

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

І. В. СМІРНОВА

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

Курс лекцій

для студентів 2 курсу

напряму підготовки 6.090101 “Агрономія”

МИКОЛАЇВ

2014

УДК

ББК

Автор:

І. В. Смірнова – асистент кафедри землеробства, Миколаївський національний аграрний університет.

Друкується за рішенням науково-методичної комісії агрономічного факультету Миколаївського національного аграрного університету від _____ 2014 р., протокол № _.

Рецензенти:

О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, голова фермерського господарства «Олена» Братського району Миколаївської області;

О. А. Коваленко – канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський державний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2014

© Смирнова І. В., 2014

ЗМІСТ

Тема 1. Завдання курсу по удосконаленню методики польових досліджень	4
Тема 2. Теоретичні основи наукових досліджень.....	9
Тема 3. Методика досліду	29
Тема 4. Вимоги до досліду та засоби підвищення достовірності дослідів	38
Тема 5. Основні елементи методики досліду.....	51
Тема 6. Методи розміщення	58
Тема 7. Закладка і проведення польового досліду	66
Тема 8. Документація і звітність в науково-дослідній роботі.....	72
Тема 9. Планування польового досліду, спостережень та обліків.....	76
Тема 10. Польові досліді із захисту ґрунтів від ерозій та досліді з використанням добрив	79
Список рекомендованої літератури.....	86

Лекція 1

Тема: Завдання курсу по удосконаленню методики польових досліджень

План

1. Завдання курсу “Основи наукових досліджень”.
2. Історія наукових досліджень.
3. Основні поняття, терміни.
4. Польовий дослід та його особливості.

1. Завдання курсу “Основи наукових досліджень”

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 засоленням 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 досліді 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”. В 1794 році М. Ліванов видав книжку, де стверджував, що “нет земли, которая бы при разумном возделывании оставалась бы совсем бесплодной”.

Поступово з ростом населення і необхідністю збільшення сільськогосподарської продукції, зростала необхідність і в більш детальних знаннях. Виникали дослідні поля, дослідні станції, сортодільніці, 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, ґрунтово-меліоративні лабораторії.

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

Дослідне поле – на ньому проводять багаторічні стаціонарні польові дослідження 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, тощо.

Дослідна станція – це науково-дослідна 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 дослідження – 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 досліджу – 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 досліджах – це земельна площа певного розміру, прямокутної форми на якій застосовують тільки один із агротехнічних заходів, чи технологію, що вивчається тобто розміщують лише один варіант досліджу. При вивченні сортів – розміщають лише один сорт. Дослідна ділянка складається з облікової частини, що розміщується всередині контура і захисної, що обмежує облікову зовні для розмежування варіантів.

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

Методична достовірність досліджу - це чітке додержання всіх методичних вимог – планування, закладання, проведення досліджу, 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.

Польовий дослід та його особливості. Польовий сільськогосподарський дослід – це дослідження, що проводяться в польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Основною задачею польового досліджу є встановлення різниці між варіантами досліджу, кількісна оцінка дії факторів життя, умов або засобів вирощування на урожай рослин та його якість.

Якими б не були цінними спостереження, результати лабораторних, вегетаційних та лізиметричних дослідів, перед тим, як робити висновки з них та рекомендації виробництву (якщо такі висновки взагалі можуть бути запропоновані), вони

повинні бути перевірені в умовах порівняльного польового дослідження. Це робить польовий дослід основним, найважливішим методом досліджень в рільництві, овочівництві, плодівництві, тощо. Лише результати польових дослідів і узагальнень практичних спостережень можуть бути достатнім обґрунтуванням широкого впровадження нових засобів підвищення врожайності – агротехнічних заходів, нових сортів, добрив, тощо.

Особливістю польового дослідження, що відрізняє його від інших методів досліджень, є те, що культурні рослини вивчають разом з усією сукупністю ґрунтових, кліматичних та агротехнічних факторів, дуже наближених до виробничих, або безпосередньо у виробничих умовах. Тільки польовий дослід може виявити зв'язок між урожаєм і засобами впливу на нього. Крім того, існують питання, які взагалі не можуть бути вивчені поза польових умов, поза польового дослідження, наприклад система обробітку ґрунту і догляду за рослинами, сівозміна, застосування добрив у сівозміні, співвідношення добрив і гербіцидів з іншими агротехнічними заходами, механізація збирання, тощо.

Лекція 2

Теоретичні основи наукових досліджень

План

1. Рівні та види наукових досліджень. Системний підхід у науці
 - 1.1. Рівні наукових досліджень
 - 1.2. Види наукових досліджень
 - 1.3. Системний підхід у науці
2. Методи наукових досліджень
 - 2.1. Загальнонаукові методи досліджень
 - 2.2. Спеціальні методи досліджень

Наукове дослідження—це вивчення конкретного об'єкта, явища або предмета з метою розкриття закономірностей його виникнення і розвитку, що є основою формування нових наукових знань. Основою наукових досліджень є об'єктивність, можливість відтворення результатів, їх доказовість та точність.

Розрізняють такі етапи наукових досліджень: 1) попередній аналіз існуючої інформації з досліджуваного питання; 2) вивчення умов та методів розв'язання завдань; 3) формулювання вихідних гіпотез та їх теоретичний аналіз; 4) планування, організація досліду (експерименту) та його проведення; 5) аналіз та узагальнення результатів; 6) перевірка вихідних гіпотез на основі досліджених факторів, остаточне формулювання нових закономірностей і законів, пояснення та наукові передбачення; 7) впровадження пропозицій у виробництво (для прикладних досліджень).

1. Рівні та види наукових досліджень. Системний підхід у науці

1.1. Рівні наукових досліджень

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

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 ще уявні експерименти — логічне мислення про зміну явищ і процесів при зміні умов, які небажано проводити у фізичному експерименті (наприклад, досліди з дуже високими або низькими температурами, тиском, концентрацією пестицидів тощо). В експерименті об'єкт дослідження вивчають в тих умовах, які плануються експериментатором, процеси контролюють і регулюють, а результати точно враховують. Експерименти можуть бути якісними, коли враховують пошкоджені чи не пошкоджені морозами або шкідниками рослини, уражені або не уражені хворобами.

У кількісних експериментах обліковують показники росту рослин, урожайність культур тощо. В експериментах можна виключати вплив побічних факторів, виділяючи досліджуване явище; вводити нові фактори ускладнюючи дослід, або кратно відтворювати результати експерименту; вивчати явища, які не існують у природі, використовуючи для цього уявний експеримент; створювати об'єкти досліджень — нові сорти, пестициди тощо.

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. Теорія також допомагає інтерпретувати результати емпіричних досліджень. Однак теорія є не сумою окремих даних експерименту, а новим ступенем пізнання. Наприклад, в експерименті виявлено тісний кореляційний зв'язок між умовами середовища і врожайністю цукрових буряків. Аналізуючи і узагальнюю-

чи результати цих досліджень із застосуванням методів математичної статистики, зокрема кореляційного аналізу, можна скласти рівняння регресії для планування чи прогнозування майбутнього врожаю. Все це є основою для теорії планування і прогнозування врожаю. Аналогічно цьому результати досліджень щодо вбирання поживних елементів польовими культурами є основою для побудови теорії мінерального живлення рослин.

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.

1.2. 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. Прикладом таких досліджень є вивчення процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту з повітря, таємниць спадковості, розшифровка молекул ДНК, РНК тощо. Ці дослідження ведуться на межі відомого і невідомого. Певна невизначеність фундаментальних досліджень підвищує роль випадку та здатність дослідника до інтуїції. Фундаментальне дослідження може бути вільним теоретичним або цілеспрямованим. Вільне теоретичне очолюється одним ученим, який визначає напрям досліджень на основі своїх ідей. Цілеспрямоване дослідження обмежується галуззю науки і вибором об'єкта досліджень, вибирається колективом дослідників.

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.

Прикладні дослідження ведуть виконанням науково-дослідних робіт, в результаті яких мають експериментальні дані. Найбільш ефективні агротехнічні заходи, виявлені у дослідках, впроваджують у виробництво. Це — оптимальна глибина оранки, кращі попередники, більш ефективні дози добрив, строки та глибина їх внесення, норми та строки сівби насіння певних культур, заходи захисту рослин від хвороб і шкідників тощо. Кінцевою метою всіх прикладних досліджень є рекомендації для впровадження одержаних результатів у виробництво.

Різновидностями прикладних досліджень є пошукові — розробка принципово нових агрозаходів для польових культур, створення комплексно стійких сортів до хвороб, шкідників та інших несприятливих умов середовища. Другою різновидністю є дослідно-конструкторська робота.

1.3. Системний підхід у науці

Суть системного підходу полягає у дослідженні об'єктів як систем, наприклад, вивчення організму з його складовими частинами, внутрішніми і зовнішніми зв'язками, зведення основних відомостей про організм в єдину теоретичну основу, розкриття суттєвості організму, його цілісності. Прикладом системного підходу є розвиток В. І. Вернадським концепції про біосферу, в основу якої покладено новий тип складних системних об'єктів глобального масштабу — біогеоценоз. Ідеї системного підходу застосовують також у систематиці рослин, екології. Зокрема, одним з об'єктів екологічного дослідження є екосистема. Дослідження складних систем передбачає гармонійне поєднання аналітичних і синтетичних методів вивчення структури об'єкта та його функцій. В деяких розділах сучасної біології застосовують переважно системний напрям. Це дає змогу звести в єдине ціле всі дані при розробці комплексних програм охорони природи, екології, біохімії, генетики тощо.

Для ефективного вивчення складних біологічних систем на основі системного підходу треба сконцентрувати і об'єднати не лише комплекс складних методик, а й такі методи досліджень, як описовий, порівняльний, експериментальний та історичний.

Системний підхід дає змогу більш широко пізнати реальність, розчленувати складний об'єкт на окремі частини з їх аналізом та наступним синтезом знань, забезпечує виявлення механізму цілісності об'єкта та його зв'язків.

2. Методи наукових досліджень

2.1. 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 висувають 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. Наприклад, у господарстві низька врожайність районованого сорту озимої пшениці. При цьому можуть висуватись такі робочі гіпотези: рівень мінерального живлення низький і його треба підвищити; співвідношення поживних елементів не відповідає вимогам культури і сорту; при вирощуванні сорту не беруть до уваги особливості попередників; норми висіву не відповідають родючості ґранту та ін. Кожна з цих гіпотез висувається на основі того, що вже спостерігалось у практиці. Подібні та інші гіпотези перевіряють в експериментах, вирощуванням зазначеного сорту пшениці за умов різного мінерального живлення та співвідношення поживних елементів, після різних попередників, з неоднаковими нормами висіву тощо. Якщо при поліпшенні агротехніки рівень урожайності та якості продукції сорту не підвищуються, висувають гіпотезу про можливість використання на даному фоні агротехніки інших сортів.

Якщо селекціонер пропонує новий сорт культури, то робоча гіпотеза про перспективність сорту висувається на основі його характеристики, яку дає Держкомісія по випробуванню і охороні сортів. Існують такі правила висування гіпотез:

- 1) відповідність гіпотез фактам, яких вони стосуються;
- 2) з висунутих гіпотез найбільш придатна та, яка пояснює більшу кількість фактів;

- 3) для пояснення фактів зв'язок гіпотез з ними має бути найтіснішим;
- 4) суперечливі гіпотези не можуть бути одноразово істинними;
- 5) при висуванні гіпотези треба усвідомлювати імовірність їх висновків.

Гіпотези як здогадки менш поширені у наукових дослідженнях, але вони можуть мати велике значення (наприклад, здогадки Ньютона про закони всесвітнього тяжіння, Резерфорда про одержання енергії від ядерних реакцій, Лібиха — про мінеральне живлення рослин та ін.).

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 висуваються при плануванні досліду.

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 вивчають показники якісної і кількісної мінливості.

У фундаментальних науках використовують і мислені експерименти над ідеалізованими об'єктами з метою з'ясування узгодженості основних принципів теорії. Обчислювальний експеримент базується на розрахунках математичних моделей з тим, щоб вибрати з них найбільш оптимальну. У таких експериментах для

складних розрахунків користуються комп'ютерами. Експеримент має певні переваги порівняно з іншими методами. Одна з них полягає в тому, що в експерименті досліджуваний об'єкт перебуває в штучних умовах, не чекаючи, поки вони з'являться у природі — зрошують або удобрюють рослини, висівають насіння різними нормами, у різні строки, захищають посіви від хвороб і шкідників за допомогою різних хімічних препаратів тощо. Перевагою експерименту є також те, що в одному досліді можна вивчати кілька явищ і тоді дослід стає багатофакторним. У процесі дослідження всі явища або фактори можна розчленувати для більш детального аналізу. В експерименті можна вивчати не лише окремі елементи агротехніки, але і її технологію. Наприклад, у ньому є можливість порівняти інтенсивну технологію вирощування сільськогосподарської культури із звичайної, яку застосовували раніше. 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. Основними вимогами спостереження є такі

- 1) одержання однозначних результатів досліджень;
- 2) об'єктивність, тобто можливість контролю за допомогою повторного спостереження;
- 3) використання для спостереження точних приладів;
- 4) правильна інтерпретація результатів спостережень.

Прикладами спостережень є визначення морозо-, зимо-, посухостійкості рослин, стійкості їх до вилягання, пошкодження шкідниками та ураження хворобами тощо. Спостереження проводять не лише в експерименті, а й поза ним. Так, спостерігають за явищами природи: випаданням атмосферних опадів, температурою та вологістю повітря, температурою ґрунту, кількістю сонячних днів, настанням

перших заморозків восени та останніх навесні, початком вегетації та її кінцем, початком і кінцем цвітіння, проходженням інших фенофаз у рослин безпосередньо в природі, тобто без експерименту. В результаті таких спостережень можна мати дані і зробити цінні висновки про агрокліматичне районування різних культур. Різноманітністю спостережень можуть бути обліки врожайності та визначення якості продукції в умовах експерименту чи поза ним.

Обліки та спостереження необхідно проводити 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 (наприклад, дослід спочатку аналізують по повтореннях, а кожне повторення — по окремих ділянках, варіантах). Рослини у динаміці їх росту аналізують або через певний проміжок часу — один раз за декаду, місяць — або за фазами розвитку рослин. Для визначення хімічного складу рослини спочатку розчленовують на окремі органи — листя, стебла, плоди, коріння тощо.

У коренеплодах цукрових буряків визначають вміст цукрів, у зерні злакових культур — білка, у бульбах картоплі — крохмалю тощо. У наукових дослідженнях застосовують кілька видів аналізу. Один з них полягає в тому, що після розчленування об'єкта на складові частини визначають співвідношення між ними. Іншим видом аналізу є класифікація ґрунтів, рослин, хвороб, шкідників тощо. Відомі також аналізи математичні, формально-логічні та ін. 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 узагаль-

нень. Певною мірою синтез протилежний аналізу, але вони взаємозалежні та взаємообумовлені. Наприклад, аналізуючи дані кожного повторення, дослідник обчислює середні арифметичні по кожному варіанту. Аналіз же кожного варіанта призводить до їх об'єднання у досліді, після чого роблять висновки та узагальнення і як кінцевий синтез — дають рекомендації виробництву. Синтез як метод дослідження має різні форми: взаємозв'язок теорій як об'єднання конкурентних гіпотез, побудова гіпотетико-дедуктивних теорій та ін. У сучасній науці синтез використовують не тільки для дослідження окремого об'єкта у певній галузі науки, а й окремих наук з виявленням існуючих між ними зв'язків (наприклад, між агрономією, фізикою, математикою, хімією та ін.).

Індукція — метод досліджень, за допомогою якого судження ведуть від фактів до конкретних висновків. Якщо листя рослин жовтіє, то роблять висновок про недостатнє азотне живлення; якщо воно набуває фіолетового відтінку — про нестачу фосфору в рослині, якщо листя в'яне, то це є основою для висновку про погіршення водного режиму ґрунту.

Дедукція — метод досліджень, який дає змогу за допомогою аналізу загальних положень і фактів робити часткові і поодинокі висновки. Застосування будь-якого загального положення, закону або закономірностей для часткових висновків здійснюється також дедуктивним методом. Наприклад, відомо, що застосування хімічної речовини тур для обприскування рослин пшениці зменшує міжвузля рослин. Чим коротші міжвузля, тим нижчою буде рослина. Звідси конкретним буде висновок, що короткостеблові рослини пшениці більш стійкі до вилягання. Перевірка цього висновку на практиці підтвердила його правильність.

Апробацію сортів сільськогосподарських культур за допомогою морфологічних ознак того чи іншого сорту проводять із застосуванням дедуктивного методу. Застосовуючи цей метод, за вмістом та співвідношенням поживних елементів у рослинах або за візуальними ознаками роблять висновки про умови азотного, фосфорного чи калійного живлення.

Абстракція — мислене виділення основного у об'єкті досліджень, його найбільш суттєвих зв'язків. Використовують два типи абстракцій:

- 1) ототожнення — для створення понять про системи, класи;
- 2) ізолювання — для виділення основного серед стороннього, що є найважливішим питанням абстракції.

Отже, серед десятків варіантів експерименту дослідник виділяє найбільш ефективні, які істотно відрізняються від інших за основними показниками. При цьому селекціонер серед багатьох гібридів виділяє найцінніші не лише за врожайністю і якістю продукції, а й стійкі до хвороб, шкідників, посухо- та морозостійкі та з іншими цінними властивостями. Коли вивчають утворення рослиною органічної речовини як результат складних хімічних, біохімічних, фізіологічних, мікробіологічних та інших процесів за участю сонячної енергії, то вживають поняття «фотосинтез». При цьому дослідник абстрагується від другорядних процесів — водного, поживного режиму ґрунту та інших і виділяє листя як найбільш істотний фактор у первинному створенні органічної речовини на Землі.

Абстракція також передбачає прогнозування результатів експериментів і тому є універсальним методом пізнання.

Іноді користуються абстракцією ідеалізації — мисленим уявленням об'єктів або процесів з оптимальними параметрами, які реально не існують. Так, ідеальний сорт пшениці повинен магі високу врожайність, відмінні хлібопекарські властивості, бути стійким проти хвороб і шкідників, морозо-, зимо- і посухостійким, не полягати на високих агрофонах тощо. Абстракція ідеалізації використовується спочатку для створення теорії, а потім для застосування у досліді і практиці.

Конкретизація — метод досліджень, за допомогою якого від абстрактного переходять до конкретного. Наприклад, виділивши у створенні органічної речовини основний процес — фотосинтез — і зрозумівши його суть, дослідник мислено знову повертається до рослини, середовища, системи «середовище — рослина», розглядає взаємодію рослини з усіма факторами її життя. Отже, методи абстрагу-

вання і конкретизації дуже взаємопов'язані, доповнюють один одного і мають бути використані дослідником разом з іншими методами.

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. При цьому висновок робиться за аналогією. Так, якщо у господарстві впроваджується новий сорт картоплі і про нього відомо, що він аналогічний районаному сорту Пролісок, то це означає, що новий сорт так само ранньостиглий, стійкий проти раку і картопляної нематоди, високопродуктивний, як і районаний сорт.

Оскільки ізольовано взята аналогія не має доказової сили, її треба використовувати разом з іншими методами пізнання, додержуючи таких вимог: 1) аналогія має ґрунтуватись на істотних ознаках і більшому числі загальних властивостей; 2) зв'язки між порівнюваними ознаками повинні бути тісними; 3) аналогія як метод має показати не лише схожість об'єктів, а й різницю між ними. Метод аналогій, застосований на подібність показників, предметів і явищ, є основою моделювання.

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. Наприклад, можна моделювати ґрунт, рослинні клітини, органи. Математичну модель створюють, а її оригінал лише описують відповідними рівняннями. Такою моделлю є математичне описування врожайності певної культури чи сорту залежно від умов навколишнього середовища.

Прикладом найпростішого моделювання у дослідній справі є складання схеми досліду, креслення у масштабі дослідної ділянки з її обліковою та захисною частинами, схематичне відображення всього досліду з виділенням повторень і зазначенням місця кожного варіанта тощо.

Розрізняють моделювання структури об'єкта і моделювання його поведінки, тобто процесів, які відбуваються в об'єкті досліджень. Чим повніше модель відображує оригінал, тим результати досліджень моделі будуть більше відповідати результатам об'єкта досліджень. Моделювання як метод застосовується разом з іншими методами, часто з експериментом і має назву модельного експерименту.

Формалізація — метод вивчення об'єктів за допомогою окремих елементів їх форм, які відображують зміст об'єкта. Найчастіше формалізацію застосовують з використанням математики, подаючи докази у вигляді послідовних формул.

Інверсія — метод незвичайного вивчення об'єкта, явищ, предметів під певним кутом або навіть з боку, протилежного тому, який вивчали раніше. Це — порушення звичайного порядку вивчення об'єктів або явищ, поєднання несумісного, поділ неподільного. Основним у методі інверсії є відмова від загальноприйнятих поглядів і прийомів у дослідженнях. Щоб узяти середню наважку, зразки рослин перед хімічним аналізом потрібно спочатку висушити і розмолоти. При висушуванні при високих температурах у рослинних зразках відбуваються перетворення, внаслідок яких може докорінно змінитись біохімічний склад зразка і результати аналізу будуть недійсними. Отже, не можна висушувати рослинні зразки для біохімічного аналізу при високих температурах. Однак цю проблему можна вирішити методом інверсії, тобто зневоднити рослинний зразок при низьких температурах. При цьому біохімічні зміни у зразку припиняються і результати аналізу покажуть фактичний вміст тих органічних речовин, які у природі містять органи чи вся рослина.

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. Узагальнювати можна факти, судження і

наукові теорії. Для цього використовують абстракцію, конкретизацію, аналіз, синтез, індукцію, дедукцію тощо.

2.2. 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. Визначаючи у рослинах вміст макро- та мікроелементів, масу рослин і зробивши розрахунки, можна одержати дані про винесення з ґрунту поживних елементів культурами. Визначення вологості ґрунту, вмісту в ньому насіння бур'янів, їх кореневищ та кореневих паростків, дослідження структури та інших фізико-хімічних властивостей ґрунту дає змогу мати дані про його окультуреність, придатність для вирощування сільськогосподарських культур. За допомогою пророщування посівного матеріалу у термостатах визначають схожість насіння рослин та ін.

Лабораторний метод передбачає не лише детальні аналізи, а й об'єктивний і всебічний синтез результатів досліджень з наступною перевіркою пропозицій на практиці. У роки з надмірною кількістю опадів вміст цукру у буряках може значно знижуватись, про що свідчать результати лабораторних аналізів. Однак це не означає, що збільшення кількості опадів обов'язково спричинює погіршення якості цукрових буряків. При цьому треба всебічно проаналізувати інші фактори життя

рослин, зокрема поживний, повітряний та температурний режими ґрунту, поліпшення яких при збільшенні кількості атмосферних опадів запобігатиме погіршенню якості врожаю.

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

Веgetаційний 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».

Веgetаційний метод дає змогу підтримувати у межах запланованих дослідом різні умови — вологість, забезпечення поживними речовинами, рН розчину, освітлення, температуру тощо. Але цим методом не досліджується вплив окремих факторів, які вивчаються, на продуктивність рослин у мінливих природних умовах. Оскільки у вегетаційних дослідженнях умови середовища регулюються і не змінюються так, як у полі, то кількість вегетаційних періодів, тобто повторень досліджень у часі, можна зменшити до мінімуму.

Завдяки вегетаційному методу було досліджено багато питань агрономічної науки: доступність рослинам фосфору з фосфоритного борошна; необхідність безпосереднього контакту кореневої системи, яка засвоює фосфорит, із самим добривом; роль бульбочкових бактерій у засвоєнні азоту бобовими рослинами з повітря; значення гною як джерела вуглекислоти для рослин. Веgetаційний метод часто використовують разом з польовим.

Дуже ефективним виявився вегетаційний метод для вивчення впливу різних зовнішніх факторів на мінеральне живлення рослин та обмін речовин у них, для дослідження залежності росту рослин від температури прикореневої зони і повіт-

ря. За допомогою вегетаційного методу вивчають роль води у живленні рослин, явище фотоперіодизму, інтенсивність освітлення, довготу світлового дня тощо. У вегетаційних будиночках можна порівнювати родючість різних ґрунтів і ефективність вирощування на них культур за однакових умов.

Основними недоліками вегетаційного методу є такі. У вегетаційних посудинах немає всіх шарів ґрунту, які є у полі, немає підґрунтя, що змінює гідрологічні умови дослідження. Часто у них поживним субстратом є пісок, вода, гравій тощо. Тому цей метод не відповідає на питання, як буде впливати фактор, що вивчається, на врожайність культур у польових умовах. Одним з недоліків є також значні матеріальні затрати на спорудження вегетаційних будиночків та їх обладнання. Проте вегетаційний метод дає змогу точніше моделювати різні умови середовища і виявляти кращі з них для сільськогосподарських рослин. Д. М. Прянішников писав, що вегетаційний метод більш точний, але менш реальний для безпосереднього впровадження його результатів у виробництво; польовий метод, навпаки, менш точний, але більш реальний. Тому ці методи і доповнюють один одного.

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 лізиметра є отвір, через який збирають промивні води для хімічних аналізів.

Залежно від мети дослідження і рослини висота ґрунту в лізиметрах може коливатись від 25 см до 2 м (найчастіше 1-1,5 м). За способом наповнення ґрунтом розрізняють два типи лізиметрів: і насипним ґрунтом, тобто з порушенням його природного складення і природною будовою (у лізиметр вкладають моноліт ґрунту). У насипні лізиметри ґрунт насипають пошарово, просіваючи, змішуючи і ущіль-

льнюючи його до природного об'єму. Залежно від завдання досліду лізиметри можуть бути зайняті рослинами або без рослин. Лізиметри можуть бути бетонними з об'ємом на 1-2 м³ ґрунту або металевими з діаметром 20—100 см. Іноді для лізиметрів використовують металеві лійки діаметром до 50 см. Щоб зручніше збирати промивні води, під лізиметрами обладнують освітлені коридори. Для періодичного зважування у лізиметрах роблять спеціальні отвори або кільця. Незалежно від конструкції їх розміщують окремими групами згідно з тематикою досліджень біля лабораторій (щоб зручніше їх обслуговувати).

Основні питання, які вивчають за допомогою лізиметричного 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 лізиметричні 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. Для цього у циліндри залежно від варіантів досліду вносять різні елементи живлення в неоднакових дозах і співвідношеннях, створюють різну реакцію ґрунтового розчину,

неоднаково ущільнюють ґрунт тощо. Разом з тим у циліндри можна висівати різні культури у чистому вигляді і в сумішках з неоднаковою нормою насіння і на різну глибину, з використанням підживлення рослин або без нього.

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 лізиметри. Отже, в такому досліді вплив факторів вивчається в умовах, близьких до природних.

Вегетаційно-польовий метод використовують також у селекційній роботі, агрометеорології, землеробстві, рослинництві, моделюючи необхідні умови ґрунтового середовища. Використання пересувних кліматичних камер з поліетиленових плівок, де регулюється температура повітря, дає можливість моделювати різні погодні умови і навіть клімат залежно від фаз росту і розвитку рослин. Це сприяє зменшенню негативного впливу різних природних умов на формування врожаю.

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. Наприклад, глибина, строки і способи обробітку

грунту вивчаються безпосередньо у полі. Так вивчають і різні технології вирощування культур, структуру посівних площ, кращі попередники, способи і норми зрошення, заходи боротьби з водною та вітровою ерозією ґрунтів, ефективність органічних та мінеральних добрив, заходи меліорації ґрунтів, нові сорти, гібриди та ін.

Полеві досліді проводять у наукових установах і в умовах виробництва їх кінцевою метою є оцінка економічної ефективності варіантів і впровадження кращих з них у виробництво.

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. Під час експедиційних досліджень виявляють також поширення злісних і карантинних бур'янів, хвороб та шкідників сільськогосподарських культур, доцільну структуру посівних площ, кращі попередники, найбільш раціональні сівозміни, перспективні сорти для конкретних господарств, їх груп, цілого району або певної ґрунтово-кліматичної зони. Цим методом доцільно також досліджувати ефективність способів, строків і глибини обробітку ґрунту. Для боротьби з ерозією ґрунту за допомогою експедиційного методу спочатку виявляють причини її поширення та фактори, які сприяють її виникненню в конкретних господарствах чи районах.

Експедиційний метод застосовують також для ґрунтових досліджень. При цьому копають ґрунтові розрізи, описують їх, беруть зразки ґрунту для фізико-хімічних аналізів. За допомогою геологічних бурів визначають рівень залягання ґрунтових вод, що має велике значення для вивчення гідрологічних умов на полях і в сівозмінах. Подібні дослідження періодично слід проводити і в наукових установах, які обслуговують певний регіон чи зону. Однак їх можуть виконувати і окремі вчені в навчальних закладах.

Для визначення ефективності того чи іншого агрозаходу при експедиційних дослідженнях визначають урожайність сільськогосподарських культур з урахуванням якості продукції.

Врожайність за попередні роки береться з річних звітів господарств. Зібрані дані коригують відповідно до погодних умов за відповідні роки — температури та вологості повітря, атмосферних опадів, температури ґрунту тощо.

Лекція 3

Тема: Методика дослідів

План

1. Основні поняття про дослід
2. Види дослідів
3. Класифікація дослідів
 - 3.1. Досліди за місцем проведення.
 - 3.2. Досліди за тривалістю.
 - 3.3. Досліди за географічним охопленням.

1. Основні поняття про дослід

Польовий дослід — це дослідження, яке проводиться в польових умовах на спеціально виділеній ділянці не менше трьох років з обов'язковим обліком урожаю.

Дослід є основним методом вивчення біологічних, екологічних особливостей росту і розвитку продуктивності і якості культур. Він є домінуючим методом, основним завданням його є встановлення відмінностей між варіантами, кількісної оцінки дії факторів, умов і прийомів вирощування на урожайність та його якість. Включає спостереження, одержання кореляцій, дотримання обліку зміни умов і обліку результатів. Дослід представляє таке вивчення при якому дослідник штучно визиває явища і змінює умови так, щоб вивчити суть явища. його походження, вплив факторів, причинність і їх взаємодію.

При проведенні дослідів основна увага приділяється не тільки вивченню окремих прийомів, а комплексній розробці енергозберігаючих. екологічно чистих технологій вирощування культур. З цією метою потрібно вивчити процеси. які проходять в рослинах. ґрунті і навколишньому середовищі.

2. Види дослідів

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

Польові досліди класифікуються для зручності так :

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

3. Класифікація дослідів

3.1. Досліди за місцем проведення. Серед них виділяють ті, що проводяться в наукових установах або в навчальних закладах та досліди у виробництві.

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

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

Дрібноділянкові досліди використовують для першого етапу досліджень. У цих дослідах 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.

Кількість варіантів у таких дослідах може бути незначною (коли вивчається дуже вузьке питання) і великою (якщо потрібно порівняти багато об'єктів дослідження).

Повторність у дрібноділянкових дослідах може бути мінімальною 3 та зростати до шести-восьми. Тут користуються правилом — чим менша площа дослідної ділянки, тим більшу повторність планують у досліді.

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

Основна мета лабораторно-польових дослідів — виявити взаємозв'язок між рослиною і середовищем. Тому характерною рисою цих досліджень є те, що в них, крім багаточисельних обліків і спостережень у полі, проводяться також різні лабораторні дослідження — аналізи рослин і ґрунту. Саме ці аналізи дають підставу повніше виявити зв'язки між дослідними рослинами та умовами їх вирощування.

Більшість цих дослідів є багатофакторними тому кількість варіантів у них може становити 20-30 і більше. Оскільки ділянки в таких дослідідах 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. Такі польові досліді хоч і проводяться в наукових установах та навчальних закладах, але в умовах, наближених до виробничих, з максимально можливою механізацією технологічних процесів. Тому площі дослідних ділянок, їх захисні смуги мусять бути такими, щоб мати можливість використовувати необхідні сільськогосподарські машини та знаряддя. Для культур з малою площею живлення рослин (з вузькорядним та звичайним рядковим способом сівби) користуються ділянками 50—100 м², а для більшості просяних культур площа ділянки зростає до 200 м² і більше. Повторність у цих дослідідах, як правило, три-чотирикратна, хоча може бути і більшою, якщо родючість ґрунту на досліді сильно варіює.

Досліди-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 озимої пшениці, 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. Якщо рослини змінили колір із жовтуватого на темно-зелений, то припущення було вірним і за аналогічних умов на наступний рік таке підживлення проводять вже на всьому полі. Кращі варіанти дослідів-проб можна вивчити більш досконало у точних порівняльних дослідах.

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

Основна увага тут приділяється обліку врожаю та визначенню його якості, а інші обліки і спостереження зведені до мінімуму. У точних порівняльних дослідах вивчають біля чотирьох кращих варіантів і не менше як у три-чотирикратній повторності. У точних порівняльних дослідах ширину ділянки з культурами звичайного рядкового способу сівби устанавлюють в межах 8-16 метрів, а з просапними – 5-10 м. Загальна площа дослідної ділянки складає 500-2000 м².

Тут користуються правилом, щоб ширина ділянки була кратною ширині ґрунтообробних, посівних або збиральних агрегатів і щоб найбільш трудомісткі процеси виконувались механізовано.

Досліди для оцінки господарської ефективності нових агрозаходів або технологій використовують з метою перевірки у виробництві рекомендацій наукових установ з врахуванням ґрунтового середовища, культури землеробства, рівня ме-

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

Виробничі досліди — це комплексне науково обґрунтоване дослідження, метою якого є вивчення не окремих елементів агротехніки, а цілих систем, технологій чи організаційно-господарських заходів. Такі досліди 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.

3.2. Досліди за тривалістю

Польові досліди за тривалістю їх проведення поділяються на розвідувальні, короткочасні, багаторічні і довготривалі. Розвідувальні або тимчасові досліди 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 досліди 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 с або елемент агротехніки, або сорти чи інші заходи, якими дослідник діє на рослини чи ґрунтове середовище), польові досліді бувають однофакторні і багатофакторні.

3.3. 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 дослідіду, а за тією, що складають окремі дослідіники 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.

Досліді, що проводяться в штучних умовах. В умовах закритого ґрунту закладаються вегетаційні досліді та досліді у теплицях і фітотронах.

Веgetаційні досліді проводять у посудинах, розмішених у вегетаційних будиночках. Посудина, у якій вирощують рослини, може бути скляною, металевою, глиняною, дерев'яною чи пластмасовою. Як поживний субстрат найчастіше застосовують ґрунт, зрідка — пісок, воду, гравій. Залежно від поживного субстрату розрізняють ґрунтові, піщані, водні, водно-гравійні культури. Основна мета вегетаційних дослідів — кількісна оцінка дії та взаємодії факторів життя для рослин у контрольованих умовах середовища.

Тут можна дозувати і контролювати майже всі режими — поживний, водний, повітряний, температурний і світловий. У вегетаційних дослідідах можна вивчати родючість ґрунтів, окремих їх шарів та підґрунтя, ефективність різних норм, доз

добрив і співвідношення елементів живлення тощо. Піщані та водні культури використовують для виявлення симптомів нестачі тих чи інших елементів мінерального живлення рослин. Для цього з поживної суміші видаляють певний поживний елемент, спричинюючи його нестачу у рослин і фотографуючи чи замальовуючи зовнішній стан рослин. Всі вегетаційні досліді ведуть протягом вегетації, звідси і їх назва. Оскільки вегетаційні будиночки у холодний період року не опалюють, то в цей період досліді не проводять.

Досліді у теплицях можна проводити протягом року як з листопадними, так і з вічнозеленими рослинами. У теплицях можна регулювати температуру, вологість повітря і освітлення, використовуючи спеціальні лампи. Тому тематика досліджень у теплицях значно ширша, ніж вегетаційних дослідів. Рослини можна вирощувати у вегетаційних посудинах і коробах, а також на грядках, виділяючи для кожного досліді частину теплиці з однаковими умовами температури, освітлення тощо.

Досліді у фітотронах. Фітотрон — це камера або їх комплекс для вирощування рослин у регульованих штучних умовах, у цих дослідіах можна:

- 1) вивчати процеси життя рослин залежно від освітлення, довготи дня, вологості ґрунту, температури ґрунту і повітря тощо;
- 2) визначати оптимальні умови для росту та розвитку рослин;
- 3) виявляти пристосованість рослин до несприятливих умов середовища;
- 4) виявляти стійкість рослин різних сортів і гібридів до збудників хвороб та до шкідників;
- 5) створювати екстремальні умови для рослин (заморозки, суховії, ґрунтові посухи та ін.);
- 6) імітувати різні кліматичні умови;
- 7) вирощувати кілька врожаїв за один рік, прискорюючи селекційний процес.

Найпростішим фітотроном є вегетаційна шафа — маленька камера площею близько 1м². Догляд за рослинами тут здійснюють через спеціальний люк у бічній

стіни. Іншим типом фітотрона є вегетаційна камера — кімната площею близько 5 м². Рослини вирощують тут на стелажах, у кімнату можна входити для догляду за ними. Найбільш досконалим фітотроном є станція штучного клімату — комплекс стаціонарних камер, розмішених в окремому приміщенні. У них можна імітувати різні кліматичні умови, які плануються дослідником і регулюються автоматично.

Лізиметричні дослід є проміжними між польовими і дослідями, що проводять у штучних умовах. В них вивчають рух води у ґрунті, її баланс, переміщення поживних речовин та їх вимивання.

Однією з різновидностей проміжних дослідів є також вегетаційно-польові — для них використовують у полі металеві циліндри, у яких ґрунт відокремлюється лише з боків, а знизу він безпосередньо контактує з ґрунтом поля.

Досліди 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 організують 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.

Лекція 4

Тема: Вимоги до дослідів та засоби підвищення достовірності дослідів

План

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

1. 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 досліджень в ідентичних умовах;
- 6) можливість, при необхідності, вводити додаткові варіанти;
- 7) проведення досліджень 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 збиран-

ня) повинні залишатись однаковими. Лише за таких умов можна вичленити вплив густоти посіву на їх продуктивність.

Якщо вивчають удобрення культури гноєм в дозах 20, 30, 40 т/га, то всі інші елементи агротехніки, сорти чи гібриди повинні бути однаковими.

Правило доцільності. Як відомо, серед сортів озимої пшениці 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 кущення 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 досліду, де поширені хвороби. Якщо серед певних сортів чи в окремих варіантах досліду хвороб немає, застосування фунгіцидів недоцільне. Те ж саме стосується і строків основного обробітку ґрунту для окремих культур після різних попередників.

Не можна, наприклад, в один строк проводити перший обробіток ґрунту під озиму пшеницю після таких попередників, як озимі на зелений корм, горох на зерно та кукурудза на силос, які різко розрізняються строком збирання. Саме тому обробіток ґрунту щоразу доцільно проводити відразу після збирання врожаю кожного попередника.

Типовість досліду. 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.

Типовість сорту вимагає від дослідника використовувати у кожній ґрунтово-кліматичній зоні зареєстровані сорти чи гібриди. Проте, враховуючи періодичну заміну сортів і гібридів на нові більш перспективні, дослід варто закладати також і з ними, тому що через кілька років по закінченню досліджень вони можуть стати зареєстрованими.

Системи обробітку ґрунту, удобрення, норми висіву, строки сівби та глибина заробки насіння і т.д., якщо вони і не є об'єктами досліджень, також повинні бути типовими для певної зони.

Як правило, досліди проводяться на типових і добре окультурених ґрунтах, які за площею найбільш поширені у даній зоні. Типовими мусять бути також підґрунття (материнська порода), рівень ґрунтових вод, крутизна схилу тощо. У дослідях слід використовувати сучасні ґрунтообробні машини, посівні та збиральні агрегати та інші знаряддя, які б відповідали високому рівню механізації всіх технологічних процесів.

Отже, типовість досліду - одна з основних його умов. Порухення 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. Ч и 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. Такими умовами є: місце проведення досліду (населений пункт, район, область); ґрунтові умови (тип ґрунту, його гранулометричний склад, хімічні властивості, рівень ґрунтових вод, експозиція та крутизна схилу): попередники та передпопередники; дослідна культура та сорти чи гібриди: коротка характеристика агротехніки: назва машин та знарядь механізації тощо; специфічні умови проведення досліду, схема досліду і контроль, розмір дослідної ділянки і ширина захисних смуг, повторність, метод розмішений варіантів, методика обліків і спостережень, строки виконання польових робіт тощо.

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 пер-

шу 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.

Наприклад, якщо додатково до раніш розробленої схеми дослідів з глибинами обробітки ґрунту виникла необхідність вивчити реакцію даної культури на плантажну оранку, то дослідник надалі такий обробіток зможе вивчати на ділянках резервного варіанту.

Вивчаючи позакореневе підживлення, до варіантів без підживлення та з підживленням у схему дослідів треба додатково включити варіант з чистою водою (щоб виявити дію самого добрива).

Крім того, слід відповісти на таке питання: чи у всіх дослідів з добривами треба мати абсолютний контроль без добрив? Наприклад, якщо вивчають дози добрив або співвідношення елементів живлення у них, за контроль, як правило, беруть один з варіантів, який у господарстві, де буде проведений дослід, є найефективнішим. Зрозуміло, що варіант без добрив не завжди буде ефективним. Проте є дослідів з добривами, де абсолютний контроль обов'язковий. Такими є дослідів, у яких вивчають коефіцієнти використання добрив або проводять фізіологічні дослідження.

Введення абсолютних контролі в обов'язкове у дослідів, де вивчають дію фунгіцидів, інсектицидів та інших препаратів захисту рослин. Це пояснюється тим, що необхідно обґрунтувати доцільність застосування тих чи інших пестицидів проти конкретних хвороб чи шкідників, що виявляється саме в таких контролях.

Необхідність визначення достовірності різниць і точності дослідів

Тут буде йти мова про статистичну достовірність і необхідність її визначення. Достовірність дослідів встановлюється шляхом порівняння розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій є більшим за теоретичний, то робиться висновок про статистичну достовірність всього дослідів. Це означає, що між середніми арифметичними окремих варіантів дослідів є достовірні різниці.

зниця. 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 дослідях.

2. Засоби підвищення достовірності дослідів

Більшість дослідів, які проводять у землеробстві, є польовими. Основні умови проведення дослідів - 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 врожаями виноситься з ґрунту неоднакова кількість поживних елементів, що впливає на варіювання родючості ґрунту по роках. Зміна родючості ґрунту залежить також від кількості рослинних 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.

Разом з тим на земельному масиві одночасно може проявлятися закономірне варіювання і випадкове, складаючи в сумі загальне варіювання. Якщо на закономірне варіювання припадає близько 66 %, то це треба враховувати при плануванні розміщення варіантів в досліді. Помилки, пов'язані з випадковим варіюванням, зменшуються обернено пропорційно до квадратного кореня з кількостей повторностей. А звідси точність дослідів можна підвищити за рахунок збільшення повторностей до оптимальної кількості.

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.

Причиною випадкових похибок може бути нерівномірне, вибіркове пошкодження рослин на окремих ділянках або ураження їх хворобами. Щоб похибок було менше, треба заздалегідь вдумливо аналізувати всі умови дослідження, беручи до уваги відомі і незаперечні закономірності та положення методики дослідної справи.

3. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід

Перед вибором земельної площі для дослідження визначають її розміри арифметичним розрахунком. Згідно з завданням і видом дослідження 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 $6 \times 4 = 24$. Ці 24 ділянки займатимуть площу $100 \times 24 = 2400$ м², а з урахуванням доріг і захисних смуг навколо дослідження загальна площа повинна бути значно більшою.

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

Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі

При виборі площі для досліду 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 досліду.

Особливу увагу при виборі земельної площі для певного досліду 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.

Перед закладанням стаціонарних дослідів проводять детальне обстеження площі, метою якого є всебічна характеристика ґрунту. Для вивчення ґрунтових профілів роблять розрізи на глибину 1,5-2 м по діагоналі поля, крайні - на межі дослідної площі, а середні - на майбутніх дорогах або захисних смугах. Між розрізами роблять ще прикопки на глибину 40—60 см і складають ґрунтову карту масштабом 1:5000. У кожному розрізі та прикопці відбирають зразки ґрунту для визначення агрофізичних і агрохімічних показників родючості.

Обстеження ґрунту необхідне також для того, щоб об'єктивніше виділити повторення майбутнього досліду та вибрати відповідний метод розміщення варіантів.

У межах досліду допустимими ґрунтовими відмінами для підзолистих ґрунтів є середньо- і слабкоопідзолені, проте на кожній з них треба розмішувати окремі повторення. Не можна закладати досліди на заболочених ґрунтах у Поліссі та засолених у Степу, якщо заболоченість і засоленість не вивчають.

Вивчення історії полів

Під час обстеження земельної площі детально описують історію полів. Визначають, де і які культури вирощували у попередні роки, зазначають, після яких пе-

редпопередників 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. При вивченні історії полів звертають увагу також на ступінь окультурення ґрунту — глибину орного шару, родючість, рН ґрунтового розчину, наявність насіння бур'янів тощо. Сильне забур'янення, зокрема такими злісними бур'янами, як коренепаросткові і кореневищні, свідчить про низьку культуру землеробства. Без попереднього знищення бур'янів закладати дослід на такій площі не можна.

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 дослід. Однаковим має бути і обробіток ґрунту на полях.

Вивчення рослинного покриву

Висока врожайність попередніх культур свідчить про високу родючість ґрунту, його окультуреність та придатність для дослід. Звертають увагу і на наявність у посівах рослин-індикаторів - хвоща польового і щавлю, які свідчать про високу 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 дослід. Так, різниця між прямою сонячною радіацією, яка надходить на південні та північні схили, досягає 30 % навесні і 40 % восени. За

період вегетації на південних пологих 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 досліду, важливо вибрати для досліду 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 досліду, 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 досліду 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 на-

сінням за умови однакової агротехніки на всій площі майбутнього дослід перед його закладанням. Виявляють варіювання родючості ґрунту за допомогою обліку врожайності на окремих ділянках, 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 рекогносцирувального 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.

Перед збиранням врожаю весь рекогносцирувальний посів поділяють на діляночки, площа яких повинна бути у 2-4 рази меншою за площу майбутніх дослідних ділянок або бути однаковою. Форма діляночок цього посіву має бути видовженою із співвідношенням ширини ділянки до довжини 1:10.

Ширина діляночки залежить від ширини захвату збирального агрегату. Щоб орієнтуватись при збиранні врожаю, межі діляночок фіксують віхами. Найкраще межі діляночок відбивати доріжками ще на початку вегетації рослин, тобто коли вони малі, бо перед збиранням виділення ділянок за допомогою мірної стрічки і шнура утруднює роботу і знижує її точність. Ширина доріжок, які утворюють сапою, може становити 10-20 см.

Урожай збирають малогабаритними машинами, коли спадає роса. Оскільки вологість зеленої маси протягом дня змінюється, то через кожні 2 години роботи з кожної діляночки відбирають 2-3 пробних снопи, які зважують, прикріплюють до них етикетки із зазначенням номерів ділянок, снопів, їх маси та часу збирання. Після висушування під навісом до постійної маси снопи знову зважують і визначають процент вологи. Ці дані використовують для приведення зібраної зеленої маси всіх діляночок до однієї вологості. Збирання врожаю і обліки закінчують у стислі строки. Результати обліків використовують для складання плану рекогносцирувального посіву.

Лекція 5

Тема: Основні елементи методики досліджу

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 досліджу можуть бути кількісними (дози добрив, норми зрошення, площа живлення, глибина оранки тощо) і якісними (сорт культур, різні культури, типи ґрунтів, форми добрив тощо). Підбираючи варіанти у схему досліджу, дослідник додержує правила, щоб їх кількість була оптимальною для конкретної теми і умов досліджу. Кількість варіантів має бути такою, щоб за рівнем вирощених урожаїв можна було побудувати криву, форма якої була б близькою до параболи, тобто серед варіантів досліджу 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 досліджах 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.

Різні ґрунти, земельні площі за своєю родючістю мають неоднаковий ступінь строкатості у просторі. Чим більша кількість варіантів у досліді, тим більшою буде його площа, отже, і більшим варіювання родючості ґрунту. Збільшення варіювання родючості ґрунту, у свою чергу, призводить до збільшення похибки досліджу. Тому кількість варіантів у досліді залежить також від ступеня варіювання родючо-

сті ґрунту. Із зростанням строкатості родючості кількість варіантів зменшується і навпаки.

У схемі досліду може бути кілька контролів. У дослідах 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 досліду, а також з варіантом без пестицидів.

Якщо кількість варіантів досліду 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 досліду.

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

У дослідах з вивченням добрив, норм висіву і способів сівби, площу живлення, догляду за рослинами гоню розмір дослідних ділянок може бути в межах 50-100 м², а в дослідах з вивченням глибини і способів обробітку 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 дослідах 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 дослідях 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.

Така ж ширина ділянки може бути у дослідях з кукурудзою при збиранні комбайнами, які захвачують 6 рядків з міжряддях 70 см. На ділянках меншого розміру використовують трирядні комбайни з шириною захвату 2,1 м. Захисні смуги. Для розмежування впливу варіанту сусідніх ділянок вводяться бокові і поперечні захисні смуги. Їх ширина залежить від сили впливу того чи іншого агрозаходу, тому у різних дослідях їх ширина може бути різною, але однаковою в межах одного досліду.

Поперечні захисні смуги використовують не лише для розмежування варіантів, а й для розвороту ґрунтообробних, посівних та збиральних агрегатів, тому ці

смути роблять ширшими. Ще ширші смуги роблять навколо всього дослідю (5-10 м), щоб захисти дослідні рослини від шкідливого впливу зовні.

У дослідях з добривами ширина бокових захисних смуг залежить 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, перекриваючи 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 дослідях, 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 дослідах, 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 дослідах 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 відбуває ся, як правило, у напрямі схилу, тому дослідні ділянки довгою стороною орієнтують зверху донизу. У цьому випадку довжина лінок мусить бути відповідною довжині схилу або близькою до щоб охопити всі його частини.

Земельна площа досліді може знаходитись поруч з лісосмугами, ґрунтовими дорогами, парканами. Тому дослідні ділянки по відношенню до них треба розташовувати коротшою стороною, тоді кожний варіант досліді 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 мусять 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 досліді.

Наприклад, число варіантів 6, дослідна ділянка має довжину 30 м, а ширину 5 м. В цьому випадку сумарна ширина ділянок повторенні 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 досліді 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 досліді. 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 досліді. Є те багато факторів, що впливають на вибір повторності. До них, зокрема, належитьступінь подовженості ділянки по відношенню до її ширини.

Вважається, що довгі ділянки забезпечують вишу точність досліді, тому число повторностей в такому досліді може бути меншим, ніж в досліді з коротшими ділянками. Однакову точність досліді 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 досліді зростає значно швидше, ніж при збільшенні розмірів ділянок.

Від збільшення числа повторностей та варіантів при великих розмірах ділянок досліді зростають помилки досліді за рахунок збільшення площі під дослідом і збільшення при цьому варіювання родючості ґрунту. Тому ці фактори також

впливають на число повторностей, які треба оптимізувати з врахуванням умов досліду.

Але є такі досліди, де повторність мусить дорівнювати числу варіантів. Це досліди, в яких ділянки розмішені методом латинського квадрату. У дослідах, розмішених методом латинського прямокутника, число повторностей мусить бути кратним числу варіантів. Так, у досліді з 12 варіантами може бути 3,4 або 6 повторностей, при 15 варіантах — 3 або 5 повторностей.

Проте неможливо встановити якийсь шаблон при виборі числа повторностей. У дослідах з сортовипробування зернових колосових, круп'яних, зернобобових, кукурудзи, олійних культур, конопель, тютюну, картоплі, лучних трав рекомендується мати ділянки площею 50 м², при числі повторностей від 4 до 6.

Повторність у часі — кількість короткотермінових лабораторних дослідів протягом року або кількість років досліджень у полі, виконаних за однаковою програмою і методикою. Оскільки у лабораторних дослідах варіювання умов незначне, повторність у часі може бути мінімальною – 2-3 повторності.

Повторність у часі для польових дослідів, тобто кількість років досліджень, визначається кількістю років з різними погодними умовами за період від початку до закінчення досліджень. Це може спостерігатися за 3-5, а іноді й більше років.

Лекція 6

Тема: Методи розміщення

План

1. Методи розміщення варіантів у дослідах.
 - 1.1. Випадковий метод розміщення.
 - 1.2. Систематичний метод розміщення.
 - 1.3. Стандартний метод розміщення.
2. Методи розміщення дослідних ділянок.
 - 2.1. Латинський квадрат.
 - 2.2. Латинський прямокутник.
 - 2.3. Метод рендомізованих розщеплених ділянок.

1. Методи розміщення варіантів в досліді

Метод розміщення — це певне чергування варіантів на дослідних ділянках в межах повторення. Серед них розрізняють випадковий, систематичний і стандартний методи.

1.1. Випадковий метод розміщення

При застосуванні випадкового методу місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел або за жеребками. У літературі цей метод називають англійським словом рендомізація.

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. Але якщо навіть і на полі з добре вираженим випадковим варіюванням родючості ґрунту варіанти розмістити рендомізованим методом, то за теорією імовірності кожен варіант досліду може розміститись у кращих, гірших чи інших умовах і середні арифметичні всіх варіантів будуть близькими, тобто між ними не буде значної різниці. Для випадко-

вого розміщення п'яти варіантів заготовляють п'ять жеребків з номерами від одного до п'яти. Змішують їх і витягують один за одним, ставлячи спочатку у першому повторенні відповідні числа (аналогічно витягають для другого і третього чи інших повторень).

Випадкове розміщення варіантів має ту перевагу, що дослідник позбавляється від суб'єктивного підходу до розміщення варіантів і може мати об'єктивніші результати досліджень. Однак при розміщенні цим методом спостерігається неоднакова послідовність варіантів в усіх повтореннях, що утруднює демонстраційність досліду і проведення в ньому сільськогосподарських робіт.

Випадковий метод має дві різновидності або субметоди — неповна рендомізація і повна рендомізація.

Неповна рендомізація — 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 бути більшим. При застосуванні цього методу у кожному повторенні кожний варіант трапляється лише раз.

На показано розміщення п'яти варіантів у чотирьох повтореннях за таблицею випадкових чисел . У кожному стовпчику і стрічці цієї таблиці записані двозначні числа. Оскільки у досліді п'ять варіантів то потрібно брати останні цифри. Взявши випадково якийсь стовпчик, будемо рухатися вниз чи вгору, вправо чи вліво і вибирати числа в межах від одного до п'яти. Наприклад, ми випадково зупинились на четвертому стовпчику і першій стрічці — остання цифра 5. Рухаючись униз, вибираємо далі числа 5, 1, 4, 2, 3, пропускаючи цифри, більші за п'ять. Отже, у першому повторенні чергування варіантів буде саме таким. Для рендомізації другого повторення випадково зупинимось на другому стовпчику одинадцятій стрічці. Рухаючись униз, вибираємо цифри 2, 5, 1, 3 і 4. Рендомізацію третього повторення випадково почнемо з 15-го стовпчика третьої стрічки. Рухаючись униз, вибираємо цифри 3, 4, 2, 1, 5. Далі продовжуємо вибирати цифри для останнього

повторення повторення — з 8-го стовпчика і десятої стрічки, рухаючись униз — 2, 5, 3, 4 і 1. Всі ці номери заносимо на схематичний план, де кожний номер означає конкретний зміст варіанта згідно із схемою досліду.

Як уже зазначалося, основна вимога до методу неповної рендомізації полягає в тому, щоб забезпечити мінімальне варіювання родючості ґрунту всередині повторень. Для цього воно має бути невеликим за розміром, що забезпечується незначною кількістю варіантів і невеликим розміром кожної дослідної ділянки.

Повторення

I

II

III

5	1	4	2	3	2	5	1	3	4	3	4	2	1	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 1. Випадкове розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях

Повна рендомізація — випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках досліду без попереднього "виділення повторень". Метод застосовують, коли індивідуальне варіювання росту і врожайності рослин перевищує варіювання родючості ґрунту, що найчастіше трапляється у дослідях з багаторічними культурами. Другою умовою для методу повної рендомізації є мала кількість варіантів, повторностей і невеликий розмір дослідних ділянок (коли площа всього досліду мала).

Щоб застосувати цей метод, готують стільки жеребків, скільки ділянок у досліді. Якщо цим методом потрібно закласти дослід із трьох варіантів ($l = 3$) в чотирьох повторностях ($p = 4$), то готують 12 жеребків ($N=l \cdot p=3 \cdot 4=12$). На чотирьох жеребках ставлять число 1, на наступних чотирьох - 2 і на останніх - 3. Жеребки змішують і витягують, ставлячи на схематичному плані підряд номери витя-

гнутих жеребків. Отже, не в кожному з чотирьох стовпців є всі три варіанти. Якщо якогось варіанта немає в першому стовпці, то він частіше може траплятися в інших.

На видовженому масиві таким методом варіанти розміщують в один ярус.

Метод повної рендомізації порівняно з іншими методами має такі переваги:

- 1) критерій Фішера набуває найбільшого значення, що підвищує статистичну достовірність досліду;
- 2) дуже просто визначається варіювання між ділянками однойменних варіантів — обчисленням стандартної похибки;
- 3) максимально збільшується число ступенів свободи для залишкового розсіювання, що сприяє підвищенню точності досліду.

2	1	3	3
1	3	1	2
2	1	3	2

Рис. 2. Розміщення трьох варіантів досліду у чотирьох повторностях методом повної рендомізації в трьох ярусах.

1.2. Систематичний метод розміщення

Систематичний метод вимагає розміщувати варіанти у такій послідовності, як вони записані у схемі досліду. Тому цей метод іноді називають ще послідовним. Його різновидностями є одноярусне, дво- та багатоярусне розміщення. Це найпростіший метод розміщення ділянок, але його можна використовувати на земельних масивах з рівномірною родючістю ґрунту на всій площі.

Повторення

I

II

III

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 3. Систематичне розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях в один ярус

Повторення

I повторення

II повторення

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Рис. 4. Систематичне розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях у два яруси

1	2	3	4	5
2	3	4	5	1
3	4	5	1	2
4	5	1	2	3

Рис. 5. Систематичне розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях у чотири яруси

1.3. Стандартний метод розміщення

Стандартний метод — це розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним чи між двома дослідними варіантами. Метод дуже ефективний, якщо родючість ґрунту значно варіює, що характерно для ґрунтів Полісся.

При різкій зміні родючості ґрунту стандарт розміщують через один дослідний варіант і таке розміщення варіантів називається ямб-методом.

При цьому стандарт займає половину площі досліду, що при її обмеженості є одним з недоліків методу. При дещо меншій строкатості поля за родючістю 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 сортови-пробуванні, де вони і були вперше рекомендовані. Однією з умов застосування цього методу є необмежена площа для досліду або коли розмір дослідних ділянок малий чи для вивчення сорту не вистачає насіння нових сортів. Чергування дослідних варіантів при цьому може бути не послідовним, а випадковим, що підвищує ефективність стандартного методу.

	I повторення					II повторення					III повторення							
Ст	1	Ст	2	Ст	3	Ст	2	Ст	1	Ст	3	Ст	3	Ст	2	Ст	1	Ст

Рис. 6. Розміщення трьох дослідних сортів і стандарту ямб-методом

	I повторення				II повторення				III повторення									
Ст	1	2	Ст	3	4	Ст	1	2	Ст	2	3	Ст	1	2	Ст	3	4	Ст

Рис. 6. Розміщення чотирьох дослідних сортів і стандарту дактиль методом

2 . Методи розміщення дослідних ділянок

Залежно від напрямку зміни родючості ґрунту дослідні ділянки можна розмістити методом латинського квадрату, латинські прямокутника і розщеплених ділянок.

2.1. Латинський квадрат

Латинський квадрат — так розміщують ділянки, щоб у кожній стрічці і кожному стовпчику були всі варіанти відповідно до ос досліді і жоден з них не повторювався.

Метод латинського квадрата доцільно застосовувати в умовах де родючість ґрунту змінюється у двох взаємно перпендикулярні напрямках. Наприклад, в одному напрямі - вздовж схилу, а в протилежному - від лісосмуги чи ґрунтової дороги. Дослідні ділянки можуть бути квадратної або прямокутної форми. При цьому кількість повторень завжди має дорівнювати кількості варіантів, бути не менше чотирьох і не більше восьми. При меншій кількості варіантів набагато знижується точність досліді. При кількості варіантів більше восьми треба мати таку саму кількість повторностей, це збільшує кількість ділянок у досліді, а звідси і об'єм досліджень. Чотири варіанти.

Іноді у латинському квадраті варіанти розміщують не випадково, а за певною системою.

Якщо родючість ґрунту у взаємно перпендикулярних напрямках буде змінюватися систематично, тобто закономірно, то така зміна може збігатися із систематичним розміщенням варіантів у латинському квадраті. При цьому буде порушуватися правило єдиної логічної різниці. Щоб запобігти цьому, варіанти треба розмішувати лише випадково (рендомізовано).

2.2. Латинський прямокутник

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 відображує зміну родючості ґрунту у трьох напрямках — взаємно перпендикулярних і по діагоналі.

2.3. Метод рендомізованих розщеплених ділянок

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

В агротехнічних дослідах факторами першого порядку краще брати ті, які в агрозаходах виконуються першими.

Багатофакторні дослідження можна розмішувати не лише методом розщеплених ділянок, а також методом рендомізованих повторень, але щоб у межах кожного повторення були всі варіанти відповідно до схеми дослідження.

Лекція 7

Тема: Закладка і проведення польового дослідю

План

1. Розбивка дослідної ділянки.
2. Польові роботи на дослідній ділянці.
3. Облік врожаю.
4. Первинна обробка результатів експерименту.

1. Розбивка дослідної ділянки

Найважливішою умовою отримання точних даних експерименту є 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 дослідю, 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, репери.

Розбивку ділянки починають з нанесення загального контуру дослідю 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 дослідю 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 способів 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. Польові роботи на дослідній ділянці

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 дослідів. 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.

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 також повинні бути просіяними і подрібненими. Механізоване внесення добрив можливе лише на ділянках витягнутої форми і площею не менше 500 кв. м. 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 розподіли-

ти рівномірно, а якщо добрив нестача на якійсь частині ділянки, то вона вважається зіпсованою. Мінеральні добрива бажано вносити в безвітряну погоду.

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.

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.

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 заглушивши один сошник.

В досліджах 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. Облік врожаю

За декілька днів до збирання ділянки оглядають, якщо треба роблять виключки. Урожай з захисних смуг збирають раніше. Підставами для виключки є: по-

шкодження зроблені стихією, потрапили худобою, гризунами, помилки при закладці і проведенні досліду. Якщо пошкоджено більше ніж половина ділянки то її вибраковуюють повністю. Але в будь-якому випадку виключки і браковка не бажані, оскільки вони викривлюють результати експерименту. Дуже важливий режим роботи збирального агрегату, його простій між збиранням суміжних ділянок.

Урожай обов'язково перераховують на стандартну вологість і 100% чистоту, для чого відбирають середню пробу не менш 1 кг.

$$X = \frac{Y(100 - B)(100 - C)}{(100 - B_1) \times 100}, \text{ ДЕ:}$$

X – урожай зерна при 14% вологості, Y – урожай без поправки на вологість, B – вологість зерна при зважуванні, B₁ – стандартна вологість, C – засміченість.

Якщо збирають вручну, то до кожного снопа кріпляться дерев'яні етикетки, де вказують дослід, сорт, варіант, номери ділянки і повторення, кількість снопів з ділянки. Після висушування снопи негайно вимолочують.

Для кукурудзи урожай перераховують за формулою:

$$X = \text{УП} \times (100 - B) : 8600, \text{ ДЕ:}$$

X – урожай зерна при 14% вологості, Y – урожай качанів в повній і восковій стиглості, П – вихід зерна від урожаю качанів (%), B – фактична вологість зерна, 8600 – коефіцієнт перерахунку врожаю качанів до урожаю зерна при 14% вологості.

Облік врожаю просапних культур здійснюють суцільним методом, проводячи зважування прямо в полі. Якщо має місце велика засміченість то тоді треба відібрати проби 10–15 кг для визначення кількості прилиплого ґрунту. Ці ж проби можна використовувати і для якісної оцінки врожаю.

З соняшника після обмолоту корзинок збирають в окремі мішечки проби вагою 300 г. для визначення вологості і засміченості. Врожай приводять до 12% чистоти і 100% вологості за тією ж формулою, що і для зернових культур.

Врожай багаторічних трав проводять суцільним методом. Зважують або зелену масу або сіно. Врожай приводять до 16% вологості:

$$X = Y(100 - B) : 84$$

При оцінці врожаю кукурудзи на силос зважування проводять негайно. Для визначення долі листя, стебел, початків беруть 10–20 рослин і розбирають за цими компонентами.

Встановлено, що в посівах картоплі та цукрового буряка випадання поодиноких рослин задовго до збирання збільшує продуктивність сусідніх на 20–50%. Тому застосовують різні методи поправки. Поправки не проводять при 4% випаданні, 4–20% проводять і більше 20% бракують всю ділянку. Найнадійнішим методом поправок є підрахування порожніх місць і видалення суміжних рослин. Краєві рослини не видаляють біля порожніх місць, якщо воно утворилися перед збиранням врожаю. Фактичну площу розраховують за формулою:

$$S = (P - H)П,$$

де P – розрахункове число рослин на ділянці, H – число рослин, яких не достає, $П$ – площа живлення однієї рослини.

При рівномірному випаданні допускається, що половина площі порожніх місць використовується сусідніми рослинами і компенсується їх підвищеним врожаєм. Тому в розрахунок іде також частина рослин, які випали:

$$Y = \frac{AP}{P - 0,5H},$$

де A – фактичний врожай з ділянки, P – розрахункова кількість рослин на ділянці, H – кількість рослин, які відсутні.

За іншим способом:

$$Y = (A + Px) / 2;$$

Де x – середня фактична маса однієї рослини.

4. Первинна обробка результатів експерименту

Складові частини обробки даних:

- агрономічний аналіз обробки даних;

- первинна цифрова обробка;
- статистична оцінка даних експерименту.

Агрономічний аналіз полягає у співставленні фактичної методики проведення дослідів, з тією що передбачена вимогами, критичному огляді даних про врожай, вивільнення даних від різних неточностей. Досліди з грубим порушенням методики, помилками, не представляють цінності і не можуть служити для презентації результатів експерименту. тому їх бракують.

Первинна цифрова обробка даних польового експерименту включає:

- перерахунок з ділянки на врожай з 1 га;
- зведення до стандартної вологості;
- складання таблиці врожаю – визначення сум врожаїв варіантів, повторень, загальної суми, визначення середньої урожайності.

При складанні цієї таблиці користуються принципом, що основна маса цифр повинна бути трьохзначною. Якщо з обліку випадає якась з ділянок, то вираховують най вірогідніший для неї урожай.

Якщо необхідно порівняти культури різні за товарною продукцією (волокно, зерно, коренеплоди) то їх переводять в ціновий вигляд, кормові одиниці, тощо. Так, наприклад, можна оцінювати сівозміни.

В кожному числі потрібно брати стільки значущих цифр, щоб сумнівним був останній знак.

Правила округлення цифр: якщо цифра, що відкидається менше 5, то остання збережена цифра не змінюється; якщо перед округленням за значащою цифрою стоїть 5, то останню цифру збільшують на 1, якщо вона непарна і залишають незмінною, якщо вона дорівнює 0 або парна.

Статистична обробка повинна проводитися адекватно до проведеного дослідіду і незважаючи на існування ПК повинна глибоко розумітися дослідником.

Лекція 8

Тема: Документація і звітність в науково-дослідній роботі

План

1. Первинна документація
2. Основна документація

1. Первинна документація

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 досліджу

План розміщення досліджу в натурі

Площа дослідної ділянки

Площа облікової ділянки

Повторність

Загальне число ділянок в досліді

Площа досліджу.

Історія дослідної ділянки

Ґрунт, рельєф і мікрорельєф, напрям схилу

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

Агрохімічна характеристика ґрунту перед закладкою досліджу

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

Журнал досліджу 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 досліджу. На плані вказують розмір досліджу, 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 дослідження готують свій журнал. В довготривалих дослідженнях 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.

2. Основна документація

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.

Лекція 9

Тема: Планування польового досліджу, спостережень та обліків

План

1. Планування польового експерименту
2. Однофакторні і багатофакторні польові досліджу
3. Багатофакторні стаціонарні досліджу
4. Планування методики експерименту
5. Планування спостережень і обліків

1. Планування польового експерименту

Планування експерименту вперше було здійснене Р.Фішером, автором методу дисперсійного аналізу. Планування включає декілька етапів:

- вибір теми, формулювання завдання і визначення об'єкту досліджень;
- аналіз стану вивченості питання;
- формулювання робочої гіпотези;
- розробка схеми і методики експерименту.

Градацією фактора є його доза.

Кроком експерименту називають різницю між двома градаціями. І градацію і крок експерименту потрібно підбирати особливо уважно. Якщо крок експерименту надто великий, то є небезпека втратити точку максимуму. Якщо ж крок надто малий, то це призведе до значного зростання площі досліджу, що може суттєво вплинути на його точність.

Параметром досліджу є реакція об'єкту на фактор або фактори. Параметрами можуть бути урожайність або будь-які інші господарсько-цінні ознаки. Головними вимогами до параметрів є їх вимірюваність і фізичний зміст.

Вимоги, які висуваються до фактору:

- мають бути регульованими (دوزи препарату, норми поливу, глибина посіву, тощо);

- фактор повинен вимірюватися з досить високою точністю;
- поєднання декількох факторів;
- фактори не повинні залежати один від одного.

Дослід потрібно правильно змоделювати математично, щоб для обробки його результатів можна було застосувати конкретний метод статистичного аналізу.

2. Однофакторні і багатфакторні польові дослід.

Однофакторні дослід. Варіанти цього дослід можуть відрізнятися кількісно, якщо досліджують норми і дози препаратів або глибину обробки ґрунту, і якісно, коли порівнюються сорти чи способи поливу, обробки ґрунту. За контроль береться типова технологія вирощування або ж контроль може бути абсолютним (тільки природний фон).

При плануванні багатфакторних дослідів планують повні факторіальні схеми і неповні факторіальні схеми. ПФЕ включає всі поєднання факторів і градацій. Кількість варіантів дослід визначають за формулою M^n , де в основі стоїть кількість градацій, а в степені кількість факторів.

ПФЕ має переваги перед однофакторним дослідом:

- 1) дані дослід покажуть вплив кожного фактору в умовах дії іншого;
- 2) практичні рекомендації будуть достовірнішими;
- 3) якщо фактори не взаємодіють, то кожен з них оцінюється окремо.

Навіть трифакторний дослід важко розмістити територіально, оскільки як видно з формули хоча б при трьох градаціях буде вже 9 варіантів, якщо ж ввести принаймні 3-кратну повторність, то кількість ділянок буде дорівнювати 27. Тому планують неповні факторіальні схеми.

3. Багатфакторні стаціонарні дослід

На першому етапі планування таких дослідів розробляють його повну схему, а на другому – методику розгортання у просторі і часі. Такі дослід використовують

при роботі з багаторічними культурами або при оцінці сівозмін, систем удобрення або обробки ґрунту.

4. Планування методики експерименту

Необхідно врахувати залежно від мети експерименту форму, розмір, напрям розміщення ділянки, повторність, систему розміщення повторень. Необхідно врахувати, що всі роботи і особливо збір і облік врожаю повинні провести в стислі строки. При розміщенні досліду слід дотримуватися одного правила: ділянки довгою стороною слід розмістити в тому напрямі, в якому змінюється родючість ґрунту. Виняток становлять лише дослідження з вивчення ерозії ґрунтів.

5. Планування спостережень і обліків

При плануванні досліджень необхідно врахувати такі моменти:

- 1) які спостереження, обліки і аналізи включити в програму, не потрібно включати в програму всі спостереження, цілеспрямованість – головна вимога;
- 2) встановити строки спостережень, які залежать від мети досліджень і технічних можливостей;
- 3) встановити оптимальний обсяг вибірок;
- 4) забезпечити репрезентативність вибірок.

Лекція 10

Тема: Польові дослідження із захисту ґрунтів від ерозій та дослідження з використанням добрив

План

1. Дослідження із захисту ґрунтів від водної ерозії
2. Дослідження із захисту ґрунтів від вітрової ерозії
3. Дослідження на полях, які захищені лісосмугами
4. Схеми досліджень з використанням добрив
5. Планування досліджень з використанням добрив

Складність проблеми вивчення ерозії полягає в ступінь і характер прояву ерозійних процесів сильно варіюють від об'єму і інтенсивності стоку води, швидкості вітру, метеорологічними умовами. Тому дослідження треба проводити протягом 6–8 років. Іншою проблемою є розміщення дослідів на великих площах. Це дозволяє отримати об'єктивну інформацію про процес, виключає вплив крайових ефектів, суміжних варіантів.

1. Дослідження із захисту ґрунтів від водної ерозії

Найточнішими показниками інтенсивності ерозійних процесів є втрати води і ґрунту в стоку та змиву. Для їх встановлення створюють стокові майданчики, обладнані спеціальними вимірювальними приладами. Це невеликий водозбір – схил, ізольований металічними або дерев'яними бортиками. Найпоширенішими є стокові майданчики з земляними гребнями висотою 25–30 см, шириною внизу 50–60 і вгорі 20–25 см. такі гребні не заважають проведенню агротехнічних заходів і після робіт їх поновлюють. Внизу стокового майданчика роблять металічний водозбірний лоток. Його також можна зробити і дерев'яний або з іншого матеріалу. З лотка стік через трубу потрапляє в мірний бак. Стокові майданчики обладнують восени

на варіантах досліду. Розмір і кількість стокових майданчиків залежать від мети експерименту, протяжності схилу, технічних можливостей. Іноді їх розміщують в декілька рядів, щоб встановити диференційованість змиву на різних ділянках схилу.

Обладнання, спостереження, облік змитого матеріалу вимагає значних матеріальних і трудових затрат, тому їх кількість обмежують 12–16, розміщуючи їх на контрастних варіантах в двох повторностях. Двохкратна повторність спостережень за рідким і твердим матеріалом дозволяє використовувати різні методи статистичного аналізу: дисперсійний, кореляційний. Розміри стокових майданчиків 100–150м × 10–20м. Довгою стороною орієнтують вздовж схилу в напрямі основних ліній схилу. Мінімальна площа стокових майданчиків повинна бути не менше 1000 кв. м. Обов'язковою вимогою є проведення обробки ґрунту поперек схилу з розворотом агрегатів на захисних смугах шириною 8–10м. Також необхідно зробити бокові 4–5 метрові захисні смуги. Таким чином, для проведення досліджень з водної ерозії площа ділянки повинна бути близько 2000 кв. м. Тому особливо важливо правильно спланувати експеримент, технічно оснастити.

Ділянку вибирають на односторонньому схилі. Залежно від мети експерименту ділянка може розміщуватися по всій довжині схилу або на найхарактернішій його частині. Загальна площа експерименту повинна відповідати технічним можливостям експериментатора, оскільки необхідно забезпечити високу якість агротехнічних заходів. Оптимальними розмірами є 4–6 га.

Повторення розміщують суцільним або розкидним способом (якщо є ділянки з глибокими балками чи крутосхилами). Оптимальною кількістю варіантів є 4–5 з рендомізованим повторенням. Для того щоб дати правильні рекомендації виробництву дослід треба проводити з такою диференційованістю, яка б дозволила повністю оцінити дію і взаємодію протиерозійних заходів. Тому закладку дослідів проводять методом розщеплених ділянок з рендомізованим розміщенням варіантів.

Повторність дослідів повинна бути 3–4 кратною. Якщо кількість варіантів велика, то повторність може бути двохкратною. Якщо поряд з дослідженням ерозійних процесів проводять дослідження впливу добрив чи іншого фактору, то проводять двох факторний експеримент. Фонові варіанти закладають в 2–3 кратній повторності, а варіанти другого порядку в 4–6 кратній.

Важливим аспектом є дослідження ливневих стоків. Їх проводять або досліджуючи природні ливні або моделюючи їх за допомогою дощових установок, які здатні утворювати краплі діаметром 3–4 мм і висоту падіння 3–4 м. При штучному дощуванні розмір ділянок, як правило, 0,5–50 м.

Дію дощових крапель визначають за допомогою чашок Еллісона. Це металеві циліндри діаметром 77 мм і висотою 50 мм, до нижньої частини яких прикріплюється металева сітка. на стокових майданчиках маса змитого ґрунту визначається за формулою:

$$M = \frac{O \cdot M_1}{O_1},$$

де O – об'єм ґрунту і води в посудині, M_1 – маса сухого ґрунту в посудині, O_1 – об'єм зразка, взятого для фільтрування

інтенсивність змиву ґрунту вимірюють за допомогою шпильок, на яких відкладені міліметрові поділки.

2. Досліди із захисту ґрунтів від вітрової ерозії

При дослідженні вітрової ерозії характерними особливостями дослідів є:

- *стаціонарність і тривалість (6–8 і більше років);*
- *більша площа ділянок;*
- *орієнтація дослідів вздовж і посів поперек пануючих вітрів.*

Площа і форма ділянок повинні запобігати крайовим ефектам. На практиці площа дослідів варіює від 500 кв. м. до 1 га, а на виробництві – 0,5–2га. форма ділянки прямокутна із співвідношенням сторін 1:4 або квадратна. Ширина ділянки не менше 30 м. Якщо є лісосмуга, то ділянку орієнтують перпендикулярно до неї,

або на відстані не менш ніж 20-кратна висота насаджень. Однофакторні досліді закладають в 5–6 кратній повторності рендомізовано, а для попередніх і розвідувальних посівів повторність повинна бути 2–3 кратною. Досліді однофакторні, 2–3 факторні розміщують методом рендомізованих повторень. Багатофакторні досліді закладають методом розщеплених ділянок в 3–4 кратній повторності. Щоб звести до мінімуму вплив інших факторів ділянки розміщують методами латинського квадрату і латинського прямокутника.

Облік врожаю проводять суцільно, вибірковий метод недопустимий.

Необхідно врахувати стислі строки проведення агротехнічних заходів, тому не потрібно без потреби збільшувати площу ділянки.

3. Досліді на полях, які захищені лісосмугами

Особливістю міжсмугового простору є зональність дії лісосмуг на силу і швидкість вітру:

1. Завітряна зона дорівнює 10-кратній висоті лісосмуги і займає простір від краю смуги до краю снігового шлейфу.
2. Центральна зона – 10–15-кратна висот.
3. Навітряна зона не перевищує 5-кратну висоту смуги.
4. Контрольна зона займає простір між центральною і навітряною зоною. Її виділяють на полях, де відстань між лісосмугами 30–35 висоти.

З зональністю міжсмугового простору корелюють швидкість вітру, вологість, температура повітря і ґрунту. Тому необхідно оцінювати урожай диференційовано до кожної зони. Площу і форму ділянки встановлюють згідно методики, враховуючи особливості варіювання родючості ґрунту, мету і завдання експерименту. Повторність 4–6 кратна. Метод рендомізованих повторень, кожену ділянку, яка охоплює всі зони ділять на субділянки. Всі спостереження і обліки проводять в кожній зоні. Необхідно враховувати, що стиглість ґрунту і врожаю також диференційована зонально.

Ширина захисних смуг 8–10 м.

Найпростіший за конструкцією уловлювач-кювета є довгий ящик, який закупають так, щоб його краї розміщувалися на рівні поверхні ґрунту. Довгим боком його орієнтують поперек панівних вітрів. Кількість знесеного ґрунту визначають за формулою:

$$X=10A/\Pi,$$

де А – маса ґрунту в уловлювачі, Π – площа поперечного розрізу уловлювача.

Простішим методом є стрижневий, коли дротяні стрижні з нанесеними позначками встромляють у ґрунт.

4. Схеми дослідів з використанням добрив

Ефективність використання добрив можна досліджувати в кількох напрямках: дію окремих елементів мінерального живлення у різних співвідношеннях під культуру, систем удобрення, строків і способів внесення добрив. За контроль беруть рекомендовану у певній зоні норму внесення. Загальна схема дослідів може мати вигляд:

1. рекомендована норма
2. $\frac{1}{2}$ рекомендованої норми
3. $\frac{3}{4}$
4. $\frac{5}{4}$
5. $\frac{6}{4}$
6. $\frac{7}{4}$
7. подвійна рекомендована доза

При внесенні якогось певного виду добрив, фоном можуть бути інші добрива, наприклад фосфорно-калійні для азотних і т. д. Якщо планується дослідити вплив добрив у сівозміні, то треба закладати двохфакторний дослід, де другим фактором виступають самі культури. Якщо досліджують способи і строки внесення добрив то схема може бути такою:

- 1) всі елементи живлення внесені під основний обробіток ґрунту;

- 2) під передпосівний;
- 3) РК під основний обробіток ґрунту, азот – під передпосівний;
- 4) РК під основний обробіток, а азотні під час сівби та 1–3 рази за вегетацію.

Якщо планують визначити ефективність органічних добрив чи органо-мінеральної системи удобрення, то закладають стаціонарні досліді. Вид схеми дослідження може бути таким:

- 1) рекомендована доза для простого відтворення гумусу;
- 2) половина цієї дози, а решта внесенням мін. добрив;
- 3) замість органіки вносять мінеральне добриво;
- 4) рекомендована доза для розширеного відтворення гумусу;
- 5) варіант 2 + варіант 4;
- 6) варіант 3 + варіант 4.

Якщо досліджують дію різних форм органічних добрив, то схема досліді може бути такою:

- 1) напівперепрілий гній (к);
- 2) гноївка;
- 3) пташиний послід;
- 4) торф;
- 5) торфо-земляні компости;
- 6) солома;
- 7) сидерати;
- 8) сапропель.

З мінеральними добривами також проводять експерименти стосовно впливу їх форм на врожайність окремих культур. Якщо вивчають мікроелементи, то найпростішою схемою досліді буде, наприклад така:

- 1) бор;
- 2) марганець;

- 3) цинк;
- 4) кобальт і т.д.

Аналогічно проводять дослід з вивчення бактеріальних препаратів.

5. Планування досліджень з використанням добрив

Обов'язково планується вивчення умов живлення рослин в основні періоди їх росту і розвитку. При цьому визначають забезпеченість рослин азотом, рухомими формами фосфору та калію. Проводять балансові розрахунки поживних речовин. У дослідях з мін.добривами проводять визначення кислотності ґрунту, оскільки більшість з них її підвищують. Такі обстеження проводять і при дослідженнях орг.добрив, оскільки їх використовують для нормалізації кислотності ґрунту.

Обов'язковими також є визначення інтенсивності життєдіяльності мікроорганізмів (оцінюють за швидкістю розкладу клітковини, нітрифікаційною здатністю); зміни гумусованості прикореневого шару; переміщення нітратів; розподілу по профілю основних елементів живлення; вміст важких металів у ґрунті.

Крім біометричних показників, залежно від культури враховують стан перезимівлі, стійкість рослин до вилягання, забур'яненість посівів, якісні показники продукції.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбатенко І. Ю. Основи наукових досліджень / І. Ю. Горбатенко. – К. : Вища школа, 2001. – 92 с.
2. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – К. : Нічлава, 2003. – 320 с.
3. Дідора В. Г. Методика наукових досліджень в агрономії [текст] : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут. – К. : Центр учбової літератури, 2013. – 264 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 288 с.
5. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень / А. П. Лісовал. – К. : НАУ, 2001. – 247 с.
6. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін.] ; за ред. В. О. Єщенка. – К. : Дія, 2005. – 288 с.
7. Тимошенко І. І. Основи наукових досліджень в агрономії / І. І. Тимошенко, З. М. Майщук, Г. О. Косилович. – Львів : ЛДАУ, 2004. – 111 с.
8. Ушкаренко В. А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В. А. Ушкаренко, А. Я. Скрыпников. – К. : Вища школа, 1988. – 247 с.