

Тимошенко І.І.

Майшук З.М.

Косилович Г.О.

**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
В АГРОНОМІЇ**

Навчальний посібник

ЛЬВІВ 2004

Наукові результати можна поділити на два види:

– теоретико-методологічні (для теоретичних досліджень), у тому числі
онцепція, гіпотеза, класифікація, закон, метод;
інструментальні (для прикладних та емпіричних досліджень), зокрема: спо-
сіб, технологія, методика. **ББК 4**

М 47

ДДК: 001.89:631(0,7.8)

Автори:

І.І.Тимошенко, З.М.Майщук, Г.О.Косилович

Рецензенти:

Я.І. Мащук, д. с.-г. н.

З.М.Томасівський, д.с.-г. н., пофесор, академік АН ВШУ,
зав.кафедри загального землеробства (Львівський державний
аграрний університет).

*Рекомендовано до друку вченою радою Львівського державного аграрного уні-
верситету (протокол № від 2004 р.)*

Основи наукових досліджень в агрономії: Навч. посібник / І.І. Тимоше-
нко, З.М. Майщук, Г.О.Косилович. – Львів, 2004. - 121 с.

Навчальний посібник включає три частини: перша і друга частини – ос-
новні теоретичні положення щодо проведення біологічних та агрономічних ек-
спериментів, третя частина - статистична обробка дослідних даних і завдання
для самостійної роботи студентів. Термінологічний покажчик.

Для студентів агрономічного факультету. Магістрів, аспірантів, виклада-
чів, наукових співробітників, а також спеціалістів агрономічного профілю

ББК 4

М 47

© І.І.Тимошенко,
З.М.Майщук,
Г.О.Косилович, 2004

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ НАУКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС	7
1.1. Поняття про біологічний дослід.....	7
1.2. Метод постановки біологічних досліджень	9
1.3. Об'єкти наукового дослідження.....	13
1.4. Етапи науково-дослідної роботи.....	14
1.5. Загальна методика наукової роботи	19
1.5.1. Вивчення першоджерел як основна форма наукової роботи	19
1.5.2. Методи емпіричного дослідження	21
1.5.3. Методи, що застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень	22
1.6. Методи теоретичних досліджень	24
1.7. Загальна схема наукового дослідження	26
1.8. Робота над статтями та доповідями	27
Розділ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА...29	
2.1. Лабораторний метод	30
2.2. Вегетаційний метод	31
2.3. Польовий метод: його суть та особливості проведення	32
2.4. Види польових дослідів.....	35
2.5. Основні елементи методики польового дослідіду	37
2.6. Умови проведення дослідів та заходи щодо підвищення їх точності	40
2.7. Методи розміщення варіантів у дослідіах і їх характеристика	41
2.8. Випадкове (рендомізоване) розміщення варіантів	43
2.9. Стандартне і систематичне розміщення варіантів.....	45
2.10. Вибір і підготовка земельної ділянки для дослідів	46
2.10.1. Грунтово-біологічне обстеження земельної площі.....	46
2.10.2. Підготовка земельної площі для дослідіду.....	48
2.10.3. Рекогносцирувальні посіви	48

2.10.4. Агротехніка на дослідному полі.....	49
2.11. Планування досліджень.....	51
2.11.1. Теоретичні основи планування.....	51
2.11.2. Планування схем дослідів.....	52
2.11.3. Багатофакторні досліді.....	53
2.11.4. Планування обсягу вибірки.....	53
2.11.5. Планування спостережень і обліків.....	54
2.12. Методика спостережень і обліків.....	55
2.12.1. Оцінка посівів і облік біометричних показників.....	57
2.12.2. Оцінка стійкості посівів проти вилягання, поникання, осипання зерна і проростання його в колосі.....	57
2.13. Облік урожаю.....	58
2.14. Досліді із сортовипробування.....	60
Розділ 3.....	62
3.1. Статистична обробка дослідних даних і завдання для самостійної роботи студентів.....	62
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ ПОКАЖЧИК.....	93
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	118

ВСТУП

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

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

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

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

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

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

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

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

Розділ 1

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ НАУКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС

Наука – сфера дослідницької діяльності, спрямована на одержання нових знань про природу, суспільство. У наш час розвиток науки пов'язаний з розподілом та кооперацією наукової праці, утворенням наукових установ, розробкою експериментального й наукового обладнання. Як наслідок суспільного розподілу праці, наука виникає одразу після відокремлення розумової праці від фізичної та перетворення пізнавальної діяльності в специфічний вид занять особливої групи людей.

Сучасне суспільство в усіх його елементах і видах діяльності пронизане впливом науки і техніки, в наші дні наука все більше стає виробничою силою суспільства. Усі форми фізичної та розумової праці – медицина, транспорт, зв'язок, побут сучасної людини – відчують на собі глибоку перетворювальну дію науково-технічного прогресу.

Науково-технічний прогрес – єдиний, взаємообумовлений, поступальний розвиток науки і техніки, основа соціального прогресу.

Класифікація наук – це розкриття взаємного зв'язку наук, що базується на певних принципах (об'єктивних, суб'єктивних, координації, субординації тощо) та виваженості цього зв'язку.

Проблема класифікації наук – це проблема структури всіх наукових знань. Для правильного визначення її сучасного стану та перспектив розвитку необхідно враховувати її історичний розвиток. Основні сучасні тенденції розвитку класифікації наук полягають у переході від диференціації наук до їх інтеграції. Існує істотна тенденція переходу від координації наук до їх субординації та від одноаспектності наук до комплексності.

1.1. Поняття про біологічний дослід

Біологічний дослід – це різновид дослідження, що базується на вивченні біологічних об'єктів.

Мета наукового дослідження – всебічне, достовірне вивчення об'єкта, процесу або впливу, їх структури, зв'язків і відношень на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також одержання і впровадження у виробництво (практику) корисних для людини результатів.

Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт і предмет. Об'єктом наукового дослідження є матеріальна або ідеальна система. Предмет – це структура системи, закономірності взаємодії елементів системи між собою і з навколишнім середовищем, закономірності розвитку, різноманітні властивості, якості тощо.

За цільовим призначенням виділяють три види наукових досліджень: фундаментальні, прикладні та розробки.

Фундаментальні дослідження спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи, виявлення нових принципів дослідження. Їх метою є розширення наукових знань суспільства, встановлення того, що може бути використано в практичній діяльності людини. Такі дослідження ведуться на межі відомого й невідомого, мають найвищий ступінь невизначеності.

Прикладні дослідження передбачають пошук способів використання законів природи для створення нових й удосконалення існуючих засобів і способів людської діяльності. Мета – встановлення того, як можна використовувати наукові знання, одержані в результаті фундаментальних досліджень, у практичній діяльності людини.

Пошукові дослідження спрямовані на встановлення чинників, що впливають на об'єкт, пошук шляхів створення нових технологій і техніки на основі способів, запропонованих у результаті фундаментальних досліджень.

Кожну науково-дослідницьку роботу можна віднести до певного напрямку. Під науковим напрямом розуміється наука або комплекс наук, у галузі яких ведуться дослідження. У зв'язку з цим розрізняють технічні, біологічні, соціальні, фізико-технічні, історичні та інші напрями. До технічного напрямку можна віднести дослідження в галузі технічної термодинаміки; до біологічного – дослідження в галузі біохімії або генної інженерії тощо.

Структурними дослідженнями наукового напрямку є комплексні проблеми, теми і наукові питання. Комплексна проблема – це сукупність проблем, об'єднаних єдиною метою; проблема – це сукупність складних теоретичних і практичних задач, вирішення яких дозріли в суспільстві. Із соціально-психологічних позицій, проблема – це відображення протиріччя між

супільною потребою в знанні і відомими шляхами його одержання, протиріччя між знаннями і незнаннями. Проблема виникає тоді, коли людська практика зустрічає труднощі або навіть наштотується на “неможливість” у досягненні мети. Проблема може бути глобальною, національною, регіональною, галузевою, міжгалузевою, що залежить від масштабу задач, що виникають.

Тема наукового дослідження є складовою проблеми. Внаслідок досліджень теми одержують відповіді на певне коло наукових питань, що охоплюють частину проблеми. Узагальнення результатів відповідей за комплексом тем може дати вирішення наукової проблеми.

Під науковими питаннями найчастіше розуміються невеликі наукові задачі, що відносяться до конкретної теми наукового дослідження.

При виборі проблеми і тем наукового дослідження спочатку на основі аналізу протиріч на пряму, що досліджується, формулюється сама проблема і визначаються в загальних рисах очікувані результати, далі розробляється структура проблеми, виділяються виконавці теми питання, визначається їх актуальність.

Після обґрунтування проблеми і встановлення її структури визначаються теми наукового дослідження, кожна з яких повинна бути актуальною (важливою, що потребує якнайскорішого вирішення), мати наукову новизну, тобто повинна робити вклад у науку, бути економічно ефективною для народного господарства. Тому вибір теми повинен базуватися на спеціальному техніко-економічному розрахунку. При розробці теоретичних досліджень вимога економічності іноді заміняється вимогами значущості, що визначає престиж вітчизняної науки.

1.2. Метод постановки біологічних досліджень

На цей час біотехнології – одному з головних напрямів науково-технічного прогресу, надають великого значення. Цьому сприяє те, що бурхливий розвиток сучасної молекулярної біології та генетики змінив певним чином уявлення про біологічні ресурси та можливе використання потенціалу живих організмів в інтересах господарської діяльності людини.

Тому для проведення біотехнологічних досліджень використовуються такі досліді:

1) лабораторний дослід, що проводиться в лабораторних умовах. У цьому досліді вивчаються обмежені сторони існування організму, застосовуються штучні умови його культивування на фоні впливу певних зовнішніх чинників (інтенсивність світла, температура, період день-ніч та ін.);

2) науково-господарський дослід проводиться в умовах господарства. У цьому досліді вивчається дія чинників на господарсько цінні якості рослинного або тваринного організму, в яких підсумовується вся різноманітність змін організму, репродуктивність, поведінка, здоров'я тощо.

Метод спостереження – це систематичне цілеспрямоване сприйняття об'єкта. Щоб бути плідними, спостереження повинні задовольняти такі вимоги:

а) наміру (спостереження ведеться для певної, чітко поставленої задачі);

б) планованості (створюється за планом, що складається за проблемами спостереження);

в) цілеспрямованості (досліджуються тільки ті явища, які представляють інтерес);

г) активності (дослідник проводить активний пошук необхідних об'єктів і характеристик явища);

д) систематичності (дослідження проводиться за певним графіком або безперервно).

Експеримент – чуттєво-предметна діяльність у науці; у вузькому розумінні дослід – це відтворення об'єкта пізнання, перевірка гіпотези тощо. Це такий метод вивчення об'єкта, коли дослідник активно і цілеспрямовано впливав на нього через створення штучних умов або використання природних умов, необхідних для виявлення відповідних властивостей.

Експеримент проводять з метою:

- виявлення в об'єкта раніше невідомих властивостей;
- перевірки правильності теоретичних побудов;
- при демонстрації явищ.

У наукових дослідженнях експеримент і теорія тісно взаємопов'язані. Всіляке ігнорування експерименту призводить до помилок, тому всебічне розгортання експериментальних досліджень є один з найважливіших шляхів розвитку всієї сучасної науки.

Згідно з класифікацією дослідження бувають хімічними, фізіологічними, біологічними, соціальними, психологічними та ін.

Біологічні дослідження за останні десятиріччя ХХ століття одержали особливо широке розповсюдження.

Дослідження розрізняють:

- за засобом формування умов – справжні й штучні;
- за організацією проведення – лабораторні, польові, виробничі тощо;
- за структурою дослідження об'єктів і явищ – прості і складні;
- за характером зовнішнього впливу на об'єкт – енергетичні, інформаційні;
- за характером взаємодії експериментального дослідження з об'єктом – прості і модельні;
- за типом моделей, досліджуваних в експерименті – матеріальні і змістовні;
- за величинами, що контролюються – пасивні та активні;
- за числом варіаційних чинників – однофакторні і багатофакторні;
- за характером досліджень – технологічні.

Серед перелічених досліджень найпоширенішим є природний експеримент, що забезпечує проведення у природних умовах.

Штучний експеримент потребує штучних умов і широко застосовується в біології.

Творчий експеримент передбачає активну перебудову структури об'єкта досліджень на основі висунутої гіпотези, формування нових зв'язків і відношень між компонентами об'єкта.

Лабораторний експеримент проводиться в лабораторних умовах із застосуванням типових приладів, спеціального моделюючого обладнання, стендів тощо. У лабораторних умовах, як правило, вивчається не сам об'єкт, а його зразок. Цей експеримент дозволяє доброякісно із багатьма повтореннями одержати високоякісну наукову інформацію з мінімальними затратами часу і ресурсів. Однак лабораторний експеримент не завжди моделює реальний хід процесу, що досліджується, тому виникає необхідність проводити натурний експеримент.

Натуральний експеримент проводиться в природних умовах і на реальних об'єктах. Залежно від місця проведення досліджень натурні експерименти поділяються на виробничі, польові, полігонні, напівнатурні. Натурний експеримент потребує ретельного планування, раціонального добору методів дослідження. Центральним напрямом натурального експерименту є ви-

вчення характеру впливу середовища на досліджуваний об'єкт, ідентифікація його статистичних і динамічних параметрів.

Експерименти можуть бути *простими і складними*.

Простий експеримент використовується при дослідженні об'єкта з невеликою кількістю взаємопов'язаних елементів, що виконують прості функції.

У складному експерименті досліджуються об'єкти з розгалуженою структурою і великою кількістю взаємопов'язаних елементів.

Однофакторний експеримент потребує дослідження окремих необхідних чинників, стабілізації непотрібних чинників.

Стратегія *багатофакторних експериментів* – одночасно досліджується низка чинників і оцінюється експеримент за результатом усіх дослідів.

Технологічний експеримент – вивчається низка елементів технологічного процесу.

Метод аналізу та синтезу. Аналіз – метод пізнання, що дозволяє розчленувати предмети дослідження на складові частини (природні елементи об'єкта або його властивості та відношення). Синтез, навпаки, дозволяє об'єднати окремі частини або сторони предмета в єдине ціле. Аналіз та синтез взаємопов'язані, вони являють собою єдність протилежностей. Аналіз і синтез бувають:

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

2) зворотній, або елементарно-теоретичний (базується на деяких теоретичних міркуваннях причинно-наслідкових зв'язків різних явищ або дій певної закономірності. При цьому виділяються та сполучаються явища, що є суттєвими, а другорядні ігноруються);

3) структурно-генетичний (потребує вичленовування в складному явищі таких елементів, які здійснюють вирішальний вплив на всі інші сторони об'єкта).

Метод моделювання – це метод, що ґрунтується на використанні моделі як засобу дослідження явищ і процесів природи. Під моделями розуміються системи, що заміщають об'єкт пізнання і виступають джерелом інформації про нього. Моделі – це такі аналоги, схожість яких з оригіналом суттєва, а різниця – несуттєва. Моделі поділяють на два види: матеріальні та

ідеальні. Матеріальні моделі відтворюють у певному матеріалі – деревині, металі, склі та ін. Ідеальні моделі фіксуються в таких наочних елементах, як креслення, малюнки, схеми та ін.

Метод моделювання має таку структуру: а) постановка задачі; б) створення або вибір моделі; в) дослідження моделі; г) перенесення знання з моделі на оригінал.

1.3. Об'єкти наукового дослідження

Під об'єктами наукового дослідження розуміють сукупність живих організмів або фізичних тіл, які використовує дослідник для вирішення поставленого наукового завдання. При цьому застосування того чи іншого методу неможливе без урахування специфіки цих об'єктів. Так, учений впливає на об'єкт, що вивчається, за допомогою спеціальних матеріальних засобів (експериментальне обладнання та устаткування) з метою отримання необхідної інформації про властивості та особливості цього об'єкта або явища. Тому загальна структура експерименту буде відрізнятися від спостереження тим, що до неї, крім об'єкта дослідження та самого дослідника, входять певні матеріальні засоби впливу на об'єкт, що досліджується. За характером дослідження об'єкта можна розрізняти фізичні, хімічні, біологічні, психологічні та соціальні експерименти. Якщо у тому випадку, коли об'єктом дослідження безпосередньо слугує реально існуючий об'єкт або процес, експеримент можна назвати прямим. Якщо замість самого предмета використовується його модель, то експеримент буде називатися модельним. У ролі таких моделей найчастіше використовуються зразки, макети, копії оригінальної споруди або пристрою, виконані з урахуванням установлених правил. У модельному експерименті всі операції здійснюються не з самими реальними предметами, а з їх моделями. Результати, отримані при дослідженні цих моделей, у подальшому екстраполуються на самі предмети. Тому нові моделі літаків, гідроелектричних станцій, турбін, гребель спочатку випробовуються на експериментальних зразках.

Творчість у науці

Творчість – це мислення в його найвищій формі, що виходить за межі відомого, а також діяльність, що породжує щось якісно нове.

Наукова творчість пов'язана з пізнанням навколишнього світу. Науково-технічна (або звичайна технічна) творчість має прикладні цілі і напрями на задоволення практичних потреб людини. Під ними розуміють пошук і вирішення задач в області техніки на основі використання досягнень науки.

Однією з проблем творчості є мотиваційна структура. Мотивації (спонукання) зв'язані з потребами, які поділяються на три групи: біологічні, соціальні, ідеальні (пізнавальні).

Найбільш важливим для творчості видом мислення є уявлення.

Творча особистість має низку особливостей і насамперед уміння концентрувати увагу і довго утримувати її на якомусь питанні або проблемі. Це одна зі складових умов успіху в будь-якому виді діяльності. Без напору, наполегливості, цілеспрямованості не можна уявити творчих досягнень.

1.4. Етапи науково-дослідної роботи

Науково-дослідна робота виконується в певній послідовності. Спочатку формулюється сама тема в результаті загального ознайомлення з проблемою, в межах якої необхідно виконати дослідження, і розробляється основний вихідний передплановий документ – техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) теми. Тільки за наявності такого обґрунтування можливе подальше планування і фінансування теми замовником. У першому розділі ТЕО теми вказуються причини розробки (її обґрунтування), наводиться скорочений літературний огляд, де описується вже досягнутий рівень досліджень і раніш одержані результати. Особлива увага приділяється ще невирішеним питанням, обґрунтуванню, актуальності у значущості роботи для галузі й народного господарства. Такий огляд дозволяє намітити методи дослідження, його завдання й етапи, визначити кінцеву мету виконання теми. Сюди входить патентне пророблення теми і визначення доцільності закупки ліцензій.

Перед організацією експериментальних досліджень розробляються завдання, вибираються методика і програми експерименту, його ефективність суттєво залежить від вибору засобів вимірювання. При вирішенні цих завдань необхідно керуватися інструкціями і державними стандартами.

Методичні рішення, що приймаються, формулюються у вигляді методичних вказівок до проведення експерименту.

Після розробки методу дослідження складається робочий план, де вказуються обсяг експериментальних робіт, методи, техніка, трудомісткість і строки.

Після завершення теоретичних та експериментальних досліджень проводиться загальний аналіз одержаних результатів, здійснюється – зіставлення гіпотези з результатами експерименту. У результаті аналізу розходжень уточнюються теоретичні моделі. У випадку необхідності проводяться додаткові експерименти. Потім формулюються наукові і виробничі висновки, складається науково-технічний звіт.

Наступним етапом розробки теми є впровадження результатів дослідження у виробництво і визначення їх справжньої економічної ефективності. Впровадження фундаментальних і прикладних наукових досліджень у виробництво здійснюється через їх розробки.

Вибір теми науково-дослідної роботи

Вибір теми науково-дослідної роботи – одна з найскладніших і найвідповідальніших складових частин кожного наукового дослідження. Відомо, що вдалий вибір теми – половина справи.

Вибір теми – процес тривалий. Це поступове вростання в коло певних наукових інтересів, нарощування та накопичення знань, фактів, матеріалів, документів, причому в певній галузі даної науки, тобто воно цілеспрямовано стосується розробки певної наукової проблеми. Така прив'язка до проблеми найчастіше залишається науковим змістом всього життя дослідника.

Тільки в результаті тривалої й кропіткої роботи поступово складається основа для правильного вирішення питання як про вибір теми, так і про умови та передумови успішного проведення наукового дослідження за обраною темою.

Зазначимо, що через неминучу тривалість процесу прилучення до певного кола наукових інтересів перехід на іншу тему (у випадку невдалого вибору першої) найчастіше також потребує чималих зусиль і може загальмувати роботу дослідника на місяці, а іноді й на роки. Таким чином, вибору теми з самого початку необхідно приділити належну увагу як тому, хто її обирає, так і тим, хто йому в цій справі допомагає.

Першою і найважливішою умовою при виборі теми науково-дослідної роботи є принцип сучасності, актуальність теми. Тема повинна бути значущою, злободенною, стосуватися животрепетних питань сучасності.

Таким чином, дослідження в будь-якій галузі науки може претендувати на суспільне визнання в тому випадку, якщо його результати сприяють прогресу, розвитку суспільства.

Потреби сучасності в науковому дослідженні найкращим чином можуть бути реалізовані при розробці широких теоретичних проблем, створення узагальнюючих праць з актуальних питань суспільного розвитку і сучасного наукового знання взагалі. Але організація і проведення таких досліджень під силу лише деяким. І при всій талановитості і навіть геніальності дослідника розробка таких широких проблем – процес тривалий, потребує багато часу, іноді й всього життя.

Фундаментальні дослідження в умовах сучасного багатства інформації і потреб своєчасного впровадження результатів цих досліджень у життя можуть здійснювати лише великі колективи дослідників. Час, коли вирішення наукової проблеми залежало тільки від таланту одного вченого, далеко в минулому. Лише складна робота великих колективів забезпечує нині успіх наукового дослідження.

Вузівському викладачеві (суспільних наук), особливо тому, хто починає дослідницьку роботу, необхідно використовувати цю форму організації досліджень, включатися в роботу відповідних проблемних наукових рад і кафедральних колективів. Велика наукова проблема, що розробляється такими об'єднаннями дослідників, найчастіше поділяється на низку окремих питань, окремих тем. Поле для вибору теми відповідно до наукових інтересів, нахилів і можливостей найширше, а робота в колективі, як відомо, завжди ефективніша за роботу одного.

Визначивши за допомогою проблемних наукових рад і кафедральних колективів прийнятний загальний напрям наукового дослідження та ознайомившись зі станом його розробки в літературі, можна перейти до вибору теми науково-дослідної роботи, тобто відокремлення тієї частини загальної проблеми, яку можна вважати темою своєї науково-дослідної роботи. Важливу роль при цьому відіграють знання, що були накопичені, і навички розробки наукових проблем. Найбільш сприятливі умови є у науково-дослідних інститутах. Але й вузівські викладачі також причетні до наукового дослідження. Вони працюють над текстами своїх лекцій і доповідей, пи-

шуть і друкують статті, брошури та книжки, вивчають архівні матеріали і документи, найчастіше ще до кінцевого визрівання теми майбутньої монографії або дисертації мають уже якісь розробки. Там, де це востання в тему вже визначилось і тема актуальна, роботу слід продовжувати у напрямі, що склався.

Що ж до методики, точніше методичної техніки вибору науково-дослідної роботи, то мається на увазі, що той, хто обирає дану тему, людина – підготовлена: вузівський викладач, співробітник науково-дослідного інституту, що склав або складає кандидатські іспити, тобто той, хто має певні знання в своїй галузі і деякі навички у виконанні завдань наукового дослідження.

Незалежно від порад і консультацій вирішення питання про теми науково-дослідної роботи потребує ознайомлення хоча б з основною літературою з проблеми. При цьому слід скласти список питань, які є скелетом даної наукової проблеми, розподіливши їх приблизно на такі групи:

- питання, розробка яких у літературі вже одержала визнання наукової громадськості;
- питання, недостатньо розроблені, дискусійні, що потребують подальшої розробки;
- питання, що не розроблялися, які з'явилися лише в порядку постановки проблеми або впливають з висновків проведених досліджень.

Таким чином, до питання про вибір теми слід підходити не зверху, а знизу: спочатку визначити коло питань, що підлягають дослідженню, потім згрупувати їх і лише після формулювання вузлових питань підійти до формулювання самої теми.

Оформлення результатів наукової роботи

Після того, як сформульовані висновки й зробити узагальнення, продумані докази і підготовлені ілюстрації, настає наступний етап – літературне оформлення отриманих результатів у вигляді звіту, доповіді, статті тощо.

У короткому вступі автор уводить читача у коло проблем, визначає основне питання дослідження, щоб підготувати до кращого засвоєння викладеного матеріалу. У такому вступі з'ясовується значення проблеми, її актуальність, мета і задачі, поставлені автором при написанні наукової ро-

боти, стан проблеми на сучасному етапі розвитку науки. Не слід при цьому торкатися фактів і висновків, що викладаються в наступних розділах наукової роботи.

Слідом за вступом подається короткий огляд літератури з досліджуваного питання. При цьому дуже важливо уміти відокремити важливіші літературні джерела від менш важливих. Це має велике значення для читачів, тому що дозволяє їм визначити місце роботи в загальній структурі робіт з даної теми.

В основний зміст роботи включаються матеріали, методи, експериментальні дані, узагальнення і висновки самого дослідження. При написанні цього розділу необхідно уявити собі питання до запропонованого матеріалу, що можуть насамперед зацікавити читача, і відповідно до цього дати на них вичерпну відповідь. Особливу увагу варто звертати на точність слів і висловів, що використані у тексті, не допускати двозначного їх тлумачення.

Висновки повинні відповідати тільки тому матеріалу, що викладений у роботі. Пишуться висновки наприкінці роботи як підсумковий матеріал у вигляді коротко сформульованих і пронумерованих окремих тез (положень). Іноді їх подають у зв'язному, але якомога стиснутому викладі. Але і при цьому слід дотримуватися принципу: у висновках треба йти від конкретних до більш загальних і важливих положень.

У висновку подається узагальнення найбільш істотних положень наукового дослідження, підводяться його підсумки, доводиться справедливність висунутих автором нових положень, а також висувуються питання, які ще вимагають вирішення. Він звичайно буває невеликим, але ємким за тією кількістю інформації, що у ньому повинна міститися. Добре написаний висновок характеризується тим, що людина, знайома з дослідженнями з даного напрямку, прочитавши його, може уявити якісну сутність даної роботи (без її методичних і конкретних кількісних аспектів) і зробити певні висновки про можливі напрями подальших досліджень.

Наприкінці роботи подається перелік літературних джерел. Літературні джерела, що цитуються, якщо їх мало або якщо вони використовуються один раз, можна вказати у виносках тексту, а якщо їх багато і вони неодноразово повторюються, то в тексті варто вказати порядковий номер даного джерела за бібліографічним списком, наведеним наприкінці ро-

боти. Усі джерела повинні бути написані в порядку, прийнятому в бібліографії, і пронумеровані.

У наукових працях часто виникає необхідність наприкінці роботи подати додатки, куди входять допоміжні таблиці, графіки, додаткові тексти та інші матеріали. Кожний матеріал, таблицю, графік треба пронумерувати, щоб за необхідності можна вказати в тексті при посиланні на ті чи інші допоміжні джерела.

Часто за текстом роботи доводиться готувати реферат чи анотацію.

Анотація – це коротка характеристика звіту або іншої друкованої роботи з погляду змісту, призначення, форми та інших особливостей. Анотація виконує насамперед сигнальні функції і повинна відповідати на запитання: про що говориться в первинному документі? Тому анотації містять у собі переважно фрази у формі пасивного звороту, де присудок виражений зворотним дієсловом („розглядається”, „обговорюється”, „досліджується” тощо) чи пасивною дієслівною формою („розглянутий”, „досліджений”, „доведений” тощо). Анотації часто містяться в звітах, а також у книгах, брошурах, тематичних планах видавництв, рекламних матеріалах, у бібліографічних посібниках і друкованих каталожних картках.

Реферат – це скорочений зміст первинного документа (чи його частини) з основними фактичними відомостями і висновками. Реферат на відміну від анотації виконує не сигнальну, а пізнавальну функцію, відповідаючи на питання: що говориться в первинному документі. Тому реферат може містити в собі фрази, виражені будь-якою граматичною формою дієслова. Реферати друкуються в реферативних журналах і збірниках, інформаційних картках та ін.

1.5. Загальна методика наукової роботи

1.5.1. Вивчення першоджерел як основна форма наукової роботи

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

Сучасне науково-теоретичне мислення покликане дійти суті явищ і процесів, які вивчаються. Це стає можливим за умови цілісного підходу до

об'єкта вивчення, розгляду його у виникненні й розвитку, тобто застосування історичного аспекту.

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

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

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

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

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

У кожному науковому дослідженні можна виділити два рівні:

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

Згідно з цими рівнями загальні методи пізнання можна поділити на три групи, грані між якими визначені приблизно:

- методи емпіричного дослідження;
- методи, що застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень;
- методи теоретичних досліджень.

1.5.2. Методи емпіричного дослідження

Спостереження – це систематичне, цілеспрямоване вивчення об'єкта. Спостереження мусить відповідати таким вимогам:

- задуманості заздалегідь (спостереження проводиться для певного чітко поставленого завдання);
- планомірності (виконується за планом, складеним відповідно до завдання спостереження);
- цілеспрямованості (спостерігаються лише певні сторони явища, що викликають інтерес при дослідженні);
- активності (спостерігач активно шукає потрібні об'єкти, риси, явища);
- систематичності (спостереження ведеться безперервно або за певною системою).

Спостереження як метод пізнання дає змогу отримати первинну інформацію.

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

Метод порівняння буде результативним за таких вимог:

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

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

За допомогою порівняння інформація щодо об'єкта здобувається двома шляхами:

- безпосередній результат порівняння (первинна інформація);
- результат обробки первинних даних (вторинна або похідна інформація).

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

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

Переваги експериментального вивчення об'єкта порівняно зі спостереженням такі:

- у процесі експерименту можна вивчати явище „у чистому вигляді”, звільнившись від побічних чинників, які затінують основний процес;
- в експериментальних умовах можна дослідити властивості об'єктів;
- повторюваність експерименту: можна проводити досліді стільки разів, скільки це необхідно.

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

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

Існують такі основні види абстракції:

- *ототожнення* – утворення поняття через об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності, в особливий клас;
- *ізолювання* – виділення властивостей і відношень, пов'язаних з предметами.

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

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

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

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

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

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

Аналіз або синтез буває:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Метод моделювання має таку структуру:

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

1.6. Методи теоретичних досліджень

Ідеалізація – це конструювання подумки об'єктів, які не існують у дійсності.

Мета ідеалізації: позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і наділити (подумки) ці об'єкти певними гіпотетичними властивостями.

Будь-яка ідеалізація правомірна лише в певних межах.

Формалізація – метод вивчення різноманітних об'єктів за допомогою відображення їхньої структури у знаковій формі, а саме штучною умовою, наприклад мовою математики.

Аксіоматичний метод – метод побудови наукової теорії, за якого деякі твердження приймаються без доведень, а всі інші знання виводяться з них відповідно до певних логічних правил.

Гіпотеза є формою осмислення фактичного матеріалу, формою переходу від фактів до законів.

Розвиток гіпотези відбувається за трьома стадіями:

- накопичення фактичного матеріалу та висловлювання на його основі припущень;
- формування гіпотези;
- перевірка отриманих результатів на практиці та на їхній основі уточнення гіпотези. Якщо при перевірці наслідок відповідає дійсності, то гіпотеза перетворюється на наукову теорію.

Гіпотези (як і ідеї) мають імовірнісний характер. На їх основі відбувається систематизація раніше накопичених знань і здійснюється пошук нових наукових результатів. Гіпотеза може узгоджуватися з іншими науковими системами або суперечити їм.

Історичний метод дає змогу дослідити виникнення, формування й розвитку процесів і подій у хронологічній послідовності з метою виявлення внутрішніх і зовнішніх зв'язків, закономірностей та суперечностей.

Системний підхід полягає в комплексному дослідженні великих і складних об'єктів (систем), дослідженні їх як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів і частин.

Теорія – система знань, яка описує і пояснює сукупність явищ певної частки дійсності та зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднувального початку (витоку). Теорія будується на результатах, отриманих на емпіричному рівні досліджень. У теорії ці результати впорядковуються, вписуються у струнку систему, об'єднану загальною ідеєю, уточнюються на основі введених до теорії абстракції, ідеалізації та принципів.

До нової теорії висуваються такі вимоги:

- адекватність наукової теорії описуваному об'єкту, що дає змогу у визначених межах замінювати експериментальні дослідження теоретичними;
- повнота опису;
- необхідність пояснення взаємозв'язків між різними компонентами в межах самої теорії.
- відповідність теорії дослідним даним.

Теорія має бути евристичною, конструктивною і простою.

Евристичність теорії віддзеркалює її можливості передбачення та пояснювання. Конструктивність теорії полягає у можливості простої, здійснюваної за певними правилами перевірки основних її положень, принципів і

законів. Простота теорії досягається введенням узагальнених законів скорочення та стиснення інформації за допомогою спеціальних символів.

Вирішальною основою наукового пізнання є практика. Роль практики полягає у створенні матеріально-технічних засобів наукового дослідження. При цьому матеріально-технічні засоби не залишаються незмінними, а безперервно удосконалюються у процесі розвитку виробництва, промисловості, техніки.

Виростаючи з практики і розвиваючись на її основі, наукове пізнання набуває великого значення для неї самої. Воно сягає сутності явищ, розкриває закони їхнього існування та розвитку, тим самим вказуючи практиці можливості, шляхи і способи впливу на ці явища та зміни згідно з їхньою об'єктивною природою.

1.7. Загальна схема наукового дослідження

Увесь хід наукового дослідження можна приблизно зобразити у вигляді такої логічної схеми:

- обґрунтування актуальності обраної теми;
- постановка мети і завдань дослідження;
- визначення об'єкта і предмета дослідження;
- вибір методів (методики) проведення дослідження;
- опис процесу дослідження;
- обговорення результатів дослідження;
- формулювання висновків і оцінка одержаних результатів.

Обґрунтування актуальності обраної теми – початковий етап будь-якого дослідження.

Висвітлення актуальності не повинно бути багатослівним. Досить кількома реченнями висловити головне – сутність проблеми, з чого й випливе актуальність теми. Проблема завжди виникає тоді, коли старе знання вже виявило свою неспроможність, а нове ще не набуло розвинутої форми.

Правильна постановка та чітке формулювання проблем має не менше значення, ніж їх вирішення. Саме вибір проблеми значною мірою визначає стратегію дослідження і напрям наукового пошуку. Сформулювати наукову проблему – означає показати вміння відокремити головне від другорядного, виявити те, що вже відомо науці з предмета дослідження.

Потім формулюються об'єкт і предмет дослідження.

Об'єкт – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обраний для вивчення.

Предмет – це те, що міститься в межах об'єкта.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього і спрямована основна увага, саме предмет дослідження визначає тему наукової роботи.

Одним з головних етапів наукової праці є вибір методів дослідження – інструменту отримання фактичного матеріалу і необхідної умови досягнення поставленої в роботі мети.

Опис процесу дослідження - основна частина, де висвітлюються методика й техніка дослідження з використанням логічних законів і правил.

Дуже важливий етап ходу наукового дослідження – обговорення його результатів на засіданнях профілюючих кафедр, наукових семінарів, вчених (наукових) рад з попередньою оцінкою теоретичної та практичної цінності.

Завершальним етапом наукового дослідження є висновки, що містять те нове і суттєве, що складає наукові й практичні результати проведеної наукової праці.

Науковий результат – це знання, відповідне вимогам новизни, достовірності та практичної цінності. Сутність наукового результату формулюється у висновках. Формулювання сутності повинно бути коротким, зрозумілим, конкретним, без загальних слів і термінів, які потребують додаткового пояснення.

–

1.8. Робота над статтями та доповідями

Для майбутнього вченого важливо оволодіти технікою написання статей і підготовки доповідей на конференціях. Це зобов'язує до певної логіки побудови доповіді чи статті, високої вимогливості до їхніх форми, стилю й мови.

Опублікувати статтю – це означає зробити матеріал надбанням фахівців для використання в їхній роботі. Отже, треба писати просто і зрозуміло.

Для статті обсягом сім-вісім сторінок план, як правило, мав бути таким:

– вступ – постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями (5-10 рядків);

– останні дослідження і публікації, на які спирається автор, виділення нерозв'язаних питань загальної проблеми, якій присвячується дана стаття (зазвичай ця частина статті складає близько 1/3 сторінки);

– формулювання цілей статті (постановка завдання). Цей розділ особливо важливий, бо з нього читач визначає корисність для себе даної статті. Мета статті випливає з постановки загальної проблеми і огляду раніше виконаних досліджень (обсяг цієї частини 5-10 рядків);

– виклад власне матеріалу дослідження (5-6 сторінок машинописного тексту через 2 інтервали). Невеликий обсяг вимагає виділення головного у матеріалах дослідження. Іноді можна обмежитися тільки формулюванням мети досліджень, коротким згадуванням про метод розв'язання завдання і викладом отриманих результатів. Якщо на обсяг статті немає суворих обмежень, то доцільно описати методику дослідження повніше;

– на закінчення наводяться висновки з даного дослідження і коротко подаються перспективи подальших досліджень з цього напрямку.

Підготовки доповіді на наукову конференцію. План доповіді аналогічний плану статті. Проте специфіка усного мовлення спричиняє суттєві зміни у формі та змісті. При написанні доповіді треба врахувати, що значна частина матеріалу викладена на плакатах (слайдах). На плакатах зазвичай подають: метод розв'язання, структуру системи, схему експерименту, виявлені залежності в табличній або графічній формі тощо. Тому в доповіді викладають коментарі до ілюстративного матеріалу. Це дає змогу на 20-30% скоротити її.

Слід також мати на увазі, що за 10 хвилин людина може прочитати матеріал, розміщений на 4 сторінках машинописного тексту (через два інтервали), тому обсяг доповіді зазвичай є меншим від обсягу статті. Крім того, доповідач повинен реагувати на попередні виступи за темою його доповіді. Полемічний характер доповіді викликає інтерес слухачів і підвищує їхню активність.

Розділ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

У науковій роботі із землеробства, овочівництва і плодівництва використовують в основному три специфічні для агрономії методи досліджень: лабораторний, вегетаційний і польовий. Кожний з них має свої прийоми дослідження – спостереження та експерименти в умовах спеціальних лабораторій, вегетаційних будиночків, фітотронів і в звичайних польових умовах.

Загальним для лабораторного і вегетаційного методів є те, що спостереження та експерименти проводять в штучних умовах, які суворо контролюються. Наприклад, у теперішній час в лабораторіях штучного клімату (фітотронах) стало можливим досить точно визначати вплив окремих чинників зовнішнього середовища та їх різноманітних поєднань на ріст і розвиток рослин. Спостереження та експерименти при польовому методі проводять у звичайній польовій обстановці з багатьма умовами, які безперервно змінюються незалежно від експериментатора. Тут зовнішні чинники впливу на рослини можуть поєднуватися найрізноманітнішим і часто цілком непередбаченим способом, а тому неможливо виділити і розглянути роль кожного чинника окремо. Так, врожай в польовому досліді є, синтезом усіх умов обробітку, він відображає та інтегрує дію всіх зовнішніх і внутрішніх чинників, їх різноманітних поєднань. Тому, не дивлячись на зовнішню вдавану простоту, польовий метод дослідження – найбільш складний біологічний метод пізнання життя рослин, їх вимог до умов зовнішнього середовища.

Увесь процес аналітико-синтетичного вивчення умовно можна поділити на наступні основні етапи.

1. Виявлення та аналіз необхідності в дослідженні, вивченні доступної інформації (літератури), зародження ідеї і побудова логічного плану роботи.

2. Отримання фактичного матеріалу (спостереженнями, експериментами, використанням літератури тощо), необхідного для аналітичного розчленування явища і вивчення його в цілому.

3. Висунення робочої (наукової) гіпотези – визначеного припущення про можливу причину досліджуваного явища, яка задовільно пояснює наявні факти.

4. Експериментальна перевірка основних положень робочої гіпотези точними, вирішальними дослідженнями, які поступово перетворюють гіпотезу в обґрунтовану наукову теорію, формулювання основних принципів або законів, якими може скористатися практика.

2.1. Лабораторний метод

Лабораторні методи дослідження, тобто вивчення культурних рослин і умов їх вирощування в спеціально обладнаних агрохімічних, біохімічних, цитологічних, бактеріологічних та інших видах лабораторій, широко використовуються науковою агрономією. Ці методи є предметом важливих агрономічних дисциплін і детально розглядаються в курсах агрохімії, землеробства, рослинництва, селекції і генетики, мікробіології, фізіології та ін. Тому обмежимося лише зауваженнями загального характеру.

Лабораторні методи можуть мати самостійне значення, але найчастіше вони є складовою і нерідко дуже важливою частиною ширших агрономічних досліджень. Наприклад, при проведенні польових і вегетаційних дослідів правильна організація і здійснення лабораторних аналізів ґрунтів і дослідних рослин дозволяють зрозуміти і пояснити сутність досліджуваних явищ, обґрунтувати висновки. Залежно від мети і завдання дослідження важливість лабораторних методів у загальному обсязі дослідницьких робіт може бути різноманітною. Однак у всіх випадках правильно виконані лабораторні дослідження допомагають встановити закономірності і сутність явища, зрозуміти хід процесів і на основі цього передбачити вплив тих чи інших чинників на врожай.

У практиці агрономічних досліджень, особливо при проведенні польових дослідів, часто використовують лабораторні методи визначення агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту, хімічного складу культурних рослин та оцінки якості врожаю. Всі ці методи добре розроблені й описані в спеціальних посібниках.

2.2. Вегетаційний метод

Сутність вегетаційного методу дослідження полягає в тому, що рослини вирощують у вегетаційних посудинах, штучних, але агрономічно обґрунтованих умовах, які регулюються експериментатором. Для вегетаційних дослідів використовують найрізноманітніші посудини скляні, глиняні, з оцинкованого заліза, пластичних та інших матеріалів. В якості субстрата для вирощування рослин використовують землю, пісок або воду. Під час дослідів посудини з рослинами поміщують у спеціально побудовані вегетаційні будиночки, теплиці або лабораторії штучного клімату. Це робиться для того, щоб захистити рослини від несприятливих чинників і виявити значення того чи іншого чинника життя в якомога чистішому вигляді, зробити розчленований аналіз, який в складних природних умовах провести неможливо. Особливо велике значення вегетаційні дослідів мають при вивченні питання живлення рослин.

Залежно від субстрату, на якому вирощують рослини, розрізняють вегетаційні дослідів з ґрунтовими, піщаними, водними і стерильними культурами. Кожний з цих методів скерований на розв'язання різних завдань. Так, дослідів на штучних (безґрунтових) середовищах дозволили вирішити низку важливих питань з фізіології рослин, які мають велике значення для практичної агрономії. Встановлено, наприклад, значення різних елементів у живленні рослин, механізм їх поглинання, концентрації, взаємодії і сполучення, антагонізм іонів та ін.

При розробці деяких питань в науковій агрономії користуються лізиметричним методом. Він відрізняється від вегетативного тим, що дослідження життя рослин і властивостей ґрунту проводять у полі, в спеціальних лізиметрах, де ґрунт відгороджений з усіх боків (з боків і знизу) від навколишнього ґрунту і підґрунтку. Основна умова, яка визначає конструкцію лізиметра, – пристосування, які дозволяють вивчати просочування води і розчинених у ній речовин. Потужність шару в лізиметрі може коливатися в значних межах – від глибини орного шару до 1-2 м.

Лізиметричні дослідів використовують у землеробстві, ґрунтознавстві, фізіології, агрохімії і селекції для вивчення таких важливих питань, як водний баланс під різними сільськогосподарськими культурами, розмивання і переміщення поживних речовин атмосферними опадами, визначення транс-

піраційних коефіцієнтів у звичайних умовах та ін. Головна ознака, за якою розрізняють лізиметри, полягає в способі наповнення їх ґрунтом: їх поділяють на лізиметри з ґрунтом звичайної будови і лізиметри з насипним ґрунтом. Матеріали, з яких виготовляють лізиметри, можуть бути дуже різноманітними: роблять бетонні і цегляні лізиметри об'ємом 1-2 м³, з розрахунку на тривале використання; металеві – з радіусом від 10 до 40-50 см і так звані лізиметричні лійки діаметром 25-50 см. Можуть бути й інші конструкції лізиметрів.

2.3. Польовий метод: його суть та особливості проведення

Особливість польового дослідження як найважливішого методу експериментального вивчення основних питань землеробства, яка виділяє його серед інших методів дослідження (спостережень, вегетаційних і лізиметричних дослідів), полягає в тому, що культурна рослина вивчається разом зі всією сукупністю ґрунтових, кліматичних і агротехнічних чинників, дуже близьких до виробничих, або безпосередньо у виробничих умовах. Тільки польовий дослід може встановити зв'язок між врожаєм і засобами впливу на нього. Крім того, існує низка питань, які взагалі не можуть бути вивчені без польових умов, без польового дослідження, наприклад система обробітку ґрунту і догляд за рослинами, сівозміна, використання добрив у сівозміні, поєднання добрив і гербіцидів з іншими агротехнічними прийомами, механізація збирання, урожайність різних сортів тощо.

Польовий дослід пов'язує теоретичні дослідження в агрономії із сільськогосподарською практикою. Результати польових дослідів, які підтверджують висновки теоретичного дослідження та узагальнення практичних спостережень, можуть бути достатньо переконливою основою для широкого впровадження нових засобів підвищення врожаїв – агротехнічних прийомів, нових сортів, добрив та ін.

Польовий сільськогосподарський дослід – дослідження, яке здійснюється в польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Основним завданням польового дослідження є встановлення відмінностей між варіантами дослідження, кількісна оцінка дії чинників життя, умов або засобів обробітку на урожай рослин і його якість.

Будь-який польовий дослід передбачає дослідні і контрольні варіанти. Під дослідним варіантом розуміють досліджувану рослину, сорт, умови обробітку, агротехнічні засоби або їх поєднання. Варіант, з яким порівнюють дослідні варіанти, називають контролем або стандартом. Сукупність дослідних і контрольних варіантів, об'єднаних загальною ідеєю, складає схему дослідження.

Цінність результатів польового дослідження залежить від дотримання визначених методичних вимог. Найважливіші з них наступні: 1) типовість дослідження; 2) дотримання принципу єдиної відмінності; 3) проведення дослідження на спеціально виділеному і вирівняному за родючістю полі; 4) облік врожаю, достовірність і точність польового дослідження.

Під типовістю польового дослідження розуміють відповідність умов його проведення ґрунтово-кліматичним (природним) і агротехнічним умовам даного району або зони. Будь-який польовий дослід повинен відповідати вимогам ґрунтово-кліматичної типовості. Цілком очевидно, що немає змісту вивчати прийоми підвищення родючості ґрунтів у досліді розміщеному на піщаних ґрунтах, якщо результатами роботи передбачається використовувати на глинистих ґрунтах. Що стосується другої вимоги, а саме, відповідність умов проведення дослідження агротехнічним, виробничим умовам, то вона в різних польових дослідженнях виконується по-різному. Повністю ця вимога витримується в польових дослідженнях, які проводяться безпосередньо у виробничій обстановці. Однак у деяких випадках, особливо на перших етапах дослідження (обмежена кількість насіння, нового виду гербіциду, добрив та ін.), ця вимога виконується не повністю і польовий дослід проводиться в деякому відриві від типових виробничих умов.

При постановці польових дослідів необхідно дотримуватися єдності всіх умов, крім однієї – яка вивчається. Цю дуже важливу та обов'язкову вимогу методики називають принципом єдиної відмінності. Він повинен суворо дотримуватись у дослідній роботі. Наприклад, у польовому досліді з нормами азотних добрив єдиною відмінністю у варіантах будуть норми. Усі інші умови дослідження (ґрунтові умови, попередник, способи обробітку ґрунту, сорт, посів, догляд тощо) у всіх варіантах повинні бути тотожними, однаково. Без дотримання цієї вимоги методики не можна правильно встановити ефективність норм добрив, які вивчаються.

Вимога проведення польового дослідження на спеціально виділеній ділянці з добре відомою історією – це логічний наслідок вимоги принципу єдиної

відмінності. Вона також обов'язкова для будь-якого польового дослід. У практиці дослідної справи цю вимогу методики нерідко ігнорують, дослідники закладають на ділянках, історія яких невідома, у зв'язку з чим результати таких дослідів неможливо зрозуміти і, тим більше, використовувати. Вимога методики проводити дослід на спеціально виділених ділянках найчастіше порушується виробниками. Їм здається, що набагато простіше і переконливіше ставити дослід не на спеціально виділених одноманітних ділянках, а на цілих полях сівозміни, з різною історією і неоднаковими умовами; такі дослід, особливо одиничні, не можуть дати задовільних результатів. Не можна називати польовим дослідом які-небудь випробування прийомів агротехніки або сортів, якщо їх проводять на випадкових ділянках, з відсутніми елементами порівняння.

Вимоги до обліку врожаю, достовірності і точності. Врожай і якість сільськогосподарських рослин – основний об'єктивний показник при характеристиці варіантів, які вивчаються в досліді. У результаті обліку врожаю, який відображає та інтегрує дію на рослини всіх умов обробітку, стає можливим кількісно визначити вплив тих чинників, які вивчаються в даному досліді. Однак дані обліку врожаю у оцінці його якості можуть мати реальний зміст і об'єктивно відображати досліджуване явище тільки в тому випадку, якщо дослід достовірний по суті. Під достовірністю дослід по суті розуміють логічно правильно побудовану схему і методику проведення дослід, відповідність їх поставленим перед дослідженням завданням, правильний вибір об'єкта та умов проведення даного дослід. Цілком очевидно, що дослід, проведені за неправильно розробленою схемою і методикою, у невідповідних даному дослідженню умовах або з порушенням методики і техніки, тобто дослід, недостовірні по суті, викривляють ефекти досліджуваних варіантів і не можуть використовуватися для їх порівняльної оцінки. Такі дослід потрібно бракувати.

Дослід, які відповідають поставленому в дослідженні завданню, тобто придатні, достовірні для його вирішення, характеризуються статистичними (математичними) показниками точності і суттєвості. Статистична обробка результатів дослід дозволяє визначити межі можливих випадкових коливань отриманих даних і встановити наявність суттєвих розбіжностей між середніми урожаями у варіантах дослід. Звичайно, основою для порівняльної оцінки сортів або агротехнічних заходів є агрономічний аналіз одержаних показників; статистична обробка не замінює, а доповнює його і дає

загальну кількісну характеристику досконалості й точності польового дослідження. Математичні показники точності і суттєвості експериментальних даних дозволяють у стиснутій, вичерпаній і зрозумілій формі викласти результати дослідження, не наводячи всіх вихідних даних, які нерідко можуть бути дуже великими і громіздкими.

Для характеристики точності польового дослідження в агрономічній практиці використовують узагальнений статистичний показник, який називається помилкою середньою, або помилкою дослідження. Чим менше випадкових помилок, тим вища точність дослідження, і навпаки. Основні причини виникнення випадкових помилок – неоднорідність родючості ґрунту дослідної ділянки, індивідуальна мінливість рослин, механічні пошкодження і пошкодження рослин хворобами і шкідниками, технічні помилки проведення дослідження. Ці причини називаються випадковими. Вони існують при проведенні будь-якого дослідження, їх не можна усунути повністю, але можна скоротити до деякого мінімуму вдосконаленням методики і техніки експерименту.

2.4. Види польових дослідів

Польові дослідження поділяються на дві великі групи: 1) агротехнічні; 2) дослідження із сортовипробування сільськогосподарських культур.

Основним завданням агротехнічних дослідів є порівняльна об'єктивна оцінка впливу різних чинників життя, умов, засобів обробки або їх поєднання на врожай сільськогосподарських культур і його якість. До цієї групи відносяться, наприклад, польові дослідження з вивчення обробки ґрунту, попередників, добрив, способів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками, норм і строків посіву та ін.

Дослідження з сортовипробування, де порівнюються за однакових умов генетично різні рослини, служать для об'єктивної оцінки сортів і гібридів сільськогосподарських культур. На основі цих дослідів найбільш урожайні, цінні за якістю, стійкі сорти й гібриди районують і впроваджують в сільськогосподарське виробництво.

Якщо в досліді вивчається дія лише одного чинника, то такі дослідження називаються однофакторними, або простими, їх ставлять за методом єдиної відмінності, тобто всі умови в досліді, крім тієї, що вивчається, наприклад сорту рослин, глибини оранки, способу посіву тощо, повинні бути тотож-

ними. Досліди, в яких вивчається дія і взаємодія двох чи кількох чинників (прийомів), називають багатофакторними, або складними. Характерною особливістю такого дослідження є те, що в ньому вивчається не один, а кілька чинників або прийомів обробітки (наприклад, підживлення, способи обробітки, гербіциди), причому визначається не тільки дія, але й взаємодія досліджуваних чинників.

Багатофакторний дослід охоплює кілька (мінімум два) однофакторних дослідів, побудованих на принципі єдиної відмінності. Крім того, багатофакторний дослід містить всі можливі поєднання між чинниками простого дослідження. Порівнюючи кількісно (за методом залишку) ефект від спільної дії чинників на результативну ознаку з сумою ефектів від цих же чинників при окремому використанні, визначають ефект від взаємодії прийомів, що вивчаються. Наприклад, у двофакторному досліді отримано наступні надбавки врожаю кукурудзи (ц/га): від добрив без поливу – 5, від поливу без підживлення – 32, від внесення добрив і поливу – 67, тобто на 30 ц з 1 га більше, ніж сума надбавок перших двох варіантів ($67-5-32=30$). Отже, при спільному використанні добрив і поливу виникає третя причина, яка впливає на урожай, яку називають взаємодією; вона може бути як додатньою, так і від'ємною. Коли чинники діють незалежно один від одного, ефект від взаємодії не проявляється.

До короткотермінових дослідів відносяться такі, які проводять протягом 1-3 років для оцінки дії або в крайньому випадку однієї післядії досліджуваного прийому. Однак для проведення і вивчення багатьох важливих агротехнічних прийомів або агрокомплексів, наприклад, сівозміна, монокультура, система підживлення та обробітки, вапнування, систематичне внесення добрив та інше, необхідно кілька років або ротацій сівозміни. Крім того, деколи буває дуже важливо встановити взаємозв'язок між ефективністю прийому та умовами різних років.

У всіх цих і подібних до них випадках ставлять багаторічні дослідження. Такі дослідження складають особливо важливу групу методів агрономічного дослідження і спрямовані на надання серйозної наукової допомоги сільському господарству. Багаторічні дослідження можуть бути стаціонарними і не-стаціонарними. Перші закладають і проводять протягом тривалого часу на одному й тому ж місці, другі закладають кожного року на нових ділянках і проводять також протягом тривалого періоду.

Науковому дослідженню в сільському господарстві, так само як і в інших галузях, передує підготовчий період. Він охоплює: 1) вибір теми, визначення завдання та об'єкта дослідження; 2) вивчення і критичний аналіз історії й сучасного стану питання; 3) створення робочої гіпотези; 4) складання програми і методики дослідження. Ця частина роботи, яку можна назвати плануванням дослідження, мабуть, найважча і відповідальна

Робоча гіпотеза – це наукове припущення про розвиток явищ, на якому базується пояснення очікуваних у досліді результатів. Вона будується на основі всіх раніше встановлених закономірностей досліджуваного явища і тих нових ідей (припущень), які вносить дослідник у дану проблему. При побудові робочої гіпотези не потрібно боятися новизни, оригінальності ідеї, потрібно іти новими шляхами.

2.5. Основні елементи методики польового досліді

Елементами методики досліді є кількість варіантів у його схемі частота контролів, дослідні ділянки і захисні смуги, форма ділянок та їх орієнтація, повторність і повторення досліді, методи розміщення варіантів у досліді, методика обліків і спостережень. Методика досліді складається з цих елементів.

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

Кількість контролів та їх частота. У схемі досліду може бути кілька контролів. Так, при вивченні сортів беруть за контроль (стандарт) не лише районований, а іноді й перспективний сорт.

У дослідах з добривами важливим контролем може бути варіант без добрив або такі дози органічних чи мінеральних добрив, на фоні яких вивчають ефективність доз окремих елементів живлення або дії їх разом. При вивченні доз пестицидів їх порівнюють з тими дозами, якими користувались у виробництві до закладання досліду, а також з варіантом без пестицидів.

Розміри дослідних ділянок. Як уже зазначалося, площа дослідних ділянок складається з облікової і захисної, яка оточує облікову. Розміри ділянок – це, як правило, площі облікових частин, тобто без захисних смуг.

Розмір ділянок залежить від виду досліду, теми досліджень, дослідної культури, рівня механізації, форми ділянки, повторності досліду, кількості варіантів, розміру площі досліду, варіювання родючості ґрунту тощо. У мікродослідах площа ділянок менша 1 м^2 , у дрібноділянкових вона становить $1-10 \text{ м}^2$. Лабораторно-польові дослідження проводять на ділянках площею $11-50 \text{ м}^2$, польові – від 50 до 200 м^2 .

Розмір ділянки залежить також і від досліджуваної культури. Чим менша площа живлення рослин, а отже, чим більше рослин на одиниці земельної площі, тим меншою може бути і дослідна ділянка. Так, особливості зернових колосових, круп'яних, зернобобових, багаторічних і однорічних трав, льону та їм подібних за площею живлення культур можна досліджувати на ділянках площею $20-30 \text{ м}^2$. У дослідях із соняшником, кукурудзою, картоплею та іншими просапними площі дослідних ділянок становлять $75-150 \text{ м}^2$.

При великій кількості варіантів у досліді збільшується загальна площа досліду, отже, і варіювання родючості ґрунту, що знижує точність досліду. Тому в такому разі доцільно зменшити площу дослідної ділянки, що призведе до зменшення земельної площі під дослідом, знизить варіювання родючості ґрунту, а це, в свою чергу, підвищить точність досліду. Проте при зменшенні площі ділянки треба забезпечити оптимальну повторність у досліді.

Форма ділянок та їх орієнтація на місцевості. Дослідні ділянки, як правило, прямокутні, але співвідношення сторін може бути різним – від видовженої до квадратної форми, коли ширина ділянки дорівнює її довжині. Видовжені ділянки умовно вважають короткими, якщо їх довжина лише в 2-

10 разів більша за ширину, довгими, коли вона перевищує ширину більш як у 10 разів.

Близькою до квадратної має бути форма ділянки у дослідях, де вивчається захист рослин від шкідників, хвороб, бур'янів з обприскуванням посівів розчинами пестицидів, бо на вузьких ділянках вітер може зносити розчин на сусідні варіанти. Крім того, з центра квадратної ділянки менше буде переселятися шкідників і переноситися хвороб, ніж з ділянок видовженої форми. Квадратна форма ділянок буде ефективнішою і в багатьох інших дослідях, де суміжні варіанти сильно впливають один на одного або дослід розміщується методом латинського квадрата.

Повторність і повторення у дослідях. Щоб досліді були методично достовірними і точними, їх повторюють у просторі і часі. Як уже зазначалося, повторність у просторі – це кількість ділянок у досліді з однаковими варіантами. Повторність у часі – це кількість короткотермінових дослідів у штучних умовах (у лабораторіях, теплицях, фітотронах) протягом одного року або кількох років, коли ведуться досліді в польових умовах.

Повторність визначається не лише варіюванням родючості ґрунту тієї площі, яка виділена для досліді. На вибір повторності впливають інші чинники, зокрема ступінь видовженості ділянки за відношенням до її ширини. Як уже зазначалося, довгі ділянки забезпечують вищу точність досліді, тому кількість повторностей у такому досліді може бути меншою, ніж у досліді з коротшими ділянками. Так, за даними М. Ф. Деревецького (1962), однакову точність досліді гарантують досліді з такими ділянками: видовженими у 2 рази при 6 повторностях; видовженими у 3 рази при 4 повторностях; видовженими у 5 разів при 3 повторностях. Для квадратних ділянок точність досліді гарантується при 8 повторностях. Отже, кількість повторностей у дослідях залежить від форми ділянок і за рахунок видовження їх повторність можна зменшувати до 3-4.

При збільшенні кількості повторностей та варіантів на великих ділянках зростають помилки досліді за рахунок збільшення площі під дослідом, що пояснюється зростанням варіювання родючості ґрунту. Тому ці чинники також впливають на кількість повторностей, які треба оптимізувати залежно від умов досліді.

Майже неможливо встановити шаблон при виборі кількості повторностей. У дослідях по сортовипробуванню зернових колосових, круп'яних, зернобобових, кукурудзи, олійних культур, конопель, тютюну, картоплі,

лучних трав рекомендується мати ділянки площею 50 м² при 4-6 повторностях. Однак ці культури мають різну площу живлення, а отже, неоднакову кількість рослин на одиниці площі, а звідси і різну точність середніх арифметичних. Крім того, у ґрунтово-кліматичних зонах з більш вирівняною родючістю ґрунту (Степ та Лісостеп) можна мати меншу повторність, ніж на Поліссі, де значна строкатість ґрунтових умов, і повторність треба дещо збільшувати при одночасному зменшенні площі дослідних ділянок.

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

2.6. Умови проведення дослідів та заходи щодо підвищення їх точності

Для підвищення достовірності дослідів треба забезпечити мінімальне варіювання родючості ґрунту і запобігти всім похибкам, які можуть виникати у дослідженнях. Точність – це ступінь наближення результатів дослідів та його достовірного значення. Розрізняють три види похибок – систематичні, грубі і випадкові.

Систематичні похибки завищують або занижують результати досліджень під дією певних чинників. Такими є закономірна зміна родючості ґрунту, невідрегульовані прилади. Систематичні похибки не можуть взаємно компенсуватися і впливають на точність середніх арифметичних. Зменшити кількість цих похибок можна правильним плануванням проведення дослідів і використанням справних приладів.

Грубі похибки – це прорахунки у процесі роботи. Наприклад, при зважуванні врожаю неправильно записали його масу або відліки на шкалі приладів, хоч самі прилади і справні. Прикладом грубих похибок можуть бути ситуації, коли помиляються з нумерацією ділянок, двічі вносять добрива на одну й ту саму ділянку, не на заплановану глибину проводять оранку або застосовують різні норми висіву тощо. Якщо допускаються такі похибки, доводиться бракувати окремі ділянки, повторення, а то й весь дослід.

Випадкові похибки зумовлені непередбаченими дослідником чинниками і є неминучими. Вони виявляються під впливом випадкового ва-

ріювання 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 односторонніх похибок. Причиною випадкових похибок може бути нерівномірне, вибіркоче пошкодження рослин на окремих ділянках або ураження їх хворобами.

2.7. Методи розміщення варіантів у досліджах і їх характеристика

Метод розміщення – це чергування варіантів на дослідних ділянках залежно від завдань і конкретних умов навколишнього середовища – форми земельної площі, варіювання родючості ґрунту, напряду схилу тощо. Відомі три основні групи методів: випадковий, систематичний, стандартний (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Класифікація методів розміщення варіантів у досліджах.

При застосуванні випадкового методу, або рендомізації, місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел або за жеребками. Випадковий метод має кілька різновидностей або субметодів (рендомізовані повторення, повна рендомізація, латинський квадрат, латинський прямокутник, розщеплені ділянки, метод змішування).

При систематичному методі варіанти розміщують у такій послідовності, як вони записані у схемі досліду. Тому цей метод іноді називають ще послідовним. Його різновидностями є багаторядне розміщення одно- та багаторядне.

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

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

Випадкове (рендомізоване) розміщення варіантів має ще й ту перевагу, що дослідник позбувається суб'єктивного підходу до розміщення варіантів і може мати об'єктивні результати досліджень. Цієї переваги не має систематичний метод розміщення варіантів. Однак при розміщенні цим методом спостерігається однакова послідовність варіантів в усіх повтореннях, що полегшує демонстраційність досліду і проведення в ньому сільськогосподарських робіт.

Вибраний метод розміщення варіантів повинен бути по можливості простим і забезпечувати проведення досліду з мінімальними методичними помилками. Він має бути також стійким, щоб гарантувати проведення досліду незалежно від випадковостей – потрави рослин або їх загибелі від хво-

роб і шкідників. Метод розміщення має забезпечити можливість уведення в дослід нових варіантів замість тих, які вже не цікавлять дослідника.

2.8. Випадкове (рендомізоване) розміщення варіантів

Цей метод використовують понад шість століть в усіх розвинених країнах світу. Поширюється він і в Україні. Як зазначається в класифікації, випадкове розміщення варіантів реалізується кількома субметодами, вибір кожного з яких залежить від умов варіювання родючості ґрунту.

Рендомізовані повторення – випадкове розміщення всіх варіантів досліду в межах кожного повторення окремо. Метод застосовується, якщо у межах повторення (блоку) варіювання родючості ґрунту мінімальне, а між повтореннями воно може змінюватись більшою мірою. При застосуванні цього методу у кожному повторенні кожний варіант трапляється лише раз.

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

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

Метод рендомізованих латинських квадратів – це розміщення варіантів так, щоб у кожній стрічці і кожному стовпчику були всі варіанти і відповідно до схеми досліду і жоден з них не повторювався.

Метод латинського квадрата доцільно застосовувати в умовах, де родючість ґрунту змінюється у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

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

Рендомізований латинський прямокутник – випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку. Цей метод застосовують тоді, коли родючість ґрунту варіює не лише у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а й по діагоналі, а кількість варіантів кратна кількості повторностей. Таке розміщення найкраще відображає зміну родючості ґрунту у трьох напрямках – взаємно перпендикулярних і по діагоналі. Розміщення 15, 16, 18 та 20-го варіантів методом латинського прямокутника показано на рис. 2.2.

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

Рис. 2.2. Повторність і повторення у досліді з дозами мінеральних добрив.

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

У досліді з вивчення сортів ділянки доцільніше розщеплювати у такому порядку: ділянки першого порядку – сорти, другого порядку – обробіток ґрунту, третього – удобрення або обприскування пестицидами. Наприклад, вивчаються два сорти (a_1, a_2), три обробітки ґрунту (b_1, b_2, b_3) та дві системи захисту рослин від шкідників (c_1, c_2).

2.9. Стандартне і систематичне розміщення варіантів

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

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

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

Систематичний (послідовний) метод. Як уже зазначалося, це розміщення варіантів у послідовності, запланованій схемою досліду або за іншою системою. Метод є ефективним, якщо закономірне (систематичне) варіювання родючості ґрунту не спостерігається. Як зазначає Б. О. Доспехов (1985), види варіювання змінюються в часі і просторі, випадкове варіюван-

ня в одному році може змінитися закономірним у наступні роки. Щоб запобігти похибкам і забезпечити точність досліду, треба користуватись методом, який дасть змогу провести дослід без порушень основних вимог методики дослідної справи.

2.10. Вибір і підготовка земельної ділянки для дослідів

Вибираючи земельну площу, проводять ґрунтово-біологічне обстеження, вивчають історію полів, рослинний покрив, рельєф і мікрорельєф місцевості. Відповідно до досліджуваної культури підбирають ґрунти тільки з певними агрохімічними показниками і типовим для даної місцевості підґрунтям, рівень залягання ґрунтових вод. На площі проводять зрівнювальний та рекогносцирувальний посіви.

2.10.1. Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі

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

Для певних культур підбирають відповідні попередники. Так, для озимої пшениці у центральному Лісостепу підбирають такі попередники, як зайнятий пар, багаторічні трави, горох, кукурудза на силос тощо, у Степу – попередником дослідної культури пшениці є чистий пар, а на Поліссі – льон і картопля. Дослід з цукровими буряками, соняшником закладають на полях, де вирощували озиму пшеницю та ін.

Рельєф дослідної площі має бути вирівняним, бо схили будуть впливати на достовірність досліду. Крутизна схилів повинна бути типовою для зони, де планується проведення досліду. Здебільшого схил підбирають рівномірним і однорідним. На площі не повинно бути блюдець і западин, якщо їх не вивчають у досліді. Як уже зазначалося, ділянки досліду орієнтують довгим боком уздовж схилу. На земельній площі проводять нівелювання, у

дослідних установах – із горизонтами через 0,2, а у виробництві – через 1 м.

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

Особливу увагу приділяють виявленню чинників, 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, тривале вирощування багаторічних трав. Після – дія багатьох із цих чинників триває протягом 2-3 років, а вапнування ґрунту – до 10 років. Якщо закладання дослідів не можна відкласти на кілька років, щоб вирівняти ґрунт на всьому масиві за родючістю, площу треба бракувати.

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

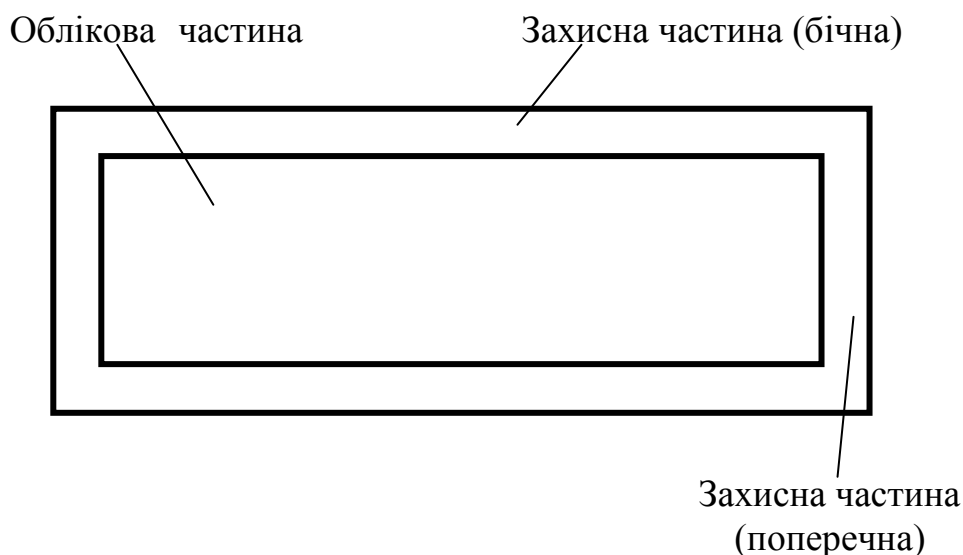


Рис. 2.3. Схема дослідної ділянки.

Вивчення рослинного покриття. Висока врожайність попередніх культур свідчить про родючість ґрунту, його окультуреність і придатність для дослідів. Звертають увагу і на наявність у посівах рослин-індикаторів – хвоща польового, шавлю, які свідчать про кислотність ґрунтів (солянкова рослинність означає засоленість ґрунту).

2.10.2. Підготовка земельної площі для дослідів

Щоб вирівняти ділянки за родючістю ґрунту та окультурити його, застосовують вирівнювальні посіви – висівають одну культуру одного сорту з однаковою агротехнікою на всій площі майбутнього дослідів протягом 2-3 років. Дія цього посіву така. У місцях, де родючість ґрунту була вищою, врожай культур буде вищим і з ґрунту буде винесено більше поживних речовин. Там же, де родючість нижча, з урожаєм буде винесено з ґрунту менше поживних речовин. За 2-3 роки родючість ґрунту під цими посівами вирівнюється. Для вирівнювального посіву використовують культури суцільного способу сівби на зелену масу. Слід зазначити, що якщо строкатість ґрунту за родючістю зумовлена різними типами його, підґрунтями, рівнем залягання ґрунтових вод, то вона не усувається вирівнювальними посівами і така земельна площа непридатна для закладання дослідів.

Родючість 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 дослідів. Особливу увагу звертають на те, щоб вживались однакові заходи боротьби зі шкідниками, хворобами і бур'янами.

2.10.3. Рекогносцирувальні посіви

Рекогносцирувальні, або розвідувальні посіви застосовують для виявлення варіювання родючості ґрунту. Для цього висівають одну культуру насінням одного сорту однакової репродукції і класу за умови однакової агротехніки на всій площі майбутнього дослідів перед його закладанням. Метою цього посіву є виявлення варіювання родючості ґрунту за допомогою обліку врожайності на окремих діляночках, виділених на посіві. Як правило, ці посіви застосовують у наукових закладах і вузах перед закладанням стаціонарних дослідів. Важливими питаннями рекогносцирувальних посівів є добір

рослин, догляд за ними, підготовка до збирання врожаю і його збирання, складання плану рекогносцирувального посіву.

Добір рослин. Найчастіше використовують ярі рослини суцільного способу сівби. Озимі використовувати не слід, бо причиною зміни їх урожайності може бути не лише родючість ґрунту, а й вимерзання, випрівання, випирання, пошкодження посівів гризунами взимку тощо. З ярих культур висівають ячмінь, овес, викоовес.

Зрідка використовують просапні культури, зокрема картоплю або коренеплоди. Однак просапні культури менш придатні для таких посівів, бо урожайність, наприклад цукрових буряків, може змінюватись не лише через неоднакову родючість ґрунту, а й якість міжрядного обробітку (робочими органами знярядь 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 суцільної сівби.

З ярих культур доцільніше вирощувати такі, які є добрими попередниками для більшості культур сівозміни, наприклад виковівсяні сумішки на зелений корм. Крім того, ці культури збирають раніше від тих, які вирощують на зерно, що сприяє своєчасному внесенню добрив та якісному обробітку ґрунту під досліджувану культуру. Перед проведенням рекогносцирувального посіву на всій площі у попередні роки повинні бути однаковими перед попередники, попередники та рівномірний агрофон.

2.10.4. Агротехніка на дослідному полі

Агротехнічний фон. На дослідному полі, де проводять кілька дослідів, агротехніка залежить від досліджуваної культури, її попередника, а також завдань дослідів. Агротехніка складається з агрофону, який є єдиним для кожної дослідної ділянки певного дослідів, а також тих агрозаходів, які вивчають у досліді залежно від його варіантів. *Агрофон* –це сума елементів агротехніки, певна технологія вирощування тієї чи іншої культури, на фоні якої вивчають ефективність усіх варіантів конкретного дослідів (від початку до закінчення). Слід зазначити, що у різних дослідів створюють певний агрофон, який залежить не тільки від культури і вирощуваного сорту, а й від попередника чи передпопередника, системи обробітку ґрунту та удобрення, захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб тощо.

Кожний агрофон у досліді повинен забезпечити об'єктивну оцінку (агротехнічну та економічну) агрозаходів, які вивчаються. Саме це є основним завданням агрофону. Тому на низькому агрофоні не можна проводити досліді для оцінки перспективних сортів культур. Водночас на високих фонах органічних добрив не можна вивчати малі дози мінеральних добрив, як і на фоні глибокої попередньої оранки до закладання досліді не можна вивчати особливості оранки на дещо меншу глибину. Отже, умови агрофону мають бути типовими і придатними для певного досліді. Іноді агрофон може бути визначеним як один з контролі в у схемі досліді.

Внесення добрив. Для створення агрофону чи вивчення у досліді добрива треба рівномірно внести на площі у стислі строки і відразу заробити у ґрунт. Перед внесенням добрив беруть зразки ґрунту для агрохімічного аналізу, який використовують при узагальненні результатів досліді. Мінеральні добрива повинні бути сипкими, мати паспорт. Розрахунки роблять на всю дослідну ділянку, а не тільки на їх облікову частину. Наважки добрив масою менше 1 кг беруть з точністю до 1 г, масою 1 -10 кг - 10 г, а більше 10 кг – до 100 г.

Сівба та садіння рослин. Застосовують два види сівби (садіння) – коли вони є об'єктом вивчення або їх не вивчають у досліді. Якщо їх не вивчають, то сівбу проводять одночасно у стислі строки з однаковою якістю робіт на всіх ділянках досліді.

Для створення агрономічного фону сівбу проводять згідно з рекомендаціями наукових установ для певної ґрунтово-кліматичної зони. Напрям сівби – перпендикулярно до довгого боку ділянок. Перший прохід агрегату роблять по туго натягнутому шнуру або по відбитій борозні.

Сівалку вводять у роботу за 1 м до початку дослідної ділянки, а виводять через 1 м після її виходу за межі ділянки. Під час сівби чи садіння треба стежити, щоб на кожній ділянці була однакова кількість рядків, а крайні з них розміщувалися на відстані половини міжряддя від меж ділянок. У досліді з просапними культурами густина рослин на посіві має бути однаковою, якщо вона не є об'єктом вивчення. Для цього сівбу проводять за кількістю схожих насінин на одиницю площі. Вагову норму розраховують за формулою:

$$N_{\text{в}} = N_{\text{шт}} a,$$

де N_v – вагова норма насіння, кг/га;

$N_{шт}$ – норма насіння, млн. шт. /га;

a – маса 1000 насінин, г.

Догляд за рослинами. За дослідними посівами доглядають так само, як і за виробничими, але чіткіше виконують усі агротехнічні процеси з детальним регулюванням усіх машин і знарядь в оптимальні і найстисліші терміни. Як уже зазначалося, переносити певну роботу на наступний день можна лише в межах повторення.

Після появи сходів оглядають дослідні посіви, щоб визначити рівномірність сівби, наявність огріхів, просівів або загущених рядків. У разі потреби проріджують сходи при загущенні посівів, а при зрідженні – підсівають заздалегідь намоченим насінням.

2.11. Планування досліджень

Від якості планування досліджень залежать достовірність, точність та ефективність експерименту. На сучасному етапі досліджень для планування досліду застосовують методи математичної статистики з широким використанням комп'ютерної техніки.

2.11.1. Теоретичні основи планування

Основне завдання планування – пошук оптимальних умов росту рослин з метою підвищення їх продуктивності. Припустимо, що дослідник у попередніх дослідах мав підвищення врожаю від градацій певного чинника – на 15% порівняно з контролем. Але цей приріст урожайності не задовольняє дослідника. Тому треба вибрати оптимальну градацію того чинника, який вивчається. Вирішення таких завдань називають процесом оптимізації.

Планування досліду – це насамперед вибір мінімальної кількості варіантів та умов проведення досліду з метою оптимізації. При цьому користуються двома підходами: 1) побудовою фізичної моделі процесу на основі відомих явищ (фізики ґрунту, фізіології рослин, біології, хімії та ін.), що дає змогу мати математичну модель об'єкта досліджень у вигляді системи диференціальних рівнянь; 2) статистичним підходом, який доповнює перший. Математична модель експерименту – це рівняння, що пов'язує параметри оптимізації з чинниками життя рослин.

Вибір параметрів дослідю. Параметр – це те, що потрібно оптимізувати, тобто це реакція на чинники, яких може бути кілька. Параметрами можуть бути врожай, вміст білка, цукристість, вітаміни, морозостійкість, посухостійкість рослин та їх стійкість проти шкідників і хвороб тощо.

Вибір чинників дослідю. На врожай, його якість, стійкість рослин проти хвороб, шкідників, морозо- та посухостійкість їх впливають різні чинники: освітлення, сорт, вологість ґрунту і повітря, температура ґрунту і повітря, повітряний і поживний режими ґрунту, обробіток ґрунту та ін. При математичному плануванні враховують основний з них, і ефективність його значною мірою залежить від правильного вибору цих чинників.

Кожний чинник має характерну для нього область визначення – сукупність усіх значень, які може мати даний чинник. Ці значення бувають кількісними (дози добрив чи гербіцидів, глибина обробітку ґрунту чи загортання насіння, площа живлення якісними (форми добрив, сорти та ін.)).

Вибрані чинники повинні задовольняти такі вимоги:

1) мають бути регульованими (зміна дози добрива, норми поливу, сівби, глибини оранки тощо). Температура і вологість повітря, освітлення у відкритому ґрунті – це чинники, які не можна повністю регулювати, тому їх не використовують для математичного планування польового дослідю;

2) щоб чинник можна було виміряти з достатньо високою точністю;

3) бажано, щоб чинник був однозначним;

4) щоб при вивченні сукупності кількох чинників їх можна безпечно поєднувати;

5) вибрані чинники повинні не залежати один від одного, тобто між ними не повинно бути лінійної залежності (допускається криволінійний зв'язок).

2.11.2. Планування схем дослідів

Перед складанням схем дослідів висувають робочі гіпотези. Як правило, у більшості дослідів вони мають бути науково обґрунтованими за результатами попередніх досліджень і зрідка – як здогад, що виникає інтуїтивно у дослідника. Гіпотези формують по-різному. Наприклад, можливо, що дози добрив для даної культури можуть бути вищими чи нижчими за ті, що застосовують у господарстві; очевидно, що дози фунгіцидів або норми добрив, які застосовують у господарстві, надмірно високі або низькі; можливо,

що норми висіву насіння, які застосовують у господарстві, завищені або дуже низькі тощо.

Упевнившись, що норми чи дози кількісних чинників, які впливають на досліджувані рослини, є надмірно великими або малими, дослідник зменшує їх або збільшує, взявши за контроль ті, що застосовувались раніше, до планування досліду.

Крім кількісних чинників, у дослідях вивчають і якісні – вплив сортів, ґрунтів, експозицій схилу, якість посівного матеріалу (еліта, перша або друга репродукція) та ін.

2.11.3. Багатофакторні дослідди

Основне завдання сучасної науки – знайти і дати рекомендації виробництву для науково обґрунтованих технологій не з окремих елементів агротехніки, а з їх сукупності. Вивчивши в однофакторних дослідях кращі варіанти з окремих елементів агротехніки, починають багатофакторні дослідди, які мають певні переваги. У них можна виявити не тільки достовірність дії чинників, а й їх взаємодії: антагонізм, тобто пригнічення дії одного чинника іншим; синергізм – посилення дії чинника іншим; адитивізм – дія чинників незалежно один від одного. Дані багатофакторного дослідди дають змогу побудувати куполоподібну поверхню відгуку, на якій шляхом екстраполяції та інтерполяції можна знаходити кращі варіанти, прогнозувати і програмувати врожай та його якість.

2.11.4. Планування обсягу вибірки

Кількісна мінливість. Обсяг вибірки кількісної мінливості – це число об'єктів досліджень, які беруть для проведення обліків і спостережень. Вибіркою може бути кількість колосів, коренеплодів, листків, стебел тощо, які обліковують на рослині. Ними можуть бути також зразки ґрунту з різних діляночок дослідної ділянки для фізичного чи хімічного аналізу.

Основне завдання вибіркового методу полягає в тому, щоб при мінімальному, але достатньому обсязі вибірки з усієї сукупності об'єкта одержати максимально повну інформацію. Обсяг вибірки не повинен бути дуже малим, бо це знижуватиме достовірність і точність дослідди. Однак він не повинен бути і надмірно великим, бо це призводитиме до надмірного обсягу досліджень та збільшення кількості помилок. Тому обсяг вибірки оптимі-

зують, тобто визначають ту кількість спостережень, з якою можна мати статистично достовірні результати на певному рівні довірливої ймовірності.

Для оптимізації обсягу вибірки (n) запропоновано кілька формул, одна з них наводиться нижче:

$$n = \left(\frac{tv}{s_{\bar{x}}\%} \right)^2,$$

де t – стандартне значення критерію Стьюдента;

v – коефіцієнт варіації;

$s_{\bar{x}}\%$ – допустима відносна помилка, %.

Значення $s_{\bar{x}}\%$ вибирає сам дослідник залежно від точності, яку він планує. Якщо планується дуже висока точність досліджу, то $s_{\bar{x}}\%$ береться 2-3% (середня точність забезпечується, коли помилка становить 5-6%). Для більшості польових дослідів достатня точність може бути при $s_{\bar{x}}\%$ до 7%.

Коефіцієнт варіації (v) знаходять за формулою:

$$v = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}},$$

де s – стандартне відхилення певного варіаційного ряду;

\bar{x} – середня арифметична цього ж ряду.

2.11.5. Планування спостережень і обліків

У дослідях із сортовипробування незалежно від культури обов'язково планують такі дослідження:

1. Облік густоти сходів і густоти рослин перед збиранням урожаю з урахуванням густоти продуктивного стеблостою;
2. Фіксація фенологічних фаз розвитку рослин;
3. Визначення морозо- і зимостійкості посівів (для озимих культур);
4. Визначення посухостійкості посівів за допомогою фіксації в'янення листя;
5. Облік динаміки росту рослин з урахуванням кількості листя та їх площі, висоти і маси надземних органів;
6. Аналіз вирівняності посівів за висотою травостою;
7. Визначення стійкості рослин до ураження хворобами та пошкодження шкідниками;

8. Визначення стійкості посівів проти вилягання (для високорослих культур), розтріскування бобів і стручків, осипання зерна, проростання зерна на корені (для зернових культур);

9. Аналіз одночасності досягання врожаю – для зернових, олійних, насінників буряків, багаторічних трав тощо;

10. Аналіз структури врожаю: довжина колоса, кількість колосків у колосі, кількість зерен у колосі, маса зерна в колосі (для колосових культур): кількість зерна у волоті, маса зерна у волоті, довжина качана, маса качана, маса зерна в качані (для неколосових зернових культур); кількість бобів і стручків на рослині, кількість зерен у бобі і стручці, маса зерна і насіння в бобі і стручці, маса зерна і насіння з однієї рослини (для зернобобових і хрестоцвітних культур);

11. Облік урожаю основної і побічної (якщо така використовується) продукції;

12. Аналіз якості врожаю за такими показниками: маса 1000 зерен чи насінин, натура зерна або насіння (для зернових і олійних культур); середня маса коренеплоду і бульб (для коренеплідних і бульбоплідних культур): виходів насінневого матеріалу і його вирівняність (для всіх культур), вміст білка в зерновій продукції (для всіх культур), клейковини – в зерні продовольчої пшениці, цукру – в коренеплодах цукрових буряків, крохмалю – в бульбах картоплі, олії – в насінні олійних культур, перетравного протеїну – в кормовій продукції, плівковість насіння соняшнику, вміст алкалоїду в зерні люпину.

2.12. Методика спостережень і обліків.

Фенологічні спостереження

У дослідах, де об'єктом досліджень є рослина (культура чи бур'яни) обов'язково планують фенологічні спостереження, суть яких полягає у реєстрації фаз розвитку. Фази розрізняють за зовнішніми ознаками. Під час фенологічних спостережень відмічають початок фази (коли до неї вступило 10-15% рослин) і повну фазу (70-75% рослин).

Фенофази визначають окомірно одночасно у всьому досліді. Дані фенологічних спостережень використовують для оцінки впливу ґрунтових і

погодних (кліматичних) умов на розвиток досліджуваної рослини та розрахунок тривалості міжфазних періодів і вегетаційного періоду в цілому.

Різні культури характеризуються певними фенофазами. У пшениці, жита, тритікале, ячменю, вівса, проса розрізняють такі фази: сходи (початок і повні); початок кущіння; колосіння або викидання волоті (початок і повне); повне цвітіння жита; молочна (крім проса), воскова (господарська) і повна стиглість зерна (якщо врожай збирають при повній стиглості зерна). Крім того, для озимих відмічають дати припинення вегетації восени і відновлення навесні. Для того щоб визначити тривалість періоду сівба – сходи, обов'язково фіксують строки висівання всіх культур.

При проведенні фенологічних спостережень на посівах вказаних культур досліднику слід брати до уваги такі особливості:

фаза сходів у злакових культур настає при появі перших розкритих листочків у 75% рослин;

початок кущіння припадає на час, коли у 10-15% рослин з'явиться перший листочок бічного пагона з піхви головного стебла;

за дату припинення осінньої вегетації рослин пшениці, тритікале, ячменю приймається дата переходу середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$, а жита – через $+4^{\circ}\text{C}$. При цьому використовують дані ближчої до району дослідження метеостанції;

відновлення вегетації озимих культур навесні починається при відростанні листя, зрізаного відразу після танення снігу;

колосіння пшениці, жита, тритікале у ячменю припадає на період, коли близько половини колоса вийшло з піхви верхнього листка. Ознакою викидання волоті проса і вівса є вихід верхівки волоті з піхви верхнього листка;

фаза цвітіння жита настає, коли більшість колосів зовні мають пиляки; молочна стиглість відмічається тоді, коли зерно в середній частині колоса, а у вівса – у верхній частині волоті досягне майже повної довжини, але має ще зелений колір;

фаза воскової або господарської стиглості зерна має такі ознаки: зерно жовтого кольору, тверде, але при натисканні нігтем ще легко ріжеться. При згинанні ячмінне і вівсяне зерно тріскає. Листя і стебло в цей час набувають жовтого кольору;

фаза повної стиглості характеризується такою твердістю зерна, коли при натисканні ножем воно розколюється. Зерно при цьому легко вимоло-

чується, тому у цій фазі починають збирання врожаю зернових культур прямим комбайнуванням.

2.12.1. Оцінка посівів і облік біометричних показників.

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, 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, а червонуватий (у вигляді опіків країв листя) – про нестачу калію в ґрунті.

2.12.2. Оцінка стійкості посівів проти вилягання, поникання, осипання зерна і проростання його в колосі

Стійкість посівів до вилягання оцінюють у балах, 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. Оцінюють вилягання посівів зернових та інших культур 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 до комбайнування.

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

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 – нижче за посередньо; 1 бал – зерно вимолочується погано.

2.13. Облік урожаю

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

За один-два 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 урожаю з облікових ділянок треба зібрати врожай на виключках і захисних смугах, щоб не змішувати цю продукцію з обліковою. Не збирають урожай лише тоді, коли на вузьких бічних захисних смугах між варіантами використати сучасну збиральну техніку практично неможливо.

Урожай на всіх дослідних ділянках у досліді чи в межах повторення, як уже зазначалося, треба збирати в один день і одним збиральним агрега-

том. 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 урожаю здебільшого проводять суцільним способом з усієї облікової площі.

Облік урожаю зернових колосових культур суцільного способу сівби. 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), тоді як звичайні комбайни можна використовувати тільки на більших ділянках. Це пояснюється тим, що серійні вітчизняні комбайни допускають значно більше втрат, ніж малогабаритні.

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

Бункерну масу врожаю з ділянки перераховують на гектарну площу, користуючись при цьому коефіцієнтом на площу ($K_{\text{п}}$), який обчислюють за формулою

$$K_{\text{п}} = \frac{10000 \text{ м}^2}{\text{П}},$$

де 10000 м² – площа 1 га, м² ;

П – площа облікової ділянки, м².

Перемноживши масу врожаю з ділянки, визначену в кілограмах, на перевідний коефіцієнт на площу і поділивши результат на 100 для переводу кілограмів у центнери, одержують бункерну урожайність у центнерах на гектар.

Бункерну урожайність перераховують на 100%-ву чистоту насіння множенням на відсоток чистого зерна і діленням на 100. Відсоток чистоти визначають на основі розбору проби зерна масою 500 г у двократній повторності.

Урожайність чистого зібраного зерна перераховують на стандартну 14%-ву вологість, користуючись такою формулою:

$$y = \frac{A(100 - B)}{100 - 14},$$

де Y – врожайність чистого зерна при стандартній вологості, ц/га;

A – врожайність чистого зерна при польовій вологості, ц/га;

B – вологість зерна на час збирання, %;

14% – стандартна вологість для зернових культур.

У цій формулі відношення $\frac{100 - B}{100 - 14}$ є перевідним коефіцієнтом на 14% вологість зерна.

Вологість зерна, як і іншої рослинної продукції, доцільно визначати ваговим способом з використанням формули

$$B = \frac{v \cdot 100}{C},$$

де B – вологість зерна, %;

v – маса випаруваної води з бюкса із зерном, г;

C – маса наважки зерна в бюксі до висушування, г.

2.14. Досліди із сортовипробування

Дослідження із сортовипробування проводять в умовах державних сортодільниць, хоч проводити їх можна також і в інших наукових установах чи безпосередньо в господарствах. Як уже зазначалося, рекомендації для районування нового сорту чи гібрида певної сільськогосподарської культури дають тільки на основі державного сортовипробування.

Схеми дослідів. Залежно від напрямку досліджень у досліді одночасно можна вивчати кілька сортів чи гібридів. Так, при розширеному сортовипробуванні вивчають сорти, які перебувають у випробуванні на сортодільницях області, а також нові для області сорти чи гібриди вітчизняної або іноземної селекції.

Нові сорти, які виділились у розширеному сортовипробуванні, через 1-2 роки передають у конкурсне випробування на інші сортодільниці, а сорти, які погано себе зарекомендували, знімають з випробування без передавання в конкурсне випробування. У дослідах з розширеним сортовипробуванням може бути 20 варіантів або й більше. Якщо варіантів більше 20, серед повторення вводять дві або більше ділянок із стандартом. Крім того, при великому наборі варіантів сорти можуть розрізнятися за скоростиглістю. Тому їх треба згрупувати за цим показником і для кожної групи доцільно вводити свій стандарт. Наприклад, для групи скоростиглих сортів за стандарт беруть і скоростиглий районований сорт, а для групи пізньостиглих сортів – відповідно пізньостиглий районований сорт. Так роблять і при дослідженні сортів високо- і низькорослих рослин, схильних і стійких до вилягання. При цьому кожен групу сортів чи гібридів порівнюють зі своїм стандартом.

У конкурсному сортовипробуванні дається рекомендація для районування нових сортів, які істотно відрізняються від стандарту та інших сортів за врожайністю й якісними показниками врожаю.

Для того щоб результати конкурсного сортовипробування були достовірними, такі досліди повинні включати меншу кількість варіантів порівняно з дослідом; з розширеним сортовипробуванням. Висівають культури при конкурсному випробуванні, як мінімум, у чотириразовій повторності з використанням ямб- чи дактиль-методу розміщення варіантів.

Ще менше варіантів у схемах дослідів з виробничим сортовипробуванням, яке проводять у передових господарствах з високим рівнем культури землеробства. Для виробничого випробування беруть лише перспективні нерайоновані сорти, які були кращими в конкурсному випробуванні. Як правило, в одному господарстві виробниче випробування проходять 2-3 культури. При цьому один-два нових сорти чи гібриди порівнюють з кращим районованим сортом чи гібридом, який вирощують у господарстві.

Розділ 3

3.1. Статистична обробка дослідних даних і завдання для самостійної роботи студентів

Додаток

Позначення вживаних символів

- X – значення варіюючої ознаки;
 k – кількість класів (груп);
 i – класовий інтервал;
 X – максимальне значення ознаки;
 \max
 X – мінімальне значення ознаки;
 \min
 \bar{X} – середня вибірки;

 S^2 – дисперсія;
 s – стандартне відхилення;
 V – коефіцієнт варіації;
 $s_{\bar{x}}$ – помилка середньої;

 $s_{\bar{x}}\%$ – відносна помилка середньої;

 d – різниця між середніми;
 s – помилка різниці між середніми;
 d
 l – кількість варіантів;
 n – повторення (обсяг вибірки);
 N – загальна кількість спостережень (ділянок) у досліді;
 v – кількість ступенів свободи (вільностей);
 P – імовірність;
 P – рівень значимості;
 t
 t – критерій Стьюдента;
 F – критерій Фішера;
 H_0 – нульова гіпотеза;
 H_0
 H_0 – найменша істотна різниця;
 IP
 C – коригуючий чинник (поправка);
 C – суми квадратів відхилень від різних джерел варіювання в
 u, C_p, C_p дисперсійному аналізі;

C_v, C_z

r – коефіцієнт кореляції;

s – помилка коефіцієнта кореляції;

r

t_r – критерій суттєвості (істотності) кореляції;

b – коефіцієнт регресії y по x ;

yx

s – помилка коефіцієнта регресії;

b

s – помилка відхилення від регресії;

yx

\sum – сума (знак сумування);

A – довільний початок.

Тема 1. ГРУПУВАННЯ ТА ОБРОБКА ДАНИХ ПРИ КІЛЬКІСНІЙ ТА ЯКІСНІЙ МІНЛИВОСТІ

Обробка дослідних даних охоплює три етапи. Перший – впорядкування первинних даних. Другий – агрономічний аналіз результатів досліджень. Третій – статистична обробка. Упорядкування первинних даних здійснює їх безпосередній виконавець. При цьому дані заносять у типові форми (таблиці), зручні для окомірного аналізу. Ретельно перевіряють правильність записів і первинних підрахунків.

Агрономічний аналіз – це критична оцінка результатів дослідження. Розраховують середні показники за варіантами дослідження, абсолютні і відносні величини.

Статистичну обробку проводять з метою формулювання об'єктивних висновків щодо результатів дослідження. Вона дає змогу оцінити якість виконаної роботи, точність експериментальних даних, встановити межі випадкових відхилень та істотність різниці між варіантами дослідження.

Мінливість характерна для всіх біологічних об'єктів, технологічних операцій та економічних процесів. Мінливість – здатність ознаки змінюватися навколо середнього значення навіть за умов однорідного середовища. Розрізняють мінливість кількісну та якісну. До кількісної мінливості належать об'єкти, які мають масу, розмір, об'єм або їх можна лічити поштучно, тобто кількісна мінливість – це мінливість ознак, яка характеризується низкою цифр. Якісна мінливість – це варіювання кольору пелюсток, наявність у рослин тичинкових або маточкових квіток, кількість уражених

рослин певною хворобою і здорових, вимерзлих рослин пшениці взимку або збережених, уражених бульб картоплі при зберіганні і здорових та ін.

Кількісну мінливість розрізняють непереривну і переривну. До непереривної належать ті об'єкти, які виражають в основному дробовими числами – це маса, розмір, об'єм досліджуваних об'єктів. До переривної мінливості належать об'єкти, які обліковують поштучно – кількість листків, суцвіть, рослин, тварин та ін.

Якісна мінливість буває альтернативною (спостерігається певна ознака або її немає) і неальтернативною.

Робота 1. Обробка даних при кількісній мінливості для малих вибірок ($n \leq 20-30$)

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. - Кю: Вища школа, 1994. - С. 262-266.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 174-178.

Контрольні питання для самопідготовки

1. Види мінливості.
2. Основні характеристики і критерії кількісної мінливості?
3. Що таке критерій Стюдента? З якою метою він використовується?

Завдання. Вирахуйте статистичні показники кількісної мінливості для малої вибірки. Зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції.

Числовий приклад:

Урожай зерна озимої пшениці, ц/га		
Миронівська 61	Перлина Лісостепу	Циганка
43	37	47
45	50	50
43	47	46
44	46	47
45	40	45

Розв'язання

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} =$$

Робоча таблиця

Миронівська 61				Перлина Лісостепу				Циганка			
пов- тор- ність	X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²	пов- тор- ність	X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²	пов- тор- ність	X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
1	43			1	37			1	47		
2	45			2	50			2	50		
3	43			3	47			3	46		
4	44			4	46			4	47		
5	45			5	40			5	45		
$\bar{X} =$				$\bar{X} =$				$\bar{X} =$			

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} =$$

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} =$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} =$$

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

$$s_{\bar{x}} \% = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

Визначаємо достовірність різниці, попередньо припустивши, що вказані сорти озимої пшениці різняться між собою за рівнем врожайності

$$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 =$$

$$s_d = \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2} =$$

$$t = \frac{d}{s_d} =$$

$$t_{\text{табл.}} =$$

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

Робота 2. Групування та обробка даних при кількісній мінливості для великих вибірок ($n > 30$)

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 266-268.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 178-185.

Контрольні питання для самопідготовки

1. Що таке варіаційний ряд? Порядок групування даних.
2. Статистичні показники (параметри, критерії) кількісної мінливості для великої вибірки?
3. У чому полягає суть нормального розподілу? Крива нормального розподілу.
4. Що таке рівень вірогідності (імовірності)?

Завдання. Вирахуйте статистичні показники, дайте порівняльну оцінку і графічне зображення варіаційних рядів, зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції.

Числові приклади:

Варіант 1

Кількість бульб картоплі, шт./кущ

Сорт Слава					Сорт Західна				
15	13	13	7	18	61	43	21	16	33
23	11	8	10	8	36	39	30	32	32
27	10	8	7	12	31	29	28	37	41
18	8	7	8	10	43	24	23	16	21
9	12	12	12	9	17	16	26	12	31
24	15	8	6	17	21	32	23	29	12
4	22	12	16	17	26	18	24	20	21
7	12	7	8	11	33	33	23	29	13
13	12	6	12	5	18	23	30	4	29
26	5	16	4	8	12	14	45	29	21

Варіант 2

Суми	$\sum f = n =$	-	$\sum f \cdot x$				$\sum f(x - \bar{x})^2$

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X}{n} =$$

$$S^2 = \frac{\sum f \cdot (X - \bar{X})^2}{n-1} =$$

$$s = \sqrt{S^2} =$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} =$$

$$V = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

$$s_{\bar{x}} \% = \frac{s_{\bar{x}}}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

Варіаційний ряд II

Кількість класів (груп) $k = \sqrt{n} =$

Класовий інтервал

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} =$$

Робоча таблиця

Класи (групи)	Частота, f	Групові варіанти, X	f·X	X - \bar{X}	f(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²	f(X - \bar{X}) ²
Суми	$\sum f = n =$	-	$\sum f \cdot x$				$\sum f(x - \bar{x})^2$

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X}{n} =$$

$$S^2 = \frac{\sum f \cdot (X - \bar{X})^2}{n-1} =$$

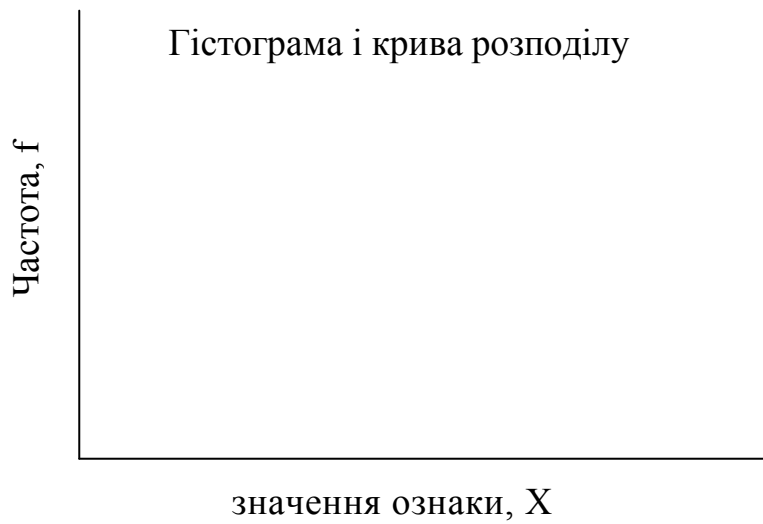
$$s = \sqrt{S^2} =$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} =$$

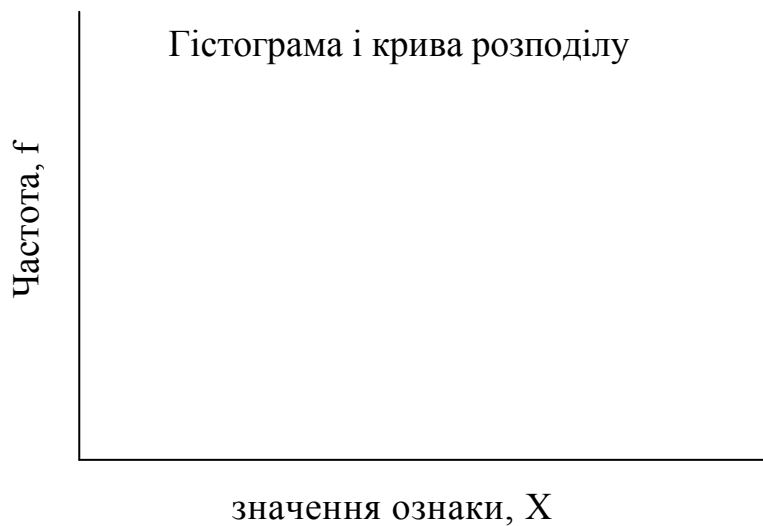
$$V = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

$$s_{\bar{x}} \% = \frac{s_{\bar{x}}}{\bar{X}} \cdot 100 =$$

Варіаційний ряд I



Варіаційний ряд II



Порівняльна оцінка I і II варіаційних рядів за критерієм Стьюдента (t)

$$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 =$$

$$s_d = \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2} =$$

$$t = \frac{d}{s_d} =$$

$t_{\text{табл.}} =$

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

Робота 3. Групування та обробка даних при якісній мінливості

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 268-270.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 185-188.

Контрольні питання для самопідготовки

1. Дайте визначення якісної мінливості. Види якісної мінливості?
2. Основні характеристики якісної мінливості.

Завдання. Вирахуйте статистичні показники якісної мінливості для малої вибірки. Визначте достовірність різниці між вибірковими частками. Зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції.

Числові приклади :

Варіант 1

а) альтернативна мінливість:

З проаналізованих 200 бульб картоплі виявлено уражених фітофторозом:

сорту Західна – 12 бульб;

сорту Слава – 22 бульби;

б) неальтернативна мінливість:

у гібридної сім'ї А виявлено 300 гібридів картоплі з білими бульбами, 15 – з рожевими бульбами і 38 – з фіолетовими. У сім'ї В – відповідно з 50, 8 і 10.

Варіант 2

а) альтернативна мінливість:

при апробації посівів пшениці сорту Альбатрос одеський виявлено 12 стебел сортових домішок, сорту Циганка – 2. В обох випадках було проаналізовано 1500 стебел;

б) неальтернативна мінливість:

серед 119 гібридів суниці сім'ї А було 33 з рихлим м'якушем ягід, 55 – із середнім і 31 – зі щільним. Серед 71 гібрида сім'ї В – відповідно 41, 23 і 7.

Варіант 3

а) альтернативна мінливість:

з 355 проаналізованих зразків рослинної продукції, яку вирощували у пункті А у 98 зразках виявлено залишки пестицидів, що перевищували мінімально допустимі рівні, а із 425 зразків, вирощених у пункті В, – у 166 зразках;

б) неальтернативна мінливість:

при аналізі проб ґрунту, відібраних у пункті А у 190 зразках виявлено підвищений вміст цинку, у 8 – стронцію і у 2 – цезію. У пробах, відібраних у пункті В, – у 180, 10 і 20 зразках відповідно.

Розв'язування

а) альтернативна мінливість

I-ша вибірка	II-га вибірка
$n_1 =$	$n_1 =$
$n_2 =$	$n_2 =$
$N_1 = n_1 + n_2 =$	$N_2 = n_1 + n_2 =$
$P_1 = \frac{n_1}{N_1} =$	$P_2 = \frac{n_1}{N_2} =$
$q_1 = 1 - P_1 =$	$q_2 = 1 - P_2 =$
$s_1 = \sqrt{P_1 q_1} =$	$s_2 = \sqrt{P_2 q_2} =$

$V_{P_1} = \frac{s_1}{s_{\max}} \cdot 100 =$ $s_{P_1} = \sqrt{\frac{P_1 q_1}{N_1}} =$	$V_{P_2} = \frac{s_2}{s_{\max}} \cdot 100 =$ $s_{P_2} = \sqrt{\frac{P_2 q_2}{N_2}} =$
---	---

Оцінка різниці між вибірковими частками

$$t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{s_{P_1}^2 + s_{P_2}^2}} = \frac{d}{s_d} =$$

$$\text{або } s_d = \sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}} =$$

$$t_{05} =$$

(при $N_1 + N_2 - 2$)

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

б) неальтернативна мінливість

I-ша вибірка	II-га вибірка
$k_1 =$	$k_2 =$
$n_1 =$	$n_1 =$
$n_2 =$	$n_2 =$
$n_3 =$	$n_3 =$
$n_4 =$	$n_4 =$
$N_1 = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 =$	$N_2 = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 =$
$P_1 = \frac{n_1}{N_1} =$	$P_1 = \frac{n_1}{N_2} =$
$P_2 = \frac{n_2}{N_1} =$	$P_2 = \frac{n_2}{N_2} =$
$P_3 = \frac{n_3}{N_1} =$	$P_3 = \frac{n_3}{N_2} =$

$P_4 = \frac{n_4}{N_4} =$	$P_4 = \frac{n_4}{N_2} =$
$s_1 = \sqrt{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4} =$	$s_2 = \sqrt{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4} =$
$V_1 = \frac{s_1}{s_{\max}} \cdot 100 =$	$V_2 = \frac{s_2}{s_{\max}} \cdot 100 =$
$s_{1P} = \frac{s_1}{\sqrt{N_1}} =$	$s_{2P} = \frac{s_2}{\sqrt{N_2}} =$

Оцінка різниці між вибірковими частками

$$t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{s_{P_1}^2 + s_{P_2}^2}} = \frac{d}{s_d} =$$

$$t_{05} =$$

(при $N_1 + N_2 - 2$)

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

Тема 2. ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ

Дисперсійний аналіз – статистичний метод, який дає можливість аналізувати вплив різних чинників (ознак) на досліджувану зміну. Суть дисперсійного аналізу полягає в розкладанні (дисперсії) вимірюваної ознаки на незалежні складові, кожна з яких характеризує вплив того чи іншого чинника, або їхньої взаємодії. Наступне порівняння таких складових дає можливість оцінити значущість кожного чинника, який вивчається, а також їх комбінації.

Дисперсія – це розсіювання даних досліджуваної ознаки і розкладання загального варіювання показників ознаки на складові частини, її визначають діленням певної суми квадратів розсіювання на число ступенів свободи.

Зручним для оцінки істотності різниць між середніми арифметичними вибірок або загальної достовірності досліджуваної ознаки є критерій Фішера (F), який визначають співвідношенням двох дисперсій (дисперсія варіантів (S_v^2); дисперсія залишку чи помилки (S_z^2)).

Відношення дисперсій беруть таким, щоб у чисельнику була більша дисперсія, а тому $F > 1$. Якщо розрахований коефіцієнт F менший за табличний, то різниця між середніми арифметичними неістотна і вони належать до однієї генеральної сукупності. Якщо вираховане значення F більше табличного, то різниця між середніми даними може бути визнана істотною.

Робота 4. Обробка даних однофакторного досліджування, закладеного методом рандомізованих повторень

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 68-80, 266-267, 276-283.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 207-218, 223-228, 230-240.

Контрольні питання для самопідготовки

1. У чому полягає суть дисперсійного аналізу? Його переваги над методами парних порівнянь за t-критерієм Стьюдента.

2. Схема (модель) дисперсійного аналізу даних польового дослідження, закладеного рандомізованими повтореннями.
3. Що таке довільний початок (A), корегуючий чинник(C)? Яка мета їх використання при розрахунках?
4. Поняття про критерій Фішера (F), нульову гіпотезу (H_0) та найменшу істотну різницю (НІР).
5. Поняття про точність дослідження ($s_{\bar{x}}\%$). Коли вважають точність дослідження високою, середньою, низькою (допустимою)?

Завдання. Обробіть методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження, закладеного методом рандомізованих повторень, оцініть результати за F-критерієм, розподіліть варіанти за НІР₀₅, зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції.

Вихідні дані дослідження

Урожайність озимої пшениці сорту Циганка залежно від строків посіву, ц/га

Варіант	Дати посіву	Повторення, X			
		1	2	3	4
I	05.09	60,8	62,4	58,0	63,2
II	15.09 (контроль)	62,4	64,8	60,8	64,0
III	25.09	63,2	60,0	62,4	64,0
IV	05.10	52,8	54,4	52,0	52,8

Розв'язання

Залежність врожайності озимої пшениці сорту Циганка від строків посіву

Варіант	Варіант	Повторення, X				$\sum X_v$	\bar{X}_v
		1	2	3	4		
I	05.09	60,8	62,4	58,0	63,2		
II	15.09 (контроль)	62,4	64,8	60,8	64,0		
III	25.09	63,2	60,0	62,4	64,0		
IV	05.10	52,8	54,4	52,0	52,8		
$\sum X_p$						$\sum X =$	$\bar{X}_0 = \frac{\sum X}{N} =$

$$l = 4; \quad n = 4; \quad N = l \cdot n = 4 \cdot 4 = 16.$$

Вибираємо (приймаємо) довільний початок (A), виходячи із \bar{X}_0 .

Таблиця відхилень

Варіант		Повторення (X-A)				Сума за варіантами $\sum (X - A)_v$
№ п/п	строки посіву	1	2	3	4	
I	05.09					
II	15.09 (контроль)					
III	25.09					
IV	05.10					
Сума за повтореннями $\sum (X - A)_p$						

Таблиця квадратів відхилень

Варіант		Повторення (X-A) ²				$\sum (X - A)_v^2$
№ п/п	строки посіву	1	2	3	4	
I	05.09					
II	15.09 (контроль)					
III	25.09					
IV	05.10					
$\sum (X - A)_p^2$						

Схема визначень сум квадратів відхилень для різних видів розсіювання

Варіант	Повторення (X-A) ²				$\sum (X - A)_v^2$
	1	2	3	4	
I II (к) III IV		$\sum (X - A)^2$			$\sum \left[\sum (X - A)_v^2 \right]$
$\sum (X - A)_p^2$		$\sum \left[\sum (X - A)_p^2 \right]$			$\left[\sum (X - A) \right]^2$

Корегуючий фактор $C = \frac{[\sum (X - A)]^2}{N} =$

Суми квадратів за видами розсіювання:

загального $C_y = \sum (X - A)^2 - C =$

повторень $C_p = \sum \sum (X - A)_p^2 - l \cdot c =$

варіантів $C_v = \sum \sum (X - A)_v^2 - n \cdot c =$

похибки $C_z = C_y = (C_p + C_v) =$

Результати дисперсійного аналізу

Види розсіювання	Суми квадратів	Ступені свободи (v)	Середні квадрати (дисперсії)	Критерії Фішера	
				F_ϕ	F_{05}
Загальне	$C_y =$	$N-1 =$			
Повторень	$C_p =$	$n-1 =$			
Варіантів	$C_v =$	$l-1$	$S_v^2 = \frac{C_v}{l-1} =$	$\frac{S_v^2}{S_z^2} =$	
Похибки	$C_z =$	$(n-1) \cdot (l-1)$	$S_z^2 = \frac{C_z}{(n-1)(l-1)} =$		

Похибка дослідів: $s_{\bar{x}} = \sqrt{S_z^2 : n} =$

Похибка різниць між варіантами: $s_d = \sqrt{2 \cdot S_z^2 : n} =$

Найменша істотна різниця: $НІР_{05} = t_{0,5} \cdot s_{\bar{x}} =$

Відносна похибка дослідів: $s_{\bar{x}} \% = \frac{s_{\bar{x}} \cdot 100}{\bar{x}_0} =$

Підсумкові дані дослід

Варіант	Врожайність, ц/га (\bar{x}_v)	Різниця до конт-ролю (\pm), ц/га	Група варіанта
I 05.09			
II 15.09 (к)			
III 25.09			
IV 05.10			
НІР ₀₅			

Висновки:

Агрономічні пропозиції виробництву:

Домашнє завдання

Кожен студент одержує від викладача індивідуальне завдання з обробки даних для самостійної роботи.

Робота 5. Дисперсійний аналіз двофакторного польового дослід, розміщеного методом рендомізованих повторень

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 96-100, 286-290.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 228-230, 248-256.

Контрольні питання для самопідготовки

1. Що таке багатофакторний дослід? Його особливість.
2. У чому суть принципу факторіальності?
3. Накресліть плани (матриці) повних факторіальних експериментів 4×4 і 2×2 (ПФЕ 2^2 ; ПФЕ 4^2).

Завдання. Обробити дані двофакторного польового дослідження, проведеного методом рендомізованих повторень. Зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції (рекомендації).

Вихідні дані дослідження

Врожайність різних сортів озимої пшениці залежно від норми висіву (3×2), ц/га

Варіант			Повторення			
№ п/п	сорт (фактор А)	норми висіву (фактор В)	1	2	3	4
I (к)	Миронівська 61	4,5 млн.	60,8	53,6	66,8	56,0
		5,5 млн.	57,6	54,4	52,0	60,8
III	Перлина	4,5 млн.	69,6	68,0	69,6	70,4
		5,5 млн.	78,4	76,0	75,2	76,0
V	Циганка	4,5 млн.	60,8	59,2	60,8	59,2
		5,5 млн.	56,0	57,6	60,0	56,0

Розв'язання

Залежність врожайності озимої пшениці від сорту та норми висіву

Варіант			Повторення				Сума за варіантами ($\sum X_v$)	Середні варіантів (\bar{X}_v)
№ п/п	сорт (фактор А)	норми висіву (фактор В)	1	2	3	4		
I (к)	Миронівська 61	4,5 млн.	60,8	53,6	66,8	56,0		
		5,5 млн.	57,6	54,4	52,0	60,8		
III	Перлина	4,5 млн.	69,6	68,0	69,6	70,4		
		5,5 млн.	78,4	76,0	75,2	76,0		
V	Циганка	4,5 млн.	60,8	59,2	60,8	59,2		
		5,5 млн.	56,0	57,6	60,0	56,0		
Сума за повтореннями ($\sum X_p$)							$\sum X =$	$\bar{x}_0 =$

$$\text{Середня досліду: } \bar{x}_0 = \frac{\sum X}{N} =$$

$$l = 6; \quad n = 4; \quad N = l \cdot n = 6 \cdot 4 = 24$$

$$l_A = 3; \quad l_B = 2; \quad l = l_A \cdot l_B = 3 \cdot 2 = 6$$

Приймаємо (вибираємо) довільний початок (A), виходячи із \bar{X}_0 .

Таблиця відхилень

Варіант	Повторення (X-A)				Сума за варіантами $\sum (X - A)_v$
№ п/п	1	2	3	4	
I					
II					
III					
IV					
V					
VI					
Сума за повтореннями $\sum (X - A)_p$					$\sum (X - A) =$

Таблиця квадратів відхилень

Варіант	Повторення (X-A) ²				$\sum (X - A)_v^2$
№ п/п	1	2	3	4	
I					
II					
III					
IV					
V					
VI					
$\sum (X - A)_p^2$					$[\sum (X - A)]^2 =$

$$\text{Корегуючий фактор } C = \frac{[\sum (X - A)]^2}{N} =$$

Суми квадратів розсіювання за видами:

$$\text{загальне} \quad C_y = \sum (X - A)^2 - C =$$

$$\text{повторень} \quad C_p = \sum \sum (X - A)_p^2 \cdot l - c =$$

$$\text{варіантів} \quad C_v = \sum \sum (X - A)_v^2 \cdot n - c =$$

похибки (залишку) $C_z = C_y = (C_p + C_v) =$

Визначення головних ефектів і взаємодії факторів

Варіант фактора А (сорти)	Варіант за фактором В (норми висіву)				Сума відхилень (X-A) за фактором (ΣA)	(ΣA) ²
	1 (к) 4,5 МЛН.	2 5,5 МЛН.	3	4		
I Миронівська 61			-	-		
II Перлина Лісостепу			-	-		
III Циганка			-	-		
Сума відхилень за фактором В (ΣB)			-	-	Σ(X-A)=	Σ(ΣA) ² =
(ΣB) ²			-	-	Σ(ΣB) ² =	

$$C_A = \frac{\sum(\sum A)^2}{l_B \cdot n} - C =$$

Ступені свободи

$$l_A - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$C_B = \frac{\sum(\sum B)^2}{l_A \cdot n} - C =$$

Ступені свободи

$$l_B - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$C_{AB} = C_V - (C_A + C_B) =$$

Ступені свободи

$$(l_A - 1) \cdot (l_B - 1) = 2 \cdot 1 = 2$$

Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження

Види розсіювання	Суми квадратів	Ступені свободи (v)	Середні квадрати (дисперсії)	Критерії Фішера	
				F _ф	F ₀₅
Загальне	C _y =	N-1 = 23	-	-	-
Повторень	C _p =	n-1 = 3	-	-	-
Фактора А	C _A =	l _A -1 = 2	$S_A^2 = \frac{C_A}{l_A - 1} =$	$\frac{S_A^2}{S_z^2} =$	
Фактора В	C _B =	l _B -1 = 1	$S_B^2 = \frac{C_B}{l_B - 1} =$	$\frac{S_B^2}{S_z^2} =$	
Взаємодії АВ	C _{AB} =	(l _A -1)·(l _B -1) = 2	$S_{AB}^2 = \frac{C_{AB}}{(l_A - 1)(l_B - 1)} =$	$\frac{S_{AB}^2}{S_z^2} =$	
Залишку (похибки)	C _z =	15	$S_z^2 = \frac{C_z}{15} =$		

Вирахування помилок та НІР₀₅:

а) для порівняння достовірності окремих різниць у досліді:

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}} =$$

$$s_d = \sqrt{2} \cdot s_{\bar{x}} =$$

$$\text{НІР}_{05} = t_{0,5} \cdot s_d =$$

б) для оцінки достовірності головних ефектів та взаємодії:

для фактора А

$$s_{dA} = \frac{\sqrt{2S_z^2}}{n \cdot l_B} =$$

$$\text{НІР}_{05A} = t_{0,5} \cdot s_{dA} =$$

для фактора В і взаємодії АВ

$$s_{dB(AB)} = \frac{\sqrt{2S_z^2}}{n \cdot l_A} =$$

$$\text{НІР}_{05B(AB)} = t_{0,5} \cdot s_{dB(AB)} =$$

Підсумкові дані дослід, врожайність, ц/га

Фактор А (сорти)	Фактор В (норми висіву)				Сума за фактором А	Середня за фактором А ($HP_{05} =$)
	1 (к) 4,5 млн.	2 5,5 млн.	3	4		
Миронівська 61						
Перлина Лісостепу						
Циганка						
Сума за фак- тором В						
Середня за фактором В ($HP_{05} =$)						

Висновки:

Агрономічні пропозиції виробництву:

Домашнє завдання

Кожен студент отримує від викладача індивідуальне завдання з обробки даних для самостійної роботи.

Тема 3. КОРЕЛЯЦІЯ І РЕГРЕСІЯ

Якщо дія одного фактора залежить від іншого, то це свідчить і про наявність кореляції. Кореляція виявляє зв'язок між ознаками, об'єктами або явищами, суть якого полягає в тому, що середні значення однієї ознаки змінюється залежно від зміни іншої. Якщо порівнюють дві ознаки, кореляцію називають простою, якщо порівнюється багато ознак – множинною.

За напрямом кореляція може бути прямою і зворотною, або позитивною і негативною. Пряма кореляція спостерігається тоді, коли із збільшенням однієї ознаки, інша ознака також збільшується. Зворотна – коли із збільшенням однієї ознаки інша ознака зменшується.

За формою кореляція буває прямолінійною та криволінійною. За прямолінійної кореляції із збільшенням одних ознак відповідно збільшуються інші ознаки. Криволінійна кореляція має місце, коли значення ознак змінюються спочатку в одному напрямі, а потім у протилежному. Рівень кореляційного зв'язку виражають коефіцієнтом кореляції – r . У випадку криволінійної кореляції використовується кореляційне відношення, яке позначають літерою – n і яке знаходить в амплітуді від 0 до +1.

Коефіцієнт кореляції змінюється в межах: $-1 < r < +1$. Вважається, що при $r < \pm 0,3$ кореляційна залежність слабка, при $r = \pm (0,3 - 0,7)$ – середня, при $r > \pm 0,7$ сильна.

Залежно від знака коефіцієнта кореляції роблять висновок про напрям зв'язку: „+” – кореляція пряма, „-” – зворотна.

Висновок про достовірність зв'язків роблять на основі правила: якщо критерій достовірності коефіцієнта кореляції фактичний більший за теоретичні значення або дорівнює їм, тобто $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$, то кореляційний зв'язок істотний, якщо $t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$ – неістотний.

Якщо кореляційний аналіз показує наявність сильного та істотного зв'язку, то для таких зв'язків проводять регресійний аналіз, обчислюючи коефіцієнт регресії – b_{xy} . Функція, що характеризує залежність однієї середньої змінної величини від іншої, називається функцією регресії. Графічно вона може бути відображена у вигляді кривої чи лінії регресії. Лінія регресії може бути прямою чи кривою. Регресія – це ступінь і особливості зміни однієї з ознак (X) на одиницю іншої (Y). Після кореляційного та регресійного аналізів складають рівняння регресії, які використовують для обчислення невідомого показника за іншим, відомим.

Робота 6. Визначення коефіцієнта кореляції і регресії для малих вибірок.

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 302-311.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 269-297.

Контрольні питання для самопідготовки

1. Що таке кореляційний зв'язок між ознаками? Проста і множинна кореляція.
2. Якою може бути кореляція за формою і напрямом?
3. Що таке коефіцієнт кореляції?
4. У чому полягає суть регресійного аналізу? Як визначається коефіцієнт лінійної регресії?

Завдання. Визначте коефіцієнт кореляції, регресії і рівняння регресії. Побудуйте крапковий графік і теоретичну лінію регресії. Зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції.

Таблиця для обчислення кореляційної залежності

Но- мер пари	Значення ознаки		$X - \bar{X}$	$Y - \bar{Y}$	$(X - \bar{X}) \times (Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X})^2$	$(Y - \bar{Y})^2$
	кіль- кість стебел, X	врожай бульб, Y					
1	2	820					
2	3	960					
3	4	1030					
4	5	1050					
5	5	1000					
6	4	840					
7	3	790					
8	2	630					
9	2	560					
10	5	1500					
11	6	1600					
12	5	1520					
13	2	510					
14	3	980					
15	4	1260					
Сума	$\sum X =$	$\sum Y =$	$\sum (X - \bar{X}) =$	$\sum (Y - \bar{Y}) =$	$\sum (X - \bar{X}) \times (Y - \bar{Y}) =$	$\sum (X - \bar{X})^2 =$	$\sum (Y - \bar{Y})^2 =$

Розв'язання

$$\bar{X} = (\sum x) : n =$$

$$\bar{Y} = (\sum y) : n =$$

1. Обчислення коефіцієнта кореляції, регресії і рівняння регресії:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}} =$$

$$b_{yx} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} =$$

$$y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x}) =$$

2. Обчислення помилки коефіцієнтів кореляції, регресії і відхилення від регресії, критерію достовірності та довіряючих інтервалів:

$$s_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} =$$

$$s_b = s_r \cdot \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}} =$$

$$s_{yx} = s_r \cdot \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2} =$$

$$t_{r\phi\phi\text{ак}} = \frac{r}{s_r} =$$

$$v = n - 2 =$$

$$t_{r\text{мме}05} =$$

$$r \pm t_{05} \cdot s_r =$$

$$b_{yx} \pm t_{05} \cdot s_b =$$

3. За рівнянням регресії обчислюємо усереднені теоретичні значення Y для екстремальних (мінімальної і максимальної) величин X і будуємо теоретичну лінію регресії Y за X .

$$Y_{X_{\min}} =$$

$$Y_{X_{\max}} =$$



Крапковий графік і теоретична лінія регресії при прямолінійній кореляції.

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

Робота 7. Визначення коефіцієнта кореляції і регресії для великих вибірок.

Рекомендована література

1. Мойсейченко В.М., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. - С. 302-311.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. - С. 279-284.

Контрольні питання для самопідготовки

1. У чому полягав особливість визначення коефіцієнта кореляції і регресії для великих вибірок?

Завдання. Визначте коефіцієнт кореляції, регресії і рівняння регресії. Побудуйте крапковий графік і теоретичну лінію регресії. Зробіть висновки і дайте агрономічні пропозиції

3. Складання розрахункової таблиці ($A_x =$, $A_y =$)

$Y_1 = \frac{Y - A_y}{i_y}$	$X_1 = \frac{X - A_x}{i_x}$								f_y	$f_y \cdot Y_1$	$f_y \cdot Y_1^2$
	Y_x										
	X_y										
									$n =$	$\sum f_y \cdot Y_1 =$	$\sum f_y \cdot Y_1^2 =$
	f_x										
	$f_x \cdot X_1$								$\sum f_x \cdot X_1 =$		
	$f_x \cdot X_1^2$								$\sum f_x \cdot X_1^2 =$		
	$f_{x1} \cdot Y_1$								$\sum f_{x1} \cdot Y_1 =$		
	\bar{Y}_x										

4. Обчислення допоміжних величин для вирахування кореляції і регресії Y за X:

$$n =$$

$$\bar{x} = A_x + i_x (\sum f_x \cdot x_1) : n =$$

$$\bar{y} = A_y + i_y (\sum f_y \cdot y_1) : n =$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 = i_x^2 [(\sum f_y \cdot x_1^2) - (\sum f_x \cdot x_1^2) : n] =$$

$$\sum (y - \bar{y})^2 = i_y^2 [(\sum f_y \cdot y_1^2) - (\sum f_y \cdot y_1^2) : n] =$$

$$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = i_x \cdot i_y [(\sum f_{x1} \cdot y_1) - (\sum f_x \cdot x_1 \cdot \sum f_y \cdot y_1) : n] =$$

5. Обчислення коефіцієнта кореляції, регресії і рівняння регресії Y за X:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}} =$$

$$b_{yx} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} =$$

$$y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x}) =$$

6. Обчислення помилки коефіцієнтів кореляції, регресії і відхилення від регресії та довірчих інтервалів для коефіцієнтів кореляції і регресії:

$$s_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} =$$

$$s_b = s_r \cdot \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}} =$$

$$s_{yx} = s_r \cdot \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2} =$$

$$t_{\text{зфак}} = \frac{r}{s_r} =$$

$$v = n - 2 =$$

$$t_{\text{теор}05} =$$

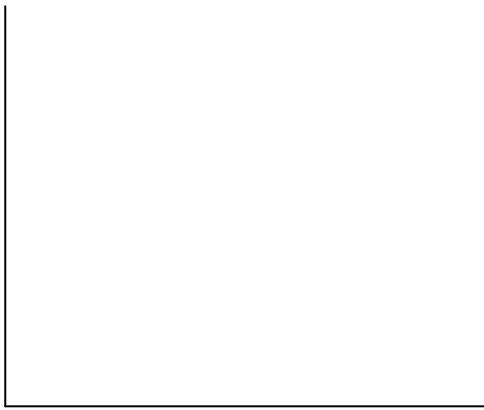
$$r \pm t_{05} \cdot s_r =$$

$$b_{yx} \pm t_{05} \cdot s_b =$$

7. За рівнянням регресії обчислюємо усереднені теоретичні значення Y для екстремальних (мінімальної і максимальної) величин X та будуємо теоретичну лінію регресії Y за X :

$$Y_{X_{\min}} =$$

$$Y_{X_{\max}} =$$



Крапковий графік і теоретична лінія регресії при прямолінійній кореляції.

Висновки:

Агрономічні пропозиції:

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ ПОКАЖЧИК

Загальнонаукові терміни

А

АБСТРАГУВАННЯ – це розумове відхилення від несуттєвих властивостей, зв'язків, відношень предметів і виділення кількох сторін, що цікавлять дослідника. Абстрагування дозволяє замінити в пізнанні складне простим, але таким простим, що виражає основне в цьому складному. Існують різні види абстракції: ототожнення, ізолювання, конструктивізація, актуальної безмежності і потенційної здійсненності.

АВТОРЕФЕРАТ містить короткий виклад наукової праці, виконаної самим автором, надрукований друкарським способом, накладом не менше 100 примірників. Звичайно він пишеться здобувачем наукового ступеня кандидата чи доктора наук. Обсяг автореферату для кандидатської дисертації – 1 друкований, докторської – 2 друковані.

АКСІОМАТИЧНИЙ МЕТОД – метод побудови наукової теорії, при якому деякі твердження приймаються без доказів, а всі інші знання виводяться з них за певними логічними правилами.

АНОТАЦІЯ – короткий виклад основного змісту наукової праці (книги, статті, рукопису).

АРХІТЕКТОНІКА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ. Загальний обсяг роботи – до 70 сторінок комп'ютерного тексту (14 шрифт, 28-30 рядків на сторінці), не включаючи бібліографічного списку й додатків. Дипломна робота складається з таких розділів:

Вступ (1,5-2 с., не більше 3% тексту).

Частина I містить огляд літератури (18-25 сторінок, не більше 15% тексту). Автор повинен бути ознайомлений не менше, ніж з 15-20 джерелами наукових праць вітчизняних і зарубіжних авторів.

Частина II. Умови, мета, матеріали і методика досліджень – (до 10% тексту). Експериментальна (проектна) частина за обсягом 50-60% рукопису, де, крім одержаних експериментальних даних, подається економічний та енергетичний аналіз, а також висновки й пропозиції виробництву. Подаються окремими розділами охорона праці й пропозиції виробництву. Подаються

окремими розділами охорона праці й техніка безпеки, а також (по агрономії) охорона довкілля. У кінці роботи подаються бібліографічний список і додатки.

Б

БРОШУРА – наукова праця невеликого обсягу (1-3 друковані аркуші), яка звичайно видається в м'якій палітурці (обкладинці). Це одна із зручних форм публікації науково-популярного характеру.

В

ВИМІРЮВАННЯ – можуть бути прямими, побічними, сукупними та сумісними. Прямі вимірювання проводять шляхом відліку показів на вимірювальному приладі. Непрямі вимірювання – необхідні величини визначають прямим вимірюванням декількох величин, що функціонально пов'язані з величиною, яка вимірюється, та розраховують за рівнянням функціонального зв'язку (кореляції, регресії).

Г

ГІПОТЕЗА ТА ПРИПУЩЕННЯ. У становленні теорії як системи наукового знання найважливішу роль відіграє гіпотеза. Гіпотеза є формою осмислення фактичного матеріалу, формою переходу від факторів до законів. Розвиток гіпотези проходить такі три стадії:

1) накопичення фактичного матеріалу та висловлення на його основі припущень;

2) формування гіпотези, тобто виведення наслідків із зробленого припущення, розгортання на цій основі наслідків теорії;

3) перевірка одержаних висновків на практиці та уточнення гіпотези на основі результатів такої перевірки. Якщо при перевірці наслідки відповідають дійсності, то гіпотеза перетворюється в наукову теорію.

Д

ДИСЕРТАЦІЯ – наукове дослідження, що захищається дисертантом для одержання наукового ступеня.

ДИПЛОМНА РОБОТА (ПРОЕКТ) – це один з видів наукової творчості й одночасно результат п'яти-шестирічного навчання у вищому навчаль-

ному закладі (інституті, академії, університеті), що завершує етап підготовки фахівця. Вона є однією з форм самостійної роботи студентів старших курсів.

ДОПОВІДЬ – виклад результатів наукових досліджень. У науковій доповіді необхідно викласти:

- а) у коротких вступних зауваженнях наукове і практичне значення теми;
- б) сутність теми, основні наукові положення;
- в) висновки і припущення.

Оскільки на виклад доповіді (чи наукового повідомлення) звичайно виділяється обмежений час (10-20 хв.), то зміст і побудова її повинні бути добре узгоджені в часі. У доповіді доцільно виділити 2-3 найголовніші положення і на обґрунтування їх звернути основну увагу. Ніколи не слід надмірно дрібнити кількість розглянутих питань, тому що це розсіює увагу слухачів і порушує стрункість і впливову силу доповіді.

ДОСЛІД – це таке вивчення, при якому дослідник штучно викликає явища або змінює умови так, щоб краще з'ясувати суть явища, походження, причинність та взаємозв'язок предметів і явищ. Дослід – основний метод дослідження, який включає спостереження, кореляції, ретельний облік змінених умов та облік результатів. Характерною рисою і головною особливістю будь-якого точного наукового дослідження є його відтворюваність.

Е

ЕКСПЕРИМЕНТ – чуттєво-предметна діяльність у науці, в більш вузькому розумінні – це відтворення об'єкта пізнання, перевірка гіпотези тощо. Це такий метод вивчення об'єкта, коли дослідник активно і цілеспрямовано впливає на нього шляхом створення штучних умов або використання природних умов, необхідних для виявлення відповідних властивостей. Найпоширенішим є природний експеримент, що забезпечує проведення досліджень у природних умовах. Експеримент буває простим і складним. Простий експеримент використовується при дослідженнях об'єкта з невеликою кількістю взаємопов'язаних елементів. У складному експерименті досліджуються об'єкти з розгалуженою структурою і великою кількістю взаємопов'язаних елементів.

ЕКСПЕРИМЕНТ ВИРІШАЛЬНИЙ – він ставиться для перевірки цінності основних положень фундаментальних теорій у тому випадку, коли дві

чи декілька гіпотез однаково узгоджуються з багатьма явищами. Вирішальний експеримент дає такі факти, які узгоджуються з однією з гіпотез і заперечують інші.

ЕКСПЕРИМЕНТ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ – його використовують для вивчення впливу різних видів енергії (теплової, електромагнітної, механічної).

ЕКСПЕРИМЕНТ МОДЕЛЬНИЙ – передбачає модель, що входить до складу установки, яка досліджується.

ЕКСПЕРИМЕНТ ЛАБОРАТОРНИЙ – проводиться в лабораторних умовах із застосуванням типових прикладів, спеціального моделюючого обладнання, стендів тощо. У лабораторних умовах, як правило, вивчається не сам об'єкт, а його зразок. Цей експеримент дозволяє доброякісно із багатьма повтореннями одержати високоякісну наукову інформацію з мінімальними затратами часу і ресурсів. Однак лабораторний експеримент не завжди моделює реальний хід процесу, що досліджується, тому виникає необхідність проводити натуральний експеримент.

ЕКСПЕРИМЕНТ НАТУРАЛЬНИЙ – проводиться в природних умовах і на реальних об'єктах. Залежно від місця проведення досліджень натурні експерименти поділяються на виробничі, польові, полігонні, напівнатурні. Натурний експеримент потребує реального планування, раціонального добору методів дослідження. Центральним напрямом натурального експерименту є вивчення характеру впливу середовища на досліджуваний об'єкт, ідентифікація його статистичних і динамічних параметрів.

ЕКСПЕРИМЕНТ КОНСТАТУЮЧИЙ – використовується для перевірки тих чи інших передбачених ознак. У процесі цього експерименту констатується певний взаємозв'язок між впливом на об'єкт експерименту та результатом впливу.

ЕКСПЕРИМЕНТ КОНТРОЛЮЮЧИЙ – зводиться до контролю за результатом впливу довкілля (зовнішніх умов) на об'єкт досліджень з урахуванням його стану, характеру впливу та ефекту від цього впливу. Приклад – ін'єкція препарату гормону росту тварин або обробка стимуляторами росту рослин.

ЕКСПЕРИМЕНТ ОДНОФАКТОРНИЙ – потребує дослідження окремих необхідних факторів. Стратегія багатофакторних експериментів – це одночасне дослідження низки факторів та оцінка експерименту за результатами всіх дослідів.

ЕКСПЕРИМЕНТ ПОШУКОВИЙ – він проводиться в тому випадку, коли виникають труднощі у визначенні класифікації факторів, що впливають на дослідження в результаті відсутності попередніх (апріорних) даних. Пошуковий експеримент дозволяє виділити суттєві фактори та відкинути несуттєві.

ЕКСПЕРИМЕНТ ТВОРЧИЙ – це такий експеримент, який передбачає активну перебудову структури об'єкта досліджень на основі висунутої гіпотези, формування нових зв'язків і відношень між компонентами об'єкта.

ЕКСПЕРИМЕНТ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ – вивчається низка елементів технологічного процесу.

ЕКСПЕРИМЕНТ ПАСИВНИЙ – передбачає проведення спостереження за об'єктом без штучного втручання.

ЕКСПЕРИМЕНТ РЕЧОВИЙ – вивчає вплив різних факторів на об'єкт

ЕКСПЕРИМЕНТ ШТУЧНИЙ – експеримент, який потребує штучних умов і широко застосовується в біології та агрономії.

ЕТАПИ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ – певна послідовність науково-дослідної роботи. Спочатку формулюється сама тема в результаті загального ознайомлення з проблемою, в межах якої необхідно виконувати дослідження і розробляється основний вихідний передплановий документ – техніко-економічне обґрунтування (ТЕО). Перед організацією експериментальних досліджень розробляється завдання, вибираються методика і програма експерименту, вибираються засоби вимірювання. При вирішенні цих завдань необхідно керуватися інструкціями й державними стандартами. Після розробки методу дослідження складається робочий план, де вказується обсяг експериментальних робіт, методи, техніка, трудомісткість і строки. Після завершення теоретичних та експериментальних досліджень проводиться загальний аналіз одержаних результатів, порівнюються гіпотези з результатами експерименту. У результаті аналізу розходжень уточнюються теоретичні моделі. Потім формулюються наукові і виробничі висновки, складається науково-технічний звіт. Наступним етапом розробки теми є впровадження результатів дослідження у виробництво і визначення їх справжньої економічної ефективності.

Вибір теми НДР – одна з найскладніших і найвідповідальніших складових частин кожного наукового дослідження. Відомо, що вдалий вибір теми – половина справи. Вибір теми – процес тривалий.

I

ІДЕАЛІЗАЦІЯ – це розумове конструювання об’єктів, що не існують реально або практично нездійсненні (наприклад, абсолютно тверде тіло, абсолютно чорне тіло, абсолютна пустота, абсолютна істина, лінія та ін.). Мета ідеалізації – позбавити реальні об’єкти деяких властивостей та наділити їх певними нереальними і гіпотетичними властивостями. При цьому мета досягається по-різному.

K

КОМПЛЕКСНА ПРОБЛЕМА – це сукупність проблем, об’єднаних єдиною метою; проблема – це сукупність складних теоретичних і практичних задач, вирішення яких дозріли в суспільстві. Проблема виникає тоді, коли людська практика зустрічає труднощі або навіть наштовхується на “неможливість” у досягненні мети. Проблема може бути глобальною, національною, регіональною, галузевою, міжгалузевою, що залежить від масштабу задач, які виникають.

L

ЛІТЕРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ. Залежно від змісту матеріалів та їх цільової спрямованості форма літературного оформлення наукових робіт може бути різною: доповідь на наукову тему, журнальна стаття, монографія, брошура, науковий звіт, рецензія, синапсис, реферат, анотація, тези доповіді, автореферат, дисертація, дипломна робота.

M

МЕТА НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ – це всебічне достовірне вивчення об’єкта, процесу або впливу, їх структури, зв’язків та відношень на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також одержання і впровадження у виробництво (практику) корисних для людини результатів.

МЕТОД СПОСТЕРЕЖЕННЯ – це систематичне цілеспрямоване сприйняття об’єкта. Щоб бути плідними, спостереження мають задовольняти низку вимог (наміру, плановірності, цілеспрямованості, активності, систематичності). Прикладом спостереження як методу пізнання може бути спостереження за погодою у вигляді значної кількості метеоповідомлень, на базі чого створюються довгострокові наукові прогнози погоди. У біотехно-

логії це умови культивування експланів. В агрономії це умови проведення досліджень.

МЕТОД АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ. Аналіз – метод пізнання, що дозволяє розчленувати предмети дослідження на складові частини (природні елементи об'єкта або його властивості та відношення). Синтез, навпаки, дозволяє об'єднати окремі частини або сторони предмета в єдине ціле. Аналіз і синтез взаємопов'язані вони є єдністю протилежностей. Аналіз і синтез бувають: 1) прямими або емпіричними; 2) зворотними або елементарно-теоретичними; 3) структурно-генетичними.

МЕТОД ІНДУКЦІЇ ТА ДЕДУКЦІЇ. Дедуктивним називається такий умовивід, в якому висновок про окремий елемент множинності робиться на підставі знання загальних властивостей всієї множинності. Змістом дедукції як методу пізнання є застосування загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ. Під дедукцією розуміється умовивід від часткового до загального, коли на підставі знань про частини предметів класу робиться висновок про клас в цілому. Дедукція та індукція – взаємозворотні методи пізнання. Є декілька методів встановлення причинного зв'язку методами наукової індукції: єдиної можливої схожості, єдиної можливої різниці, супутних змін, залишків.

МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ – це метод, що ґрунтується на використанні моделі як засобу дослідження явищ і процесів природи. Під моделями розуміють системи, що заміщають об'єкт пізнання і виступають джерелом інформації про нього. Моделі – це такі аналоги, схожість яких з оригіналом суттєва, а різниця – несуттєва. Моделі поділяють на два види: матеріальні та ідеальні. Матеріальні моделі відтворюють у певному матеріалі – деревині, металі, склі та ін. Ідеальні моделі фіксуються в таких наочних елементах, як креслення, малюнки, схеми та ін. Метод моделювання має таку структуру: а) постановка задачі; б) створення або вибір моделі; в) дослідження моделі; г) перенесення знання з моделі на оригінал.

МОНОГРАФІЯ – наукова праця, в якій докладно і всебічно досліджується і висвітлюється одна проблема чи тема. Обсяг може бути 8 і більше друкованих аркушів. Один друкований аркуш містить 40 тис. друкованих знаків з урахуванням проміжків.

Н

НАСЛІДОК НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ – нові технології, прилади, сорти тощо. Метою дослідно-конструкторських робіт є добір конструктивних характеристик, що визначають логічну основу конструкції. У результаті фундаментальних і прикладних досліджень формується нова наука й науково-технічна інформація.

НАУКА – сфера дослідницької діяльності, спрямована на одержання нових знань про природу, суспільство. У наш час розвиток науки пов'язаний з розподілом і кооперацією наукової праці, утворенням наукових установ, експериментального й наукового обладнання. Як наслідок суспільного розподілу праці, наука виникає одразу після відокремлення розумної праці від фізичної й перетворення пізнавальної діяльності в специфічний вид знань особливої групи людей. Наука є активним чинником сучасного виробництва. Вона вважається головною силою сучасного матеріального виробництва, проникає на сучасному етапі у все суспільне життя. Розвивається значно швидшими темпами, ніж будь-яка галузь людської діяльності.

НАУКОВИЙ ЗВІТ – звіт про результати наукових досліджень. Відповідно до державного стандарту містить титульний аркуш, список виконавців, реферат, зміст, суть нових наукових результатів, результати досліджень за звітний рік або за низку років, якщо звіт заключний (основну частину). Основна частина містить: вступ, аналітичний огляд (стан питання), методику досліджень, зміст і результати виконаної роботи, висновки та пропозиції (рекомендації), список літератури, додатки (таблиці, фотографії, рентограми тощо). У науковому звіті особливо відзначається теоретична значущість проведених робіт, наукове значення та їхня цінність для народного господарства (практичне значення).

НАУКОВИЙ НАПРЯМ – це наука або комплекс наук, у сфері яких ведеться дослідження. У зв'язку з цим розрізняють технічні, біологічні, соціальні, фізико-технічні та інші напрями. До технічного напрямку можна віднести дослідження в галузі технічної термодинаміки; до біологічного – дослідження в галузі біохімії або генної інженерії тощо.

НАУКОВІ ПИТАННЯ – найчастіше під ними розуміються невеликі наукові задачі, що відносяться до конкретної наукової теми наукового дослідження.

НАУКОВА СТАТТЯ – стаття, яка містить результати теоретичного або експериментального дослідження і призначена для наукового видання.

П

ПОРІВНЯННЯ – метод дослідження, який має можливість виявляти за допомогою порівняння загальне та особливе в дійсності, а також знайти загальне, що стосується двох або кількох об'єктів. При проведенні порівняння необхідно дотримуватися таких вимог: 1) порівнюються тільки ті явища, між якими може існувати певна, об'єктивна спільність; 2) порівняння повинно здійснюватися тільки за найбільш важливими, істотними ознаками. Обов'язкове є порівняння з еталоном (третій об'єкт).

ПОШУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ – спрямовані на встановлення чинників, що впливають на об'єкт, пошук шляхів створення нових технологій і техніки на основі способів, запропонованих у результаті фундаментальних досліджень.

ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – передбачають пошук способів використання законів природи для створення нових та удосконалення існуючих засобів людської діяльності. Мета – встановлення того, як можна використовувати наукові знання, одержані в результаті фундаментальних досліджень, у практичній діяльності людини.

Р

РЕЗЮМЕ – короткий виклад суті доповіді, статті, монографії, короткий висновок із сказаного (написаного). Воно повинно давати поняття про зміст роботи та найважливіші висновки.

РЕФЕРАТ – короткий виклад у письмовому вигляді чи повідомлений усно зміст якої-небудь книги, матеріалів з наукової проблеми, підсумків наукової конференції (симпозіуму). Він є однією з початкових форм наукової праці студентів, розкриває зміст статті, книги і включає фактичні відомості (метод дослідження, його результати, кількісні дані, час і місце проведення роботи).

РЕЦЕНЗІЯ – відгук, критична оцінка наукової праці з вказівкою позитивних сторін наукової роботи та недоліків. У рецензії повинен бути об'єктивний, досить глибокий науковий аналіз наукової праці (наукова доповідь, стаття, монографія, брошура, дисертація, дипломна робота (проект) тощо).

С

СИНАПСІС – авторське резюме із вказівкою нового в роботі.

СТУДЕНТСЬКИЙ НАУКОВИЙ ГУРТОК – форма залучення студентів до наукової роботи (СНР). Студент-гуртківець кафедри бере активну участь у студентському науковому семінарі кафедри. Залучається до виконання науково-дослідної роботи кафедри (свого наукового керівника) або проводить її самостійно, виступає з науковими доповідями, рефератами, пише наукові статті. Завершальним етапом СНР є написання і захист дипломної роботи. Кращі студенти-гуртківці беруть участь у студентських наукових конференціях свого та інших вищих навчальних закладів, науково-практичних конференціях на обласному, регіональному і загальнодержавному рівнях. Як правило, хороші студенти-гуртківці є переможцями студентських олімпіад і конкурсів, хорошими спеціалістами, знавцями своєї справи, яких потребує сучасне виробництво. Це люди з активною громадською позицією. Кращі із кращих стають вченими, і викладачами вузів.

Т

ТВОРЧІСТЬ – мислення в його найвищій формі, що виходить за межі відомого, а також діяльність, що породжує щось якісно нове. Наукова творчість пов'язана з пізнанням навколишнього світу. Творчість – це явище, що відноситься, перш за все, до конкретних суб'єктів і пов'язане з особливостями людської психіки, закономірностями вищої нервової діяльності, розумової праці. Специфічний акт творчості – раптове осяяння (інсайт) – полягає в осмисленні чогось, що впливає з глибин підсвідомості, в схоплюванні елементів ситуації в тих зв'язках і відношеннях, які гарантують вирішення задач. Однією з проблем творчості є мотиваційна структура – мотивації (спонування), які пов'язані з проблемами, що поділяються на три групи: біологічні, соціальні, ідеальні (пізнавальні). Активізація творчого мислення потребує знання чинників, що негативно впливають на нього (відсутність гнучкості мислення, сила звички, вузькопрактичний підхід, надмірна спеціалізація, вплив авторитетів, боязнь критики, страх перед невдачею, надмірна висока самокритичність, лінь). Найбільш важливим у творчості видом мислення є уява. Протилежність творчої уяви є психологічна інерція мислення (дія відповідно до минулих досвіду й знань, використання стандартних методів).

ТЕЗИ ДОПОВІДІ – подання для попереднього ознайомлення з основними положеннями доповіді. Звичайно тези викладаються декількома пунк-

тами (5-7) на 1-2 сторінках машинописного тексту. У тезах обов'язково вказується назва доповіді (виступу), автор та основні положення роботи.

ТЕМА НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ – є складовою проблеми (структурними дослідженнями наукового напрямку є комплексні проблеми, теми і наукові питання). Внаслідок дослідження теми одержують відповіді на певне коло наукових питань, що охоплюють частину проблеми. Узагальнення результатів відповідей за комплексом тем може дати вирішення наукової проблеми.

ТЕОРІЯ – це система знань, що описує і пояснює сукупність явищ певної галузі дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднуючого початку. Теорія будується на результатах, одержаних на емпіричному рівні дослідження. В теорії ці результати упорядковуються, приводяться до стрункої системи, що об'єднується із загальною ідеєю, уточнюються на основі ідеалізацій, які вводяться в теорію абстракцій та принципів. Наприклад, такі теорії природознавства, як еволюційна теорія Ч.Дарвіна та умовно-рефлекторна теорія вищої нервової діяльності І.П.Павлова. Ці теорії базувалися на величезному фактичному матеріалі, широких узагальненнях, ідеях, з допомогою яких весь накопичений матеріал зазнав раціональної доробки. Такий підхід є необхідним, особливо на сучасному етапі, коли наука перейшла до досліджень на клітинному рівні. Наукова теорія виникає як закономірний результат попередніх досліджень. Таким чином, виникнення теорії означає не простий кількісний приріст знань, а корінний, якісний приріст їх, перехід до нового більш глибокого поняття, суттєвостей вивчених явищ. Передбачення нових, невідомих явищ – значна функція наукової теорії.

ТЕОРІЯ НАУКОВА – це система наукових знань. Вимоги, що ставляться до нової наукової теорії:

1. Наукова теорія повинна бути адекватна об'єкту, що описується. Це дозволяє в певних межах замінити експериментальні дослідження теоретичними;
2. Теорія повинна задовольняти потреби певного опису певної галузі дійсності;
3. Потребують пояснення взаємозв'язків між різними компонентами в межах самої теорії. Повинні бути виявлені зв'язки між різними положеннями теорії, що забезпечують перехід від одних тверджень до інших;

4. Має виконуватися вимога внутрішньої несуперечності теорії та відповідності її дослідними даними.

Теорія повинна бути евристичною, конструктивною і простою.

Ф

ФОРМАЛІЗАЦІЯ – метод визначення різноманітних об'єктів через відображення їх структури в знаковій формі за допомогою штучних мов, наприклад, у мові математики.

Переваги формалізації:

- 1) вона забезпечує узагальненість підходу до вирішення проблем;
- 2) символіка надає стислості та чіткості фіксації значень;
- 3) однозначність символіки (немає двозначності звичайної мови);
- 4) дозволяє формувати знакові моделі об'єктів та замінити вивчення реальних речей та процесів вивченням цих об'єктів.

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – дослідження, спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи, виявлення нових принципів дослідження. Їх метою є розширення наукових знань суспільства, встановлення того, що може бути використано у практичній діяльності людини. Такі дослідження ведуться на межі відомого й невідомого, мають найвищий ступінь невизначеності.

Спеціальні терміни

А

АМПЛІТУДА – варіювання ознаки від його мінімального (X_{\min}) до максимального (X_{\max}) значення в даній сукупності. Різниця $X_{\max} - X_{\min}$ називається розмахом варіювання і позначається літерою R .

АСИМЕТРИЧНИЙ АБО СКОШЕНИЙ РОЗПОДІЛ – розподіл, який відрізняється від нормального збільшенням частот правої або лівої частини варіаційної кривої.

АЛЬТЕРНАТИВА – можливість, яка виключає іншу.

Б

БАГАТОРІЧНІ ДОСЛІДИ – дослідження, які проводять 11-50 років у наукових установах або вищих навчальних закладах на спеціально відведених площах.

БАГАТОФАКТОРНІ ДОСЛІДИ – досліди, в яких вивчають вплив багатьох факторів: площ живлення, строків сівби для кількох сортів певної культури.

БЛОК – частина повторення, компактна група декількох ділянок досліду; у зарубіжній літературі термін застосовується як для позначення звичайних повторень (див. повторення), так і власне блоків – неповних повторень.

В

ВАГА (в статистиці) – абсолютна або відносна частота, з якою зустрічається окремий варіант або член у даній сукупності.

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ (МІНЛИВІСТЬ) – властивість умовних одиниць – рослин, врожаїв на паралельних ділянках польового дослідження відрізнятися між собою навіть в однорідних сукупностях.

ВАРІАНСА – див. дисперсія.

ВАРІАНТА (від лат. *varians, variantis* – той, що відрізняється, змінюється) – окремо взятий член варіаційного ряду, числове значення варіюючої ознаки.

ВАРІАНТ ДОСЛІДУ – рослина, що вивчається, сорт, умови вирощування, агротехнічний прийом або їх сукупність.

ВАРІАЦІЯ (від лат. *variatio* – зміна) – відхилення від чогось, поодинока зміна. У широкому розумінні – мінливість варіюючої ознаки у межах мінімального і максимального значень (X_{\min} - X_{\max}).

ВАРІАЦІЙНИЙ РЯД – 1) ряд даних, в яких вказані значення варіюючої ознаки в порядку зростання або зменшення та відповідні їм частоти.

2) ряд ранжованих значень ознаки, в якому вказана частота, з якою вони зустрічаються у даній сукупності (див. ранжування).

ВАРІЮВАННЯ, ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ – похідне від слів *варіювати, варіація* – одна з форм прояву біологічної мінливості, яка виражається у вигляді слабких індивідуальних відмінностей, що спостерігаються між особинами в межах будь-якої біологічно однорідної групи (популяція, сорт тощо).

ВАРІЮВАТИ – відхилитися від чогось, видозмінюватися в ознаках і властивостях організму.

ВИБІРКА – див. сукупність.

ВИВЧЕННЯ ДОСЛІДНОЇ ДІЛЯНКИ – проведення вирівнювальних і рекогносцирувального (розвідувального) посівів з роздрібним обліком

врожаю. Є підставою для встановлення кількості повторностей, розміру і форми ділянок.

ВИДИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ – агротехнічні та з сортовипробування; за кількістю факторів – однофакторні та багатофакторні; строком виконання – короткострокові, тривалі, довгострокові; за охопленням території – місцеві та географічні.

ВИКЛЮЧКА – частина облікової ділянки, яка виключена з обліку внаслідок випадкових пошкоджень або помилок, допущених при проведенні дослідів.

ВИМОГИ ДО ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ, що планується під дослід – типовість (репрезентативність), однорідність за типом ґрунту та рельєфом.

ВИРОБНИЧІ ДОСЛІДИ – дослідів, які проводять на всій площі сівозміни рільничих бригад, окремих господарств або їх групи і навіть цілого адміністративного району.

ВИРІВНЮВАЛЬНИЙ ПОСІВ – суцільний посів однієї культури для вирівнювання родючості ґрунтів ділянки, вибраної для закладання дослідів.

ВИРОБНИЧИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ДОСЛІД – комплексне дослідження, яке проводиться безпосередньо у виробничих умовах бригадами, відділеннями, господарствами або групою господарств і відповідає конкретним завданням самого матеріального виробництва, його розвитку та вдосконалення.

ВІДХИЛЕННЯ – різниця між окремою варіантою і середньою величиною даної статистичної сукупності ($X - \bar{X}$ або $X - A$).

Г

ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДИ – проводять у різних ґрунтово-кліматичних зонах за єдиною методикою, розробленою координаційним науковим центром.

ГІСТОГРАМА – зображення інтервального варіаційного ряду у вигляді стовпцевої діаграми, в якій висоти прямокутників відповідають частотам інтегралів або класів, ряду.

ГРАДАЦІЇ (лат. gradus – ступінь) – розподіл факторів у дисперсійних комплексах.

Д

ДАКТИЛЬ-МЕТОД – стандартне розміщення варіантів, при якому контрольний варіант (стандарт) розміщується через два дослідні варіанти.

ДИСПЕРСІЯ (від лат. dispersio – розсіювання або варіанса) – середній квадрат відхилень варіант від середньої величини у даній сукупності.

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ – метод аналізу, результатів експерименту, який полягає в розкладанні (розподілі) загальної мінливості C_y результативної ознаки, наприклад врожаю, на частини (компоненти), які відповідають повторенням (C_p), варіантам (C_v), помилкам які сталися випадково (C_z) та ін. При цьому загальне число ступенів свободи ($N - 1$) розподіляється на число ступенів свободи повторень ($n - 1$), варіантів ($l - 1$) і помилки (залишку) – $(n - 1) \times (l - 1)$. Значущість дії та взаємодії факторів оцінюють за F - критерієм (критерієм Фішера) та HP_{05} (найменшою істотною різницею).

Схематично це можна зобразити так:

$$C_{y(N-1)} \begin{cases} C_p(n-1) \\ C_v(l-1) \\ C_z[(n-1) \cdot l - 1] \end{cases} = C_{y(N-1)} \begin{cases} C_p(n-1) \\ C_v(l-1) \\ C_z[(n-1) \cdot l - 1] \end{cases} \text{ або } C_{n(N-1)} \begin{cases} C_p(n-1) \\ C_v(l-1) \\ C_z[(n-1) \cdot l - 1] \end{cases}$$

ДИСПЕРСІЯ ВИБІРКОВА – показник варіювання, мінливості ознаки, що вивчається. Деколи дисперсію називають середній квадрат. Позначається дисперсія символом S^2 .

ДІАГРАМА – креслення, яке у вигляді ліній, площ та інших геометричних фігур зображає результати досліджень.

ДІЛЯНКА ДОСЛІДНА – елементарна одиниця польового дослідження, частина площі дослідження, яка має певний розмір і форму, призначається для розміщення окремого варіанта.

ДІЛЯНКА ОБЛІКОВА – частина площі дослідної ділянки, яка призначена для обліку врожаю (без бокових і кінцевих захисних смуг).

ДОСЛІД, ЕКСПЕРИМЕНТ В АГРОНОМІЇ – штучне створення різних умов для досліджуваних рослин з метою виявлення найбільш ефективних у процесі обліків і спостережень.

ДОСЛІДИ В НАУКОВИХ УСТАНОВАХ І НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ – поділяються на дрібноділянкові, лабораторно-польові та польові.

ДОСЛІДИ-ПРОБИ – закладають на виробничих посівах, де виділяють смуги шириною на один прохід жатки чи комбайна.

ДОСЛІДИ У ВИРОБНИЦТВІ – дослід-проби, точні порівняльні досліді, з обліку ефективності нових агрозаходів, демонстраційні та виробничі.

ДОСЛІДНИЙ ВАРІАНТ – це рослина, яку вивчають (або сорт), умови вирощування, агротехнічний прийом або їх поєднання. Один або декілька варіантів, з якими порівнюють дослідні варіанти, називають контролем або стандартом. Сукупність дослідних і контрольних варіантів, що об'єднані загальною ідеєю, складає схему досліді.

ДОСЛІДНА ДІЛЯНКА – це земельна площа певного розміру, прямокутної форми, на якій застосовують тільки один з агротехнічних заходів чи технологію, тобто розміщується лише один з варіантів досліді.

ДОСЛІДНА СПРАВА В АГРОНОМІЇ – це науково-дослідна робота, основним завданням якої є розробка теорії і практики підвищення продуктивності сільськогосподарських культур з метою одержання найвищих врожаїв з високою якістю продукції при мінімальних затратах праці і коштів.

ДОСТОВІРНІСТЬ – те, що не викликає сумніву. Впевненість, з якою судять про генеральні параметри на основі вибіркового показника. Виражається в поняттях імовірності.

ДОСТОВІРНІСТЬ ДОСЛІДУ – правильно сплановані та реалізовані схема і методика проведення досліді, відповідність їх поставленим перед дослідником завданням, правильний вибір об'єкта, умов проведення досліді та методу статистичної обробки даних.

ДРІБНОДІЛЯНКОВІ ДОСЛІДИ – проводять на дослідних ділянках площею до 10 м² (лабораторно-польові – 11-50 і польові – від 50 до 200 м² і більше).

ДРОБНИЙ ОБЛІК – облік врожаю рекогносцировочного посіву однаковими (10-50-100 м²) ділянками.

Е

ЕКСТРАПОЛЯЦІЯ – розподіл результатів спостережень або висновків, одержаних на якійсь частині процесу, що вивчається, на іншу його частину, яка залишається невідомою.

ЕКСЦЕС (від лат. excessus – вихід) – крайній прояв чогось (порушення якогось нормального ходу). У статистиці випадки надзвичайної крутовер-

шинності або, навпаки, плосковершинності варіаційних кривих, які розглядаються як відхилення рядів розподілу від нормальної кривої.

З

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ – діалектичний, аналізу і синтезу, індукції і дедукції, аналогії, моделювання, конкретизації та ін.

ЗАХИСНА СМУГА – крайові (бокові та кінцеві) частини ділянок, які не піддаються обліку і служать для виключення впливу рослин сусідніх варіантів, для захисту облікової частини ділянки від випадкових пошкоджень, для розвертання машин та знарядь тощо.

ЗНАЧУЩІСТЬ (СУТТЄВІСТЬ) – міра об'єктивної можливості (ризик) зробити помилкове заключення при оцінці результатів досвіду. При оцінці результатів польового досліду прийнято опиратися на 5%-ий рівень значущості, при якому ризик зробити помилкове заключення (висновок) складає 5%. При більш ретельній оцінці приймають 1%-ий рівень значущості. Ці рівні значущості, як правило, виражають частками одиниці – 0,05 і 0,01.

І

ІМОВІРНІСТЬ – міра об'єктивної можливості випадкової події, або відношення кількості випадків, які сприяють появі події, до кількості всіх рівноможливих і несумісних випробувань.

ІМОВІРНІСТЬ (ЗНАЧУЩІСТЬ) – міра об'єктивної можливості події, відношення кількості сприятливих випадків до кількості всіх можливих випадків. Позначається імовірність (значущість) літерою Р.

ІМОВІРНІСТЬ ЗНАЧУЩА – рівень, або поріг, імовірності, який вважається достатнім (гідним віри) для судження про достовірність статистичних показників, які одержуються на основі вибіркового даних.

ІНТЕРВАЛ (від лат.intervallum – відстань, яка віддаляє один предмет від іншого) – проміжок між двома числовими значеннями ознаки у варіаційному ряду.

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ (від лат.inter – взаємо і polio – пригладжування) – знаходження проміжних значень змінної величини за деякими відомими її значеннями.

К

КОВАРІАЦІЯ – середня величина з добутків відхилень значень однієї ознаки на відповідні відхилення значень другої ознаки від їх середніх арифметичних.

КОЕФІЦІЄНТ ВАРІАЦІЇ (МІНЛИВОСТІ) – відносний показник мінливості ознаки, відношення стандартного відхилення (S) до середньої арифметичної (\bar{X}), виражене у відсотках. Позначається літерою V .

КОЕФІЦІЄНТ ДЕТЕРМІНАЦІЇ – d ух показує відсоток (частку) тих змін, які у даному явищі залежать від фактора, що вивчається; дорівнює квадрату коефіцієнта кореляції r^2 .

КОЕФІЦІЄНТ КОРЕЛЯЦІЇ – статистичний показник цільності (сили) зв'язку. Позначається літерою r .

КОЕФІЦІЄНТ РЕГРЕСІЇ - b ух - число, яке показує, в якому напрямі і на скільки змінюється в середньому залежна змінна величина Y (результативна ознака) при зміні незалежної змінної величини X на одиницю виміру.

КОМУЛЯЦІЯ (від лат. *comulo* – накопичую) – послідовне сумування частот варіаційного ряду в тому або іншому напрямі, внаслідок чого одержується ряд накопичених частот.

КОНТРОЛЬ (СТАНДАРТ) – один або декілька варіантів, з якими порівнюють дослідні варіанти.

КОНТРОЛЬНИЙ ВАРІАНТ – це умови агротехніки, які рекомендовані науковими установами у даному господарстві на період проведення дослідів.

КОРЕЛЯЦІЯ (від лат. *correlatio* – співвідношення, зв'язок):

1) взаємозалежність між варіюючими ознаками; 2) взаємозв'язок (взаємозалежність) між ознаками, який полягає в тому, що середня величина значень однієї ознаки змінюється залежно від зміни іншої (інших) ознаки (ознак).

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ – статистичний метод визначення щільності та форми зв'язку між ознаками, що змінюються.

КОРИГУЮЧИЙ ФАКТОР – поправка, яка вводиться в розрахунки при користуванні, замість середньої арифметичної \bar{X} при визначенні відхилень $X - \bar{X}$, довільним початком A ($X - A$). Наприклад, у дисперсійному аналізі при розрахунку сум квадратів відхилень від умовної і середньої довільного початку. Позначається літерою C .

КОРОТКОЧАСНІ ДОСЛІДИ – проводять протягом 1-3 років, такі дослідники, як правило, проводять студенти для написання дипломних робіт або аспіранти під час виконання дисертаційних досліджень.

КРИТЕРІЙ (від грецьк. *kriterion* – мірило, засіб судження) – показник, що дозволяє судити про надійність висновків відносно прийнятої гіпотези, очікуваного результату тощо.

Л

ЛАТИНСЬКИЙ КВАДРАТ – схема рендомізованого (випадкового) розміщення варіантів у польовому досліді, у якому ділянки розміщуються рядами і стовпцями (4x4, 5x5, 6x6 і т. д.). При цьому в кожному ряду і стовпці має бути повний набір варіантів схеми (повторення), а отже, у латинському квадраті кількість повторень дорівнює кількості варіантів, і загальна кількість ділянок дорівнює квадрату кількості варіантів (повторень).

ЛАТИНСЬКИЙ ПРЯМОКУТНИК – схема рендомізованого (випадкового) розміщення варіантів у польовому досліді. В основі лежить латинський квадрат, який і визначає повторність дослідів, кількість рядів і стовпців. Кількість варіантів має бути кратною повторності (4x4x3). Повторність $n=4$, кількість варіантів $l=4$, ($4 \times 3 = 12$).

ЛІМІТИ (від лат. *Limes, Limitis* – границя, межа) – мінімальна та максимальна варіанти сукупності (X_{\min} і X_{\max}).

М

МАТЕМАТИЧНЕ ОЧІКУВАННЯ – середнє значення випадкової величини, яке визначається як сума добутків окремих значень цієї величини на їх імовірність.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ – це упорядкована діяльність дослідника, що спрямована на здобуття нових знань.

МЕТОД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ – поділяються на загальнонаукові і спеціальні.

МЕТОДИЧНІ ВИМОГИ ДО ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ – полягають у дотриманні принципів типовості, єдиної логічної відміни; проведенні дослідів на спеціально виділеній і вирівняній за родючістю ділянці, вірогідності дослідів за точністю і суттю.

МЕТОДИКА ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ – сукупність складових її елементів: кількість варіантів, площа ділянок, їх форма і спрямування, повтор-

ність, система розміщення варіантів, повторень і ділянок на території, метод обліку врожаю, організація досліду у часі, а також метод статистичного аналізу даних.

МЕТОДИ РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ в польовому досліді – стандартні (ямб, дактиль, стандарт через три ділянки, парний, шаховий); систематичні (послідовне розміщення варіантів в один, два і більше ярусів); рендомізовані (рендомізованих блоків, латинського квадрату і латинського прямокутника, решітки, розщеплених ділянок, повної рендомізації).

МЕТОД РЕНДОМІЗОВАНИХ (ВИПАДКОВИХ) ПОВТОРЕНЬ – експеримент, в якому варіанти на ділянках розміщені у випадковому порядку за таблицею випадкових чисел або за жеребкуванням. Це найбільш розповсюджений метод розміщення варіантів.

МЕТОДИ РОЗЩЕПЛЕНИХ (СКЛАДНИХ) ДІЛЯНОК – експеримент, в якому ділянки одного досліду використовуються як блоки для іншого. Ділянки першого порядку розщеплюються на ділянки другого порядку, а останні на більш дрібні ділянки третього порядку. Метод розщеплених ділянок з рендомізованим розміщенням варіантів використовують для закладання багатофакторних дослідів.

МІНЛИВІСТЬ – варіабельність, варіація, відхилення (коливання) індивідуального значення ознак X навколо середнього значення \bar{X} . Основною мірою мінливості є дисперсія s^2 та стандартне відхилення s .

Н

НАЙМЕНША ІСТОТНА РІЗНИЦЯ – величина, що вказує межу можливих випадкових змін в експерименті; це та мінімальна різниця в урожаях між середнім (можливий інший показник), яка в даному досліді приймається істотною при 5%-му ($НІР_{05}$) або 1%-му ($НІР_{01}$) рівні значущості.

НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ – це вивчення об'єкта, явища або елемента технології з метою розкриття закономірностей його виникнення і розвитку, що є основою формування нових знань.

НОРМА (від лат. norma – розмір чогось) – встановлена міра порівнювання.

НУЛЬОВА ГІПОТЕЗА (H_0) – статистична гіпотеза, яка виходить з передбачення або припущення про відсутність різниці між генеральними па-

раметрами (або варіантами при дисперсійному аналізі дослідних даних), які оцінюються за вибірковими показниками.

О

ОБЛІК ВРОЖАЮ ЗА ПРОБНИМИ СНОПАМИ – метод обліку врожаю, при якому зважують і обліковують загальну масу врожаю зі всієї площі кожної облікової ділянки, а товарну його частину (зерно, сіно та ін.) вираховують за даними обліку з пробних снопів, які відбираються від загальної маси врожаю перед її зважуванням у полі.

ОБЛІК ВРОЖАЮ СУЦІЛЬНИЙ – метод обліку врожаю, при якому всю товарну частину продукції (зерно, бульби, волокно, сіно тощо) зважують і обліковують з усієї площі кожної облікової ділянки польового дослідження.

ОГІВА – лінійний графік варіаційного ряду, який одержується в тому випадку, коли по осі абсцис у системі координат відкладаються кумульовані частоти ряду, а по осі ординат – класові варіанти.

ОДНОФАКТОРНІ ДОСЛІДИ – це дослідження, де вивчають вплив лише одного фактора (площі живлення, строку сівби або кількох сортів на одному агрофоні).

ОЗНАКА – будь-яка особливість у побудові і функціях, за якою можна відрізнити один об'єкт спостережень від іншого.

ОЦІНКА – наближена характеристика генерального параметра на основі відомої величини вибіркового показника.

П

ПОВТОРНІСТЬ – кількість одноіменних ділянок кожного варіанта в даному польовому дослідженні. Повторність дослідження у часі – це кількість років випробування (вивчення) агротехнічних прийомів або сортів.

ПОВТОРНІСТЬ ДОСЛІДУ НА ТЕРИТОРІЇ – визначається наявністю на площі одноіменних ділянок кожного варіанта, повторність в часі – проведення дослідження протягом кількох років або одержання декількох урожаїв протягом року. Повторення – це частина площі дослідження, що має всі варіанти схеми дослідження.

ПОВТОРЕННЯ – частина площі дослідної ділянки, що включає ділянки з повним набором варіантів схеми дослідження.

ПОМИЛКА ДОСЛІДУ, ВИБІРКИ – міра розходження між результатами вибіркового дослідження та дійсним значенням величини, що змінюється. При обробці результатів дослідження методом дисперсійного аналізу визначається узагальнена помилка середніх, яка виражається в тих самих одиницях виміру, що й ознака, яка вивчається. Помилка (S_x^-), виражена у відсотках від відповідної середньої, називається відносною помилкою дослідження або вибірки (S_x^-). У польовому досліді величина S_x^- % (старе позначення m % або P) часто без обліку рівня врожайності використовується як показник, що характеризує “точність польового дослідження”.

ПЛАНУВАННЯ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ – охоплює етапи: вибір теми, визначення завдань і об’єкта досліджень, вивчення та критичний аналіз історії і сучасного стану питання, що досліджується; створення робочої гіпотези, складання програми і методики досліджень.

ПОЛІГОН (від лат. *polu* – багато і *gonia* – кут) – у біометрії графічне зображення безінтервального варіаційного ряду.

ПООДИНОКІ ДОСЛІДИ – можна проводити також у різних місцях, але не за єдиною схемою, а за складеною окремими дослідниками або групою їх без координації з центром.

ПОЛЬОВИЙ ДОСЛІД – дослідження, яке проводиться в польових умовах на спеціально виділеній площі. Завданням його є встановлення відмінностей між варіантами, кількісної оцінки дії факторів життя, умов чи прийомів вирощування на врожай та його якість.

Р

РАНГ – порядковий номер значень ознаки, яка піддається ранжуванню.

РАНЖУВАННЯ (від франц. – вишикувати по ранжиру, росту) – розподіл числових значень в порядку їх зростання або спадання.

РЕГРЕСІЯ (від лат. – обернений рух) – у біометрії функція, що дозволяє за значеннями однієї кореляційно зв’язаної ознаки вирахувати середні значення іншої.

РЕКОГНОСЦИРУВАЛЬНИЙ (РОЗВІДУВАЛЬНИЙ) ПОСІВ – суцільний посів однієї культури, який передуює закладанню польового дослідження і який проводиться для виявлення ступеня однорідності (шляхом дробного обліку врожаю) ґрунтової родючості на площі дослідження.

РЕНДОМІЗОВАНЕ (ВИПАДКОВЕ) РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ – таке розміщення польового дослідження, коли порядок розміщення варіантів в кожному повторенні визначається жеребкуванням або за таблицею випадкових чисел.

РЕПРЕЗЕНТАТИВНІСТЬ (від лат. *represento* – представляю) – ступінь відповідності вибірових характеристик їх параметрам у генеральній сукупності.

РІВЕНЬ ЗНАЧУЩОСТІ – 1) показники, які використовуються для перевірки статистичних гіпотез, пов'язані з такими значеннями імовірності, при яких поява очікуваних подій в даних умовах вважається практично неможливою. Чим менший рівень значущості, тим менша імовірність відкинути гіпотезу. Звичайно зупиняються на 5%-му або 1%-му рівнях значущості, яким відповідають рівні імовірності $P=0,05$ і $P=0,01$;

2) ризик зробити помилкове заключення (висновок). В агрономічних дослідженнях допускається 5 і 1%-ві рівні значущості. Позначається літерою P_1 .

РОЗВІДУВАЛЬНІ (ТИМЧАСОВІ) ДОСЛІДИ – проводять протягом 1-2 років з метою виявлення тих агрозаходів чи сортів рослин, які треба вивчати.

С

СИСТЕМАТИЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ – порядок розміщення варіантів у кожному повторенні, підпорядкований певній системі (послідовно, в шахматному порядку).

СТАНДАРТНЕ РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ – таке розміщення польового дослідження, коли контрольні варіанти (стандарти) розміщуються через 1-2 дослідні варіанти.

СТОХАСТИЧНИЙ (від грецьк. *stochasis* – догадка) – випадковий, імовірний.

СТУПІНЬ СВОБОДИ – числа, які показують кількість вільно варіюючих елементів або членів статистичної сукупності, здатних набувати будь-яких довільних значень ($n - 1$).

СПЕЦІАЛЬНІ АГРОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ – лабораторні, вегетаційні, лізиметричні, польові та виробничі. Серед названих методів головним є польовий.

СУКУПНІСТЬ (у статистиці) – багато відносно однорідних, але індивідуально різних одиниць або елементів спостереження, що об'єднуються за тими чи іншими ознаками відносно прийнятих у досліді умов для сумісного (групового) вивчення.

СУТЬ СТАТИСТИЧНОЇ ДОСТОВІРНОСТІ – полягає у визначенні достовірності різниць між середніми арифметичними, які позначають літерою \bar{X} , або кореляцій, регресій тощо за допомогою статистичних критеріїв (відповідно критеріїв t і t_r) і найменших істотних різниць (НІР).

СХЕМА ДОСЛІДУ – сукупність дослідних і контрольних варіантів, об'єднаних загальною ідеєю.

Т

ТИПОВІСТЬ (РЕПРЕЗЕНТАБЕЛЬНІСТЬ) – відповідність умов проведення досліді ґрунтово-кліматичним і агротехнічним умовам сільськогосподарського виробництва даної зони.

ТОЧНІСТЬ ДОСЛІДУ (ВІДНОСНА ПОХИБКА) $S_x^- \%$ - помилка середньої S_x^- , виражена у відсотках до відповідної середньої величини (див. помилка досліді). Це – величина, обернена його помилці.

ТРАНСГРЕСІЯ (від лат. *transgressio* – перехід за, через, крізь) – явище, яке спостерігається при розподілі двох вибірок за числовими значеннями однієї і тієї ж ознаки, коли частоти максимальних варіант одного ряду попадають в класи мінімальних варіант іншого ряду, утворюючи під варіаційними кривими двох рядів частину спільної площі в одній і тій же системі прямокутних координат.

ТРИВАЛІ ДОСЛІДИ – ведуть понад 50 років в окремих наукових установах і ґрунтово-кліматичних зонах.

Ф

ФАКТОР – це елемент агротехніки або сорт, тобто засіб, яким дослідник діє на рослини.

ФАКТОРІАЛЬНИЙ ДОСЛІД (ПФЕ) – багатofакторний дослід, схема якого охоплює всі можливі поєднання (комбінації) факторів, що дозволяє встановити дію та взаємодію досліджуваних факторів.

Ч

ЧАСТІСТЬ – відносна частота, з якою зустрічаються окремі варіанти у даній сукупності, що виражається в частках одиниці або у відсотках до загальної кількості спостережень.

ЧАСТОТА – абсолютна кількість окремих варіантів, яка вказує на те, як часто вони зустрічаються у даній сукупності.

ЧИСЛО СТУПЕНІВ СВОБОДИ – число вільно варіюючих величин. Позначається літерою v і в спрощеному вигляді дорівнює кількості всіх спостережень мінус одиниця ($n - 1$).

Ш

ШАХОВЕ РОЗМІЩЕННЯ ВАРІАНТІВ – різновидність систематичного розміщення, коли повторення у досліді розміщуються в декількох ярусах і для більш рівномірного розміщення на площі дослідження їх у кожному ярусі зсувається на частку від ділення кількості варіантів на кількість ярусів.

Я

ЯВИЩЕ – окремий факт, поодинокі подія. Будь-яка множинність поодиноких явищ складає масове явище.

ЯМБ-МЕТОД – стандартне розміщення варіантів, при якому дослідний варіант чергується зі стандартом.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агроекологія /М.М.Городній, О.Г.Тараріко.- К.: Фітосоціоцентр, 2002. - 296 с.
2. Біологічний словник /За ред. акад. К.М.Ситника та чл.-кор. АН В.О.Топачевського.- 2-ге вид. - К.: Головна редакція УРЕ, 1986. - 680 с.
3. Вавилов Н.И. Избранные труды. - Т.V.- М.-Л. : Наука, 1965. -788 с.
4. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія. - 1996-2003. - № 1-8.
5. Власов В.І. Глобальна продовольча проблема. - К.: ДОД УАЕ, 2001. - 506 с.
6. Вольф В.Г., Литун П.П. Методические указания по планированию полевых опытов в селекции, семеноводстве и семеноведении. -М.: Колос, 1969. - 120 с.
7. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. - М.: Колос, 1966. - 254 с.
8. Глотов Н.В. Сборник задач по биометрии. - Л.: Ленинградский гос. ун-т, 1985. - 79 с.
9. Горбатенко І.Ю., Івашина Г.О. Основи наукових досліджень: Підручник. - К.: Вища шк., 2001. - 92 с.
10. Деркач М.П. Курс біометрії. - Львів, Вид-во Львів. ун-ту, 1973-1974. - 127 с.
11. Довідник з біології /За ред. К.М.Ситника. - 2-ге вид. - К.: Наукова думка, 2003. - 794 с.
12. Дубинин Н.П. Общая генетика /За ред. А.А.Жученко. - М.: Наука, 1986. - 560 с.
13. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений: эколого-генетические основы. - Кишинев: Штиинца, 1988. - 768 с.
14. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. -Кишинев: Штиинца, 1980. - 588 с.
15. Здобувачу наукового ступеня: Методичні рекомендації / Упорядник С.В.Сьомін. - К.: МАУП, 2002. - 184 с.
16. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник /За ред. О.І.Зінченка. - К.: Аграрна освіта, 2001. -591 с.

17. Информационные технологии в биологии и медицине: Сборник научных трудов /НАН Украины, Институт кибернетики им. В.М.Глушкова и др. - К., 2000. - 120 с.
18. Карпинская Р.С. Теория и эксперимент в биологии: Мировоззрен. аспект/ Отв.ред. И.А. Лисеев. - М.: Наука, 1984. - 161 с.
19. Коваленко В.П., Борьба В.И. Методические указания по планированию и организации научных экспериментов в зоотехнике и задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Методика опытного дела". - Херсон: ХГИ, 1987. - 36 с.
20. Комп'ютерні методи в сільському господарстві: Навч. посібник /О.М.Царенко, Ю.А.Злобін, В.Г.Скляр, С.М.Панченко. -Суми: Університетська книга, 2000. - 203 с.
21. Майшук З.М. Клональне мікророзмноження картоплі in vitro: стан, проблеми, перспективи. Навч.пос. - Львів: Львів.держ. агроуніверситет, 1998. - 96 с.
22. Математические и вычислительные методы в биологии: Всесоюзный семинар, Пущино, 1985: Тезисы докладов: Всесоюзный семинар "Математические и вычислительные методы в биологии" (18-21 сент. 1985 г., Пущино) АН СССР, Научный центр биологических исследований, Н.-и. вычислительный центр. - Пущино, 1985. -240 с.
23. Методики випробування пестицидів / С.О.Трибель, Д.Д.Сігарьова, М.П.Секун, О.О.Іващенко та ін.; За ред. С.О.Трибеля. -К.: Світ, 2001. - 448 с.
24. Методы и средства биологических экспериментов: Сб.науч.тр. /ВАСХНИЛ, Сиб.отд.-ние. - Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1989. - 58 с.
25. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. - К.: Вища шк., 1994. - 334 с.
26. Лакин Г.Ф. Биометрия. - 3-е изд. - М.: Высшая шк., 1980.- 293 с.
27. Лисишин А.М. Поняття про варіаційні ряди та їх статистичні характеристики: Лекція. - Львів: ЛДСГІ, 1993. - 34 с.
28. Основы научных исследований. География: Учебн.пособие для геогр.спец.ун-тов/ Н.Д.Пискун и др.; Под ред. Н.Д.Пискуна, Г.И.Швебса. - К.: Вища шк., 1988. - 189 с.
29. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов/ В.И. Кругов, И.М.Грушко, В.В.Попов и др./ Под ред. Крутова, В.В.Попова. - М.: Высшая шк., 1989. - 399 с.

30. Орлюк А.П., Корчинский А.А. Физиолого-генетическая модель сорта-озимой пшеницы. - К.: Высшая шк. Головное изд-во, 1989. - 72 с. (Новое в науке и технике - студентам и учащимся).
31. Плохинский Н.А. Биометрия. - М., 1970. - 290 с.
32. Проблемы экспериментальной биологии: Сборник статей. - М.: Наука, 1977. - 332 с.
33. Проблемы современной биометрии: Сб.статей/ Моск. о-во испытателей природы; Отв.ред. Н.А.Плохинский. - М.: Изд-во МГУ, 1981. - 167 с.
34. Регулятори росту рослин в землеробстві: Збірник наукових праць /За ред. акад. А.О.Шевченка. - К.: УДНДЭТ1 "Агроресурси", 1998. - 144 с.
35. Реймерс. Растение во младенчестве. - Новосибирск: Наука СО, 1987. - 184 с.
36. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. - Минск: Вышэйшая шк., 1973. - 400 с.
37. Рузавин Г.И. Методы научного исследования. - М.: Мысль, 1974.-237с.
38. Сівозміни у землеробстві України /За ред. В.Ф.Сайка, П.І. Бойка. -К.: Аграрна наука, 2002. - 148 с.
39. Сидякин В.Г. Основы научных исследований. Биология: Учебн. пособ. для студ. биол. фак. ун-тов. - К.: Вища шк. Голов. изд-во, 1987. - 196 с.
40. Селекция и семеноводство зерновых культур /Под ред. акад. В.Н.Ремесло. - К.: Урожай, 1978. - 304 с.
41. Стрельчук С.І., Демідов С.В., Бердишев Г.Д., Голда Д.М. Генетика з основами селекції. - К.: Фітосоціоцентр, 2000. - 292 с.
42. Тимошенко І.І., Майшук З.М., Дерпак І.В. Вимоги чинних стандартів до сортових і посівних якостей насіння основних польових культур. - Львів: Львів, держагроуніверситет, 2001.- 41 с.
43. Тимошенко І.І., Майшук З.М., Дерпак І.В. Районовані сорти основних сільськогосподарських культур у Західному регіоні України. - Ч. I. Польові культури. – Львів: Львівський державний аграрний університет, 2002. - 76 с.
44. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов: Пер. с англ. -М.: Наука, 1970. - 280 с.
45. Фурсов В.И. Основы современной биологии: Уч. пособие для студентов философского и биологического факультетов. - Алма-Ата: Казахский гос. ун-т им. С.М.Кирова, 1973. - 96 с.

46. Черкашин А.Н. Научный центр биологических исследований АН СССР в Пущино. - М.: Наука, 1974. - 47 с.
47. Чкалова О.Н. Основы научных исследований. - К.: Вища шк., 1978. - 120 с.
48. Яцик А.В. Економічна безпека України. - К.: Генеза, 2001. - 216 с.
49. Баров В., Шанин И. Методика на полския опит. - София, 1965. - 320 с.
50. Баров Варвари. Статистическая оценка на полски опити без повторяемост на избитвание варианты и при повторяемост на контроеня вариант // Растениевые дни науки. - 1986 - Т. 23, № 11. - С. 10-15.
51. Выбраныя науковыя працы Беларускага ун-та: 1921-2001. -Т. 7. Біялогія. Геаграфія, 2001. - 570 с.
52. Biometrische Versuchsplanung. – Berlin, 1972. – 355 p.
53. Duke G.V. Comparative Experiments with Field Crops. – London. – 1974. – 211 p.
54. Pearce S.C. Field Experimentation with Fruct Trees and other perennial Plants / Commonwealth Agricultural Bureaux. – London. – 1976, - 182 p.

Навчальне видання

*Іван Іванович Тимошенко,
Зеновій Миколайович Майшук,
Галина Олексіївна Косилович*

**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
В АГРОНОМІЇ**

Навчальний посібник

.

Редактор М.М. Забор

Коректор Л.Г. Лісович

Тимошенко І.І.
Майчук З.М.
Косилович Г.О.

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

Навчальний посібник

ЛЬВІВ 2004

