортів – розміщують лише один сорт. Дослідна ділянка складається з облікової частини, що розміщується всередині контура і захисної, що обмежує облікову зовні для розмежування варіантів.

Повторність дослід – це кілька ділянок з однаковими варіантами, агротехнічними заходами, сортами. Існує повторність дослід на території і повторність у часі. Повторністю дослідів на території називають число однойменних ділянок кожного варіанту, а повторність у часі – коли досліді повторюють протягом кількох років.

Крім поняття повторність треба чітко відрізнити термін **повторення**, під яким розуміють частину площі дослід з повним набором варіантів в одній повторності.

Методична достовірність дослід - це чітке додержання всіх методичних вимог – планування, закладання, проведення дослід, статистична обробка даних.

Статистична достовірність полягає у визначенні достовірності (істотності) різниці між середнім арифметичним виборок, або кореляцій, регресій за допомогою статистичних критеріїв та найменших істотних різниць – НІР.

Похибка дослід – міра різниці між дійсним значенням досліджуваного показника і отриманими результатами досліджень. Похибку виражають у тих же одиницях, що й досліджуваний показник. Якщо похибку дослід виразити в процентах, то її називають **відносною**.

Точність дослід – величина, обернена відносній похибці.

Запитання для самоперевірки:

1. Яка різниця між повторністю і повторенням?

2. Що називають схемою досліду і які варіанти вона включає?
3. За яким статистичним показником оцінюють точність досліду?

Лекція 3. Методи досліджень в Агрономії.

План

1. Вивчення першоджерел як основна форма наукової роботи.
2. Методи емпіричного дослідження.
3. Методи, що застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень.

1. Вивчення першоджерел як основна форма наукової роботи.

Будь-яке наукове дослідження, від творчого задуму до кінцевого оформлення наукової праці, здійснюється індивідуально. Проте можна визначити й деякі загальні методологічні підходи до його проведення, що прийнято називати вивченням у науковому сенсі.

Сучасне науково-теоретичне мислення покликане дійти суті явищ і процесів, які вивчаються. Це стає можливим за умови цілісного підходу до об'єкта вивчення, розгляду його у виникненні й розвитку, тобто застосування історичного аспекту.

Вивчати в науковому сенсі – це означає бути науково об'єктивним. Не можна відкидати факти тільки тому, що їх важко пояснити або знайти для них практичне застосування. У науці мало встановити якийсь новий факт, важливо дати йому пояснення з позиції сучасної науки, з'ясувати його загальнопізнавальне, теоретичне або практичне значення.

Накопичення наукових фактів у процесі дослідження – завжди творчий процес, в основі якого лежить задум ученого, його ідея.

Ідеї народжуються з практики, спостереження навколишнього світу й потреб життя. У їхній основі лежать реальні факти й події. Життя висуває конкретні завдання, але не завжди відразу знаходяться продуктивні ідеї для їхнього розв'язання. Тоді на допомогу приходить спроможність дослідника пропонувати новий, зовсім незвичний аспект розгляду завдання, яке довго не могли вирішити за звичайних підходів до справи.

Розвиток ідеї до стадії вирішення завдання здійснюється як плановий процес наукового дослідження. Хоча в науці й відомі випадкові відкриття, проте тільки планове, добре обладнане сучасними засобами наукове дослідження дає змогу розкрити об'єктивні закономірності у природі. Згодом іде процес розвитку накресленої схеми дослідження з використанням різних методів пізнання.

Метод – це сукупність прийомів чи операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, підпорядкованих вирішенню конкретного завдання. Метод виступає як вихідний пункт й умова майбутніх досліджень.

У кожному науковому дослідженні можна виділити два рівні:

- емпіричний, на якому відбувається процес накопичення фактів;
- теоретичний – досягнення синтезу знань (у формі наукової теорії);

Згідно з цими рівнями загальні методи пізнання можна поділити на три групи, грані між якими визначені приблизно: методи емпіричного дослідження; методи, що застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень; методи теоретичних досліджень.

2. Методи емпіричного дослідження

Спостереження – це систематичне, цілеспрямоване вивчення об'єкта. Спостереження мусить відповідати таким вимогам: задуманості заздалегідь (спостереження проводиться для певного чітко поставленого завдання); плановості (виконується за планом, складеним відповідно до завдання спостереження); цілеспрямованості (спостерігаються лише певні сторони явища, що викликають інтерес при дослідженні); активності (спостерігач активно шукає потрібні об'єкти, риси, явища); систематичності (спостереження ведеться безперервно або за певною системою).

Спостереження як метод пізнання дає змогу отримати первинну ін-формацію.

Порівняння – це процес становлення подібності або відмінностей предметів та явищ дійсності, а також знаходження загального, притаманно-го двом або кільком об'єктам.

Метод порівняння буде результативним за таких вимог: порівнюватимуться лише такі явища, між якими можлива деяка об'єктивна спільність; порівняння має здійснюватися за найбільш важливими, суттєвими (у плані конкретного завдання) рисами.

Різні об'єкти чи явища можуть порівнюватися безпосередньо або опосередковано через їхні порівняння з будь-яким іншим об'єктом (еталоном) чи стандартом.

За допомогою порівняння інформація щодо об'єкта здобувається двома шляхами: безпосередній результат порівняння (первинна інформація); результат обробки первинних даних (вторинна або похідна інформація).

Вимірювання – це визначення числового значення певної величини за допомогою одиниці виміру. Вимірювання передбачає наявність таких основних елементів: об'єкта вимірювання, еталона, вимірювальних приладів, методу вимірювання.

Експеримент – це такий метод вивчення об'єкта, за яким дослідник активно й цілеспрямовано впливає на нього завдяки створенню штучних умов або використанню природних умов, необхідних для виявлення відповідної властивості.

Переваги експериментального вивчення об'єкта порівняно зі спостереженням такі: у процесі експерименту можна вивчати явище „у чистому вигляді”, звільнившись від побічних чинників, які затінують основний процес; в експериментальних умовах можна дослідити властивості об'єктів; повторюваність експерименту: можна проводити досліди стільки разів, скільки це необхідно.

3. Методи, що застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень.

Абстрагування – це відхід у думці від несуттєвих властивостей, зв'язків, відношень предметів і виділення кількох рис, які цікавлять дослідника. Абстрагування дає змогу замінити у пізнанні складне простим, але таким, яке відображає основне в цьому складному.

Існують такі основні види абстракції: ототожнення – утворення поняття через об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності, в особливий клас; ізолювання – виділення властивостей і відношень, пов'язаних з предметами.

Різниця між цими двома абстракціями полягає в тому, що в першому випадку ізолюється комплекс властивостей об'єкта, а в другому – єдина його властивість;

– конструктивізація – відхилення від невизначеності між реальних об'єктів;

– актуальна нескінченність – відхилення від незавершеності (і не-можливості завершення) процесу утворення нескінченної множини, від не-можливості задати його повним переліком усіх елементів. Така множина розглядається як наявна;

– потенціальна здійсненність – відхилення від реальних меж людських можливостей, зумовлених обмеженістю життя в часі та просторі (не-скінченність розглядається як потенційно здійсненна).

Результат абстрагування часто виступає як специфічний метод дослідження, а також як елемент складніших за своєю структурою методів експерименту – аналізу та моделювання.

Аналіз і синтез. Аналіз – метод пізнання, який дав змогу поділяти предмети дослідження на складові частини (природні елементи об'єкта або його властивості та відношення). Синтез, навпаки, припускає з'єднання окремих частин чи рис предмета в єдине ціле. Аналіз і синтез взаємо-пов'язані, вони є єдністю протилежностей.

Аналіз або синтез буває:

– прямим, або емпіричним (використовується для виділення окремих частин об'єкта, виявлення його властивостей, найпростіших вимірювань тощо);

– зворотним, або елементарно-теоретичним (базується на деяких теоретичних міркуваннях стосовно причинно-наслідкового зв'язку різних явищ або дії будь-якої закономірності);

– структурно-генетичним (вимагає відокремлення у складному явищі таких елементів, які мають вирішальний вплив на всі інші сторони об'єкта).

Індукція та дедукція. Дедуктивною визнають таку конструкцію в якій висновок щодо якогось елементу множини робиться на основі знання загальних властивостей всієї множини. Змістом дедукції як методу пізнання в використання загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ.

Під індукцією розуміють перехід від часткового до загального, коли на підставі знання про частину предметів класу робиться висновок стосовно класу в цілому. Дедукція та індукція – взаємопротилежні методи пізнання.

Існує кілька варіантів установлення наслідкового зв'язку методами наукової індукції:

– метод єдиної подібності. Якщо два чи більше випадків досліджуваного явища мають лише одну загальну обставину, а всі інші обставини різні, то саме ця обставина є причиною явища, яке розглядається;

– метод єдиної розбіжності. Якщо випадок, у якому досліджуване явище настає, і випадок, в якому воно не настає, у всьому подібні й відрізняються тільки однією обставиною, то саме ця обставина, наявна в одному випадку і відсутня в іншому, є причиною явища, що досліджується;

– об'єднаний метод подібності та розбіжності – комбінація двох перших методів;

– метод супутніх змін. Коли виникнення або зміна одного явища спричиняє певну зміну іншого явища, то обидва вони перебувають у причинному зв'язку одного з іншим;

– метод решти. Якщо складне явище спричиняє складною причиною, яка є сукупністю певних обставин, і відомо, що деякі з них є причиною частини явища, то решта цього явища спричиняється обставинами, які залишилися.

Моделювання – метод, який ґрунтується на використанні моделі як засобу дослідження явищ і процесів природи. Моделі – це такі аналоги, подібність яких до оригіналу суттєва, а розбіжність несуттєва. Моделі поділяють на два види: матеріальні та ідеальні. Матеріальні моделі втілюються у дереві, металі, склі тощо. Ідеальні моделі фіксуються в таких наочних елементах, як креслення, рисунок, схема, комп'ютерна програма та ін.

Метод моделювання має таку структуру:

- постановка завдання;
- створення або вибір моделі;
- дослідження моделі;
- перенесення знань з моделі на оригінал.

Контрольні запитання

- 1. Які рівні включає наукове дослідження?**
- 2. Розкрити поняття: спостереження, експеримент, вимірювання та порівняння.**
- 3. Що таке аналіз та синтез та якими вони бувають?**
- 4. Що таке моделювання та яка його структура?**

Лекція 4. Рівні та види наукових досліджень.

План

1. Рівні наукових досліджень.
2. Види наукових досліджень.

1. Рівні наукових досліджень.

Розрізняють три основних взаємопов'язаних рівні досліджень - емпіричний (експериментальний), теоретичний та описовоузагальнюючий.

На емпіричному рівні досліджень ставлять експерименти, накопичують факти, аналізують їх і роблять практичні висновки. Експерименти є джерелами пізнання, критерієм істинності гіпотез і теорій.

Якщо експерименти ставлять на конкретних об'єктах, то вони називаються фізичними. Розрізняють уявні експерименти, якісні та кількісні. Всі експерименти є джерелом теоретичних уявлень, а результати є основою для побудови теорій.

На теоретичному рівні досліджень синтезуються знання, формулюються загальні закономірності у певній галузі знань. Теорія – це система узагальнених знань, пояснення певних явищ дійсності, тобто уявлене її відродження і відтворення, у тому числі й експерименту.

Саме тому результати експериментів в узагальненому вигляді є частиною певної теорії, а критерієм правильності теорії є експеримент.

На описово-узагальнюючому рівні досліджень експерименти не проводять, а описують явища, які спостерігаються безпосередньо у природі, поза експериментом. Це спостереження за ростом та розвитком рослин залежно від погодних умов, проходженням фенологічних фаз, морозостійкістю, посухостійкістю рослин тощо. При цьому дослідник реєструє всі ці явища і процеси, узагальнює агрономічні об'єкти, без активного впливу на них, тобто поза експериментом. Слід зазначити, що на основі цих спостережень і узагальнень можна робити висновки і раціональні пропозиції для виробництва. Для цього використовують такі форми мислення, як судження та умовивід.

Судження - висловлена думка, у якій дещо стверджується про об'єкт дослідження; вона може бути об'єктивною або помилковою. Прикладом об'єктивного судження є така думка: якщо пшеницю висівати насінням з низькою схожістю, без відповідної поправки на норми висіву, то сходи будуть зріджені. Помилковим буде судження про те, що співвідношення поживних елементів у добривах не впливає на якість продукції (воно не ґрунтується на даних науки і практики).

Умовивід - міркування, у процесі якого з одного або кількох пов'язаних між собою суджень виводять нові знання. Наприклад, відомо лише те, що новий гібрид кукурудзи має такі самі властивості, як і районований гібрид. Робимо висновок, що врожайність зерна нового гібрида, його якість, стійкість до хвороб, шкідників тощо будуть такими самими, як і районованого.

2. Види наукових досліджень.

Залежно від пізнавальної або практичної мети наукові дослідження умовно поділяють на фундаментальні та прикладні. Умовність такого поділу полягає в тому, що на певних етапах за певних умов фундаментальні дослідження можуть переходити у прикладні і навпаки. Це свідчить про тісний взаємозв'язок наукового пізнання з практикою.

Фундаментальні дослідження спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи. Їх результатом є закінчена система наукових знань та орієнтація на використання цих знань у певній галузі практичної діяльності людини.

Прикладні дослідження в агрономії спрямовані на вивчення факторів життя рослин і взаємозв'язків між рослиною і середовищем, на створення перспективних сортів і гібридів. Мета цих досліджень — розробка ефективних агрозаходів підвищення врожайності та якості продукції.

Контрольні питання

- 1. Які є рівні наукових досліджень.**
- 2. На які види умовно поділяють наукові дослідження.**

Лекція 5. Методи наукових досліджень

План

1. Загальні наукові методи досліджень.
2. Спеціальні методи досліджень.

1. Загальні наукові методи досліджень.

Із загальнонаукових методів в агрономії найчастіше застосовують такі: гіпотези, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, індукцію, дедукцію, абстрагування, конкретизацію, аналогію, моделювання, формалізацію, інверсію, узагальнення.

Гіпотеза - наукове припущення, істинне значення якого є не визначеним. Розрізняють гіпотези як метод розвитку наукових знань і як складову частину наукової теорії. Якщо гіпотези використовують для розвитку знань, то спочатку висувують певні припущення, які потім перевіряють в експерименті. Гіпотези можуть висуватись на основі відомих знань і в такому випадку вони є обґрунтованими припущеннями. Крім того, вони можуть бути просто здогадками.

Експеримент - метод пізнання, за допомогою якого в штучних, але контрольованих умовах досліджуються об'єкт та процеси, що відбуваються в ньому. В експерименті перевіряються гіпотези, які висувуються при плануванні дослідження. Сучасна наука використовує різні види експериментів: якісні, кількісні (вимірювальні), змішані, мислені та обчислювальні. Основною метою якісних експериментів є виявлення передбаченого гіпотезами чи теоріями явища (є чи немає). Так, згідно з характеристикою один сорт пшениці стійкий до ураження сажкою, другий - до вилягання. В експерименті це можна перевірити. У якісних експериментах можна також мати відповідь на такі запитання: морозостійкий сорт чи ні, ранньостиглий чи пізньостиглий тощо.

Більш складними є кількісні (вимірювальні) експерименти, у яких досліджують кількісні показники певних властивостей об'єкта. Так, при вивченні попередників для культури визначають її врожайність, якість продукції, ступінь ураженості шкідниками, хворобами та ін. При обліках мають на увазі такі кількісні показники, як маса (ц) або цукристість, білковість, ураженість (%) тощо.

Найчастіше застосовують змішані експерименти, коли у них ви- вчають показники якісної і кількісної мінливості. Слід зазначити, що експеримент (дослід) є провідним методом агрономічних досліджень разом з висуванням гіпотез та спостереженнями. Спостереження - цілеспрямоване зосередження уваги дослідника на явищах експерименту або природи, їх кількісна та якісна реєстрація. Метою спостережень у науковій агрономії є виявлення кращих елементів агротехніки, технологій, сортів, ґрунтів тощо, які сприяють підвищенню врожаю та поліпшенню його якості.

Обліки – це встановлення кількісного показника. Їх проводять за спеціальними апробованими методиками відповідно до державних стандартів. Всі прилади для обліків та спостережень (ваги, термометри, колориметри та ін.) треба перевіряти не менш як один раз за рік Державною інспекцією по стандартах. Результати перевірки оформляють актами.

Аналіз - метод дослідження, за допомогою якого досліджуваний об'єкт уявно або практично розчленовується на складові частини а метою більш детального вивчення. Аналіз як метод досліджень використовують у зв'язку із синтезом.

Синтез - поєднання розчленованих та проаналізованих частин досліджуваного об'єкта або кількох об'єктів в єдине ціле. Завдання синтезу - на основі детального аналізу одержати необхідні дані для більш повних висновків та узагальнень.

Індукція - метод досліджень, за допомогою якого судження ведуть від фактів до конкретних висновків.

Дедукція - метод досліджень, який дає змогу за допомогою аналізу загальних положень і фактів робити часткові і поодинокі висновки.

Аналогія - метод, завдяки якому знання про відомі вже об'єкти, предмети або явища переносяться на інші ще невідомі, але схожі з відомими і раніше вивченими.

Моделювання - метод дослідження об'єктів, процесів і явищ на їх моделях. Суть моделювання - заміна об'єктів, які важко вивчати, спеціально створеним аналогом зручної моделі. Щоб дослідження на моделях були ефективними, кожна з них повинна мати риси оригіналу. Якщо модель зберігає фізичну природу оригіналу, то вона є фізичною моделлю.

Узагальнення - метод, за допомогою якого уявно переходять від окремих фактів, явищ та процесів до ототожнювання у думках або від одного поняття, судження до більш загального. Спочатку узагальнюють результати досліджень для кожного повторення, потім для всього досліду, конкретного господарства, а далі для всіх господарств, що розміщуються в аналогічних ґрунтово-кліматичних умовах, для певних культур, сортів тощо.

2. Спеціальні методи досліджень

До спеціальних методів досліджень належать ті, які застосовують у науковій агрономії, тому їх ще називають конкретно-науковими. До цієї групи належать такі основні методи: лабораторний, вегетаційний, лізиметричний, вегетаційно-польовий, польовий, експедиційний. Кожний з них можна використовувати у взаємозв'язку з іншими спеціальними та загальнонауковими методами.

Лабораторний метод застосовують для аналізу рослин, їх середовища в лабораторних умовах з метою вивчення взаємодії між рослиною та умовами навколишнього середовища, оцінки якості врожаю, вивчення обміну речовин у рослинах, дослідження фізичних, хімічних та мікробіологічних властивостей ґрунту тощо.

За допомогою хімічних аналізів ґрунту в лабораторних умовах визначають забезпеченість різних ґрунтів основними елементами живлення після різних попередників, обробітку ґрунту, систем удобрення тощо. За допомогою пророщування посівного матеріалу у термостатах визначають схожість насіння рослин та ін.

Без лабораторного методу дослідження не можна проводити майже всі вегетаційні та польові досліди. Наприклад, без лабораторних аналізів не можна обійтись при виборі земельних площ для досліду, його плануванні і проведенні.

Вегетаційний метод - дослідження рослин, які вирощують у скляних будиночках при контрольованих умовах зовнішнього середовища строком від кількох днів до кількох місяців. Для багаторічних рослин дослідження можуть тривати кілька років. Основна мета вегетаційного методу полягає в тому, щоб вивчити значення окремих факторів життя рослин, суть процесів, що відбуваються в них, ґрунті та у системі «ґрунт - рослина».

Основними недоліками вегетаційного методу є такі. У вегетаційних посудинах немає всіх шарів ґрунту, які є у полі, немає підґрунтя, що змінює гідрологічні умови дослідження.

Лізиметричний метод - дослідження рослин і властивостей ґрунту в полі з метою вивчення балансу вологи і елементів живлення. Проводять такі дослідження у дуже великих посудинах - лізиметрах, які періодично зважують. Цей метод відрізняється від вегетаційного тим, що життя рослин і властивості ґрунту досліджують не у вегетаційних будиночках, а безпосередньо у полі, де лізиметри вставляють у викопані ями так, щоб

надземна частина рослин була в таких самих умовах, як і рослин, вирощуваних безпосередньо в полі. У дві кожного лізіметра є отвір, через який збирають промивні води для хімічних аналізів.

Залежно від мети дослідження і рослини висота ґрунту в лізіметрах може коливатись від 25 см до 2 м (найчастіше 1-1,5 м). За способом наповнення ґрунтом розрізняють два типи лізіметрів: і насипним ґрунтом, тобто з порушенням його природного складення і природною будовою (у лізіметр вкладають моноліт ґрунту).

Основні питання, які вивчають за допомогою лізіметричного методу, такі: динаміка вологості ґрунту; промивання атмосферних опадів; склад води, що фільтрується через ґрунт; вимивання мінеральних солей з ґрунту і добрив; втрата поживних речовин у процесі багаторічного удобрення; транспірація та випаровування вологи ґрунтом, водопроникність ґрунту тощо. Хоч лізіметричні дослідження проводять у полі, умови їх не дуже близькі до польових. Для усунення цього недоліку використовують вегетаційно-польовий метод.

Веgetаційно-польовий метод - дослідження рослин безпосередньо у полі в металевих посудинах без дна (у циліндрах). Цей метод є проміжним між вегетаційним і польовим. Ґрунт у циліндрах відокремлений від ґрунту поля лише збоку, а знизу він контактує з ним або підґрунтям на досліджуваній площі. Такі циліндри можна установлювати не лише на спеціально підготовлених площах, а й безпосередньо у полях сівозмін, де вирощують певні культури на різних агрофонах, на ґрунтах неоднакового типу, на площах з різною експозицією та крутизною схилів тощо.

За допомогою цього методу вивчають ефективність добрив, родючість генетичних горизонтів ґрунту, моделюють умови ґрунтового середовища.

У процесі дослідження у ґрунт закопують металеві циліндри висотою від 30 до 100 см так, щоб вони були вище поверхні ґрунту на 10 см. Повторність має бути, як мінімум, трикратною. У контрольних варіантах створюють такі умови, як і в полі, де установлюють лізіметри. Отже, в такому досліді вплив факторів вивчається в умовах, близьких до природних.

Крім зазначених переваг, вегетаційно-польовий метод має і ту, що для його використання не потрібно спеціальних приміщень із складним обладнанням (вегетаційних будиночків, теплиць, фітотронів). Однак слід зазначити, що детальніше вивчення культур можливе при використанні польового методу.

Польовий метод дослідження - це проведення польових дослідів (експериментів). Він є основним методом наукової агрономії, бо саме за його допомогою пов'язуються теоретичні дослідження з практичними: на основі його даних розробляються рекомендації агрозаходів, технологій і сортів для сільськогосподарського виробництва.

Основним завданням польового методу - виявлення достовірних різниць між варіантами дослідів, кількісна оцінка впливу факторів життя на врожайність рослин та якість продукції. Майже всі наукові проблеми агрономічної науки вирішуються за допомогою польового методу досліджень. Хоч польовий метод і є основним у науковій агрономії, його не можна протиставляти іншим спеціальним та загальнонауковим методам. Ефективність цього методу значною мірою збільшується при поєднанні з іншими методами, вибір яких визначається програмою досліджень.

Експедиційний метод досліджень застосовують для вивчення і узагальнення агрономічних питань безпосередньо у виробництві за допомогою обстежень полів і посівів культур, які на них вирощують.

Метою експедиційних обстежень є з'ясування причин вилягання хлібів; загибель озимих та багаторічних трав; дослідження умов вирощування високих та низьких урожаїв в окремих господарствах, у районі чи області; вивчення причин погіршення або поліпшення якості продукції; дослідження вмісту у продукції пестицидів, радіонуклідів та нітратів, які перевищують допустимі норми.

Контрольні питання

1. Чим відрізняються загальнонаукові методи досліджень від спеціальних?
2. Що являє собою гіпотеза і експеримент?
3. Який із спеціальних методів найбільш поширений в агрономічних дослідженнях?
4. Умови використання вегетаційного і лізиметричного методів?

Лекція 6. Вимоги до дослідів.

Найважливішими вимогами або принципами, що ставляться до дослідів, є:

- 1) дотримання принципу єдиної логічної відміни;
- 2) додержання правила доцільності;
- 3) типовість дослідів;
- 4) придатність мов для проведення будь-якого дослідів;
- 5) можливість відтворення результатів дослідів в ідентичних умовах;
- 6) можливість, при необхідності, вводити додаткові варіанти;
- 7) проведення дослідів на перспективних культурах і сортах;
- 8) наявність необхідної документації;
- 9) облік крім основних показників (урожайність та якість продукції) та супутніх;
- 10) необхідність супроводження дослідів основними статистичними показниками.

Принцип єдиної логічної відміни. За цим принципом (правилом) дослідник може змінювати лише той фактор, що вивчається, при суворій постійності решти всіх умов проведення дослідів. Наприклад, при вивченні у досліді продуктивності посівів соняшника з густотою рослин на 1 га 30, 40, 50, 60 і 70 тис. штук за принципом єдиної логічної відміни варіанти між собою повинні відрізнятися лише густотою посівів, а всі інші елементи агротехніки (попередник, удобрення, обробіток ґрунту, строк, глибина і спосіб сівби, догляд за посівами, строки і способи збирання) повинні залишатися однаковими. Лише за таких умов можна вичленити вплив густоти посіву на їх продуктивність.

Правило доцільності. Як відомо, серед сортів пшениці озимої та інших зернових колосових культур є стійкі і нестійкі до вилягання сорти. Перші не вилягають навіть на високих фонах, а другі - навпаки. І особливо це спостерігається в роки з великою кількістю атмосферних опадів під час колосіння рослин. Порівнювати такі сорти однакових умовах родючості ґрунту недоцільно.

Як відомо, різні сорти зернових колосових культур мають різну кущистість. Якщо при сортовивченні їх висівати однаковою нормою, то на час збирання врожаю посіви одних сортів можуть бути загущеними, а інші - дещо зрідженими. Тому частіше сорти з вищим коефіцієнтом кушення потрібно висівати з меншою нормою, ніж сорти, які характеризуються нижчою кущистістю. Ці вимоги зумовлені правилом доцільності.

Відповідно до правила доцільності боротьбу з хворобами рослин проводять лише у посівах тих сортів чи у варіантах дослідів, де поширені хвороби. Якщо серед певних сортів чи в окремих варіантах дослідів хвороб немає, застосування фунгіцидів недоцільне. Те ж саме стосується і строків основного обробітку ґрунту для окремих культур після різних попередників.

Типовість дослідів. Згідно цієї вимоги дослід необхідно проводити в таких умовах, які відповідають природній зоні, ґрунтам, сільськогосподарській культурі, сортові, рівню механізації, обробітку ґрунту, організаційно-економічним умовам тощо.

Для кожної ґрунтово-кліматичної зони підбирають відповідні культури з певним їх співвідношенням у структурі посівних площ. Досліди проводять у типових сівозмінах, які прийняті для даної зони.

Так, із багаторічних трав у Степу вирощують переважно люцерну, а в Поліссі - конюшину; із технічних культур у Степу - соняшник, у Лісостепу - цукрові буряки, в Поліссі - льон.

Отже, типовість досліду - одна з основних його умов. Порушення правила типовості знецінює дослід і призводить до того, що його результати не можуть бути рекомендованими для виробництва.

Придатність умов для досліду. Пояснимо цю вимогу конкретним прикладом. Планується вивчати дози мінеральних добрив від 30 кг до 150 кг діючої речовини азоту, фосфору і калію на 1 га. На площі, яка виділена для досліду, за рік до його проведення були внесені азотно-фосфорно-калійні добрива із розрахунку 180 кг на 1 га кожного елемента. Чи придатна така площа для досліду? Звичайно непридатна, тому що на фоні високих попередніх доз добрив значно нижчі дози не можуть проявитись на рослинах у такій мірі, як це могло б бути на нижчому фоні удобрення.

Інший приклад. Підбирається земельна площа для досліду, де планується вивчити різну глибину основного обробітку ґрунту – від 18 см до 28 см. А площа, яку виділили для досліду, попередньо оранась на глибину 32 см. На фоні такої глибини оранки виявити ефективність значно меншої глибини буде неможливо, тому виділена земельна площа для даного досліду є непридатною.

Відтворення результатів досліду. За цією вимогою дослідник, повторюючи дослід на певну тему за аналогічною методикою і в ідентичних умовах, мусить отримати результати, аналогічні тим, які були одержані у попередньому досліді. Таке відтворення результатів надзвичайно важливе насамперед для перевірки достовірності одержаних раніше даних. Щоб дослід можна було відтворити в аналогічних умовах, дослідник мусить детально описувати всі необхідні умови проведення досліду.

Можливість введення додаткових дослідних і контрольних варіантів. Схему досліду треба складати так, щоб при необхідності можна було в неї ввести додатковий варіант, що зацікавив дослідника в процесі проведення досліджень. В першу чергу це стосується схем стаціонарних дослідів, в яких завжди повинен бути резервний варіант, який являє собою ділянку, де впрошується піддослідна культура на фоні рекомендованої для неї агротехніки.

Необхідність визначення достовірності різниць і точності досліду. Тут буде йти мова про статистичну достовірність і необхідність її визначення. Достовірність досліду встановлюється шляхом порівняння розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій є більшим за теоретичний, то робиться висновок про статистичну достовірність всього досліду. Для виділення таких варіантів розраховують найменшу істотну різницю (НІР). Якщо різниця між середніми арифметичними окремих варіантів буде рівною або більшою за значення НІР, то роблять висновок про істотність різниць на певних рівнях довірливої імовірності.

Точність досліду є одним з основних показників якості дослідної роботи, який розраховується на основі значень відносних похибок у досліді.

Контрольні питання

1. Для чого вивчати історію поля перед закладанням досліду?
2. Які найважливіші вимоги до досліду?

Лекція 7. Планування і проведення наукових досліджень.

План

1. Засоби підвищення достовірності дослідів.
2. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід.

1. Засоби підвищення достовірності дослідів

Більшість дослідів, які проводять у землеробстві, є польовими.

Основні умови проведення досліду - клімат, погодні умови і ґрунт - можуть змінюватися у часі і просторі. Різний клімат у Степу, Лісостепу і Поліссі зумовлює вибір не тільки культур у досліді, а й їх сортів. Найбільш мінливими є погодні умови, елементи яких (атмосферні опади, температура і вологість повітря, кількість сонячних і похмурих

днів, сила вітру та ін.) значною мірою змінюються у просторі і особливо у часі. Якщо дослід займає велику площу, трапляється, що дощ проходить смугою, випадаючи лише на частині площі. Це звичайно ускладнює порівняння варіантів і призводить до зниження достовірності дослідів. Навіть на невеликих схилах температура і вологість повітря на всій довжині схилу ніколи не буває однаковою, що призводить до того, що досліджувана культура перебуває в різних погодних умовах навіть у межах одного невеликого за розмірами дослідів.

Значні коливання погоди спостерігаються у часі, що також може відбитись на рослині незалежно від фактору, який вивчається. Результати досліджень свідчать, що при статистичній обробці дані за окремі роки не можна використовувати як повторність, бо не призведе до значного збільшення похибки дослідів і зниження істотності різниць між варіантами.

Різними врожайми виносяться з ґрунту неоднакова кількість поживних елементів, що впливає на варіювання родючості ґрунту по роках. Зміна родючості ґрунту залежить також від кількості рослин-них решток, які залишаються після збирання врожаю різних культур.

Якщо рівень урожайності культури, вирощеної на одному фоні, але в різних місцях поля, не можна показати прямою лінією, то це свідчить про випадкове варіювання родючості ґрунту на дослідному масиві.

Коли ж урожайність даної культури на одному і тому ж фоні від одного краю поля до іншого поступово зростає (чи зменшується), то це вказує на присутність на полі закономірного варіювання родючості ґрунту.

Для підвищення достовірності дослідів треба забезпечити мінімальне варіювання родючості ґрунту, щоб запобігти тим похибкам, які можуть виникати у дослідженнях. Розрізняють три види похибок - систематичні, грубі і випадкові.

Систематичні похибки завищують або занижують результати досліджень під дією певних факторів. Такими факторами є закономірна зміна родючості ґрунту, не відрегульовані прилади. Систематичні похибки не можуть взаємно компенсуватися і впливають на точність визначення середніх арифметичних. Зменшити кількість цих похибок можна правильним плануванням розміщення повторень в досліді та використанням справних приладів.

Грубі похибки - це прорахунки у процесі роботи. Наприклад, при зважуванні врожаю з окремої ділянки неправильно записали його масу або відліки на шкалі приладів, хоч самі прилади були справними.

Прикладом грубих похибок можуть бути ситуації, коли помиляються з нумерацією ділянок, двічі вносять добрива на одну і ту саму ділянку, не на заплановану глибину проводять оранку тощо. Якщо допускаються таких похибок, доводиться бракувати окремі ділянки, повторення, а то і весь дослід.

Випадкові похибки зумовлені не передбаченими дослідником факторами і є неминучими. Вони виявляються під впливом випадкового варіювання родючості ґрунту або індивідуальної мінливості рослин. Ці похибки можуть завищувати і занижувати результати досліджень, отже, вони різноспрямовані. Основною особливістю випадкових похибок є те, що вони взаємно компенсуються і при збільшенні кількості спостережень (повторностей) зменшуються. Методи математичної статистики дають змогу визначити випадкові похибки і відокремити їх від загального варіювання експериментальних даних, в яких не повинно бути грубих і систематичних похибок.

2. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід

Перед вибором земельної площі для дослідів визначають її розміри арифметичним розрахунком. Згідно з завданням і видом дослідів попередньо визначають загальний розмір і форму дослідної ділянки.

Наприклад, вона повинна мати форму 4 x 25 м, а площа її становити 100 м². У досліді планується 6 варіантів і 4 повторності із загальною кількістю ділянок 6 x 4 = 24. Ці

24 ділянки займатимуть площу $100 \times 24 = 2400 \text{ м}^2$, а з урахуванням доріг і захисних смуг навколо дослідів загальна площа повинна бути значно більшою.

Вибираючи земельну площу, проводять ґрунтово-біологічне обстеження, вивчають історію поля, рослинний покрив, рельєф мікрорельєфу місцевості, вирівнювальні та рекогносцирувальні (розвідувальні) посіви.

Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі. При виборі площі для дослідів виходять з програми досліджень і комплексу природних умов та біологічних потреб рослин. Рельєф, крутизна схилу, його експозиція, ґрунт, підґрунтя та рівень залягання ґрунтових вод у досліді мають бути ідентичними тим умовам, у яких вирощують досліджувану культуру в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, області, районі. У досліді потрібно додержуватись виробничої типовості дослідів.

Особливу увагу при виборі земельної площі для певного дослідів приділяють однорідності ґрунту. Однак один і той же дослід можна розмішувати і на різних ґрунтах або схилах за умови, якщо крутизна схилу чи ґрунт є об'єктом дослідження.

Вивчення історії полів. Під час обстеження земельної площі детально описують історію полів. Визначають, де і які культури вирощували у попередні роки, зазначають, після яких передпопередників і попередників їх вирощували. Історію полів бажано знати за 2-3 роки, а ще краще - за ротацію сівозміни.

Особливу увагу приділяють виявленню факторів, які сильно впливають на зміну родючості ґрунту: проведення на частині площі вапнування ґрунту високими дозами: внесення фосфоритного борошна чи інших мінеральних та органічних добрив у великих дозах або систематичне кілька років підряд вирощування багаторічних трав.

З книги історії полів довідуються, де, коли, які і якими нормами вносили добрива, зокрема органічні, які значною мірою впливають на зміну родючості ґрунту. Норми добрив, їх форми, строки і способи внесення у попередні роки повинні бути однаковими на всій площі майбутнього дослідів. Однаковим має бути і обробіток ґрунту на полях.

Вивчення рослинного покриття. Висока врожайність попередніх культур свідчить про високу родючість ґрунту, його окультуреність та придатність для дослідів. Звертають увагу і на наявність у посівах рослин-індикаторів - хвоща польового і щавлю, які свідчать про ви- соку кислотність ґрунтів та полину гіркого і кураю, які вказують на засоленість ґрунту.

Вивчення рельєфу та мікрорельєфу. Рельєф ділянки повинен бути типовим для району досліджень і в більшості випадків рівнинним, тому що навіть на схилах крутизною до 2° експозиція може впливати на ріст і врожайність досліджуваних рослин через неоднакову температуру в різних місцях дослідів. Так, різниця між прямою сонячною радіацією, яка надходить на південні та північні схили, досягає 30 % навесні і 40 % восени. За період вегетації на південних по- логих схилах сума температур на 120° , а на крутих - на 300° більша, ніж на рівних площах. Крім того, тривалість безморозного періоду на південних схилах збільшується на 30 днів. Щоб забезпечити однакові умови для рослин у межах одного дослідів, важливо вибрати для дослідів ділянку з однаковими рельєфом та експозицією схилу.

Навіть на невеликих схилах треба передбачати і організовувати протиерозійні заходи з тим, щоб не втрачався верхній родючий шар ґрунту на ділянках.

Вирівнювальні і рекогносцирувальні посіви. Як уже зазначалось, навіть найбільш вирівняна за рельєфом площа, вибрана для дослідів, буде мати різну родючість ґрунту, тому її треба вирівняти. Щоб вирівняти ділянки за родючістю ґрунту, застосовують вирівнювальні посіви - висівають одну культуру одного сорту з однаковою агротехнікою на всій площі майбутнього дослідів протягом 2-3 років.

Дія цього посіву така. У місцях, де родючість ґрунту була вищою, врожай культур буде вищим і з ґрунту буде винесено більше поживних речовин. Там же, де родючість нижча, з урожаєм буде винесено з ґрунту менше поживних речовин. За 2-3 роки родючість ґрунту під цими посівами вирівнюється.

Для вирівнювального посіву краще використовують культури звичайного рядкового способу сівби на зелену масу. Слід зазначити, що якщо строкатість ґрунту за родючістю зумовлена різними його типами, підґрунтям чи рівнем залягання ґрунтових вод, то вона не усувається вирівнювальними посівами і така земельна площа непридатна для закладання досліду.

Родючість ґрунту вирівнюють рівномірним внесенням тих поживних речовин, які в ґрунті є в мінімумі для культури. Варіювання родючості ґрунту можна знизити, якщо всі елементи агротехніки вирівнювальних посівів проводять однаково на всій площі майбутнього досліду.

Рекогносцирувальні або розвідувальні посіви застосовують для виявлення варіювання родючості ґрунту. Для цього висівають одну культуру однорідним насінням за умови однакової агротехніки на всій площі майбутнього досліду перед його закладанням. Виявляють варіювання родючості ґрунту за допомогою обліку врожайності на окремих діляночках, виділених на посіві. Як правило, ці посіви застосовують у наукових та навчальних закладах перед закладанням стаціонарних дослідів. Важливими питаннями рекогносцирувальних посівів є добір рослин, догляд за ними, підготовка до збирання врожаю і його збирання та складання плану рекогносцирувального посіву.

Найчастіше для таких посівів використовують ярі культури звичайного рядкового способу сівби. Озимі використовувати не слід, бо причиною зміни їх урожайності може бути не лише родючість ґрунту, а й місцеве вимерзання, випрівання, випирання, пошкодження посівів гризунами взимку тощо. З ярих культур висівають ячмінь, овес, вико-овес. Просапні культури менш придатні для таких посівів, бо їх врожайність може змінюватись не лише через неоднакову родючість ґрунту, а й через якість міжрядного обробітку, коли робочими органами знарядь деякі рослини можуть вирізуватись. Крім того, внаслідок пошкодження шкідниками цукрових буряків або картоплі в окремих місцях посіви можуть сильно зріджуватись. При цьому варіювання врожаю цих культур буде значно більшим, ніж культур звичайного рядкового способу сівби.

З ярих культур доцільніше вирощувати такі, які є добрими попередниками для більшості культур сівозміни, наприклад вико-вівсяні сумішки на зелений корм. Крім того, цю культуру збирають раніше від тих, які впрошують на зерно, що сприяє своєчасному та якісному обробітку ґрунту під досліджувану культуру. Перед проведенням рекогно-сцирувального посіву на всій площі у попередні роки повинні бути однаковими передпопередники, попередники та рівномірний агрофон. Окремі види агротехнічних робіт проводять за один день, ще краще - за кілька годин і на однаково високому рівні агротехніки. Основний, передпосівний, післяпосівний та післясходовий обробітки при догляді за посівами проводять на всій площі однаково. Боротьба із шкідниками, хворобами та бур'янами на всій площі ведеться одними і тими самими препаратами, однаковими дозами і технікою. Все це робиться для того, щоб краще додержуватися в досліді принципу єдиної різниці, тобто щоб фактори, які не досліджуються, не впливали на врожайність культури.

Контрольні питання:

1. Що являють собою вирівнювальні та рекогносцирувальні посіви і для чого вони використовуються?
2. Яка суть правила доцільності?

Лекція 8. Основні елементи методики досліді.

План

1. Кількість варіантів та контролів у досліді.
2. Розміри дослідних ділянок. Ширина захисних смуг.
3. Форма ділянок.
4. Повторність у досліді.

1. Кількість варіантів та контролів у досліді

Варіанти досліді можуть бути кількісними (дози добрив, норми зрошення, площа живлення, глибина оранки тощо) і якісними (сорті культур, різні культури, типи ґрунтів, форми добрив тощо). Підбираючи варіанти у схему досліді, дослідник додержує правила, щоб їх кількість була оптимальною для конкретної теми і умов досліді. Кількість варіантів має бути такою, щоб за рівнем вирощених урожаїв можна було побудувати криву, форма якої була б близькою до параболи, тобто серед варіантів досліді повинні бути такі градації дослідного фактору, які б забезпечили відхилення врожаїв від оптимального в обидва боки. Математична статистика доводить, що для побудови такої кривої необхідно мати, як мінімум, п'ять точок. Отже, мінімально у досліді може бути 5 варіантів. У досліді з якісними варіантами, наприклад із сортами, їх кількість визначається наявністю реєстрованих та перспективних сортів (їх може бути до кількох десятків).

Іноді і число кількісних варіантів буває великим.

У схемі досліді може бути кілька контролів. У досліді з добривами, як відмічалось уже вище, контроль може бути виробничий і абсолютний. І при вивченні доз пестицидів їх порівнюють з тими дозами, якими користувались у виробництві до закладання досліді, а також з варіантом без пестицидів.

Якщо кількість варіантів досліді велика (кілька десятків), то на кожні 8-10 дослідних варіантів виділяють контрольні ділянки. Іноді при значній строкатості родючості ґрунту контрольні ділянки виділяють на кожні 2-3 дослідні варіанти.

2. Розміри дослідних ділянок. Ширина захисних смуг

Дослідні ділянки складаються з облікової частини, яка знаходиться посередині і де проводяться всі обліки і спостереження, і захисної, яка знаходиться зовні облікової. Захисні частини ділянки розмежовують між собою варіанти досліді.

Розмір ділянок залежить від виду досліді, теми досліджень, дослідної культури, рівня механізації, повторності, варіювання родючості ґрунту тощо.

У досліді з вивченням добрив, норм висіву і способів сівби, площі живлення, догляду за рослинами гоню розмір дослідних ділянок може бути в межах 50-100 м², а в досліді з вивченням глибини і способів обробки ґрунту із застосуванням потужних і широкозахватних машин і знарядь площа ділянки збільшується до 200-300 м².

На розмір ділянки впливає також і дослідна культура. Чим менша площа живлення рослин, а отже, чим більше рослин на одиниці земельної площі, тим меншим може бути і розмір дослідної ділянки.

Так, зернові колосові, круп'яні, зернобобові, багаторічні і однорічні трави, льон і їм подібні за площею живлення культури можна досліджувати на ділянках 20-30 м². У досліді з соняшником, кукурудзою, картоплею та іншими просапними культурами площі дослідних ділянок становлять 75-150 м².

Важливим є питання про ширину облікової частини дослідної ділянки, що у певній мірі пов'язано з шириною ґрунтообробних, посівних та збиральних знарядь і машин.

Для лабораторно-польових і крупноділянкових польових дослідів в наукових установах та навчальних закладах бажано мати малогабаритну техніку, щоб максимально механізувати сільськогосподарські роботи. Проте через обмеженість такої техніки користуються звичайними машинами і знаряддями з мінімальним робочим захватом.

Якщо у досліді питання сівби не вивчається і вона є однаковою на площі всього досліду, то вибір робочого захвату сівалки не має особливого значення. У цьому випадку ширину облікової частини ділянки узгоджують з шириною захвату збиральних агрегатів.

Ширину облікової ділянки зернових колосових узгоджують з шириною захвату жатки комбайнів, тому в цьому випадку ширина облікової частини ділянки може бути: 4,1; 5,0; 6,0 та 7,0 м.

У досліді із соняшником ширина облікової ділянки визначається кількістю рядків, які захвачуються при збиранні зерновими комбайнами з відповідними приставками. Переважно такими комбайнами збирають за один прохід урожай з 6 рядків з шириною міжрядь 70 см.

Звідси ширина облікової ділянки може становити в більшості випадків 4,2 м.

Поперечні захисні смуги використовують не лише для розмежування варіантів, а й для розвороту ґрунтообробних, посівних та збиральних агрегатів, тому ці смуги роблять ширшими. Ще ширші смуги роблять навколо всього досліду (5-10 м), щоб захистити дослідні рослини від шкідливого впливу зовні.

У досліді з добривами ширина бокових захисних смуг залежить від техніки внесення добрив. При внесенні мінеральних добрив врозкид виділяють захисні смуги шириною не менш 1 м. при несенні сівалкою - 50 см, а при заорюванні органічних добрив, які будуть пересуватись плугом на сусідні ділянки - не менш 1,5 м.

При вивченні норм висіву насіння і способів сівби на бокові захисні смуги доцільно відводити лише певну кількість рядків. Для культур, які висіваються із шириною міжрядь 15 см, відводять 2-3 рядки, а при вузькорядній сівбі – 3-4 рядки.

При сортовивченні на бокові захисні смуги виділяють 2 рядки або їх не виділяють зовсім, залишаючи між ділянками доріжки, перекиваючи при сівбі крайні висіваючі апарати.

Кінцеві (поперечні) захисні смуги мусять бути такої величини, щоб при необхідності на них можна зробити розворот машин і знарядь, а також провести деякі дослідження, тому їх ще називають лабораторними смугами.

Від облікової частини ділянки кінцеві смуги можна відділяти розширеним міжряддям (якщо сівба проводиться у поперек ділянок) або спеціально утвореними доріжками.

3. Форма ділянок та їх орієнтація на місцевості

Форма дослідних ділянок, як правило, є прямокутною, але може мати різне співвідношення сторін - від видовженої до квадратної форми, коли ширина ділянки рівна або наближається до її довжини. Видовжені ділянки умовно вважаються короткими, якщо їх довжина лише в 2-10 разів більша за ширину, а довгими, коли це відношення більше 10.

Близько до квадратної форми повинні бути ділянки у досліді, де вивчається захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів з використанням обприскування посівів розчинами пестицидів, бо на вузьких ділянках вітер може зносити розчин на сусідні варіанти. Крім того, з центра квадратної ділянки переселення шкідників і збудників хвороб на сусідні буде меншим, ніж з ділянок звуженої форми. Квадратна форма ділянок буде ефективнішою багатьох інших дослідів, де суміжні варіанти дуже впливають на одного або коли ділянки в досліді розмішуються методом латинського квадрату, про що мова буде йти нижче.

Вважається, що в досліді з площею ділянок від 20 до 200 м² найкраще відношення довжини до ширини 5-10. а при білі площах ділянок це відношення знаходиться в межах 10-20.

Ефективність видовжених ділянок підвищується у тих випадках, якщо вони довгою стороною орієнтуються вздовж основне напрямку варіювання родючості ґрунту. Таке

варіювання відбувається, як правило, у напрямі схилу, тому дослідні ділянки довгою стороною орієнтують зверху донизу.

Земельна площа дослідів може знаходитись поруч з лісосмугами, ґрунтовими дорогами, парканами. Тому дослідні ділянки по відношенню до них треба розташовувати коротшою стороною, тоді кожний варіант дослідів буде знаходитись на однаковій відстані від лісосмуг, доріг чи парканів. По відношенню до пануючих вітрів ділянки орієнтуються до них також коротшою стороною.

Слід також звернути увагу на форму земельного масиву кожного повторення, які мають бути квадратними або ж наближатись до квадрату. Всі повторення повинні мати однакові розміри і співвідношення сторін. Це можливо тоді, коли відношення довжини відведеного під повторення масиву до його ширини буде дорівнювати числу варіантів дослідів.

Наприклад, число варіантів 6, дослідна ділянка має довжину 30 м, а ширину 5 м. В цьому випадку сумарна ширина ділянок повторення буде $5 \times 6 = 30$ м, а повторення матиме квадратну форму.

4. Повторність в досліді

Щоб досліді були методично достовірними і точними їх повторюють у просторі і в часі. Повторність у просторі – це кількість ділянок у досліді з однаковими варіантами.

При незначному варіюванні родючості ґрунту (коефіцієнт варіації V до 10 %) цілком задовільну точність дослідів можна мати навіть при трьох-чотирьох повторностях, а добру - при 6-8. Якщо варіювання середнє (V у межах 10-20, то задовільну точність можна мати при 6-8 повторностях. При значному варіюванні (V понад 20%) навіть 10-разова повторність не забезпечує задовільної точності дослідів. Отже, площі із значним варіюванням родючості ґрунту не можна відводити під дослід, а потрібно бракувати.

Проте повторність у просторі визначається не лише варіюванням родючості ґрунту тієї площі яка виділена для дослідів. Є те багато факторів, що впливають на вибір повторності. До них, зокрема, належить ступінь подовженості ділянки по відношенню до її ширини.

Вважається, що довгі ділянки забезпечують вищу точність дослідів, тому число повторностей в такому досліді може бути меншим, ніж в досліді з коротшими ділянками. Однакову точність дослідів гарантують досліді з ділянками: видовженими у 9 разів при трьох повторностях; видовженими у п'ять разів при чотирьох повторностях; видовженими у два рази при шести повторностях; за квадратних ділянок при восьми повторностях. Отже, число повторностей у досліді необхідно узгоджувати із формою ділянок і за рахунок видовження ділянок повторність можна зменшувати до мінімального значення - трьох-чотирьох.

При збільшенні числа повторностей точність дослідів зростає значно швидше, ніж при збільшенні розмірів ділянок.

Контрольні запитання

1. Яка мінімальна кість варіантів у досліді?
2. Від чого залежить розмір дослідної ділянки?
3. Від чого залежить кількість повторностей в досліді?

Лекція 9. Методи розміщення варіантів у досліді і їх характеристика.

План

1. Випадкове (рєндомізоване) розміщення варіантів.
2. Стандартне і систематичне розміщення варіантів.

1. Метод розміщення – це чергування варіантів на дослідних ділянках залежно від завдань і конкретних умов навколишнього середовища – форми земельної площі, варіювання родючості ґрунту, напрямку схилу тощо. Відомі три основні групи методів: випадковий, систематичний, стандартний (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класифікація методів розміщення варіантів у дослідях.

При застосуванні випадкового методу, або рендомізації, місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел або за жеребками. Випадковий метод має кілька різновидностей або субметодів (рендомізовані повторення, повна рендомізація, латинський квадрат, латинський прямокутник, розщеплені ділянки, метод змішування). При систематичному методі варіанти розміщують у такій послідовності, як вони записані у схемі дослідження. Тому цей метод іноді називають ще послідовним. Його різновидностями є багаторядне розміщення одно- та багатоярусне.

Стандартний метод передбачає розміщення поряд з кожним варіантом його контролю або стандарту (районованого сорту). Якщо стандарт розміщують через ділянку, то це буде ямб-метод, через дві – дактиль-метод, а якщо дослідні ділянки поділяють на маленькі діляночки (парцели), то це буде парний метод П. Н. Константинова. Як уже зазначалося, існує випадкове і закономірне варіювання родючості ґрунту. Якщо ці зміни не враховувати при розміщенні варіантів, то деякі з них розмістяться в кращих умовах, а інші – в гірших. При цьому буде порушене правило єдиної логічної різниці і такий дослід доведеться бракувати.

Якщо варіанти розмістити випадково, то, за теорією імовірності, кожен варіант дослідження може розміститись у кращих, гірших чи інших умовах і середні арифметичні всіх варіантів будуть близькими, тобто між ними не буде значної різниці. Для випадкового розміщення 5 варіантів заготовляють 5 жеребків з номерами від 1 до 5. Змішують їх і витягують один за одним, ставлячи спочатку у першому повторенні відповідні числа (аналогічно витягують для другого і третього повторень).

Випадкове (рендомізоване) розміщення варіантів має ще й ту перевагу, що дослідник позбувається суб'єктивного підходу до розміщення варіантів і може мати об'єктивні результати досліджень. Цієї переваги не має систематичний метод розміщення варіантів. Однак при розміщенні цим методом спостерігається однакова послідовність варіантів в усіх повтореннях, що полегшує демонстраційність дослідження і проведення в ньому сільськогосподарських робіт. Вибраний метод розміщення варіантів повинен бути по можливості простим і забезпечувати проведення дослідження з мінімальними методичними помилками. Він має бути також стійким, щоб гарантувати проведення дослідження незалежно від випадковостей – потрапили рослини або їх загибелі від хвороб і шкідників. Метод розміщення має забезпечити можливість уведення в дослід нових варіантів замість тих, які вже не цікавлять дослідника.

Випадкове (рєндомізоване) розміщення варіантів. Цей метод використовують понад шість століть в усіх розвинених країнах світу. Поширюється він і в Україні. Як зазначається в класифікації, випадкове розміщення варіантів реалізується кількома субметодами, вибір кожного з яких залежить від умов варіювання родючості ґрунту. Рєндомізовані повторення – випадкове розміщення всіх варіантів досліду в межах кожного повторення окремо. Метод застосовується, якщо у межах повторення (блоку) варіювання родючості ґрунту мінімальне, а між повтореннями воно може змінюватись більшою мірою. При застосуванні цього методу у кожному повторенні кожний варіант трапляється лише раз.

Дослідні ділянки довгим боком орієнтовані вздовж схилу, в напрямі якого змінюється і родючість ґрунту. Як уже зазначалося, основна вимога до методу рєндомізованих повторень полягає в тому, щоб забезпечити мінімальне варіювання родючості ґрунту всередині повторень і максимальне – між ними. Якщо різниці у родючості ґрунту між повтореннями немає, цей метод буде малоефективним. Щоб у середині повторення варіювання ґрунту було мінімальним, воно має бути невеликим, тобто з незначною кількістю варіантів і малим розміром кожної дослідної ділянки.

Метод рєндомізованих повторень є ортогональним, тобто у кожному повторенні є повний набір варіантів і кожний з них трапляється лише раз. Саме це надає методу найбільшій стійкості й гнучкості. Стійкість рєндомізованих повторень полягає в тому, що цей метод дає змогу виводити з досліду окремі повторення і варіанти при їх випаданні з різних причин. При цьому ортогональність зберігається, хоч таке випадання дещо знецінює до-слід. Гнучкість методу полягає в тому, що в разі необхідності він дає змогу вводити нові варіанти.

Метод рєндомізованих латинських квадратів – це розміщення варіантів так, щоб у кожній стрічці і кожному стовпчику були всі варіанти і відповідно до схеми досліду і жоден з них не повторювався. Метод латинського квадрата доцільно застосовувати в умовах, де родючість ґрунту змінюється у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Наприклад, в одному напрямі – вздовж схилу, а в протилежному – від лісо-смуги чи ґрунтової дороги. Застосування цього методу потребує квадратної форми ділянок. При цьому кількість повторень завжди має дорівнювати кількості варіантів, а їх має бути не менше 4 і не більше 8. При меншій кількості варіантів набагато знижується точність досліду. При кількості варіантів більше 8 треба мати таку саму кількість повторностей, що збільшує кількість ділянок у досліді, а звідси і обсяг досліджень. Оскільки один варіант не повторюється, то при різних межах (лісосмуги, дороги) всі варіанти перебувають в однакових умовах, що є однією з переваг методу латинського квадрата.

Рєндомізований латинський прямокутник – випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку. Цей метод застосовують тоді, коли родючість ґрунту варіює не лише у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а й по діагоналі, а кількість варіантів кратна кількості повторностей. Таке розміщення найкраще відображає зміну родючості ґрунту у трьох напрямках – взаємно перпендикулярних і по діагоналі. Розміщення 15, 16, 18 та 20-го варіантів методом латинського прямокутника показано на рис. 1.2.

Повторення

I				II				III			
1	3	4	2	4	1	2	3	2	4	3	1
30	90	120	60	120	30	60	90	60	120	90	30

Рис. 1.2. Повторність і повторення у досліді з дозами мінеральних добрив.

Метод рендомізованих розщеплених ділянок – це розміщення варіантів чинника першого порядку на основних ділянках, а чинників другого і наступних порядків – на субділянках, на які розщеплюють основні ділянки. Цей метод застосовують у таких дослідіах: 1) багатофакторних; 2) якщо основна увага акцентується переважно на взаємодії чинників, а не на кожному зокрема; 3) коли потрібно ввести у дослід групу нових варіантів за рахунок розщеплення площі основних ділянок.

У досліді з вивчення сортів ділянки доцільніше розщеплювати у тако-му порядку: ділянки першого порядку – сорти, другого порядку – обробіток ґрунту, третього – удобрення або обприскування пестицидами. Наприклад, вивчаються два сорти (а1, а2), три обробітки ґрунту (b1, b2, b3) та дві системи захисту рослин від шкідників (с1, с2).

2. Стандартне і систематичне розміщення варіантів

Стандартний метод – це розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним дослідним варіантом. Метод дуже ефективний, якщо родючість ґрунту значно варіює, що характерно для ґрунтів Полісся. Наприклад, у досліді 5 варіантів під номерами 1, 2, 3, 4, 5. Перший з них є стандартом. Розмістимо поряд з 2, 3, 4, 5 варіантами контроль або стандарт у кожному з трьох повторень.

Як уже зазначалося, розміщення варіантів, коли стандарт розміщують через один дослідний варіант, називається ямб-методом. При цьому стандарт займає половину площі методу, що при її обмеженості є одним з його недоліків. Для зменшення площі під стандартом до третини користуються дактиль-методом, де ділянки із стандартом розміщують через два дослідні варіанти.

Як при ямб-, так і при дактиль-методі дослід має починатися і закінчуватися стандартом. Стандартні методи розміщення можна використовувати у сортовипробуванні, де вони і були вперше рекомендовані. Однією з умов застосування цього методу є необмежена площа для дослідіа або коли розмір дослідних ділянок малий чи для вивчення сорту не вистачає насіння нових сортів. Чергування варіантів при цьому може бути не послідовним, а випадковим, що підвищує ефективність стандартного методу. Недоліком цього методу є те, що між урожаєми сусідніх ділянок дослідного варіанта і стандарту не завжди існує пряма кореляційна залежність, але це не часто трапляється.

Систематичний (послідовний) метод. Як уже зазначалося, це розміщення варіантів у послідовності, запланованій схемою дослідіа або за іншою системою. Метод є ефективним, якщо закономірне (систематичне) варіювання родючості ґрунту не спостерігається. Як зазначає Б. О. Доспехов (1985), види варіювання змінюються в часі і просторі, випадкове варіювання в одному році може змінитися закономірним у наступні роки. Щоб запобігти похибкам і забезпечити точність дослідіа, треба користуватись методом, який дасть змогу провести дослідіа без порушень основних вимог методики дослідіа справи.

Контрольні запитання

1. Які субметоди має рендомізований метод?
2. Коли систематичний метод найбільш ефективний та чому?

Лекція 10. Види польових дослідіа та їх використання

План

1. Дослідіа за місцем проведення.
2. Дослідіа за тривалістю.
3. Дослідіа за географічним охопленням.

Польовий дослідіа - це дослідіаження, яке проводиться в польових умовах на спеціально виділеній ділянці не менше трьох років з обов'язковим обліком урожаю.

Дослідіа поділяють на ті, що проводять у природних умовах та ті, що проводяться у штучних умовах.

Польові досліді класифікуються для зручності так :

- 1) за місцем проведення;
- 2) за тривалістю;
- 3) за кількістю факторів;
- 4) за географічним охопленням об'єктів досліджень.

1. Досліди за місцем проведення.

Серед них виділяють ті, що проводяться в наукових установах або в навчальних закладах та досліді у виробництві.

Досліди в наукових установах або в навчальних закладах поділяють на дрібноділянкові, лабораторно-польові і крупноділянкові, а досліді у виробництві - на досліді-проби, точні порівняльні досліді, по оцінці ефективності нових агрозаходів, демонстраційні та виробничі.

Дрібноділянкові досліді проводять на дослідних ділянках, розмір котрих становить до 10 м².

Дрібноділянкові досліді використовують для першого етапу досліджень. У цих дослідіх починають перевіряти якийсь зовсім новий агрозахід, який може згубно позначитись на посіві, тому площі ділянок бажано зводити до мінімуму. Співвідношення сторін дослідних ділянок може бути 1 x 2, 1 x 4, 2 x 2, 2 x 4, 2 x 5 метрів. Оскільки їх розмір обмежений, то захисні смуги на них не виділяються, а створюють лише доріжки для огляду дослідних варіантів та проведення обліків та спостережень.

Лабораторно-польові досліді - це перший або другий етап у польових дослідіх. Виявивши кращі варіанти із схеми дрібно-ділянкового досліді, дослідник перевіряє їх далі у лабораторно-польових дослідіх.

Більшість цих дослідів є багатофакторними тому кількість варіантів у них може становити 20-30 і більше. Оскільки ділянки в таких дослідіх невеликі за розміром (від 11 до 50 м²), то кількість повторень є пяти-шестикратною.

Крупноділянкові польові досліді. Основне їх завдання полягає у вивченні дії факторів життя і заходів агротехніки на формування врожаю. Головним тут є не лише виявлення кращих варіантів, а й вивчення причин підвищення чи зниження врожаю та його якості залежно від умов вирощування. Для культур з малою площею живлення рослин (з вузькорядним та звичайним рядковим способом сівби) користуються ділянками 50-100 м², а для більшості просапних культур площа ділянки зростає до 200 м² і більше.

Досліді-проби проводяться безпосередньо в умовах виробництва з метою вдосконалення технології впрошування тих чи інших культур. Прикладом необхідності проведення дослідів-проб може бути наступне. Обстежуючи посіви пшениці озимої, агроном помітив, що на одному із полів рослини мають не зелений колір, а жовтуватий, що може свідчити про недостатній рівень азотного живлення. Для достовірності цього припущення на даному полі смугами певної ширини, кратній ширині захвату агрегату, проводять підживлення рослин азотом.

Точні порівняльні досліді проводяться у відповідності з методикою польових дослідів. Проте розміри дослідних ділянок тут значно більші, що дає змогу забезпечити повну механізацію всіх агротехнічних процесів. Ці досліді закладають з метою розробки диференційованої агротехніки, випробування нових технологій, що рекомендовані науковими установами чи навчальними закладами.

Досліді для оцінки господарської ефективності нових агрозаходів або технологій використовують з метою перевірки у виробництві рекомендацій наукових установ з врахуванням ґрунтового середовища, культури землеробства, рівня механізації тощо. Для цього на полі, де впроваджують новий агрозахід чи нову технологію, у різних місцях виділяють три-чотири контрольні смуги шириною, кратною ширині збирального агрегату. Ці смуги, що являють собою повторення, повинні охопити різноманітність родючості ґрунту всього поля.

На контрольних смугах новий агрозахід чи нова технологія не застосовуються. Поруч з кожною контрольною смугою виділяються дослідні смуги, де застосовують той агрозахід чи ту технологію, господарську ефективність яких досліджують. Розміри контрольних і дослідних смуг повинні бути однакової ширини і довжини, щоб можна було об'єктивно оцінювати рівень врожаю і затрати на його вирощування.

Демонстраційні досліді проводяться з метою пропаганди досягнень науки та передовою досвіду. Ці досліді ще називають показовими. Тому їх закладають у передових господарствах, щоб наочно показати переваги нових технологій або сортів у конкретних умовах регіону.

Виробничі досліді - це комплексне науково обґрунтоване дослідження, метою якого є вивчення не окремих елементів агротехніки, а цілих систем, технологій чи організаційно-господарських заходів. Такі досліді проводять на території цілих бригад, окремих господарств і навіть груп господарств. Звідси і мета виробничих дослідів значно ширша, ніж будь-яких інших, що проводяться лише в умовах одного конкретного господарства.

2. Досліді за тривалістю.

Польові досліді за тривалістю їх проведення поділяються на розвідувальні, короткочасні, багаторічні і довготривалі. Розвідувальні або тимчасові досліді проводяться протягом 1-2 років з метою виявлення тих агрозаходів чи сортів рослин, котрі потрібно взяти для подальшого вивчення. Ось чому їх називають розвідувальними.

Короткочасні досліді проводяться протягом 3-10 років. Короткочасними є більшість дослідів, що їх проводять студенти для написання дипломних робіт або аспіранти для підготовки дисертаційної роботи.

Багаторічні досліді проводяться 11-50 років і виключно в наукових установах чи вищих навчальних закладах в умовах стаціонару. Довготривалі досліді - це такі, що ведуться в тих же умовах понад 50 років.

За кількістю факторів, що вивчаються (фактором є або елемент агротехніки, або сорти чи інші заходи, якими дослідник діє на рослини чи ґрунтове середовище), польові досліді бувають однофакторні і багатфакторні.

3. Досліді за географічним охопленням. Досліді за географічним охопленням наукових установ, де вони проводяться, поділяються на масові (або географічні) і поодинокі.

Масові (географічні) досліді проводяться в різних ґрунтово-кліматичних зонах за єдиною методикою, що розробляється координаційним науковим центром, який керує дослідженнями, приймає звіти, узагальнює результати і дає рекомендації. Поодинокі досліді можуть проводитись також у різних місцях, але не за єдиною схемою досліді, а за тією, що складають окремі дослідники або їх групи без координації з єдиним центром. Безумовно, що більш цінними є географічні досліді, котрі дають можливість узагальнювати їх результати в межах району, області, ґрунтово-кліматичної зони.

Контрольні питання

1. Що називається польовим дослідом?
2. Як класифікують польові досліді?
3. Що являють собою тимчасові і стаціонарні досліді?

Лекція 11. Досліді із сортовипробування

Сортовипробування - це вивчення і оцінка сортів та гібридів сільськогосподарських культур порівняно із стандартом (контрольним сортом). Розрізняють станційне та державне сортовипробування.

Станційне сортовипробування здійснюють у селекційно-дослідних установах, оцінюючи сорти та гібриди, виведені в цій же селекційній установі або у навчальному закладі. Мета станційного випробування - вивчення та відбір кращих сортів для передачі їх у державне сортовипробування.

Державне сортовипробування проводять на державних сортовипробувальних станціях та сортодільницях. Тут об'єктивно і точно оцінюють не лише селекційні, а й місцеві та поліпшені сорти і гібриди. Мета державного випробування полягає у виявленні найбільш урожайних та цінних сортів, пристосованих до місцевих умов і придатних для сортового районування. Якість продукції оцінюють у лабораторіях, де є спеціальні прилади.

Державне сортовипробування ведуть за двома типами: конкурсне і з експертизою на ВОС (відмітність, однорідність, стабільність).

Конкурсне сортовипробування проводять на державних сортовипробувальних станціях та сортодільницях для оцінки на господарську придатність за розширеною програмою протягом 2-3 років. Тут з максимальною точністю порівнюють сорти і гібриди за їх урожайністю, тривалістю вегетаційного періоду, зимостійкістю, посухостійкістю, схильністю до полягання та осипання, стійкістю до хвороб та шкідників, придатністю для механізованого збирання та іншими важливими показниками.

Головна мета конкурсного випробування - рекомендувати кращі сорти для виробництва у конкретних регіонах.

Оцінка нових сортів і гібридів на ВОС - випробування сортів рослин на патентоспроможність згідно рекомендацій Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин, видачу патенту на сорт.

Державне сортовипробування на всіх сортовипробувальних станціях і сортодільницях проводять за єдиною методикою, затвердженою Державною службою з охорони прав на сорти рослин.

Основними науково-виробничими одиницями сортовипробування є сортовипробувальні станції та сортодільниці, які організовують в передових господарствах і наукових установах. Всі вони об'єднані в єдину систему під керівництвом Державної служби з охорони прав на сорти рослин. На більшості сортовипробувальних станцій вивчають також сортову агротехніку - норми висіву, строки і способи сівби тощо.

Державні сортовипробувальні станції можуть бути комплексними, де вивчають різні культури, вирощувані в зоні обслуговування, і спеціалізовані. Останні досліджують певні групи культур - зернові, технічні, прядивні, кормові - і обслуговують не одну, а кілька ґрунтово-кліматичних зон.

Контрольні запитання

1. В чому особливості сортовипробування?
2. Яка роль держави у сортовипробуванні?

Лекція 12. Закладання і проведення польового дослідю.

План

1. Розбивка дослідної ділянки.
2. Агротехніка на дослідному полі.
 - 2.1. Агротехнічний фон.
 - 2.2. Внесення добрив.
 - 2.3. Обробіток ґрунту.
 - 2.4. Сівба та садіння.
 - 2.5. Догляд за рослинами.
3. Документація при проведенні досліджень.

1. Розбивка дослідної ділянки

Найважливішою умовою отримання точних даних експериментує дотримання всіх технічних правил, оскільки технічні помилки, які можуть виникнути на будь-якому етапі, неможливо виправити ніякою статистичною обробкою.

Перед закладкою дослідю дослідна ділянка повинна бути ретельно дослідженою і вивченою. Після цього наносять схематичне зображення експерименту, де вказують точні

розміри всього досліду, кількість повторень і т.п. вкрай важливо, щоб площа повторень і ділянок суворо відповідала встановленим розмірам, всі ділянки повинні бути однакової довжини і ширини, мати прямокутну форму.

Перед виходом в поле готують теодоліт, рулетку, шнур, вішки, реperi.

Розбивку ділянки починають з нанесення загального контуру досліду і контуру повторень. Дослід повинен бути розміщений так, щоб його з усіх сторін оточували захисні смуги шириною не менш ніж 5 м. Точність розміщення повинна бути такою, щоб на кожні 100 м неув'язка становила не більше 5-10 см.

Виділення контуру досліду проходить так. По довшій стороні відкладають лінію, відступають від межі поля 5-10 м і забивають кілочок. Потім по лінії відбивають потрібну відстань, і ставлять другий кілочок. У відкладених точках ставлять перпендикуляри і відбивають ширину дослідної ділянки. Якщо прямі кути були відкладені правильно, то протилежні сторони будуть рівними. Якщо вони не рівні, то роботу необхідно повторити. Після цього розбивають загальну площу на повторення і ділянки, використовуючи рулетку і кілочки. На кілочках вказують номери ділянок. Обов'язково передбачають захисну смугу не менше 5 м для всієї дослідної ділянки, 1-1,5 м біля кожної ділянки, 2-3 м між сусідніми ділянками. Для короткострокових дослідів з вивчення строків і спосібів сівби ширина захисної смуги може складати 0,5-0,75 м.

В дослідях з сортовипробування захисні смуги навколо ділянок не виділяють, хоча це й не вірно, оскільки сильнорослі сорти можуть гнітити слаборослі.

2. Агротехніка на дослідному полі

2.1. Агротехнічний фон

Агрофон – це сума елементів агротехніки, певна технологія вирощування тієї чи іншої культури, на фоні якої вивчають ефективність усіх варіантів конкретного досліду.

Найважливіше правило – одночасність проведення робіт. Це найсуворіша вимога. Навіть розрив у часі 6-8 год призводить до викривлення результатів експерименту. Якщо це порушення відбувається регулярно то повністю втрачається достовірність досліду. Отже, одночасність, однакова якість виконання і короткостроковість польових робіт є найважливішою умовою цього аспекту. Агротехнічний фон на дослідній ділянці повинен бути оптимальним для прояву фактора, який вивчається. Недопустимо вивчати азотні добрива на ділянці де як основне було внесене органічне добриво, багате азотом, якщо його дію не вивчають в досліді.

2.2. Внесення добрив

Основною вимогою до внесення добрив є рівномірність. Органічні добрива вносять обов'язково поділянково, вони повинні бути обов'язково однорідними за своїм складом, походженням, вологістю, тощо. Неприпустимо залишати органічні добрива на дослідних ділянках в купах більше ніж на 1 день.

Мінеральні добрива вносять за діючою речовиною основних елементів живлення (N, P₂O₅, K₂O). Кількість препарату в туках на окрему ділянку розраховують за формулою

$$K = \frac{D \times S}{100 \times B}$$

де K – кількість добрива на ділянку, кг;

D – норма добрива за діючою речовиною, кг/га;

S – площа ділянки, м²;

B – вміст елемента живлення в добриві, %.

Мінеральні добрива також повинні бути просіяними і подрібненими. Механізоване внесення добрив можливе лише на ділянках витягнутої форми і площею не менше 500 м². Якщо вносять суміш добрив, то вона повинна бути добре перемішана і однорідною. При ручному розсіві добрива приносять в пакетах чи ящиках і рівномірно розкладають на всіх

ділянках після чого перевіряють правильність розкладки. Розсівають так, щоб був залишок, який завжди можна розподілити рівномірно, а якщо добрив нестача на якійсь частині ділянки, то вона вважається зіпсованою. Мінеральні добрива бажано вносити в безвітряну погоду.

2.3. Обробіток ґрунту

Обробка ґрунту також повинна бути однорідною, якісною і одночасною, якщо вона сама не є фактором, що досліджується. Оранку і інші прийоми потрібно проводити через всі ділянки перпендикулярно до їх довшої сторони. Недопустимі борозни, звальні бугри, які повинні розміщуватися на захисних смугах. Досить часто ці роботи проводять в одному напрямку з холостим ходом назад.

2.4. Сівба та садіння рослин

При посіві необхідно серйозну увагу звернути на якість посівного матеріалу, техніку посіву чи посадки. Потрібно проводити в один день. Норму висіву встановлюють за числом схожих насінин. Різниця в посіві 4-6 годин інколи веде до різниці 1-2 ц/га. Тому при суцільному посіві його можна провести також перпендикулярно до розміщення ділянки. Включають висівні агрегати за 1,5 м до початку ділянки і виключають тільки по виходу з неї. Недопустимі зупинки. Просапні культури повинні бути розміщені з цілим числом рядків і однаковою кількістю рослин.

2.5. Догляд за рослинами

Догляд за посівами не відрізняється від виробничого і вимоги до нього такі ж як і до попередніх робіт. До спеціальних робіт відносяться прополка доріжок, обрізка кінців полів. Намічають облікову і захисну частину ділянки. В кінці ділянок роблять захисні смуги 2-5 м, незалежно від наявності захисної смуги навколо всього досліджу. Ширина доріжок повинна бути 20-30 см на культурах суцільного висіву, як-коли її роблять заглибивши один сошник.

В дослідках з сортовипробування, де вплив варіантів один на одного несуттєвий бокові захисні смуги не виділяють, замінивши їх доріжками. Надто широкі доріжки можуть суттєво вплинути на результат досліджу, до того ж вони заростають бур'янами.

3. Документація при проведенні досліджень

Первинна документація: щоденник досліджу та журнал. Також сюди відносять робочі зошити, лабораторні журнали, відомості обліку, стрічки самописців.

Щоденник – це зошит, який повинен бути пристосований до носіння – мати щільну обкладинку, невеликі розміри. Проте його об'єм повинен вмістити всю інформацію протягом проведення досліджень. В разі проведення багаторічних досліджень доводиться вести декілька щоденників – по одному на кожен рік. Для того, щоб уникнути втрати в щоденнику вказують координати дослідника. В щоденнику в хронологічному порядку записуються дані спостережень, обліків і аналізів, які були проведені, роботи. При цьому вказують обладнання і якість проведення робіт. Обов'язково фіксують екстремальні фактори. Спалахи хвороб і шкідників. В щоденнику можуть також використовуватися замальовки та фотографії. Фотографувати треба з визначенням варіантів, масштабу. В щоденнику допускається шифрування записів, але при цьому повинен бути доступ до інформації іншими користувачами.

Форма щоденника:

Загальні відомості про дослід

Тема

Назва, мета і задачі досліджу

Рік закладки і місце проведення

Керівник теми і відповідальний виконавець

Схема досліджу

Програма і методика основних досліджень – спостереження, обліки, аналізи

Ким і коли затверджена програма, методика і схема досліду
План розміщення досліду в природі

Площа дослідної ділянки

Площа облікової ділянки

Повторність

Загальне число ділянок в досліді

Площа досліду.

Історія дослідної ділянки

Ґрунт, рельєф і мікрорельєф, напрям схилу

Оцінка дослідної ділянки – методика обліку, коефіцієнти варіації, помилка досліду.

Агрохімічна характеристика ґрунту перед закладкою досліду

Записи ведуть простим олівцем або авторучкою. Якщо вносять правки, то обов'язково вказують ким, коли і з якої причини вносяться.

Журнал досліду заповнюють на основі щоденника з викладом даних за кожен проведений аналіз чи вегетаційний період. Журнал містить робочу гіпотезу, тему і розділ досліджень, рік закладки і проведення експерименту, де і коли затверджена методика експерименту, програма досліджень, схема і план досліду. На плані вказують розмір досліду, повторень, ділянок, захисних смуг, розміщення судин у вегетаційно-польовому досліді. Вказують також орієнтацію в просторі.

Для польових дослідів вказують історію ділянки і характеристику ґрунтів: тип, підтип, глибину орного шару, ґрунтовий профіль, механічний склад, агрохімічні властивості ґрунту, попередник, систему добрив.

В загальних відомостях дають характеристику посівного чи посадочного матеріалу, строки і якість посіву чи посадки. В журналі викладають також попередні результати, умови експерименту, агротехнічні роботи.

Обов'язково вказують:

- перелік робіт по закладці і проведенню експерименту від збирання попередника до збору врожаю;
- результати всіх аналізів, спостережень і дослідів;
- результати обліку врожаю;
- результати статистичної обробки результатів експерименту;
- попередні висновки.

Для кожного досліду готують свій журнал. В довготривалих дослідях ведуть також декілька журналів. Виправлення в журналах не допускаються. Якщо вже треба виправити неточності, то їх закреслюють і записують дійсні. Виправлення повинні бути вмотивованими і скріпленими підписами виконавця і керівника теми. Те саме стосується доповнень.

Основна документація. Завершальним етапом є написання звіту чи наукової праці у вигляді статті або дисертації. В цьому документі дають рекомендації виробництву. Звіт оформляють відповідно вимог державного стандарту, який обумовлює структуру, правила оформлення.

Вимоги до звіту:

- чіткість і логічність викладу матеріалу;
- переконливість аргументації;
- стислість і точність формулювань;
- обґрунтованість рекомендацій.

Звіт про науково-дослідну роботу повинен включати:

- титульний лист;
- список виконавців;
- реферат;
- зміст;

- перелік основних термінів, символів, одиниць виміру;
- вступ;
- експериментальну частину;
- висновки;
- список джерел;
- додатки.

У вступі вказують стан вивченості проблеми і аргументацію досліджень, вихідні дані, актуальність, новизну, зв'язок теми з іншими науково-дослідними роботами. Також вказують мету експерименту.

Отриману інформацію треба зіставити з аналогічними результатами інших робіт, оцінити повноту вирішення проблеми і достовірність результатів.

Контрольні питання

1. Які етапи закладання польового досліджу?
2. Як технологічно рівномірно внести добрива на ділянці?
3. Які особливості проведення польових робіт в досліді?
4. Яка документація повинна супроводжувати ведення досліджу?

Лекція 13. Облік забур'яненості посівів і засміченості ґрунту органами розмноження бур'янів.

План

1. Забур'яненість посівів.
2. Засміченість ґрунту насінням бур'янів.
3. Засміченість ґрунту органами вегетативного розмноження бур'янів.

1. Забур'яненість посівів

Прогнозувати забур'яненість полів можна на основі аналізу забур'яненості посівів у попередній рік вирощування культур та засміченості верхнього шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження бур'янів.

У дослідній роботі використовують три основні методи обліку забур'яненості посівів: окомірний, кількісний і кількісно-ваговий.

Суть окомірного обліку полягає в тому, що пройшовши по межі і діагоналі поля забур'яненість посіву певної культури оцінюють за 4-бальною шкалою:

- 1 бал – трапляються поодинокі бур'яни;
- 2 бали – бур'янів мало, але вони вже не поодинокі;
- 3 бали – бур'янів багато, але менше, ніж культурних рослин;
- 4 бали – бур'янів на посіві більше, ніж культурних рослин, і вони переростають їх.

Забур'яненість посівів таким методом оцінюють кілька разів протягом вегетаційного періоду: на початку, в середині та наприкінці вегетації, зазначаючи при цьому і біологічну групу найбільш поширених бур'янів.

На основі обстеження у господарстві складають карту забур'яненості посівів. Для цього в нижньому куті кожного поля на карті зазначають бал забур'яненості, а штрихами або фарбами умовно відмічають біологічні групи найбільш поширених бур'янів. Менш поширені групи позначають умовними позначками і в балах в окремих сегментах уписаного в контур поля кола. Під картою забур'яненості вміщують використані умовні позначення. Такі карти дають загальне уявлення про окультуреність окремих полів господарства.

Кількісний метод дає змогу визначити кількісний і видовий склад бур'янів. Суть його така. У польовому досліді по діагоналі ділянки в п'яти місцях на однакових відстанях накладають на поверхню ґрунту рамки площею 0,25 м² (0,5 x 0,5) або 1 (1 x 1) м². У

виробничих дослідах по діагоналі поля розміром до 100 га рамки накладають у 10 місцях, а на 100-150 га і більше – відповідно у 20 і 30.

У межах кожної рамки підраховують загальну кількість бур'янів, у тому числі мало- і багаторічних. Крім того, в групах мало- і багаторічних бур'янів зазначають окремо кількість одно- і двосім'ядольних рослин. Усі підрахунки записують у відомість за такою формою:

Номер поля	Культура	Номер ділянки	Площа рамки, м ²	Кількість бур'янів, шт			
				малорічних		багаторічних	
				односім'ядольних	двосім'ядольних	односім'ядольних	двосім'ядольних

За цим методом забур'яненість посівів визначають у шт/м², тому при використанні рамки 0,5 x 0,5 м кількість бур'янів у пробі перемножують на чотири – перевідний коефіцієнт на площу (1м² : 0,25 м²). Після перерахунку кількості бур'янів на площу 1 м² забур'яненість посівів оцінюють за такою трибальною шкалою:

Кількість бур'янів, шт/м ²		Бал забур'яненості	Ступінь забур'яненості
малорічних	багаторічних		
Менше 10	Менше 1	1	Слабкий
10-50	1-5	2	Середній
Більше 50	Більше 5	3	Сильний

Найбільш точно забур'яненість посівів визначають за допомогою кількісно-вагового методу, при якому одночасно враховуються кількість і маса бур'янів. Для цього підраховані в межах рамок бур'яни без коріння зважують невисушеними і після висушування в лабораторії у повітряно сухому стані. Масу бур'янів визначають у г/м² або ц/га. Цей метод дає змогу мати уявлення, як бур'яни затіняють культурні рослини і збіднюють ґрунт на воду та елементи живлення.

2. Засміченість ґрунту насінням бур'янів

Для розробки системи боротьби з бур'янами доцільно використовувати дані про засміченість насінням бур'янів верхнього шару ґрунту. Цей показник значною мірою визначає забур'яненість посівів майбутніх вирощуваних культур, тому не дарма його ще називають потенційною забур'яненістю.

Засміченість ґрунту насінням бур'янів визначають щороку після проведення основного обробітку ґрунту. Проби ґрунту відбирають буром Калентьєва по діагоналі поля чи дослідної ділянки на однакових відстанях. На дослідних ділянках повторність відбирання проб п'ятикратна, а у виробничих умовах на полях площею до 100 га і більше – відповідно 10- і 20-кратна. Глибина відбору проби – до 10 см (з більшої глибини насіння бур'янів практично не проростає). При цьому в один пакет зсипають пробу із шару ґрунту 0-5, а в другий – з шару 5-10 см. На кожному пакеті зазначають номер поля, глибину відбору зразка і кількість індивідуальних проб.

У виробничих умовах за відсутності спеціального бура ґрунтові проби відбирають за допомогою підручних засобів (лопати, ножа чи совка) з таким розрахунком, щоб загальна маса проби з поля становила 0,5-1 кг. З неї після перемішування і висушування до повітряно сухого стану відбирають два середніх зразки ґрунту масою по 100 г.

Після формування ґрунтових проб і відбирання з них зразків починають визначати кількість насіння в ґрунті за допомогою різних методів.

Найбільш поширеним серед них є метод промивання ґрунтового зразка водою на ситі з отворами 0,25 мм над відром чи іншою ємкістю. Щоб на промивання витратити

менше води, пробу попередньо зволожують протягом 2-3 годин. Після промивання на ситі залишаються рослинні рештки, дрібні камінці і насіння бур'янів, діаметр яких перевищує 0,25 мм. Дрібніше насіння разом з водою і залишками ґрунту через сито надходить у підставлену посудину. Щоб з осаду відокремити насіння бур'янів, воду з посудини обережно зливають, а весь осад переносять у хімічний стакан чи фарфорову чашку об'ємом 500-750 мл, які попередньо на 2/3 заповнені насиченим розчином кухонної солі чи поташу. При цьому важчі мінеральні частинки ґрунту осідають на дно, а легке насіння бур'янів і органічні рештки піднімаються на поверхню. Для повного відокремлення органічної частини осаду розчин у посудині кілька разів перемішують скляною паличкою. Потім на лійку з фільтрувальним папером зливають верхню частину важкого розчину разом з насінням бур'янів і туди за допомогою промивалки переносять відмитий зразок із сита. Після підсихання при кімнатній температурі до повітряно сухого стану насіння разом з іншими домішками висипають на розбірну дошку або аркуш цупкого білого паперу для розбирання. Відбирають насіння за допомогою шпателя, після чого його ділять на види і підраховують.

Якщо зразки відібрали буром, засміченість ґрунту насінням бур'янів розраховують з врахуванням площі відбору зразка за формулою

$$Z_n = \frac{K \times 10000}{H \times \Pi},$$

де Z_n – засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м²;

K – кількість насіння бур'янів у зразку, шт.; 10000 – площа 1 м² в см²;

H – кількість проб, з яких формувалася зразок;

Π – площа внутрішньої поверхні бура, см².

Поділивши числове значення Z_n на 100, засміченість ґрунту насінням бур'янів перераховують у млн. шт./га.

Якщо зразки ґрунту відібрали не буром і без урахування площі відбору проб, а за їх масою, засміченість ґрунту насінням бур'янів розраховують за формулою:

$$Z_n = \frac{K \times (100 + B)}{100 \times \Gamma},$$

де Z_n – кількість насіння бур'янів в 1 кг абсолютно сухого ґрунту, шт.;

K – кількість насіння в ґрунтовій пробі, шт.;

B – вологість ґрунту на час відмивання насіння, %;

Γ – маса ґрунтової проби перед відмиванням, кг.

Щоб засміченість певного шару ґрунту визначити в млн. шт./га, доцільно використати таку формулу:

$$Z_n = \frac{K \times O \times H}{\Gamma},$$

де Z_n – кількість насіння в шарі ґрунту, млн. шт./га;

K – кількість насіння в пробі, шт.;

O – об'ємна маса ґрунту на час відбору зразка, г/см³;

H – товщина шару ґрунту, з якого відібрали проби, см;

Γ – маса зразка ґрунту перед відмиванням, кг.

Однак, знаючи загальну засміченість ґрунту насінням бур'янів різних видів, не можна робити висновок про реальну загрозу від бур'янів посівам культури, яка буде вирощуватись на даному полі, бо у відмитому зразку є і нежиттєздатне насіння. Тому виникає необхідність у додатковому визначенні вмісту в пробі життєздатного насіння бур'янів різних видів. Для цього розібране за видами насіння окремо вміщують у чашки

Петрі на змочений фільтрувальний папір. Зверху чашки накривають склом і ставлять у термостат, де протягом 20 днів підтримується температура в межах 22-25°C.

Проросле насіння в перші п'ять днів обліковують щодня, а потім – на сьомий і десятий день. Непроросле насіння переносять у нові чашки і продовжують обліки ще протягом 10 днів. За кінцевим результатом схожість насіння визначають за формулою:

$$P = \frac{a \times 100}{b},$$

де P – схожість насіння, %;

a – кількість пророслих насінин даного виду, шт.;

b – загальна кількість насіння даного виду в пробі, шт.

Кількість життєздатного насіння певного виду бур'янів розраховують у млн. шт./га так само, як і загальну кількість насіння, але замість наявної кількості насіння в пробі у розрахунку береться до уваги лише кількість життєздатного насіння.

Таким же методом визначається засміченість ґною насінням бур'янів.

3. Засміченість ґрунту органами вегетативного розмноження бур'янів

Кількість органів вегетативного розмноження багаторічних бур'янів (кореневищ і корневих паростків) у ґрунті визначають викопуванням їх на певній площі і на відповідну глибину. Для цього використовують рамки розміром 0,5×0,5 м. Розкопують ґрунт у 5 кратній повторності на дослідних ділянках невеликого розміру (100-200 м²) і в 10-20-кратній – у виробничих умовах. Ґрунт за допомогою лопати і ножа (або кельми) розкопують до 30-сантиметрової глибини, тому що в цьому шарі розміщується основна маса органів вегетативного розмноження більшості бур'янів.

Для цього на певних відстанях по діагоналі ділянки (поля) на попередньо очищену від рослинності поверхню ґрунту накладають рамку, а потім вертикально попід внутрішні стінки рамки обводять ножем контур, у межах якого лопатою або кельмою виймають на підстилку ґрунт. Глибину розкопки при цьому контролюють за допомогою лінійки. Роздавивши руками всі грудки, відбирають з ґрунту всі вегетативні органи бур'янів.

Далі визначають кількість підземних пагонів, вимірюють їх довжину і підраховують на них сумарну кількість бруньок, кожна з яких є потенційним джерелом засміченості посівів бур'янами певної біогрупи. Одержані дані перераховують на площу 1 м² чи 1 га.

Контрольні запитання

1. Які основні методи обліку забур'яненості посівів?
2. Яким методом найбільш точно визначають забур'яненість посівів?
3. Як відбирають проби ґрунту для визначення засміченості ґрунту насінням бур'янів?
4. Який розмір рамки для визначення засміченості ґрунту органами вегетативного розмноження бур'янів?

Лекція 14. Дисперсійний аналіз

План

1. Однофакторний дослід
2. Двофакторний дослід

Дисперсійний аналіз - це вид статистичного аналізу, який базується на теорії ймовірності. У біології вперше був застосований у 1912 році Р.Фішером, який відкрив закон розподілення відношення середніх квадратів (дисперсій):

$$\frac{S_1^2}{S_2^2} = F_\phi$$

де S_1^2 - середній квадрат вибірових середніх, S_2^2 - середній квадрат об'єктів, F_ϕ – фактичний критерій Фішера.

Суть дисперсійного аналізу полягає у розкладанні загальної суми квадратів (S_y) та загального ступеня волі на складові, що відповідають структурі експерименту; визначенні середніх квадратів (дисперсій s^2) та відношення їх до дисперсії залишку ($F_\phi = S_v^2 / S_z^2$), порівнянні фактичного та теоретичного відношення дисперсій (F_ϕ та F_{05}).

Достовірність різниці між варіантами оцінюється шляхом її порівняння з найменшою істотною різницею ($НІР_{05}$).

1. Однофакторний дослід

Завдання. Проведіть дисперсійний аналіз даних однофакторного польового дослід, дайте загальну оцінку та визначіть достовірність різниць між варіантами.

Рішення. Дисперсійний аналіз проводять в декілька етапів. Кількість їх залежить від структури експерименту. Найбільш простим є однофакторний дослід, але й він виконується за певними етапами.

Перший етап. Складають підсумкову таблицю, де знаходять суми за варіантами та повтореннями, визначають середню врожайність (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Урожайність бульб картоплі, m/ga

Варіанти (I)	Повторення (n)				$\sum V$	Середня
	I	II	III	IV		
1(St)	42,5	44,3	46,2	45,3	178,3	44,6
2	42,1	43,6	47,5	46,4	133,2	44,4
3	44,1	45,3	46,1	45,2	135,5	45,2
4	46,8	48,9	49,2	48,7	144,9	48,3
5	44,2	45,3	46,4	45,7	135,9	45,3
$\sum P$	219,7	227,4	235,4	231,3	$\sum X = 591,9$	$\bar{x}_0 = 45,6$

Завершується перший етап перевіркою: $\sum P = \sum V = \sum X$.

Якщо цього рівняння немає, обчислення за першим етапом повторюють.

Середню врожайність дослід (\bar{x}_0) обчислюють за формулою:

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum X_1}{N},$$

де $N = ln$, l - кількість варіантів, n - кількість повторень.

Другий етап. Якщо в табл. 1.1. цифрові показники мають великі значення, то для полегшення розрахунків вводять довільний показник, який за значенням близький або

дорівнює середньому з досліджу (у нас $A = \bar{x}_0 = 45,6$ і обчислюють від нього відхилення: $X_1 = (X-A) = (42,5 - 45,6) = -3,05$ і так далі (табл. 1.2.).

Цю таблицю теж завершують перевіркою:

$$\sum P_1 = \sum V_1 = \sum X_1 \text{ або } \sum X - An = \sum X_1 \text{ (за даними табл. 1.1.).}$$

У разі помилки в розрахунках, відхилення варіантів та повторень перевіряють за формулами: $\sum V - An = \sum V_1$ та $\sum P - An = \sum P_1$.

Таблиця 1.2. Відхилення від довільного показника $X_1 = (X-A)=(X-45,7)$

Варіанти	Повторення				$\sum V_1$
	I	II	III	IV	
1(St)	-3,05	-1,25	0,65	-0,25	-3,9
2	-3,45	-1,95	1,95	0,85	-2,6
3	-1,45	-0,25	0,55	-0,35	-1,5
4	1,25	3,35	3,65	3,15	11,4
5	-1,35	-0,25	0,85	0,15	-0,6
$\sum P_1$	-8,05	-0,35	7,65	3,55	$\sum X_1 = 2,8$

Третій етап - за даними табл. 1.2. розраховують квадрати відхилень (табл. 1.3.).

Таблиця 1.3. Квадрати відхилень

Сорт	Повторення				$\left(\sum V_1\right)^2$
	I	II	III	IV	
1(St)	9,30	1,56	0,42	0,06	15,21
2	11,90	3,80	3,80	0,72	6,76
3	2,10	0,06	0,30	0,12	2,25
4	1,56	11,22	13,32	9,92	129,96
5	1,82	0,06	0,72	0,02	0,36
$\left(\sum P_1\right)^2$	64,80	0,12	58,52	12,60	$\left(\sum X_1\right)^2 = 7,84$

Четвертий етап. Розраховують суми квадратів відхилень, для чого визначають такі показники:

1. Коригуючий фактор: $C = (\sum X_1)^2 / n = 7,84 / (5 \cdot 4) = 0,39.$

2. Розсіювання загальне: $C_y = \sum X_1^2 - C = (9,3 + 1,56 + 0,42 + \dots + 0,72 + 0,02) - 0,39 = 72,44.$

3. Розсіювання повторень: $C_p = \sum (\sum P_1)^2 / l - C = (64,8 + 0,12 + 58,52 + 12,6) / 5 - 0,39 = 26,82.$

4. Розсіювання варіантів: $C_v = \sum (\sum V_1)^2 / n - C = (15,21 + 6,76 + 2,25 + 129,96 + 0,36) / 4 - 0,39 = 38,24.$

5. Розсіювання залишку (похибки): $C_z = C_y - C_p - C_v = 72,44 - 26,82 - 38,24 = 7,38.$

Перевірка: якщо розрахунки цього етапу проведені вірно, то розсіювання

залишку C_z завжди має позитивне значення; якщо ж C_z - від'ємне, то розраху-

нки четвертого етапу треба повторити.

Отримані дані заносять до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь волі, n-1	Середній квадрат, s^2 (*)	$F_\phi^{(**)}$	$F_{05}^{(***)}$
Загальна C_y	72,44	19			
Повторень C_p	26,82	3			
Варіантів C_v	38,24	4	9,56	15,55	3,26
Залишку C_z	7,38	12	0,61		

*) s^2 - середній квадрат; $s^2 = 38,24 / 4 = 9,56.$

***) F_ϕ - відношення дисперсій; $F_\phi = [C_v / (l-1)] / [C_z / (n-1)(l-1)] = 9,56 / 0,61 = 15,55.$

****) F_{05} - теоретичне відношення дисперсій Фішера, знаходять його у відповідній таблиці $F_{05} = 3,26.$

П'ятий етап - підведення підсумків дисперсійного аналізу.

Якщо позначити відношення сум квадратів (C_v/C_y) через показник η^2_v (η - грецька літера "ета"), то за результатами дисперсійного аналізу можна встановити частку впливу фактора:

$$\text{- що вивчається: } \eta_v^2 = C_v / C_y = 38,24 / 72,44 = 0,528 \text{ або } 52,8\%;$$

$$\text{- строкатості родючості ґрунту дослідної ділянки: } \eta_p^2 = C_p / C_y = 26,82 / 72,44 = 0,37 \text{ або } 37,2\%;$$

$$\text{- інших, випадкових факторів: } \eta_z^2 = C_z / C_y = 7,38 / 72,44 = 0,102 \text{ або } 10,2\%.$$

За даними табл. 1.4 роблять загальний висновок про дослід:

Якщо $F_\phi > F_{05}$, відхилення між певними варіантами в досліді істотні, тобто обумовлені фактором, що вивчається; у цьому разі для визначення величини істотної різниці між варіантами необхідно розрахувати $НІР_{05}$.

Якщо ж $F_\phi < F_{05}$, різниці між варіантами не істотні, тобто знаходяться в межах похибки дослідів і потреба в подальших розрахунках відпадає.

У нашому прикладі відхилення між врожайми бульб картоплі істотні, тобто, обумовлені фактором що вивчається. Отже, для оцінки достовірності різниць між варіантами необхідно визначити $НІР_{05}$.

Шостий етап - розрахунки точності дослідів $(s_{x\%})$ та найменшої істотної різниці на 5%-му рівні значущості ($НІР_{05}$).

Точність дослідів:

$$s_{x\%} = \left(100 \sqrt{s^2/n} \right) / \bar{x}_0 = \left(100 \sqrt{0,67/4} \right) / 45,6 = 0,86\%$$

Якщо точність польового дослідів коливається в межах до 2%, вона рахується відмінною, 2-5% - доброю, 5-8% - задовільною і вище 8% - незадовільною.

Найменша істотна різниця ($НІР_{05}$):

$$НІР_{05} = t_{05} \sqrt{2s^2/n} = 2,18 * \sqrt{2 * 0,67/4} = 1,21 \text{ т/га},$$

де t_{05} - критерій Ст'юдента на 5%-ному рівні значущості, який знаходять у [табл.І](#) додатків при ступені волі залишку $(n-1)(l-1) = 12$, $t_{05} = 2,18$; s^2 - дисперсія залишку, 0,67.

Поряд з абсолютним показником $НІР_{05}$ доцільно використовувати також і відносний:

$$НІР_{05} \% = (t_{05} \sqrt{2s^2/n}) * 100 / \bar{x}_0 = 1,21 * 100 / 45,6 = 1,8\%,$$

Де \bar{x}_0 - середня врожайність бульб картоплі у досліді.

Сьомий етап - порівняння достовірності абсолютних і відносних різниць між варіантами. Відхилення між стандартом і варіантами, що вивчаються, вираховують таким чином (див. табл. 1.5):

- а) абсолютне: $44,4 - 44,6 = -0,2$;
 б) відносне: $-0,2 * 100 / 44,6 = -0,39\%$.

Таблиця 1.5. Урожайність бульб картоплі, т /га

Варіант	Середня	Відхилення від стандарту		Група відносно різниці до $НІР_{05}$
		абсолютне	відносне, %	
1(St)	44,6	-	-	St
2	44,4	-0,2	-0,39	II
3	45,2	+0,6	1,33	II
4	48,3	+3,7	8,36	I
5	45,3	+0,7	1,63	II
	$НІР_{05}$	1,21	2,65	

Оцінку різниць між варіантами проводять на підставі порівняння їх з $НІР_{05}$.

Якщо різниця між варіантом та стандартом перевищує $НІР_{05}$, то вона істотна; якщо ж коливається в межах $НІР_{05}$, то не істотна.

За різницями між варіантами, що вивчаються, і стандартом у державному сортовипробуванні визначають такі групи:

- I – сорти або гібриди, що істотно переважають стандарт (стандарти);
 II - різниця між ними знаходиться в межах $НІР_{05}$;
 III - сорти за врожайністю істотно поступаються перед стандартом (стандартами).

Отже, порівняно зі стандартом за врожайністю істотна надвишка виявлена у 4 варіанті; у варіантах 2, 3 та 5 урожай знаходився в межах помилки досліді.

2. Двофакторний дослід

Завдання. Проведіть дисперсійний аналіз даних двофакторного польового досліді. Дайте йому загальну оцінку та визначіть достовірність різниць між варіантами.

Рішення. Результати двофакторного досліді, що за структурою має дві градації першого та три градації другого факторів і чотириразове повторення, наведені в табл. 1.6.

Таблиця . 1.6. Вплив густоти рослин на урожайність зерна гібридів кукурудзи, т /га

Варіанти		Повторення				$\sum V$	Середня
Гібрид	Густота	I	II	III	IV		
A	a1	6,52	6,57	6,45	6,53	26,07	6,52
	a2	7,11	7,22	7,25	7,32	28,90	7,23
	a3	8,11	8,23	8,17	8,21	32,72	8,18
B	b1	7,23	7,31	7,27	7,24	29,05	7,26
	b2	8,11	8,17	8,23	8,19	32,70	8,18
	b3	7,77	7,68	7,65	7,55	30,65	7,66
$\sum P$		44,85	45,18	45,02	45,04	$\sum X = 180,09$	$\bar{x}_0 = 7,50$

Перший етап - опрацювання таблиці врожайності проводиться так, як і при однофакторному досліді: визначають суми за варіантами та повтореннями, середню врожайність варіантів.

$$\text{Завершується етап перевіркою: } \sum P = \sum V = \sum X.$$

Наступні етапи роботи такі ж, як і для однофакторного досліді. Проте розглянемо тепер дещо інший метод, який не передбачає використання довільного початку (А). Так можна робити, якщо дані в досліді подані невеликими числами або дослідник користується калькулятором з пам'яттю.

Другий етап - розраховують суми квадратів відхилень, для чого визначають такі показники:

$$1. \text{Коригуючий фактор: } C = (\sum X)^2 / l_a * l_b * n = 180,09^2 / 2 * 3 * 4 = 1351,35.$$

$$2. \text{Розсіювання загальне: } C_y = \sum X^2 - C = (6,52^2 + 6,57^2 + \dots + 7,65^2 + 7,55^2) - 1351,35 = 8,24.$$

$$3. \text{Розсіювання повторень: } C_p = \sum (\sum P^2) / (l_a * l_b) - C = (44,85^2 + \dots + 45,04^2) / (2 * 3) - 1351,35 = 0,01.$$

$$4. \text{Розсіювання варіантів: } C_v = \sum (\sum V^2) / n - C = (26,07^2 + \dots + 30,65^2) / 4 - 1351,35 = 8,17.$$

$$5. \text{Розсіювання залишку (похибки): } C_z = C_y - C_p - C_v = 8,24 - 0,01 - 8,17 = 0,06.$$

Перевірка: C_z - має позитивне значення, що свідчить про правильність розрахунків.

Третій етап - розкладання суми квадратів варіантів C_v та ступенів волі варіантів на складові - факторів А, В, та їх взаємодії АВ, для чого проводять перегрупування сум врожаїв $\sum V$ (табл. 1.7)

Таблиця 1.7. Визначення головних ефектів та їх взаємодії

Гібриди А	Густоти рослин, В			□□□□□□ □□□ $\sum A$ □
	1	2	3	
1	26,07	28,90	32,72	87,69
2	29,05	32,70	30,65	92,40
$\sum B$	55,12	61,60	63,37	$\sum V = 180,09$

$$\text{Перевірка: } \sum A = \sum B = \sum V$$

Обчислюємо:

1. Суму квадратів і ступінь волі фактора А:

$$C_a = \frac{\sum(\sum A)^2}{l_b * n} - C = \frac{(87,69^2 + 92,40^2)}{(3 * 4)} - 1351,35 = 0,92 \text{ при ступені волі } l_a - l = 2 - 1 = 1.$$

2. Суму квадратів і ступінь волі фактора В:

$$C_b = \frac{\sum(\sum B)^2}{l_a * n} - C = \frac{(55,12^2 + 61,60^2 + 63,37^2)}{(2 * 4)} - 1306,11 = 4,71 \text{ при ступені волі } l_b - l = 3 - 1 = 2.$$

3. Суму квадратів і ступінь волі взаємодії факторів АВ:

$$C_{ab} = C_v - C_a - C_b = 8,17 - 0,92 - 4,71 = 2,54 \text{ при ступені волі } (l_a - 1)(l_b - 1) = (2 - 1)(3 - 1) = 2.$$

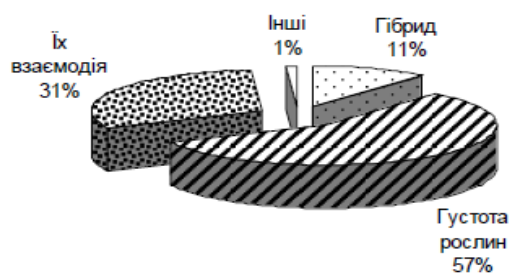
Перевірка: C_{ab} - має позитивне значення; отже, розрахунки вірні.

Четвертий етап - підведення підсумків дисперсійного аналізу (табл. 1.8).

Отже, відхилення за врожаєм у досліді істотні ($F_{\phi} > F_{05}$). Вони обумовлені особливостями сортів (фактор А), густотою рослин (фактор В) та взаємодією між цими факторами (АВ).

Таблиця 1.8. Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь волі, n-1	Середній квадрат, s^2	F_{ϕ}	F_{05}
Загальна C_y	8,24	23			
Повторень C_p	0,01	3			
Варіантів C_a	0,92	1	0,92	230,00	4,54
C_b	4,71	2	2,35	487,50	3,60
C_{ab}	2,54	2	1,27	317,50	3,60
Залишку C_z	0,06	15	0,004		



Частка впливу факторів, що вивчалися, становила (див. рис. 6.2):

$$\text{- гібридів - } \eta^2_a = \frac{C_a}{C_y} * 100 = \frac{0,92}{8,24} * 100 = 11\%;$$

$$\text{- густоти рослин - } \eta^2_b = \frac{C_b}{C_y} * 100 = \frac{4,71}{8,24} * 100 = 57\%.$$

$$\text{- взаємодія гібрид x густина рослин - } \eta^2_{ab} = \frac{C_{ab}}{C_y} * 100 = \frac{2,54}{8,24} * 100 = 31\%.$$

П'ятий етап - розрахунки найменшої істотної різниці на 5%-му рівні значущості (НІР₀₅):

$$НІР_{05} A = t_{05} \sqrt{2s^2/nl_b} = 2,13 * \sqrt{2 * 0,004/4 * 3} = 0,06 \text{ т/га},$$

- фактора В:

$$НІР_{05} B = t_{05} \sqrt{2s^2/nl_a} = 2,13 * \sqrt{2 * 0,004/4 * 2} = 0,07 \text{ т/га},$$

- взаємодії факторів (АВ):

$$НІР_{05} \text{ взаємодія } АВ = t_{05} \sqrt{2s^2/n} = 2,13 * \sqrt{2 * 0,004/4} = 0,10 \text{ т/га},$$

де t_{05} - критерій Ст'юдента на 5%-му рівні значущості, який знаходять у табл. І додатків при ступені волі залишку $(n-1)(lalb - 1) = 15$, $t_{05} = 2,13$; s^2 - дисперсія залишку, 0,004.

Шостий етап - порівняння достовірності різниці між варіантами в абсолютних показниках (табл. 1.9).

Таблиця 6.11. Вплив густоти рослин на врожайність зерна гібридів кукурудзи, т /га

Гібриди, фактор А	Густота рослин, фактор В			Середня А	Різниця, НІР ₀₅ А= 0,06
	В1	В2	В3		
А1	6,52	7,23	8,18	7,31	-
А2	7,26	8,18	7,66	7,70	0,39
Середня В	6,89	7,71	7,92		
Різниця, НІР ₀₅ В= 0,07	-	0,82	1,03		
НІР ₀₅ загальна = 0,10					

За врожайністю зерна кукурудзи, істотна різниця була як між гібридами, що вивчалися (фактор А), так і варіантами густоти рослин (фактор В); для першого гібриду кращою густотою була у варіанті В3, а для другого - В2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І. В. Смірнова / ОСНОВИ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ СПРАВИ / Конспект лекцій / Миколаївський національний аграрний університет, 2021 - с.76.
2. Основи наукових досліджень в агрономії: Навч. посібник / І.І. Тимошенко, З.М. Майщук, Г.О.Косилович. – Львів, 2004. - 121 с.
3. Методика наукових досліджень в агрономії : навчальний посібник /Ю.Г. Міщенко, В.І. Прасол, Г.А. Давиденко, І.М. Масик, Е.Р. Ермантраут, В.П. Гудзь, Суми: СНАУ, 2024, 103 с.