

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій
Кафедра землеробства, геодезії та землеустрою

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної
форм здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ

2024

УДК 001.891:631/635

075

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 14 березня 2024 р., протокол № 9.

Укладач:

І. В. Смірнова – доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

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

М. І. Федорчук – д-р с.-г. наук, завідувач кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лекція 1. Завдання курсу по удосконаленню методики польових досліджень.....	5
Лекція 2. Рівні, види та методи наукових досліджень.....	9
Лекція 3. Вимоги до планування і проведення наукових досліджень.....	16
Лекція 4. Основні елементи методики досліджу.....	24
Лекція 5. Види польових дослідів та їх використання.....	29
Лекція 6. Методи розміщення.....	34
Лекція 7. Закладання і проведення польового досліджу.....	42
Лекція 8. Оцінка посівів та облік біометричних показників.....	48
Лекція 9. Облік забур'яненості посівів і засміченості ґрунту органами розмноження бур'янів.....	57
Лекція 10. Збирання і облік врожаю.....	63
Список рекомендованої літератури.....	67

ВСТУП

Ефективність і якість наукової роботи, результативність досліджень в агрономії визначається методичним рівнем планування і постановки польових і лабораторних експериментів та методами проведення статистичної обробки експериментальних даних.

Метою навчальної дисципліни «Основи наукових досліджень» є сформулювати у здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» першого (початкового) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія» систему знань і навичок з методів і організації проведення досліджень у сфері землеробства, рослинництва, агрохімії, фізіології рослин.

Завдання курсу – освоїти і закріпити на практичних заняттях найважливіші розділи дисципліни, в тому числі :

- основні поняття і елементи методики польового досліджу;
- розміщення варіантів у польовому досліді;
- планування польового досліджу;
- техніка закладання та проведення польового досліджу;
- документація та звітність в науково-дослідній роботі;
- математична статистика, емпіричні та теоретичні розподіли;
- розрахунки статистичних характеристик;
- статистичні методи перевірки гіпотез;
- дисперсійний аналіз одно- та багатфакторних дослідів;
- кореляція, регресія, складання рівнянь регресії для лінійної та криволінійної залежностей.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- сутність загальнонаукових і спеціальних методів досліджень в агрономії;
- польовий дослід як основний метод в агрономії, принципи його планування та проведення;
- методику і техніку закладання польового досліджу;
- зміст спостережень у польовому досліді;
- особливості закладання та проведення інших спеціальних методів дослідження в агрономії;
- методику виконання статистичного аналізу експериментальних даних і використання його результатів для їх інтерпретації.

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.

Key words: experience, scheme of experience, frequency, experience options, control option.

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 народного сільськогосподарського досвіду тих часів, коли первісна людина почала вирощувати рослини. Народний досвід у землеробстві тривалий час був єдиним джерелом аграрних знань на Землі і, передавався з покоління в покоління та вдосконалюючись, поступово переростав у дослідну справу.

На Україні значний вплив на розвиток дослідної справи в агрономії мала Києво-Могилянська академія, заснована в 16 ст. У свій час вона готувала висококваліфікованих фахівців, які займали провідні

посади в навчальних закладах Європи. Великий внесок у розвиток наукової агрономії в Києво-Могилянській академії зробив ботанік Іоанікій Галятовський.

Своєрідними зародками наукових дослідних установ стали аптекарські городи, створені в 1721 р. в Україні (м. Лубни). На цих городах поряд з дикорослими вирощували культурні рослини за спеціальною агротехнікою.

Вперше досліди на півдні України заклав М. Ліванов в с. Богоявленське поблизу 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. Школа вчила учнів “премудростям землеробської науки”.

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

На сучасному етапі елементарною одиницею серед наукових установ є наукова лабораторія, яка може бути при кафедрі вузу або при науковому відділі установ. Лабораторія може бути і окремою науковою установою на виробництві, або у складі академії наук. Такими є - лабораторії агрохімії, фізіології рослин, захисту рослин, 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 дослідні з різних питань технології вирощування сільськогосподарських культур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

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

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

Інститут – це установа, що розробляє теоретичні проблеми сільськогосподарського виробництва і практичні рекомендації щодо розвитку певних галузей агрономії. Інститути несуть відповідальність за

рівень наукових досліджень. Науково-технічне керівництво інститутами здійснює Українська академія аграрних наук.

3. Основні поняття. Терміни

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Точність досліду – величина, обернена відносній похибці.

Запитання для самоперевірки:

1. Яка різниця між повторністю і повторенням?
2. Що називають схемою досліду і які варіанти вона включає?
3. За яким статистичним показником оцінюють точність досліду?

Лекція 2

Рівні, види та методи наукових досліджень

План

1. Рівні та види наукових досліджень.
 - 1.1. Рівні наукових досліджень.
 - 1.2. Види наукових досліджень.
2. Методи наукових досліджень.
 - 2.1. Загальнонаукові методи досліджень.
 - 2.2. Спеціальні методи досліджень.

Key words: general scientific methods of researches, special methods of researches, induction, hypothesis, observations.

1. Рівні та види наукових досліджень

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 уявні експерименти, якісні та кількісні.

Всі експерименти є джерелом теоретичних уявлень, а результати є основою для побудови теорій.

На теоретичному рівні досліджень синтезуються знання, формулюються загальні закономірності у певній галузі знань. Теорія - це система узагальнених знань, пояснення певних явищ дійсності, тобто уявлене її відродження і відтворення, у тому числі й експерименту. Саме тому результати експериментів в узагальненому вигляді є частиною певної теорії, а критерієм правильності теорії є експеримент.

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

висновки і раціональні пропозиції для виробництва. Для цього використовують такі форми мислення, як судження та умовивід.

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

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

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.

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.

2. Методи наукових досліджень

2.1. Загальні наукові методи досліджень

Із загальнонаукових методів в агрономії найчастіше застосовують такі: гіпотези, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, інду-

кцію, 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.

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.

Слід зазначити, що експеримент (дослід) є провідним методом агрономічних досліджень разом з висуванням гіпотез та спостереженнями.

Спостереження - цілеспрямоване зосередження уваги дослідника на явищах експерименту або природи, їх кількісна та якісна реєстрація.

Метою спостережень у науковій агрономії є виявлення кращих елементів агротехніки, технологій, сортів, ґрунтів тощо, які сприяють підвищенню врожаю та поліпшенню його якості.

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

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

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

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

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

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

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

Узагальнення - метод, за допомогою якого уявно переходять від окремих фактів, явищ та процесів до ототожнювання у думках або від одного поняття, судження до більш загального. Спочатку узагальнюють результати досліджень для кожного повторення, потім для всього дослідження, конкретного господарства, а далі для всіх господарств, що розміщуються в аналогічних ґрунтово-кліматичних умовах, для певних культур, сортів 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. Кожен з них можна використовувати у взаємозв'язку з іншими спеціальними та загальнонауковими методами.

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

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

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

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

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

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

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.

Вегетаційно-польовий метод - дослідження рослин безпосередньо у полі в металевих посудинах без дна (у циліндрах). Цей метод є проміжним між вегетаційним і польовим.

ґрунт у циліндрах відокремлений від ґрунту поля лише збоку, а знизу він контактує з ним або підґрунтям на досліджуваній площі. Такі циліндри можна установлювати не лише на спеціально підготовлених площах, а й безпосередньо у полях сівозмін, де вирощують певні культури на різних агрофонах, на ґрунтах неоднакового типу, на площах з різною експозицією та крутизною схилів тощо.

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

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

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

Польовий метод дослідження - це проведення польових дослідів (експериментів). Він є основним методом наукової агрономії, бо

саме за його допомогою пов'язуються теоретичні дослідження з практичними: на основі його даних розробляються рекомендації агрозаходів, технологій і сортів для сільськогосподарського виробництва.

Основним завдання польового методу - виявлення достовірних різниць між варіантами досліду, кількісна оцінка впливу факторів життя на врожайність рослин та якість продукції.

Майже всі наукові проблеми агрономічної науки вирішуються за допомогою польового методу досліджень. Хоч польовий метод і є основним у науковій агрономії, його не можна протиставляти іншим спеціальним та загальнонауковим методам. Ефективність цього методу значною мірою збільшується при поєднанні з іншими методами, вибір яких визначається програмою досліджень.

Експедиційний метод досліджень застосовують для вивчення і узагальнення агрономічних питань безпосередньо у виробництві за допомогою обстежень полів і посівів культур, які на них вирощують. Метою експедиційних обстежень є з'ясування причин вилягання хлібів; загибель озимих та багаторічних трав; дослідження умов вирощування високих та низьких урожаїв в окремих господарствах, у районі чи області; вивчення причин погіршення або поліпшення якості продукції; дослідження вмісту у продукції пестицидів, радіонуклідів та нітратів, які перевищують допустимі норми.

Запитання для самоперевірки:

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

Лекція 3

Тема: Вимоги до планування і проведення наукових досліджень

План

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

Key words: the rule of expediency, typicality of experience, reliability of experience, accuracy, the accompanying indicators.

1. Вимоги до досліджу

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

- 1) дотримання принципу єдиної логічної відміни;
- 2) додержання правила доцільності;
- 3) типовість досліджу;
- 4) придатність мов для проведення будь-якого досліджу;
- 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 досліджу. 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 відрізнятись лише густотою посівів, а всі інші елементи агротехніки (попередник, удобрення, обробіток ґрунту, строк, глибина і спосіб сівби, догляд за посівами, строки і способи збирання) повинні залишатись однаковими. Лише за таких умов можна вичленити вплив густоти посіву на їх продуктивність.

Правило доцільності. Як відомо, серед сортів пшениці озимої та інших зернових колосових культур є стійкі і нестійкі до вилягання

сорти. Перші не вилягають навіть на високих фонах, а другі - навпаки. І особливо це спостерігається в роки з великою кількістю атмосферних опадів під час колосіння рослин. Порівнювати такі сорти однакових умовах родючості ґрунту недоцільно.

Як відомо, різні сорти зернових колосових культур мають різну куцистість. 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 куцання потрібно висівати з меншою нормою, ніж сорти, які характеризуються нижчою куцистістю. Ці вимоги зумовлені правилом доцільності.

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

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

Для кожної ґрунтово-кліматичної зони підбирають відповідні культури з певним їх співвідношенням у структурі посівних площ. Дослідів проводять у типових сівозмінах, які прийняті для даної зони. Так, із багаторічних трав у Степу вирощують переважно люцерну, а в Поліссі - конюшину; із технічних культур у Степу - соняшник, у Лісостепу - цукрові буряки, в Поліссі - льон.

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

Придатність умов для дослідів. 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 дослідів, за рік до його проведення були внесені азотно-фосфорно-калійні добрива із розрахунку 180 кг на 1 га кожного елемента. Чи придатна така площа для дослідів? 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 ора-лась на глибину 32 см. На фоні такої глибини оранки виявити ефек-тивність значно меншої глибини буде неможливо, тому виділена зе-мельна площа для даного досліду є непридатною.

Відтворення результатів досліду. За цією вимогою дослідник, повторюючи дослід на певну тему за аналогічною методикою і в іде-нтичних умовах, мусить отримати результати, аналогічні тим, які бу-ли одержані у попередньому досліді. Таке відтворення результатів надзвичайно важливе насамперед для перевірки достовірності одер-жаних раніше даних. Щоб досліді можна було відтворити в аналогіч-них умовах, дослідник мусить детально описувати всі необхідні умо-ви проведення досліду.

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

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

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

2. Засоби підвищення достовірності дослідів

Більшість дослідів, які проводять у землеробстві, є польовими. Основні умови проведення досліду - клімат, погодні умови і ґрунт - можуть змінюватися у часі і просторі. Різний клімат у Степу, Лісос-

тепу і Поліссі зумовлює вибір не тільки культур у досліді, а й їх сортів. Найбільш мінливими є погодні умови, елементи яких (атмосферні опади, температура і вологість повітря, кількість сонячних і похмурих днів, сила вітру та ін.) значною мірою змінюються у просторі і особливо у часі. Якщо дослід займає велику площу, трапляється, що дощ проходить смугою, випадаючи лише на частині площі. Це звичайно ускладнює порівняння варіантів і призводить до зниження достовірності дослідів. Навіть на невеликих схилах температура і вологість повітря на всій довжині схилу ніколи не буває однаковою, що призводить до того, що досліджувана культура перебуває в різних погодних умовах навіть у межах одного невеликого за розмірами дослідів.

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

Різними врожайми 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.

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.

3. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід

Перед вибором земельної площі для дослідів визначають її розміри арифметичним розрахунком. Згідно з завданням і видом дослідів попередньо визначають загальний розмір і форму дослідної ділянки. Наприклад, вона повинна мати форму 4 x 25 м, а площа її становити 100 м². У досліді планується 6 варіантів і 4 повторності із загальною кількістю ділянок 6 x 4 = 24. Ці 24 ділянки займатимуть площу 100 x 24 = 2400 м², а з урахуванням доріг і захисних смуг навколо дослідів загальна площа повинна бути значно більшою.

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

Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі. При виборі площі для дослідів виходять з програми досліджень і комплексу природних умов та біологічних потреб рослин. Рельєф, крутизна схилу, його експозиція, ґрунт, підґрунтя та рівень залягання ґрунтових вод у досліді мають бути ідентичними тим умовам, у яких вирощують дос-

ліджувану культуру в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, області, районі. У досліді потрібно додержуватись виробничої типовості дослідіду.

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

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

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

З книги історії полів довідуються, де, коли, які і якими нормами вносили добрива, зокрема органічні, які значною мірою впливають на зміну родючості ґрунту. Норми добрив, їх форми, строки і способи внесення у попередні роки повинні бути однаковими на всій площі майбутнього дослідіду. 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 дослідіду. 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 дослідіжень і в більшості випадків рівнинним, тому що навіть на схилах крутизною до 2° експозиція може впливати на ріст і врожайність дослідіжуваних рослин через неоднакову температуру в різних місцях дослідіду. 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 насінням за умови однакової агротехніки на всій площі майбутнього досліду перед його закладанням. Виявляють варіювання родючості ґрунту за допомогою обліку врожайності на окремих діляночках, виділених на посіві. Як правило, ці посіви застосовують у наукових та навчальних закладах перед закладанням стаціонарних дослідів. Важливими питаннями рекогносцирувальних посівів є добір рослин, догляд за ними, підготовка до збирання врожаю і його збирання та складання плану рекогносцирувального посіву.

Найчастіше для таких посівів використовують ярі культури звичайного рядкового способу сівби. Озимі використовувати не слід, бо

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

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

Запитання для самоперевірки:

1. Для чого вивчати історію поля перед закладанням дослідів?
2. Що являють собою вирівнювальні та рекогносцирувальні посіви і для чого вони використовуються?
3. Яка суть правила доцільності?

Лекція 4

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.

Key words: skilled site, frequency kontroly, protective strips, frequency, repetition.

1. Кількість варіантів та контролів у досліді

Варіанти досліджу можуть бути кількісними (دوزи добрив, норми зрошення, площа живлення, глибина оранки тощо) і якісними (сорти 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.

У схемі досліджу може бути кілька контролів. У досліджах 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 досліджу, а також з варіантом без пестицидів.

Якщо кількість варіантів досліджу 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 розмежують 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 дослідах із соняшником ширина облікової ділянки визначається кількістю рядків, які захвачуються при збиранні зерновими комбайнами з відповідними приставками. Переважно такими комбайнами збирають за один прохід урожай з 6 рядків з шириною міжрядь 70 см. Звідси ширина облікової ділянки може становити в більшості випадків 4,2 м.

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

У дослідах 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 дослідах, 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 сумі-

жні варіанти дуже впливають на одного або коли ділянки в досліді розмішуються методом латинського квадрату, про що мова буде йти нижче.

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

Ефективність видовжених ділянок підвищується у тих випадках, якщо вони довгою стороною орієнтуються вздовж основне напрямку варіювання родючості ґрунту. Таке варіювання відбувається, як правило, у напрямі схилу, тому дослідні ділянки довгою стороною орієнтують зверху донизу.

Земельна площа 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 дослід. Є те багато факторів, що впливають на вибір повторності. До них, зокрема, належить ступінь подовженості ділянки по відношенню до її ширини.

Вважається, що довгі ділянки забезпечують вищу точність дослід, 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.

Запитання для самоперевірки:

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

Лекція 5

Тема: Види польових дослідів та їх використання

План

1. Класифікація польових дослідів.
 - 1.1. Досліди за місцем проведення.
 - 1.2. Досліди за тривалістю.
 - 1.3. Досліди за географічним охопленням.
2. Досліди із сортовипробування.

Key words: experiences of test, know-how, demonstration experiences, mass experiences, sortoispytaniye.

1. Класифікація польових дослідів

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

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

Польові досліді класифікуються для зручності так :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. Досліді за тривалістю

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

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

Багаторічні досліді проводяться 11-50 років і виключно в наукових установах чи вищих навчальних закладах в умовах стаціонару.

Довготривалі досліді - це такі, що ведуться в тих же умовах понад 50 років.

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

1.3. Досліди за географічним охопленням

Досліди за географічним охопленням наукових установ, де вони проводяться, поділяються на масові (або географічні) і поодинокі. Масові (географічні) дослідження 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 дослідження можуть проводитись також у різних місцях, але не за єдиною схемою дослідження, а за тією, що складають окремі дослідники або їх групи без координації з єдиним центром. Безумовно, що більш цінними є географічні дослідження, котрі дають можливість узагальнювати їх результати в межах району, області, ґрунтово-кліматичної зони.

2. 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.

Запитання для самоперевірки:

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

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.

Key words: renomization, systematic method, latin square, latin rectangle, standard method.

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 дослідів може розміститись у кращих, гірших чи інших умовах і середні арифметичні всіх варіантів будуть близькими, тобто між ними не буде значної різниці. Для випадкового розміщення 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 розміщен-

ні 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 (рис. 1).

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

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.

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 дослідах 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 ($n = 4$), то готують 12 жеребків ($N=l \times n=3 \times 4=12$). На чотирьох жеребках ставлять число 1, на наступних чотирьох - 2 і на останніх - 3. Жеребки змішують і витягують, ставлячи на схематичному плані підряд номери витягнутих жеребків (рис. 2). 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 рендомізація в трьох ярусах.

1.2. Систематичний метод розміщення

Систематичний метод вимагає розмішувати варіанти у такій послідовності, як вони записані у схемі досліду. Тому цей метод іноді називають ще послідовним. Його різновидностями є одноярусне (рис. 3), дво- та багатоярусне розміщення (рис. 4, 5). 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 (рис. 6).

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 (рис. 7).

Як при ямб-, так і при дактиль-методі дослід має починатися і закінчуватися стандартом. Стандартні методи розміщення можна використовувати у сортовипробуванні, де вони і були вперше рекомендовані. Однією з умов застосування цього методу є необмежена площа для 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. 7. 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 схеми досліду і жоден з них не повторювався (рис. 8).

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 досліду. При кількості варіантів більше восьми треба мати таку саму кількість повторностей, це збільшує кількість ділянок у досліді, а звідси і об'єм досліджень.

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

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

Рис. 8. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрату

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 (рис. 9). 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.

Повторення

	I			II			III			IV		
4	9	11	1	7	2	8	12	10	6	3	5	
1	5	2	6	10	12	4	3	7	11	9	8	
12	6	8	3	4	9	1	5	11	2	7	10	
3	7	10	5	8	11	9	2	6	4	1	12	

Рис. 9. Розміщення досліду із 12 варіантів у чотирьох повтореннях методом латинського прямокутника

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) багатofакторних;
- 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.

a ₂				a ₁				a ₁				a ₂	
B ₃	B ₁	B ₂	B ₁	B ₃	B ₂	B ₂	B ₃	B ₁	B ₁	B ₃	B ₂		
I повторення						II повторення							
a ₁				a ₂				a ₂				a ₁	
B ₃	B ₁	B ₂	B ₁	B ₃	B ₂	B ₂	B ₃	B ₁	B ₁	B ₃	B ₂		
III повторення						IV повторення							

Рис. 10. Розміщення досліду методом розщеплених ділянок двох градацій фактору А і трьох градацій фактору В

На рис. 10 показане розміщення двофакторного дослідю: фактор А – сорт та фактор В – удобрення. У досліді вивчаються два сорти – a_1 і a_2 та три дози добрив – v_1, v_2, v_3 , розміщені рендомізовано у кожному з чотирьох повторень.

Літерами a_1 і a_2 позначають ділянки першого порядку, v_1, v_2, v_3 – другого порядку, тобто субділянки.

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

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

Запитання для самоперевірки:

1. Які переваги і недоліки випадкового методу розміщення варіантів?
2. За яких умов перевага надається систематичному методу розміщення?
3. В яких дослідях використовується стандартний метод?
4. Коли ділянки в досліді розміщують методом латиського квадрату і латинського прямокутника?

Лекція 7

Тема: Закладання і проведення польового досліджу

План

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

Key words: agrotechnical background, application of fertilizers, processing of the soil, sowing and landing of plants, diary of the scientist, ledger of experience, annual report.

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 досліджу дослідна ділянка повинна бути ретельно дослідженою і вивченою. Після цього наносять схематичне зображення експерименту, де вказують точні розміри всього досліджу, 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 досліджу 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 досліджу 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. Агротехніка на дослідному полі

2.1. Агротехнічний фон

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

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.

2.2. Внесення добрив

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

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

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

де K – кількість добрива на ділянку, кг;

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

S – площа ділянки, м²;

B – вміст елемента живлення в добриві, %.

Мінеральні добрива також повинні бути просіяними і подрібненими. Механізоване внесення добрив можливе лише на ділянках витягнутої форми і площею не менше 500 м². Якщо вносять суміш добрив, то вона повинна бути добре перемішана і однорідною. При ручному розсіві добрива приносять в пакетах чи ящиках і рівномірно розкладають на всіх ділянках після чого перевіряють правильність розкладки. Розсівають так, щоб був залишок, який завжди можна розподілити рівномірно, а якщо добрив нестача на якійсь частині ділянки, то вона вважається зіпсованою. Мінеральні добрива бажано вносити в безвітряну погоду.

2.3. Обробіток ґрунту

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

2.4. Сівба та садіння рослин

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

2.5. Догляд за рослинами

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

В досліді з сортовипробування, де вплив варіантів один на одного несуттєвий бокові захисні смуги не виділяють, замінивши їх до-

ріжками. Надто широкі доріжки можуть суттєво вплинути на результат досліджу, до того ж вони заростають бур'янами.

3. Документація при проведенні досліджень

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

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

Форма щоденника:

Загальні відомості про дослід

Тема

Назва, мета і задачі досліджу

Рік закладки і місце проведення

Керівник теми і відповідальний виконавець

Схема досліджу

Програма і методика основних досліджень – спостереження, обліки, аналізи

Ким і коли затверджена програма, методика і схема досліджу

План розміщення досліджу в природі

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 досліду.

Агрохімічна характеристика ґрунту перед закладкою досліду

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

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

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

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

Обов'язково вказують:

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

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

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

Вимоги до звіту:

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

Звіт про науково-дослідну роботу повинен включати:

- титульний лист;
- список виконавців;
- реферат;
- зміст;
- перелік основних термінів, символів, одиниць виміру;
- вступ;
- експериментальну частину;
- висновки;
- список джерел;
- додатки.

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

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

Запитання для самоперевірки:

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

Лекція 8

Тема: Оцінка посівів та облік біометричних показників

План

1. Візуальна оцінка стану посівів.
2. Оцінка морозо- і зимостійкості озимих культур.
3. Визначення посухостійкості рослин.
4. Оцінка стійкості посівів до вилягання, пониклості, осипання зерна і проростання його в колосі.
5. Облік густоти посівів і насаджень.
6. Визначення динаміки росту рослин.
7. Визначення площі листкового апарату.

Key words: visual assessment, frost resistance, winter hardiness, monoliths, drought resistance, crop density, growth dynamics, carving method, leaf index, net productivity of photosynthesis.

1. Візуальна оцінка стану посівів

Загальну оцінку стану посівів дослідник проводить за допомогою окомірного спостереження в основні фази розвитку вирощуваних культур. Оцінюють стан посівів за п'ятибальною шкалою: 5 балів – відмінний стан; 4 бали – добрий; 3 бали – задовільний; 2 бали – поганий; 1 бал – дуже поганий; 0 балів – посів загинув повністю або майже повністю.

Візуально стан посівів оцінюють також після різних стихійних явищ: раптового зниження температури повітря, суховіїв, граду і зливових дощів, ураганного вітру тощо.

Результати спостережень за посівами на кожній ділянці записують у польовий журнал. Ці записи можуть бути основою для вибракування окремих ділянок чи частини поля та їх площі. На основі візуальної оцінки стану посівів можна робити висновки також про умови живлення рослин, знаючи, що світло-жовто-зелений колір листя свідчить про недостатнє азотне живлення рослин, тьмяно-сіре забарвлення нижніх листків та їх скручування і відмирання вказує на фосфорне голодування, а червонуватий колір у вигляді опіків країв листя – про нестачу калію в ґрунті.

2. Оцінка морозо- і зимостійкості озимих культур

Морозостійкість рослин озимих культур у польових умовах визначають після перших великих морозів, коли виникає загроза їх замерзання. Для цього використовують метод монолітів. Суть його по-

лягає в тому, що на захисних смугах ділянки за допомогою лопи, сокири і лопати вирубують ґрунт з рослинами у вигляді моноліту 25-30 см завдовжки, 30 см завширшки (щоб охопити два суміжні рядки) і глибиною 20 см. Щоб менше травмувати рослини, цю роботу треба виконувати дуже обережно.

Вирубані проби вкладають у пронумеровані дерев'яні ящики відповідних розмірів. Туди ж вкладають етикетку. Після цього, щоб запобігти підмерзанню рослин під час перевезення монолітів, ящики вкривають мішковиною. Перші 2–3 дні ящики з монолітами тримають у приміщенні з температурою 5–10 °С, а після відтавання їх на 12 днів переносять у добре освітлене приміщення з температурою повітря 18-20 °С. На 15-й день після відбору проб починають аналіз. Для цього всі рослини виймають з ґрунту, відмивають від землі і окремо підраховують кількість мертвих і живих рослин. На живих за період перебування моноліту в теплі почало відростати листя і з'явилися нові корінці. Фізично пошкоджені рослини під час вирубки моноліту в облік не включають.

Морозостійкість рослин визначають за формулою

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

де М – морозостійкість рослин, %;

а – кількість живих рослин у пробі, шт.;

б – загальна кількість рослин у пробі, шт.

Метод монолітів можна використати для визначення морозостійкості лише тоді, коли до настання критично низьких температур на життєздатність рослин не могли вплинути інші фактори (вимокання тощо).

Зимостійкість озимих культур під час перезимівлі визначають здебільшого методом монолітів, які беруть за вищеописаною методикою 25 січня і 23 лютого. Це досить трудомісткий і тривалий метод, тому в практиці використовують і прискорений спосіб відростання. Суть його полягає в тому, що у відповідні строки на ділянці відбирають (вирубують з грудками землі) кількість рослин, яка близька до їх кількості в моноліті. В приміщенні рослини із землею вміщують у холодну воду для відтавання, після чого відмиті рослини обрізують на 3–5 мм вище від основи вузла кущіння. Обрізані вузли кущіння переносять у чашку Петрі (чи іншу посудину), заливають 0,5% розчином тетразолу і вміщують на годину в термостат з плюсовою температурою 40 °С. Якщо термостата немає, посудину з вузлами кущін-

ня закривають темним, світлонепроникним матеріалом і залишають у кімнаті на чотири години. За цей період у живих рослин конус наростання забарвлюється у вишнево-червоний колір, чого не спостерігається в мертвих рослин.

Швидко визначити кількість живих і мертвих рослин (або їх співвідношення) у пробі можна також без застосування тетразолу чи іншого хімічного реактиву. Відмиті з відібраного моноліту рослини обрізують з обох боків на відстані 1 см від вузла кущіння, вміщують у скляну банку на змочену у воді вату чи фільтрувальний папір. Банку щільно закривають (щоб створити в ній високу вологість) і ставлять на 12-24 год. у тепле місце з температурою 24-26°C. Через добу у живих рослин починають відростати стебла і коріння. Кількість таких рослин підраховують і визначають їх процентний склад у пробі.

3. Визначення посухостійкості рослин

Посухостійкість рослин оцінюють з врахуванням їх в'янення за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – в'янення рослин не спостерігається;
- 4 бали – в'янення трапляється поодинокі і слабке;
- 3 бали – в'янення середнє;
- 2 бали – в'янення значне;
- 1 бал – в'янення дуже сильне.

За в'яненням листя на рослинах спостерігають з настанням стійкої жаркої погоди щодня близько 14-16-ої години і перед заходом сонця.

4. Оцінка стійкості посівів до вилягання, пониклості, осипання зерна і проростання його в колосі

Стійкість посівів зернових колосових та інших культур звичайної рядкової сівби до вилягання оцінюють, починаючи від появи цього явища і до збирання врожаю через кожних 5-10 днів (ці спостереження дають змогу виявити властивість окремих посівів повертатись у попереднє вертикальне положення) за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – вилягання не спостерігається,
- 4 бали – вилягання незначне;
- 3 бали – вилягання середнє;
- 2 бали – вилягання значне, що утруднює збирання врожаю комбайном;

➤ 1 бал – вилягання значне задовго до збирання врожаю, посіви непридатні для комбайнування.

Одночасно з виведенням бальної оцінки вилягання фіксується фаза вегетації рослин і зазначається причина і особливості (кореневе чи стеблове) вилягання.

Стійкість кукурудзи до вилягання рослин також визначають у балах. Залежно від нахилу головного стебла розрізняють невилягаючі рослини (стійкість оцінюють п'ятьма балами); із слабким виляганням (відхилення від вертикального положення менш як на 30°) оцінюють чотирма балами; із середнім виляганням (відхилення від вертикального положення на $30-60^\circ$) оцінюють двома балами; із значним виляганням (відхилення перевищує 60°) стійкість оцінюють у нуль балів.

Для розрахунку середнього бала стійкості кукурудзи до вилягання добуток кількості рослин з відповідним балом на бал вилягання підсумовують і ділять на кількість облікових рослин. На ділянці кількість облікових рослин становить 100 шт і їх дослідник позначає ще до викидання волоті. Окремо обліковується вилягання рослин до викидання волоті. Такі рослини утворюють шаблеподібний згин і непридатні для збирання комбайном.

Оглядаючи 100 позначених на ділянці рослин кукурудзи, обчислюють процент зламаних чи надламаних нижче місця прикріплення качанів стебел, а також процент рослин з пониклими качанами (верхівка яких нижче основи).

На посівах ячменю пониклість і ламкість колоса визначають за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – пониклість і ламкість не спостерігаються;
- 4 бали – пониклість і ламкість незначні;
- 3 бали – пониклість і ламкість середні;
- 2 бали – пониклість і ламкість вище середніх;
- 1 бал – пониклість і ламкість виражені значною мірою.

Схильність посівів до осипання зерна оцінюють протягом достигання врожаю за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – осипання не спостерігається;
- 4 бали – осипання незначне;
- 3 бали – осипання середнє;
- 2 бали – осипання вище за середнє;
- 1 бал – осипання значне.

Суть точнішого методу визначення стійкості рослин до осипання полягає в тому, що на кожній ділянці виділяють по чотири пробних

діляночки площею 0,25-1,0 м², на яких збирають зерно, яке осипалось до збирання врожаю, підраховують і зважують його.

Стійкість зерна до проростання у колосі визначають окомірно за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – зерно не проростає;
- 4 бали – проростання незначне;
- 3 бали – проростання середнє;
- 2 бали – проростання вище за середнє;
- 1 бал – проростання значне.

Характерною ознакою різних сортів і гібридів зернових та олійних культур є здатність їх вимолочуватись. Її оцінюють також за п'ятибальною шкалою:

- 5 балів – зерно вимолочується дуже добре;
- 4 бали – вимолочується добре;
- 3 бали – зерно вимолочується посередньо;
- 2 бали – вимолочування нижче за посереднє;
- 1 бал – зерно вимолочується погано.

5. Облік густоти посівів і насаджень

Густоту рослин культур звичайного рядкового способу сівби визначають два рази за вегетацію на одних і тих самих площадках, які виділяють після появи сходів по 3-4 на кожній ділянці.

Межі облікових площадок позначають невисокими кілочками, щоб вони не утруднювали проведення польових робіт (боронування тощо). Розмір ділянок – 1 м² і на них розміщено шість рядків з міжряддями 15 см та довжиною 111 см (6×0,15 м×1,11 м = 1 м²). За методикою державного сортовипробування розмір пробної площадки можна зменшити до 0,08 м², але цього робити недоцільно. Для підрахунку рослин льону-довгунця виділяють чотири площадки розміром 0,1 м², беручи для цього два рядки з шириною міжрядь 7,5 см і довжиною 66,7 см. Розміщують пробні площадки по діагоналі облікової площі ділянки.

Вперше підрахунок проводять у фазі повних сходів, а вдруге – перед збиранням урожаю. Перший облік дає змогу, знаючи норму висіву, визначити польову схожість насіння, а другий – розрахувати збереженість рослин за період вегетації. Збереженість визначають за формулою

$$П = \frac{3 \times 100}{С},$$

де П – збереженість рослин, %;

З – кількість рослин перед збиранням, шт./м²;

С – кількість рослин на час повних сходів, шт./м²;

100 – число для перерахунку в проценти.

На посівах озимих культур і багаторічних трав звичайного рядкового способу сівби за зазначеною вище методикою густоту рослин обліковують також перед закінченням осінньої вегетації і після відновлення весняної. Це дасть змогу в разі необхідності визначити зимостійкість рослин.

У просапних культур залежно від специфіки досліду густоту посівів чи насаджень можна визначати після появи повних сходів, після кожного обробітку та під час збирання врожаю. На ділянках з невеликою обліковою площею густоту рослин визначають суцільним способом – підрахунком на всій ділянці.

Підсумувавши кількість рослин на всіх відрізках, що ввійшли у вибірку, і помноживши цю величину на кількість рядків, мають загальну кількість рослин на обліковій площі, яка і буде характеризувати густоту посіву у конкретному варіанті.

6. Визначення динаміки росту рослин

Інтенсивність росту рослин, як правило, визначають по фазах розвитку. Проводять цю роботу у трьох повтореннях досліду. На ділянці відбирають 40-50 шт. рослин з бокової захисної смуги по 4-5 рослин підряд у 10 місцях. На посівах буряків цукрових проби відбирають тричі: за два місяці і за місяць до збирання врожаю та безпосередньо перед збиранням. Викопані або вирвані рослини очищають від землі і зважують. Приріст рослин визначають за різницею маси рослин із проби останнього і попереднього строків відбору. Якщо треба визначити добовий приріст маси однієї рослини, загальний приріст ділять на кількість рослин і тривалість періоду (днів).

Щоб паралельно визначити приріст сухої речовини, після кожного зважування із свіжої проби відбирають середній зразок для визначення вмісту сухої речовини в рослинах. Відібрані в металеві коробки подрібнені рослинні зразки масою близько 100 г зважують і висушують до постійної маси при температурі не вище 105°C. Після зважування коробки з сухим зразком і без нього визначають масу сирого і сухого зразків. Розділивши масу сухого зразка на масу сирого і помноживши результат на 100, одержують процентний вміст сухої речо-

вини в рослинній пробі. Останній показник використовують для перекладу маси свіжовідібраної проби в абсолютно суху.

Інші показники росту рослин, до яких належать висота стебла, кількість листків і їх розміри, товщина коренеплоду тощо, визначають на постійно виділених для цього 100 рослинах, рівномірно розміщених на облікових площах кожної ділянки.

Висоту рослин визначають за допомогою мірної лінійки. При цьому стебло вимірюють від поверхні ґрунту до верхньої частини рослини без урахування остюків в остистих форм колосових. Підсумковим показником є середня висота рослин на ділянці.

Кількість листя на рослині визначають шляхом їх підрахунку з виведенням середнього арифметичного.

7. Визначення площі листкового апарату

У дослідницькій роботі застосовують кілька способів визначення площі листкового апарату, найбільш поширеним з яких є метод висічок. Суть його така. На дослідній ділянці відбирають 10-20 типових рослин, зривають з них усе листя і зважують. Потім за допомогою ручного свердла (у вигляді металевої трубки певного діаметра із загостреними краями) беруть з цих листків по 20-50 висічок загальною площею не менше 10-20 см². Після зважування висічок загальну листкову площу у пробі визначають за формулою

$$П = \frac{М \times n \times K}{m},$$

де П – загальна площа листя у пробі, см²;

М – маса листя в пробі, г;

п – площа однієї висічки, см²;

К – кількість висічок, шт.;

m – маса висічок, г.

Знаючи загальну площу листкового апарату в пробі, визначають площу листя на одній рослині і, помноживши цей показник на густоту рослин, мають площу листкового апарату рослин на певній площі, яку потім виражають в м²/га.

Другим способом визначення площі листя є контурний, коли розкладені на папері листки з пробних рослин обводять олівцем, а потім планіметром замірюють контури з визначенням загальної площі облікових листків. Якщо планіметра немає, контури листків на папері вирізують і зважують. Разом з тим зважують і розлінований на квадратики площею 1 см² такий самий папір певної площі. За відношенням

маси розлінованого паперу до його площі розраховують масу 1 см² паперу. Дальший розрахунок ведуть за методикою вищеописаного способу.

За третім розрахунковим способом площу окремого листка визначають за допомогою його довжини, ширини і перевідного коефіцієнта, який для злакових культур з лінійною (продовгуватою) формою листа становить 0,67, а для культур з більш овальним листям – 0,74. При цьому площу розраховують за такою формулою:

$$P = D \times Ш \times K,$$

де P – площа листка, см²;

D – довжина листка, см;

$Ш$ – ширина листка, см;

K – перевідний коефіцієнт (0,67 чи 0,74).

Цей метод визначення площі листової поверхні має певні недоліки і переваги порівняно з іншими. Його недоліком є дещо нижча точність визначення площі листового апарату, а перевагою є те, що цей метод можна використати і при вивченні динаміки наростання листової поверхні на одних і тих самих об'єктах кілька разів без зрізування листа.

Визначення листового індексу. Листковий індекс характеризує коефіцієнт використання посівами земельної площі і визначається як відношення сумарної листової поверхні до площі поля, на якій вона сформована, за формулою

$$Li = Pl : Pn,$$

де Li – листковий індекс;

Pl – площа листа, м²;

Pn – площа поля, м².

Визначення чистої продуктивності фотосинтезу. За чистою продуктивністю фотосинтезу (ЧПФ) оцінюють інтенсивність приросту маси рослини. Визначають її за певний проміжок часу чи за весь вегетаційний період за формулою

$$ЧПФ = \frac{M_1 - M_2}{0,5 \times (Pl_1 - Pl_2) \times D},$$

де M_1 і M_2 – маса рослин на одиниці площі на початку і наприкінці певного періоду, г;

Pl_1 і Pl_2 – площа листового апарату у ці самі періоди визначення, см²;

D – тривалість певного періоду, діб.

Запитання для самоперевірки:

1. Коли проводять візуальну оцінку стану посіву?
2. Яким медом визначають зимостійкість озимих культур?
3. За якою шкалою визначають посухостійкість культур?
4. Через який проміжок часу оцінюють стійкість посівів до вилягання?
5. Яка повинна бути площа ділянок для визначення густоти посівів?
6. За якою формулою визначають збереженість рослин?
7. Як відбирають проби рослин для визначення динаміки росту?
8. Який найбільш поширений метод визначення площі листкової поверхні і яка його суть?

Лекція 9

Тема: Облік забур'яненості посівів і засміченості ґрунту органами розмноження бур'янів

План

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

Key words: crop infestation, abundance of records, soil litter, soil soil washing.

1. Забур'яненість посівів

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

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

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

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

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

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

Кількісний метод дає змогу визначити кількісний і видовий склад бур'янів. Суть його така. У польовому досліді по діагоналі ділянки в п'яти місцях на однакових відстанях накладають на поверхню ґрунту рамки площею 0,25 м² (0,5 х 0,5) або 1 (1 х 1) м². У виробничих досліді по діагоналі поля розміром до 100 га рамки накладають у 10 місцях, а на 100-150 га і більше – відповідно у 20 і 30.

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

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

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

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

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

2. Засміченість ґрунту насінням бур'янів

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

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

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

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

Найбільш поширеним серед них є *метод промивання* ґрунтового зразка водою на ситі з отворами 0,25 мм над відром чи іншою ємкістю. Щоб на промивання витратити менше води, пробу попередньо зволожують протягом 2-3 годин. Після промивання на ситі залишаються рослинні рештки, дрібні камінці і насіння бур'янів, діаметр яких перевищує 0,25 мм. Дрібніше насіння разом з водою і залишками ґрунту через сито надходить у підставлену посудину. Щоб з осаду відокремити насіння бур'янів, воду з посудини обережно зливають, а весь осад переносять у хімічний стакан чи фарфорову чашку об'ємом 500-750 мл, які попередньо на 2/3 заповнені насиченим розчином кухонної солі чи поташу. При цьому важчі мінеральні частинки ґрунту осідають на дно, а легке насіння бур'янів і органічні рештки піднімаються на поверхню. Для повного відокремлення органічної частини осаду розчин у посудині кілька разів перемішують скляною паличкою. Потім на лійку з фільтрувальним папером зливають верхню час-

тину важкого розчину разом з насінням бур'янів і туди за допомогою промивалки переносять відмитий зразок із сита. Після підсихання при кімнатній температурі до повітряно сухого стану насіння разом з іншими домішками висипають на розбірну дошку або аркуш цупкого білого паперу для розбирання. Відбирають насіння за допомогою шпателя, після чого його ділять на види і підраховують.

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

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

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

K – кількість насіння бур'янів у зразку, шт.;

10000 – площа 1 м² в см²;

H – кількість проб, з яких формувався зразок;

P – площа внутрішньої поверхні бура, см².

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

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

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

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

K – кількість насіння в ґрунтовій пробі, шт.;

B – вологість ґрунту на час відмивання насіння, %;

G – маса ґрунтової проби перед відмиванням, кг.

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

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

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

K – кількість насіння в пробі, шт.;

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

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

G – маса зразка ґрунту перед відмиванням, кг.

Однак, знаючи загальну засміченість ґрунту насінням бур'янів різних видів, не можна робити висновок про реальну загрозу від

бур'янів посівам культури, яка буде вирощуватись на даному полі, бо у відмитому зразку є і нежиттєздатне насіння. Тому виникає необхідність у додатковому визначенні вмісту в пробі життєздатного насіння бур'янів різних видів. Для цього розібране за видами насіння окремо вміщують у чашки Петрі на змочений фільтрувальний папір. Зверху чашки накривають склом і ставлять у термостат, де протягом 20 днів підтримується температура в межах 22-25°C.

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

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

де P – схожість насіння, %;

a – кількість пророслих насінин даного виду, шт.;

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

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

Таким же методом визначається засміченість гною насінням бур'янів.

3. Засміченість ґрунту органами вегетативного розмноження бур'янів

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

Для цього на певних відстанях по діагоналі ділянки (поля) на попередньо очищену від рослинності поверхню ґрунту накладають рамку, а потім вертикально попід внутрішні стінки рамки обводять ножем контур, у межах якого лопатою або кельмою виймають на підстилку ґрунт. Глибину розкопки при цьому контролюють за допомо-

гою лінійки. Роздавивши руками всі грудки, відбирають з ґрунту всі вегетативні органи бур'янів.

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

Запитання для самоперевірки:

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

Лекція 10

Тема: Збирання і облік врожаю

План

1. Підготовка дослідної ділянки до збирання врожаю.
2. Облік врожаю зернових колосових культур.
3. Облік врожаю кукурудзи на зерно.
4. Облік урожайності соняшнику.
5. Облік урожайності коренеплодів.

Key words: justifications, small-sized combines, bunker the weight, coefficient on the square, purity of seeds.

1. Підготовка дослідної ділянки до збирання врожаю

Облік врожаю – одна з основних робіт дослідника, від якості якої залежить ефективність комплексу виконаних досліджень.

За 1-2 дні до збирання треба ретельно оглянути весь дослід, відновити межі всіх ділянок, забрати з площі етикетки і сторонні речі. Найбільш ретельно слід оглянути облікові ділянки, виділивши на облікових площах виключки. Ними можуть бути площі, що виключаються з обліку через випадкові механічні пошкодження або помилки, допущені дослідником у процесі виконання польових робіт. Причиною вибракування цілих ділянок може бути пошкодження врожаю під час стихійного лиха (градобій, зливи, ураганний вітер тощо), потрави чи крадіжки, зрідження просапних культур під час міжрядного обробітку, помилка дослідника під час закладання чи проведення дослідів. Повністю вибраковують ділянку і тоді, коли виключки займають 50% її площі, тому що зменшувати площу облікових ділянок можна не більш як на 30-40%. Не можна вибраковувати ділянки внаслідок суто суб'єктивного враження дослідника. У разі необхідності застосовують статистичні методи бракування.

Перед збиранням врожаю з облікових ділянок треба зібрати врожай на виключках та захисних смугах, щоб не змішувати цю продукцію з обліковою.

Урожай на всіх дослідних ділянках в досліді чи в межах повторення, як уже зазначалося, треба збирати в один день і одним збиральним агрегатом. Спосіб збирання врожаю на досліді також повинен бути одним із загальноприйнятих у дослідницькій практиці за винятком дослідів, де питання строків і способів збирання передбачені програмою досліджень. Облік врожаю здебільшого проводять суцільним способом з усієї облікової площі.

2. Облік урожаю зернових колосових культур

Збирають їх переважно прямим комбайнуванням, використовуючи для цього малогабаритні або звичайні комбайни, переобладнані для ділянкового збирання. При цьому малогабаритні комбайни гарантують достовірні результати навіть при збиранні врожаю на невеликих ділянках (25-50 м²), в той час як звичайні комбайни можна використовувати тільки на більших ділянках. Це пояснюється тим, що серійні вітчизняні комбайни допускають значно більше втрат, ніж малогабаритні.

При плануванні площі облікової ділянки для комбайнового збирання врожаю слід ураховувати, що чим вища врожайність культури, тим меншою може бути облікова площа ділянки і навпаки.

При використанні комбайна важливо витримувати однаковий і оптимальний режим його роботи на всьому досліді. Швидкість руху агрегату на кожній ділянці повинна бути рівномірною і не можна зупиняти комбайн посеред ділянки. Після збирання кожної ділянки комбайн зупиняють на 3-4 хв не виключаючи молотильного апарата, щоб усе вимолочене з ділянки зерно витрусилось у приймальну камеру.

Зерно затарюють у мішок, куди вкладають етикетку із зазначенням номера ділянки, назви варіанта і номера повторення. Після обмолочування кількох ділянок мішки з зерном зважують безпосередньо в полі або після транспортування їх на тік чи в якесь приміщення. Зваживши зерно, з кожного мішка відбирають середню (з верхньої, середньої і нижньої частин об'єму) пробу масою 1-2 кг для визначення вологості, засміченості та якісних показників. Перші два показники використовують для перерахунку бункерної маси зерна в кілограмах з ділянки на врожайність у центнерах з 1 га.

Весь перерахунок або первинну обробку врожайних даних зернових культур звичайного рядкового способу сівби виконують у такій послідовності.

1. Бункерну масу врожаю з ділянки перераховують на гектарну площу, користуючись при цьому коефіцієнтом на площу (Кп), який знаходять за формулою

$$K_n = \frac{10000 \cdot m^2}{P}, \text{ де } 10\,000 \text{ м}^2 - \text{площа } 1 \text{ га, м}^2,$$

P – площа облікової ділянки, м².

Перемноживши масу врожаю з ділянки, визначену в кілограмах, на перевідний коефіцієнт на площу і поділивши результат на 1000 для

переводу кілограмів у тонни, одержують бункерну урожайність у т/га.

2. Бункерну врожайність перераховують на 100% чистоту зерна множенням її на процент чистого зерна і діленням на 100. Процент чистоти визначають на основі розбору проби зерна масою 500 г у двократній повторності.

3. Урожайність зерна 100-процентної чистоти перераховують на стандартну 14% вологість, користуючись такою формулою

$$Y = \frac{A \times (100 - B)}{100 - 14}$$

де Y – врожайність чистого зерна при стандартній вологості, т/га; A – врожайність чистого зерна при польовій вологості, т/га; B – вологість зерна на час збирання, %; 14% – стандартна вологість для зернових культур. У цій формулі відношення $(100 - B) : (100 - 14)$ є перевідним коефіцієнтом на 14% вологість зерна.

3. Облік урожаю кукурудзи на зерно

На відміну від зернових колосових культур врожай кукурудзи збирають вручну, виламуючи і зважуючи качани з усієї облікової площі. Перерахунок маси качанів з ділянки на врожай зерна при стандартній вологості в т/га роблять у такій послідовності:

1) масу качанів з ділянки на 1 га перераховують за допомогою того самого перевідного коефіцієнта на площу, що й культур звичайного рядкового способу сівби,

2) коефіцієнт виходу зерна з качанів визначають за відношенням, у якому чисельником буде маса зерна із 20 облущених типових качанів, відібраних при збиранні, а знаменником – маса качанів перед облущенням зерна. Перемноживши врожайність качанів у т/га на коефіцієнт виходу зерна, одержимо врожайність зерна при вологості, яка була на час облущування качанів. Після визначення вологості зерна на період збирання врожайність зерна при вологості 14% розраховують за методикою, описаної вище для зернових колосових культур.

4. Облік урожайності соняшнику

Залежно від площі облікової ділянки врожай збирають механізованим способом або вручну. Зернозбиральні комбайни із спеціальними приставками використовують на відносно більших ділянках після повного підсихання кошиків. Якщо облікова площа становить 100 м² і менше, врожай збирають вручну за два етапи: при побурінні кошики

зрізують і настромлюють на стебла насінням донизу (щоб запобігти потравам птахами). Після повного підсихання кошики обмолочують, насіння зважують, відбирають з нього проби на чистоту, вологість та для визначення якісних показників.

Чистоту насіння в пробі визначають за такою самою методикою, як і зернових культур звичайної рядкової сівби. Після перерахунку врожаю на гектарну площу і чистоту та визначення вологості розраховують урожайність на стандартну вологість 12%. Для цього перевідний коефіцієнт на стандартну вологість визначають за відношенням $(100 - B) : (100 - 12)$, де B – вологість насіння (%) на час обмолоту.

5. Облік урожайності коренеплодів

Збирають урожай напівмеханізованим (механізоване підкопування) способом із зважуванням продукції з усієї облікової площі. Перед зважуванням коренеплоди треба добре очистити від землі, попередньо підсушивши і обтрисивши їх. Якщо врожай збирають у дощову погоду і на коренеплоди налипає багато землі, із зваженої маси врожаю відбирають з ділянки спеціальні проби масою по 20–30 кг. Після зважування проби миють, підсушують і знову зважують. Поділивши масу проби після миття на масу її до миття, мають коефіцієнт, який використовують як поправку до врожаю на домішку ґрунту і на який множать урожайність (ц/га) забрудненої продукції.

При збиранні коренеплодів обліковують і побічну продукцію, перераховуючи врожай гички з облікової ділянки на площу 1 га.

Запитання для самоперевірки:

1. Що таке виключки?
2. Як визначити коефіцієнт на площу?
3. Яким способом збирають врожай соняшнику?
4. Яка стандартна вологість для соняшника та кукурудзи?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
2. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / В. О. Єщенко та ін. Вінниця : ПП «ГД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
3. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін. ; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
4. Манько Ю. П., Цюк О. А., Павлов О. С. Методологія, методи і методика досліджень в агрономії : навч. посіб. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 96 с.
5. Партика З. В. Основи наукових досліджень: підготовка дисертацій : навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. 232 с.
6. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослід (зрошуване землеробство). Стереотипне видання: навч. посіб. Олді+, 2024, 448 с.
7. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 144 с.
8. Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 350 с.
9. Надикто В. Т. Основи наукових досліджень. Стереотипне видання : навч. посіб. Херсон, 2024. 268 с.
10. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Е. Р. Ермантраут та ін. Біла Церква, 2018. 104 с.
11. Липовий В. Г., Мазур О. В., Мордванюк М. О. Методологія та організація наукових досліджень в агрономії з основами інтелектуальної власності : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 242 с.

Навчальне видання

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Конспект лекцій

Укладач: **Смірнова Ірина Вікторівна**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк.4,25.

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.