

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О.

«МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ»



НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Вінниця-2020

УДК 001.891:631/635(075.8)

М13

Рекомендовано до видання навчально-методичною комісією факультету агрономії та лісівництва ВНАУ (протокол № 8 від "24" березня 2020 р.) та навчально-методичною комісією Вінницького національного аграрного університету (протокол № 10 від "10" березня 2020 р.) як навчальний посібник.

Рекомендовано Вченою радою ВНАУ як навчальний посібник.

Навчальний посібник з дисципліни «Методика наукових досліджень в агрономії» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. – **Вінниця : ВЦ ВНАУ. – 2020. – 198 с.**

Рецензенти:

Савіна Н.Б., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарювання та природокористування, д.е.н., професор;

Ковтун К.П., доктор с.-г. наук, головний науковий співробітник Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН;

Ткачук О.П., доктор с.-г. наук, старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету.

Автори:

Мазур В.А. – кандидат с.-г. наук, професор кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур;

Липовий В.Г. – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур;

Мордванюк М.О. – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

У навчальному посібнику висвітленні методико-організаційні засади науково-дослідної діяльності, що сприятиме орієнтації в складному процесі наукового дослідження. Контент навчального посібника вміщує розгляд важливих питань: вибір напрямку та послідовність наукових досліджень; дослідницькі принципи науки; методи наукового пізнання; місце та роль системного підходу в науковому пізнанні; основи теоретичних та експериментальних досліджень; планування експерименту й аналіз його результатів.

Навчальний посібник містить передмову, лекції, тести, теми індивідуальних творчих завдань, список рекомендованих інформаційних джерел, термінологічний словник та додатки.. Контроль знань, за посібником передбачається поточний, атестаційний і підсумковий Робота характеризується логічністю викладення матеріалу, має чіткість формулювань, розкриває комплексний підхід у розв'язанні поставлених завдань.

ISBN

©Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О., 2020

© Вінниця, ВНАУ, 2020

ЗМІСТ

Передмова	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АГРОНОМІЧНОГО ДОСЛІДУ	8
ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК.	8
Лекція 1. Тема: Теоретичні основи наукових досліджень (4 год.)	
Лекція 2. Тема: Методика дослідю.	32
ПРАКТИЧНИЙ БЛОК.	60
Практична робота № 1. Тема: Сукупність і вибірка. Статистичні характеристики якісної мінливості.	
Практична робота № 2. Тема: Статистичні характеристики кількісної мінливості.	64
Практична робота №3. Тема: Розподіл частот та їх графічне зображення.	69
Практична робота № 4. Тема: Оцінка істотності різниці між середніми вибірок по критерію Стьюдента.	72
Практична робота № 5. Тема: Перевірка гіпотези про належність «сумнівного» варіанта до сукупності.	75
Практична робота № 6. Тема: Оцінка відповідності між отриманими та очікуваними теоретичними розподілами по критерію Пірсона.	78
РОЗДІЛ 2. ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ В АГРОНОМІЇ. ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ В АГРОНОМІЧНОМУ ДОСЛІДІ. ДОКУМЕНТАЦІЯ ТА ЗВІТНІСТЬ	82
ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК	82
Лекція 3. Тема: Основні елементи методики дослідю.	
Лекція 4. Тема: Планування експерименту при проведенні наукових досліджень	96
Лекція 5. Тема: Документація та звітність у наукових дослідженнях	108
ПРАКТИЧНИЙ БЛОК	114
Практичне заняття № 7-11. Тема: Дисперсійний аналіз	
Практичне заняття № 12-13. Тема: Кореляція та регресія	123
Практичне заняття № 14. Тема: Визначення коефіцієнта множинної лінійної кореляції	126
ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ	128
ПИТАННЯ РУБІЖНОГО КОНТРОЛЮ	129
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ»	131
ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ	171
ОСНОВНІ СИМВОЛИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В МЕТОДИЦІ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ	182
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	183
ДОДАТКИ	185

ПЕРЕДМОВА

Для дослідників-початківців дуже важливо мати уявлення про методологію та методи наукової творчості, оскільки саме на перших кроках до оволодіння навичками наукової роботи найбільше виникає питань саме методологічного характеру. Передусім бракує досвіду у використанні методів наукового пізнання, застосуванні логічних законів і правил, нових засобів і технологій. Тому є сенс розглянути ці питання докладніше.

Основною формою здійснення і розвитку сучасної науки є **наукове дослідження** - вивчення явищ і процесів, аналіз впливу на них різноманітних чинників, а також вивчення взаємодії між явищами з метою отримання переконливо доведених і корисних для науки і практики рішень з максимальним ефектом.

Мета вивчення дисципліни: надання студентам теоретичних знань і формування професійних умінь стосовно дослідницької роботи загалом.

Завдання – засвоївши теоретичну частину студент повинен ***знати:***

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

На підставі набутих знань студент повинен ***вміти:***

- закласти польовий, вегетаційний чи лізиметричний досліді;
- відповідно до програми досліджень провести в них обліки і спостереження;
- здійснити статистичний аналіз експериментальних даних відповідно до обраного методу і дати оцінку якості проведеному досліді;

- вести необхідну документацію дослідів та складати на її основі науковий звіт.

Відповідно до навчального плану на вивчення дисципліни виділено (табл.1):

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 20 «Аграрні науки і продовольство»	Нормативна	
Атестація – 2	Спеціальність: 201 «Агрономія»	Рік підготовки:	
		3- й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 120		5-й	5-6-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 4	Перший (бакалаврський) освітній рівень	16 год.	8
		Практичні, семінарські	
		28 год.	12
		Лабораторні	
			год.
		Самостійна робота	
		76 год.	100
	Індивідуальні завдання: год.		
	Вид контролю: іспит/залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 44:76; 36,7% / 63,3%

для заочної форми навчання – 20:100; 20,0 % / 80,0 %

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН АУДИТОРНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ:

Змістова атестація 1. Теоретичні основи агрономічного досліджу.

Тема 1. Теоретичні основи наукових досліджень.

Рівні наукових досліджень. Види наукових досліджень. Системний підхід у науці. Методи наукових досліджень. Загальнонаукові методи досліджень. Спеціальні методи досліджень

Тема 2. Методика досліджу.

Дослід та його класифікація. Основні поняття про дослід. Види дослідів. Вимоги до досліджу та засоби підвищення достовірності дослідів. Вимоги до досліджу. Засоби підвищення достовірності дослідів. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід.

Змістова атестація 2. Планування та проведення дослідів в агрономії. Застосування статистичних методів в агрономічному досліді. Документація та звітність.

Тема 3. Основні елементи методики досліджу.

Кількість варіантів та контролів у досліді. Розміри дослідних ділянок. Ширина захисних смуг. Форма ділянок. Повторність у досліді. Методи розміщення варіантів у досліді. Методи розміщення дослідних ділянок.

Тема 4. Планування експерименту.

Теоретичні основи планування. Значення та завдання планування. Вибір параметрів досліджу. Вибір факторів досліджу. Вибір моделі досліджу. Планування схем дослідів. Етапи планування. Планування дослідів з повними схемами

Тема 5. Документація та звітність.

Ведення необхідної документації. Звітність

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ:

Компетентності	Результати навчання
ФК 1	Володіти базовими знаннями з агрономічних дисциплін (рослинництво, землеробство, селекція і насінництво сільськогосподарських культур, агрохімія, агрометеорологія, плідівництво, овочівництво, ґрунтознавство, кормовиробництво, механізація в рослинництві, фітопатологія, ентомологія, фітофармакологія та інші).
ФК 2	Вміти вирощувати, розмножувати сільськогосподарські культури та здійснювати технологічні операції з первинної переробки і зберігання продукції.
ФК 3	Мати знання та розуміння основних біологічних і агротехнологічних концепцій, правил і теорій, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарських та інших рослин.
ФК 4	Володіти знаннями із фізіологічних процесів сільськогосподарських рослин для розв'язання виробничих технологічних задач.
ФК 5	Здійснювати оцінювання, інтерпретацію й синтез теоретичної інформації та практичних, виробничих і дослідних даних в галузях сільськогосподарського виробництва.
ФК 6	Вміти застосовувати методи статистичної обробки дослідних даних, пов'язаних з технологічними та селекційними процесами в агрономії.
ФК 7	Науково-обґрунтовано використовувати добрива та засоби захисту рослин, з урахуванням їхніх хімічних і фізичних властивостей та впливу на навколишнє середовище.
ФК 8	Розв'язувати широке коло проблем та задач в процесі вирощування сільськогосподарських культур, шляхом розуміння їх біологічних особливостей та використання як теоретичних, так і практичних методів.
ФК 9	Володіти навичками управління комплексними діями або проектами, відповідальністю за прийняття рішень у конкретних виробничих умовах.
ФК 10	Вміти застосовувати фахові компетентності, щоб претендувати на первинні посади з агрономічних спеціальностей.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АГРОНОМІЧНОГО ДОСЛІДУ

Теоретичний блок

Лекція 1. Тема: Теоретичні основи наукових досліджень (4 год.)

План

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

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

Розрізняють такі етапи наукових досліджень:

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

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

1.1. Рівні наукових досліджень.

Розрізняють три основних взаємопов'язаних рівні досліджень —

емпіричний (експериментальний), теоретичний та описово-узагальнюючий.

На емпіричному рівні досліджень ставлять експерименти, накопичують факти, аналізують їх і роблять практичні висновки. Експерименти є джерелами пізнання, критерієм істинності гіпотез і теорій. Якщо експерименти ставлять на конкретних об'єктах, то вони називаються *фізичними*. Розрізняють ще *уявні експерименти* логічне мислення про зміну явищ і процесів при зміні умов, які небажано проводити у фізичному експерименті (наприклад, досліди з дуже високими або низькими температурами, тиском, концентрацією пестицидів тощо). В експерименті об'єкт дослідження вивчають в тих умовах, які плануються експериментатором, процеси контролюють і регулюють, а результати точно враховують. Експерименти можуть бути *якісними*, коли враховують пошкоджені чи не пошкоджені морозами або шкідниками рослини, уражені або не уражені хворобами.

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

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

На *теоретичному рівні досліджень* синтезуються знання, формулюються загальні закономірності у певній галузі знань.

Теорія – це система узагальнених знань, пояснення певних явищ дійсності, тобто уявлене її відродження і відтворення, у тому числі й експерименту. Саме тому результати експериментів в узагальненому вигляді є частиною певної теорії, а критерієм правильності теорії є експеримент. Теорія також допомагає інтерпретувати результати емпіричних досліджень.

Однак теорія є не сумою окремих даних експерименту, а новим

ступенем пізнання. Наприклад, в експерименті виявлено тісний кореляційний зв'язок між умовами середовища і врожайністю цукрових буряків. Аналізуючи і узагальнюючи результати цих досліджень із застосуванням методів математичної статистики, зокрема кореляційного аналізу, можна скласти рівняння регресії для планування чи прогнозування майбутнього врожаю. Все це є основою для теорії планування і прогнозування врожаю. Аналогічно цьому результати досліджень щодо вбирання поживних елементів польовими культурами є основою для побудови теорії мінерального живлення рослин.

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

Слід зазначити, що на основі цих спостережень і узагальнень можна робити висновки і раціональні пропозиції для виробництва. Для цього використовують такі форми мислення, як судження та умовивід.

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

Умовивід – міркування, у процесі якого з одного або кількох пов'язаних між собою суджень виводять нові знання. Наприклад, відомо лише те, що новий гібрид кукурудзи має такі самі властивості, як і районований гібрид. Робимо висновок, що врожайність зерна нового гібрида, його якість,

стійкість до хвороб, шкідників тощо будуть такими самими, як і районованого.

1.2. Види наукових досліджень

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

Фундаментальні дослідження спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи. Їх результатом є закінчена система наукових знань та орієнтація на використання цих знань у певній галузі практичної діяльності людини. Прикладом таких досліджень є вивчення процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту з повітря, таємниць спадковості, розшифровка молекул ДНК, РНК тощо. Ці дослідження ведуться на межі відомого і невідомого. Певна невизначеність фундаментальних досліджень підвищує роль випадку та здатність дослідника до інтуїції.

Фундаментальне дослідження може бути вільним теоретичним або цілеспрямованим. Вільне теоретичне очолюється одним ученим, який визначає напрям досліджень на основі своїх ідей. Цілеспрямоване дослідження обмежується галуззю науки і вибором об'єкта досліджень, вибирається колективом дослідників.

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

Прикладні дослідження ведуть виконанням науково-дослідних робіт, в результаті яких мають експериментальні дані. Найбільш ефективні агротехнічні заходи, виявлені у дослідках, впроваджують у виробництво. Це – оптимальна глибина оранки, кращі попередники, більш ефективні дози добрив, строки та глибина їх внесення, норми та строки сівби насіння певних

культур, заходи захисту рослин від хвороб і шкідників тощо. Кінцевою метою всіх прикладних досліджень є рекомендації для впровадження одержаних результатів у виробництво.

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

1.3. Системний підхід у науці

Суть системного підходу полягає у дослідженні об'єктів як систем, наприклад, вивчення організму з його складовими частинами, внутрішніми і зовнішніми зв'язками, зведення основних відомостей про організм в єдину теоретичну основу, розкриття суттєвості організму, його цілісності. Прикладом системного підходу є розвиток В. І. Вернадським концепції про біосферу, в основу якої покладено новий тип складних системних об'єктів глобального масштабу – біогеоценоз. Ідеї системного підходу застосовують також у систематиці рослин, екології. Зокрема, одним з об'єктів екологічного дослідження є екосистема.

Дослідження складних систем передбачає гармонійне поєднання аналітичних і синтетичних методів вивчення структури об'єкта та його функцій. В деяких розділах сучасної біології застосовують переважно системний напрям. Це дає змогу звести в єдине ціле всі дані при розробці комплексних програм охорони природи, екології, біохімії, генетики тощо.

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

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

2. Методи наукових досліджень

2.1. Загальні наукові методи досліджень

Загальнонаукові методи базуються на всезагальному *діалектичному методі*, який розкриває найбільш загальні закони розвитку природи, суспільства і мислення.

В агрономії із загальнонаукових методів широко застосовують гіпотезу, спостереження й експеримент, аналіз і синтез, індукцію й дедукцію, абстрагування, конкретизацію, аналогію, моделювання, формалізацію, інверсію, узагальнення та ін.

Гіпотеза – наукове припущення, істинне значення яке є не визначеним. Розрізняють гіпотези як метод розвитку наукових знань і як складову частину наукової теорії. Якщо гіпотези використовують для розвитку знань, то спочатку висувають певні припущення, які потім перевіряють в експерименті

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

Якщо селекціонер пропонує новий сорт культури, то робоча гіпотеза про перспективність сорту висувається на основі його характеристики, яку дає

Держкомісія по випробуванню і охороні сортів.

Існують такі правила висування гіпотез:

- 1) відповідність гіпотез фактам, яких вони стосуються;
- 2) з висунутих гіпотез найбільш придатна та, яка пояснює більшу кількість фактів;
- 3) для пояснення фактів зв'язок гіпотез з ними має бути найтіснішим;
- 4) суперечливі гіпотези не можуть бути одноразово істинними;
- 5) при висуванні гіпотези треба усвідомлювати імовірність їх висновків.

Наприклад, якщо у господарстві низька врожайність районованого гібриду цукрових буряків, то з метою поліпшення системи удобрення культури можуть висуватися такі робочі гіпотези:

- низький рівень мінерального живлення;
- невідповідне до вимог культури або гібриду співвідношення поживних елементів;
- існуюча система удобрення культури не пов'язана з місцем у сівозміні;
- реакція ґрунтового розчину не відповідає культурі та ін.

Ці гіпотези висуваються на підставі попередніх знань і перевіряються в експериментах.

Гіпотези як здогадки у наукових дослідженнях менш поширені, але вони можуть мати велике значення (наприклад, здогадка Д.М. Менделєєва про періодичний закон зміни маси хімічних елементів)

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

Експеримент – метод пізнання, за допомогою якого в штучних, але контрольованих умовах досліджуються об'єкт та процеси, що відбуваються в ньому. В експерименті перевіряються гіпотези, які висуваються при плануванні досліджу.

Сучасна наука використовує різні види експериментів: якісні, кількісні

(вимірювальні), змішані, мислені та обчислювальні. Основною метою *якісних експериментів* є виявлення передбаченого гіпотезами чи теоріями явища (є чи немає). Так, згідно з характеристикою один сорт пшениці стійкий до ураження сажкою, другий – до вилягання. В експерименті це можна перевірити. У якісних експериментах можна також мати відповідь на такі запитання: морозостійкий сорт чи ні, ранньостиглий чи пізньостиглий тощо.

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

Найчастіше застосовують змішані експерименти, коли у них вивчають показники якісної і кількісної мінливості.

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

Експеримент має певні переваги порівняно з іншими методами. Одна з них полягає в тому, що в експерименті досліджуваний об'єкт перебуває в штучних умовах, не чекаючи, поки вони з'являться у природі – зрошують або удобрюють рослини, висівають насіння різними нормами, у різні строки, захищають посіви від хвороб і шкідників за допомогою різних хімічних препаратів тощо. Перевагою експерименту є також те, що в одному досліді можна вивчати кілька явищ і тоді дослід стає багатofакторним. У процесі дослідження всі явища або фактори можна розчленувати для більш детального аналізу.

В експерименті можна вивчати не лише окремі елементи агротехніки, але і її технологію. Наприклад, у ньому є можливість порівняти інтенсивну

технологію вирощування сільськогосподарської культури із звичайної, яку застосовували раніше. Слід зазначити, що експеримент (дослід) є провідним методом агрономічних досліджень разом з висуванням гіпотез та спостереженнями.

Спостереження – цілеспрямоване зосередження уваги дослідника на явищах експерименту або природи, їх кількісна та якісна реєстрація. Метою спостережень у науковій агрономії є виявлення кращих елементів агротехніки, технологій, сортів, ґрунтів тощо, які сприяють підвищенню врожаю та поліпшенню його якості. Основними вимогами спостереження є такі:

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

Прикладами спостережень є визначення морозо-, зимо-, посухостійкості рослин, стійкості їх до вилягання, пошкодження шкідниками та ураження хворобами тощо.

Спостереження проводять не лише в експерименті, а й поза ним. Так, спостерігають за явищами природи: випаданням атмосферних опадів, температурою та вологістю повітря, температурою ґрунту, кількістю сонячних днів, настанням перших заморозків восени та останніх навесні, початком вегетації та її кінцем, початком і кінцем цвітіння, проходженням інших фенофаз у рослин безпосередньо в природі, тобто без експерименту. В результаті таких спостережень можна мати дані і зробити цінні висновки про агрокліматичне районування різних культур. Різноманітністю спостережень можуть бути обліки врожайності та визначення якості продукції в умовах експерименту чи поза ним.

Обліки та спостереження необхідно проводити за спеціальними апробованими методиками відповідно до державних стандартів. *Всі*

прилади для обліків та спостережень (ваги, термометри, колориметри та ін.) треба перевіряти не менш як один раз за рік Державною інспекцією по стандартах. Результати перевірки оформляють актами.

Аналіз – метод дослідження, за допомогою якого досліджуваний об'єкт уявно або практично розчленовується на складові частини з метою більш детального вивчення (наприклад, дослід спочатку аналізують по повтореннях, а кожне повторення – по окремих ділянках, варіантах). Рослини у динаміці їх росту аналізують або через певний проміжок часу – один раз за декаду, місяць або за фазами розвитку рослин. Для визначення хімічного складу рослини спочатку розчленовують на окремі органи – листя, стебла, плоди, коріння тощо.

У коренеплодах цукрових буряків визначають вміст цукрів, у зерні злакових культур – білка, у бульбах картоплі – крохмалю тощо.

У наукових дослідженнях застосовують кілька видів аналізу. Один з них полягає в тому, що після розчленування об'єкта на складові частини визначають співвідношення між ними. Іншим видом аналізу є класифікація ґрунтів, рослин, хвороб, шкідників тощо. Відомі також аналізи математичні, формально-логічні та ін. Аналіз як метод досліджень використовують у зв'язку із синтезом.

Синтез – поєднання розчленованих та проаналізованих частин досліджуваного об'єкта або кількох об'єктів в єдине ціле. Завдання синтезу – на основі детального аналізу одержати необхідні дані для більш повних висновків та узагальнень. Певною мірою синтез протилежний аналізу, але вони взаємозалежні та взаємообумовлені. Наприклад, аналізуючи дані кожного повторення, дослідник обчислює середні арифметичні по кожному варіанту. Аналіз же кожного варіанта призводить до їх об'єднання у досліді, після чого роблять висновки та узагальнення і як кінцевий синтез – дають рекомендації виробництву. Синтез як метод дослідження має різні форми: взаємозв'язок теорій як об'єднання конкурентних гіпотез, побудова гіпотетико-дедуктивних теорій та ін. У сучасній науці синтез

використовують не тільки для дослідження окремого об'єкта у певній галузі науки, а й окремих наук з виявленням існуючих між ними зв'язків (наприклад, між агрономією, фізикою, математикою, хімією та ін.).

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

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

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

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

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

Отже, серед десятків варіантів експерименту дослідник виділяє найбільш ефективні, які істотно відрізняються від інших за основними

показниками. При цьому селекціонер серед багатьох гібридів виділяє найцінніші не лише за врожайністю і якістю продукції, а й стійкі до хвороб, шкідників, посухо- та морозостійкі та з іншими цінними властивостями.

Коли вивчають утворення рослиною органічної речовини як результат складних хімічних, біохімічних, фізіологічних, мікробіологічних та інших процесів за участю сонячної енергії, то вживають поняття «фотосинтез». При цьому дослідник абстрагується від другорядних процесів – водного, поживного режиму ґрунту та інших і виділяє листя як найбільш істотний фактор у первинному створенні органічної речовини на Землі.

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

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

Конкретизація – метод досліджень, за допомогою якого від абстрактного переходять до конкретного. Наприклад, виділивши у створенні органічної речовини основний процес – фотосинтез і зрозумівши його суть, дослідник мислено знову повертається до рослини, середовища, системи «середовище – рослина», розглядає взаємодію рослини з усіма факторами її життя. Отже, методи абстрагування і конкретизації дуже взаємопов'язані, доповнюють один одного і мають бути використані дослідником разом з іншими методами.

Аналогія – метод, завдяки якому знання про відомі вже об'єкти, предмети або явища переносяться на інші ще невідомі, але схожі з відомими і раніше вивченими. При цьому висновок робиться за аналогією. Так, якщо у господарстві впроваджується новий сорт картоплі і про нього відомо, що він

аналогічний районуваному сорту Пролісок, то це означає, що новий сорт так само ранньостиглий, стійкий проти раку і картопляної нематоди, високопродуктивний, як і районуваний сорт.

Оскільки ізольовано взята аналогія не має доказової сили, її треба використовувати разом з іншими методами пізнання, додержуючи таких вимог:

- 1) аналогія має ґрунтуватись на істотних ознаках і більшому числі загальних властивостей;
- 2) зв'язки *між* порівнюваними ознаками повинні бути тісними;
- 3) аналогія як метод має показати не лише схожість об'єктів, а й різницю між ними.

Метод аналогій, застосований на подібність показників, предметів і явищ, є основою моделювання.

Моделювання – метод дослідження об'єктів, процесів і явищ на їх моделях. Суть моделювання – заміна об'єктів, які важко вивчати, спеціально створеним аналогом зручної моделі. Щоб дослідження на моделях були ефективними, кожна з них повинна мати риси оригіналу. Якщо модель зберігає фізичну природу оригіналу, то вона є фізичною моделлю. Наприклад, можна моделювати ґрунт, рослинні клітини, органи. Математичну модель створюють, а її оригінал лише описують відповідними рівняннями. Такою моделлю є математичне описування врожайності певної культури чи сорту залежно від умов навколишнього середовища.

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

Розрізняють моделювання структури об'єкта і моделювання його поведінки, тобто процесів, які відбуваються в об'єкті досліджень. Чим повніше модель відображує оригінал, тим результати досліджень моделі будуть більше відповідати результатам об'єкта досліджень. Моделювання як

метод застосовується разом з іншими методами, часто з експериментом і має назву модельного експерименту.

Формалізація – метод вивчення об'єктів за допомогою окремих елементів їх форм, які відображують зміст об'єкта. Найчастіше формалізацію застосовують з використанням математики, подаючи докази у вигляді послідовних формул. Наприклад, урожайність культури залежить від ґрунту – X_1 , вмісту в ньому азоту – X_2 , фосфору – X_3 , калію – X_4 , вологи – X_5 , повітря – X_6 , та інших факторів – X_n . Формула врожаю послідовно обчислюється спочатку через залежність кожного з них, а потім виводиться загальна формула: $Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, \dots, X_n)$. Використання цих та подібних формул є суттю методу формалізації.

Інверсія – метод незвичайного вивчення об'єкта, явищ, предметів під певним кутом або навіть з боку, протилежного тому, який вивчали раніше. Це – порушення звичайного порядку вивчення об'єктів або явищ, поєднання несумісного, поділ неподільного. Основним у методі інверсії є відмова від загальноприйнятих поглядів і прийомів у дослідженнях.

Щоб узяти середню наважку, зразки рослин перед хімічним аналізом потрібно спочатку висушити і розмолоти. При висушуванні при високих температурах у рослинних зразках відбуваються перетворення, внаслідок яких може докорінно змінитись біохімічний склад зразка і результати аналізу будуть недійсними. Отже, не можна висушувати рослинні зразки для біохімічного аналізу при високих температурах. Однак цю проблему можна вирішити методом інверсії, тобто зневоднити рослинний зразок при низьких температурах. При цьому біохімічні зміни у зразку припиняються і результати аналізу покажуть фактичний вміст тих органічних речовин, які у природі містять органи чи вся рослина.

Узагальнення – метод, за допомогою якого уявно переходять від окремих фактів, явищ та процесів до ототожнювання у думках або від одного поняття, судження до більш загального. Спочатку узагальнюють результати досліджень для кожного повторення, потім для всього дослідження, конкретного

господарства, а далі для всіх господарств, що розміщуються в аналогічних ґрунтово-кліматичних умовах, для певних культур, сортів тощо.

Узагальнювати можна факти, судження і наукові теорії. Для цього використовують абстракцію, конкретизацію, аналіз, синтез, індукцію, дедукцію тощо.

Дуже важливим етапом наукового дослідження є вибір методів проведення дослідження, які слугжать інструментом у здобутті фактичного матеріалу, будучи необхідною умовою досягнення поставленої мети.

Найважливіша методологічна позиція - побудова теорії дослідження.

У теоретичних пошуках перед автором стоїть задача розробити закінчену концепцію, право на існування якої варто довести шляхом її зіставлення з іншими точками зору, а також звертанням до практики.

Корисними для побудови теоретичних положень виявляються такі методи, які можуть бути взяті на озброєння.

Системний аналіз включає розгляд усієї сукупності прийомів, способів, процесів, видів обладнання, що використовується, методів вирішення завдання і т.д. Дотримуючись правил формальної логіки, створюються класифікації об'єктів аналізу. Ті, що не входять у предмет дослідження, критикуються й виключаються, розгорнуто доводяться переваги запропонованих об'єктів і положень, вказуються моменти, які потрібно виконати для їхньої реалізації. Метод продуктивний для вироблення рекомендацій різного роду.

Другим, найпоширенішим і універсальним способом побудови теорії є *моделювання процесу або явища на базі відомих моделей*, яке має деякі істотні відмінності, досягнуті за рахунок знятих припущень, нових використаних ефектів, підходів до вирішення.

Наступний методологічний момент - *єдність теорії і практики*.

Єдність теорії й практики - ознака істинно наукового дослідження. Це досягається при побудові теорії (опис процесів і явищ, їхнє пояснення, прогнозування й видача рекомендацій) з орієнтацією її на практику, при

дотриманні необхідних вимог системності, типовості й репрезентативності, а в необхідних випадках - переглядом концепцій у зв'язку з новими фактами і явищами у практиці.

У методології технічних наук використовуються різні методи, що враховують специфіку предмета й об'єкта вивчення. Найважливіші з них такі:

- системний підхід, що дозволяє розкрити різноманіття проявів досліджуваного об'єкта, визначити місце предмета дослідження в розроблювальній галузі науки;

- проектний метод, що визначає цілісність дослідження, стадії і порядок його розроблення;

- абстрактно-логічний метод, що використовується для побудови теорії, включає різноманітні прийоми й операції: аналіз і синтез, дедукцію й індукцію, сходження від конкретного до абстрактного, і навпаки, аналогію, формальну логіку, гіпотетичне припущення й ін.;

- моделювання як метод дослідження структури, основних властивостей, законів розвитку і взаємодії з навколишнім світом об'єкта моделювання;

- емпіричний метод, пов'язаний з постановкою експериментальних перевірок теорії і спостережень за еволюцією природних і технічних процесів;

- статистико-імовірнісний метод, що дає можливість реалізувати кількісний підхід до вивчення наукових даних у єдності з якісним аналізом;

- монографічний метод, що має переважно описовий характер, але є цінним при всебічному, повному, деталізованому вивченні об'єкта або явища.

Говорячи про методологічну витриманість наукового дослідження, мають на увазі ефективність використання методологічних принципів з метою отримання цілісної наукової праці автора. Методологічно витримане наукове дослідження характеризується:

- коректною, науково обґрунтованою постановкою проблеми дослідження, що не просто існує в теорії, але може бути розроблена практично з отриманням наукових результатів, що мають ознаки новизни,

корисності й вірогідності;

- побудовою предмета дослідження як сукупності взаємозалежних підпроблем, при цьому вивчення висунутих питань забезпечується не тільки у статиці, але й у динаміці;

- побудовою теорії, за допомогою якої предмет дослідження (досліджувану проблему) можна описати, пояснити, розкрити внутрішній механізм явищ і протиріч, спрогнозувати розвиток процесу, видати рекомендації з удосконалювання. Цим забезпечується належний теоретичний рівень дослідження як найважливішого принципу його методологічної витриманості;

- забезпеченням єдності теорії й практики, що розуміється в тому сенсі, що створена автором теоретична концепція повною мірою використовується для аналізу практики й експериментальних даних, формулювання нових рекомендацій;

- закінченістю й цілісністю дослідження, що набуває властивостей системи, у якій кожна окремо взята частина може бути зрозуміла й пояснена з позицій цілого, а ціле здатне існувати й виконувати свої функції лише на базі своїх компонентів;

- вірогідністю отриманих наукових результатів, доведеною й перевіреною всіма можливими в кожному конкретному випадку теоретичними методами, експериментальними дослідженнями й практичними спостереженнями.

І ще один важливий методологічний момент - *тлумачення (інтерпретація) підстав дослідження й отриманих наукових результатів*. Інтерпретація підстав дослідження (обраної проблеми, об'єкта й предмета дослідження, інформаційного масиву, методів дослідження, цілей і завдань), а також висновків і положень має насамперед світоглядний характер, базується на об'єктивній діалектиці розвитку, її законах і категоріях.

2.2. Спеціальні методи досліджень

До спеціальних методів досліджень належать ті, які застосовують у

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

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

За допомогою хімічних аналізів ґрунту в лабораторних умовах визначають забезпеченість різних ґрунтів основними елементами живлення після різних попередників, обробітку ґрунту, систем удобрення тощо. Визначаючи у рослинах вміст макро- та мікроелементів, масу рослин і зробивши розрахунки, можна одержати дані про винесення з ґрунту поживних елементів культурами. Визначення вологості ґрунту, вмісту в ньому насіння бур'янів, їх кореневищ та кореневих паростків, дослідження структури та інших фізико-хімічних властивостей ґрунту дає змогу мати дані про його окультуреність, придатність для вирощування сільськогосподарських культур. За допомогою пророщування посівного матеріалу у термостатах визначають схожість насіння рослин та ін.

Лабораторний метод передбачає не лише детальні аналізи, а й об'єктивний і всебічний синтез результатів досліджень з наступною перевіркою пропозицій на практиці.

У роки з надмірною кількістю опадів вміст цукру у буряках може значно знижуватись, про що свідчать результати лабораторних аналізів. Однак це не означає, що збільшення кількості опадів обов'язково спричинює погіршення якості цукрових буряків. При цьому треба всебічно проаналізувати інші фактори життя рослин, зокрема поживний, повітряний та температурний режими ґрунту, поліпшення яких при збільшенні кількості атмосферних

опадів запобігатиме погіршенню якості врожаю.

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

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

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

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

Дуже ефективним виявився вегетаційний метод для вивчення впливу різних зовнішніх факторів на мінеральне живлення рослин та обмін речовин у них, для дослідження залежності росту рослин від температури прикореневої зони і повітря. За допомогою вегетаційного методу вивчають

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

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

Лізиметричний метод – дослідження рослин і властивостей ґрунту в полі з метою вивчення балансу вологи і елементів живлення. Проводять такі дослідження у дуже великих посудинах – лізиметрах, які періодично зважують. Цей метод відрізняється від вегетаційного тим, що життя рослин і властивості ґрунту досліджують не у вегетаційних будиночках, а безпосередньо у полі, де лізиметри вставляють у викопані ями так, щоб надземна частина рослин була в таких самих умовах, як і рослин, вирощуваних безпосередньо в полі. У дні кожного лізиметра є отвір, через який збирають промивні води для хімічних аналізів.

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

лізиметр вкладають моноліт ґрунту). У насипні лізиметри ґрунт насипають пошарово, просіваючи, змішуючи і ущільнюючи його до природного об'єму. Залежно від завдання досліду лізиметри можуть бути зайняті рослинами або без рослин.

Лізиметри можуть бути бетонними з об'ємом на 1-2 м³ ґрунту або металевими з діаметром 20-100 см. Іноді для лізиметрів використовують металеві лійки діаметром до 50 см.

Щоб зручніше збирати промивні води, під лізиметрами обладнують освітлені коридори. Для періодичного зважування у лізиметрах роблять спеціальні отвори або кільця. Незалежно від конструкції їх розміщують окремими групами згідно з тематикою досліджень біля лабораторій (щоб зручніше їх обслуговувати).

Основні питання, які вивчають за допомогою лізиметричного методу, такі: динаміка вологості ґрунту; промивання атмосферних опадів; склад води, що фільтрується через ґрунт; вимивання мінеральних солей з ґрунту і добрив; втрата поживних речовин у процесі багаторічного удобрення; транспірація та випаровування вологи ґрунтом, водопроникність ґрунту тощо.

Хоч лізиметричні дослідження проводять у полі, умови їх не дуже близькі до польових. Для усунення цього недоліку використовують вегетаційно-польовий метод.

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

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

За допомогою цього методу вивчають ефективність добрив, родючість генетичних горизонтів ґрунту, моделюють умови ґрунтового середовища. Для цього у циліндри залежно від варіантів досліджу вносять різні елементи живлення в неоднакових дозах і співвідношеннях, створюють різну реакцію ґрунтового розчину, неоднаково ущільнюють ґрунт тощо. Разом з тим у циліндри можна висівати різні культури у чистому вигляді і в сумішках з неоднаковою нормою насіння і на різну глибину, з використанням підживлення рослин або без нього.

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

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

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

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

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

Майже в. і наукові проблеми агрономічної науки вирішуються за допомогою польового методу досліджень. Наприклад, глибина, строки і способи обробітку ґрунту вивчаються безпосередньо у полі. Так вивчають і різні технології вирощування культур, структуру посівних площ, кращі попередники, способи і норми зрошення, заходи боротьби з водною та вітровою ерозією ґрунтів, ефективність органічних та мінеральних добрив, заходи меліорації ґрунтів, нові сорти, гібриди та ін.

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

Хоч польовий метод і є основним у науковій агрономії, його не можна протиставляти іншим спеціальним та загальнонауковим методам. Ефективність цього методу значною мірою збільшується при поєднанні з іншими методами, вибір яких визначається програмою досліджень.

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

Метою експедиційних обстежень є з'ясування причин вилягання хлібів; загибель озимих та багаторічних трав; дослідження умов вирощування високих та низьких урожаїв в окремих господарствах, у районі чи області; вивчення причин погіршення або поліпшення якості продукції; дослідження вмісту у продукції пестицидів, радіонуклідів та нітратів, які перевищують допустимі норми. Під час експедиційних досліджень виявляють також поширення злісних і карантинних бур'янів, хвороб та шкідників сільськогосподарських культур, доцільну структуру посівних площ, кращі попередники, найбільш раціональні сівозміни, перспективні сорти для конкретних господарств, їх груп, цілого району або певної ґрунтово-

кліматичної зони. Цим методом доцільно також досліджувати ефективність способів, строків і глибини обробітку ґрунту. Для боротьби з ерозією ґрунту за допомогою експедиційного методу спочатку виявляють причини її поширення та фактори, які сприяють її виникненню в конкретних господарствах чи районах.

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

Для визначення ефективності того чи іншого агрозаходу при експедиційних дослідженнях визначають урожайність сільськогосподарських культур з урахуванням якості продукції. Врожайність за попередні роки береться з річних звітів господарств. Зібрані дані коригують відповідно до погодних умов за відповідні роки – температури та вологості повітря, атмосферних опадів, температури ґрунту тощо. Для детальнішого аналізу такої залежності користуються методами математичної статистики.

Системний підхід до вирішення завдань науки. Суть системного підходу полягає у дослідженні об'єктів як екологічних систем з їх складовими частинами, внутрішніми і зовнішніми зв'язками, зведенням основних відомостей про неї в єдине ціле. Прикладом системного підходу в науці є положення В.І. Вернадського про біосферу, в основу якого покладено новий тип складних системних об'єктів глобального масштабу - біогеоценоз. Ідеї системного підходу застосовують також у систематиці рослин, екології. Зокрема, одним з об'єктів екологічного дослідження є екосистема.

Дослідження складних систем передбачає гармонійне поєднання аналітичних і синтетичних методів вивчення структури об'єкта і його функцій. У деяких розділах сучасної біології застосовують переважно

системний напрям. Це дає змогу звести в єдине ціле всі дані при розробці комплексних програм охорони природи, екології, біохімії, генетики тощо.

Для вивчення складних біологічних об'єктів за системним методом треба сконцентрувати й об'єднати не лише комплекс складних методик, а й такі методи досліджень, як описовий, порівняльний, експериментальний та історичний.

Системний підхід дозволяє глибше дослідити реальність, розчленувати складний об'єкт на окремі частини з їх аналізом та подальшим синтезом знань, забезпечити цілісність об'єкта і його зв'язків.

Лекція 2. Тема: Методика досліду (4 год.)

План

1. Дослід та його класифікація
 - 1.1 Основні поняття про дослід
 - 1.2. Види дослідів
2. Вимоги до досліду та засоби підвищення достовірності дослідів
 - 2.1. Вимоги до досліду
 - 2.2. Засоби підвищення достовірності дослідів
3. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід

1. Дослід та його класифікація

1.1. Основні поняття про дослід

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

Дослід є основним методом вивчення біологічних, екологічних особливостей росту і розвитку продуктивності і якості культур. Він є домінуючим методом, основним завданням його є встановлення відмінностей між варіантами, кількісної оцінки дії факторів, умов і прийомів вирощування на урожайність та його якість. Включає спостереження, одержання кореляцій, дотримання обліку зміни умов і обліку результатів. Дослід

представляє таке вивчення при якому дослідник штучно визиває явища і змінює умови так, щоб вивчити суть явища. його походження, вплив факторів, причинність і їх взаємодію.

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

1.2. Види дослідів

Досліди поділяють на ті, що проводять у природних (польові) умовах та ті, що проводяться у штучних умовах та сортовипробувальні.

Польові досліді класифікуються для зручності так :

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

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

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

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

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

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

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

Лабораторно-польові досліді – це перший або другий етап у польових дослідженнях. Виявивши кращі варіанти із схеми дрібноділянкового досліді, дослідник перевіряє їх далі у лабораторно-польових дослідах. Основна мета лабораторно-польових дослідів – виявити взаємозв'язок між рослиною і середовищем. Тому характерною рисою цих досліджень є те, що в них, крім багаточисельних обліків і спостережень у полі, проводяться також різні лабораторні дослідження – аналізи рослин і ґрунту. Саме ці аналізи дають підставу повніше виявити зв'язки між дослідними рослинами та умовами їх вирощування.

Більшість цих дослідів є багатфакторними тому кількість варіантів у них може становити 20-30 і більше.

Оскільки ділянки в таких дослідах невеликі за розміром (від 11 до 50 м²), то кількість повторень є пяти-шестикратною.

Крупноділянкові польові досліді. Основне їх завдання полягає у вивченні дії факторів життя і заходів агротехніки на формування врожаю. Головним тут є не лише виявлення кращих варіантів, а й вивчення причин підвищення чи зниження врожаю та його якості залежно від умов вирощування. Такі польові досліді хоч і проводяться в наукових установах та навчальних закладах, але в умовах, наближених до виробничих, з максимально можливою механізацією технологічних процесів. Тому площі дослідних ділянок, їх захисні смуги мусять бути такими, щоб мати можливість використовувати необхідні сільськогосподарські машини та знаряддя. Для культур з малою площею живлення рослин (з вузькорядним та звичайним рядковим способом сівби) користуються ділянками 50-100 м², а для

більшості просапних культур площа ділянки зростає до 200 м² і більше. Повторність у цих дослідах, як правило, три-чотирикратна, хоча може бути і більшою, якщо родючість ґрунту на досліді сильно варіює.

Досліди у виробництві

Досліди-проби проводяться безпосередньо в умовах виробництва з метою вдосконалення технології впрошування тих чи інших культур. Прикладом необхідності проведення дослідів-проб може бути наступне. Обстежуючи посіви озимої пшениці, агроном помітив, що на одному із полів рослини мають не зелений колір, а жовтуватий, що може свідчити про недостатній рівень азотного живлення. Для достовірності цього припущення на даному полі смугами певної ширини, кратній ширині захвату агрегату, проводять підживлення рослин азотом. Якщо рослини змінили колір із жовтуватого на темно-зелений, то припущення було вірним і за аналогічних умов на наступний рік таке підживлення проводять вже на всьому полі. Кращі варіанти дослідів-проб можна вивчити більш досконало у точних порівняльних дослідах.

Точні порівняльні досліди проводяться у відповідності з методикою польових дослідів. Проте розміри дослідних ділянок тут значно більші, що дає змогу забезпечити повну механізацію всіх агротехнічних процесів. Ці досліди закладають з метою розробки диференційованої агротехніки, випробування нових технологій!, що рекомендовані науковими установами чи навчальними закладами. Основна увага тут приділяється обліку врожаю та визначенню його якості, а інші обліки і спостереження зведені до мінімуму. У точних порівняльних дослідах вивчають біля чотирьох кращих варіантів і не менше як у три-чотирикратній повторності

У точних порівняльних дослідах ширину ділянки з культурами звичайного рядкового способу сівби устанавлюють в межах 8-16 метрів, а з просапними – 5-10 м. Загальна площа дослідної ділянки складає 500-2000 м². Тут користуються правилом, щоб ширина ділянки була кратною ширині ґрунтообробних, посівних або збиральних агрегатів і щоб найбільш

трудомісткі процеси виконувались механізовано.

Досліди для оцінки господарської ефективності нових агрозаходів або технологій використовують з метою перевірки у виробництві рекомендацій наукових установ з врахуванням ґрунтового середовища, культури землеробства, рівня механізації тощо. Для цього на полі, де впроваджують новий агрозахід чи нову технологію, у різних місцях виділяють три-чотири контрольні смуги шириною, кратною ширині збирального агрегату. Ці смуги, що являють собою повторення, повинні охопити різноманітність родючості ґрунту всього поля. На контрольних смугах новий агрозахід чи нова технологія не застосовуються. Поруч з кожною контрольною смугою виділяються дослідні смуги, де застосовують той агрозахід чи ту технологію, господарську ефективність яких досліджують. Розміри контрольних і дослідних смуг повинні бути однакової ширини і довжини, щоб можна було об'єктивно оцінювати рівень врожаю і затрати на його вирощування.

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

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

Полеві досліді за тривалістю їх проведення поділяються на розвідувальні, короткочасні, багаторічні і довготривалі.

Розвідувальні або тимчасові досліді проводяться протягом 1-2 років з метою виявлення тих агрозаходів чи сортів рослин, котрі потрібно взяти для подальшого вивчення. Ось чому їх називають розвідувальними.

Короткочасні досліді проводяться протягом 3-10 років. Короткочасними

є більшість дослідів, що їх проводять студенти для написання дипломних робіт або аспіранти для підготовки дисертаційної роботи.

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

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

Поділ польових дослідів за кількістю факторів, що вивчаються. Фактор - це сорт, гібрид або елемент технології, яким дослідник діє на рослини. Досліді бувають *однофакторними* і *багатофакторними*. Якщо вивчається вплив одного фактора, то дослід однофакторний, а кількох - багатофакторний.

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

Досліді, що проводяться в штучних умовах

В умовах закритого ґрунту закладаються вегетаційні досліді та досліді у теплицях і фітотронах.

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

взаємодії факторів життя для рослин у контрольованих умовах середовища. Тут можна дозувати і контролювати майже всі режими – поживний, водний, повітряний, температурний і світловий. У вегетаційних дослідках можна вивчати родючість ґрунтів, окремих їх шарів та підґрунтя, ефективність різних норм, доз добрив і співвідношення елементів живлення тощо. Піщані та водні культури використовують для виявлення симптомів нестачі тих чи інших елементів мінерального живлення рослин. Для цього з поживної суміші видаляють певний поживний елемент, спричинюючи його нестачу у рослин і фотографуючи чи замальовуючи зовнішній стан рослин. Всі вегетаційні дослідки ведуть протягом вегетації, звідси і їх назва. Оскільки вегетаційні будиночки у холодний період року не опалюють, то в цей період дослідки не проводять.

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

Досліди у фітотронах. Фітотрон – це камера або їх комплекс для вирощування рослин у регульованих штучних умовах, і в цих дослідках можна:

- 1) вивчати процеси життя рослин залежно від освітлення, довготи дня, вологості ґрунту, температури ґрунту і повітря тощо;
- 2) визначати оптимальні умови для росту та розвитку рослин;
- 3) виявляти пристосованість рослин до несприятливих умов середовища.
- 4) виявляти стійкість рослин різних сортів і гібридів до збудників хвороб та до шкідників;
- 5) створювати екстремальні умови для рослин (заморозки, суховії, ґрунтові посухи та ін.);

б) імітувати різні кліматичні умови;

7) вирощувати кілька врожаїв за один рік, прискорюючи селекційний процес.

Найпростішим фітотроном є вегетаційна шафа – маленька камера площею близько 1 м². Догляд за рослинами тут здійснюють через спеціальний люк у бічній стінці. Іншим типом фітотрона є вегетаційна камера – кімната площею близько 5 м². Рослини вирощують тут на стелажах, у кімнату можна входити для догляду за ними. Найбільш досконалим фітотроном є станція штучного клімату – комплекс стаціонарних камер, розмішених в окремому приміщенні. У них можна імітувати різні кліматичні умови, які плануються дослідником і регулюються автоматично.

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

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

Дослідження із сортовипробування

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

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

Державне сортовипробування проводять на державних сортовипробувальних станціях та сортодільницях. Тут об'єктивно і точно оцінюють не лише селекційні, а й місцеві та поліпшені сорти і гібриди. Мета державного

випробування полягає у виявленні найбільш урожайних та цінних сортів, пристосованих до місцевих умов і придатних для сортового районування. Якість продукції оцінюють у лабораторіях, де є спеціальні прилади.

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

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

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

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

Основними науково-виробничими одиницями сортовипробування є сортовипробувальні станції та сортодільниці, які організують в передових господарствах і наукових установах. Всі вони об'єднані в єдину систему під керівництвом Державної служби з охорони прав на сорти рослин.

На більшості сортовипробувальних станцій вивчають також сортову агротехніку – норми висіву, строки і способи сівби тощо.

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

2. Вимоги до дослідів та засоби підвищення його достовірності

2.1. Вимоги до дослідів

Найважливішими вимогами або принципами, що ставляться до дослідів є:

- 1) дотримання принципу єдиної логічної відміни;
- 2) додержання правила доцільності;
- 3) типовість дослідів;
- 4) придатність умов для проведення будь-якого дослідів;
- 5) можливість відтворення результатів досліджень в ідентичних умовах;
- 6) можливість, при необхідності, вводити додаткові варіанти;
- 7) необхідність супроводження дослідів основними статистичними показниками.

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

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

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

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

Відповідно до правила доцільності боротьбу з хворобами рослин проводять лише у посівах тих сортів чи у варіантах дослідів, де поширені хвороби. Якщо серед певних сортів чи в окремих варіантах дослідів хвороб немає, застосування фунгіцидів недоцільне. Те ж саме стосується і строків основного обробітку ґрунту для окремих культур після різних попередників. Не можна, наприклад, в один строк проводити перший обробіток ґрунту під озиму пшеницю після таких попередників, як озимі на зелений корм, горох на зерно та кукурудза на силос, які різко розрізняються строком збирання. Саме тому обробіток ґрунту щоразу доцільно проводити відразу після збирання врожаю кожного попередника.

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

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

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

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

Як правило, досліди проводяться на типових і добре окультурених ґрунтах, які за площею найбільш поширені у даній зоні.

Типовими мусять бути також підґрунтя (материнська порода), рівень ґрунтових вод, крутизна схилу тощо. У дослідах слід використовувати сучасні ґрунтообробні машини, посівні та збиральні агрегати та інші знаряддя, які б відповідали високому рівню механізації всіх технологічних процесів.

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

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

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

Відтворення результатів досліду. За цією вимогою дослідник, повторюючи дослід на певну тему за аналогічною методикою і в ідентичних умовах, мусить отримати результати, аналогічні тим, які були одержані у

попередньому досліді. Таке відтворення результатів надзвичайно важливе насамперед для перевірки достовірності одержаних раніше даних.

Щоб дослід можна було відтворити в аналогічних умовах, дослідник мусить детально описувати всі необхідні умови проведення досліді. Такими умовами є: місце проведення досліді (населений пункт, район, область); ґрунтові умови (тип ґрунту, його гранулометричний склад, хімічні властивості, рівень ґрунтових вод, експозиція та крутизна схилу); попередники та передпопередники; дослідна культура та сорти чи гібриди; коротка характеристика агротехніки: назва машин та знарядь механізації тощо; специфічні умови проведення досліді, схема досліді і контроль, розмір дослідної ділянки і ширина захисних смуг, повторність, метод розмішений варіантів, методика обліків і спостережень, строки виконання польових робіт тощо.

Можливість введення додаткових дослідних і контрольних варіантів. Схему досліді треба складати так, щоб при необхідності можна було в неї ввести додатковий варіант, що зацікавив дослідника в процесі проведення досліджень. В першу чергу це стосується схем стаціонарних дослідів, в яких завжди повинен бути резервний варіант, який являє собою ділянку, де впрошується піддослідна культура на фоні рекомендованої для неї агротехніки. Наприклад, якщо додатково до раніш розробленої схеми досліді з глибинами обробітку ґрунту виникла необхідність вивчити реакцію даної культури на плантажну оранку, то дослідник надалі такий обробіток зможе вивчати на ділянках резервного варіанту.

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

Крім того, слід відповісти на таке питання: чи у всіх дослідіх з добривами треба мати абсолютний контроль без добрив? Наприклад, якщо вивчають дози добрив або співвідношення елементів живлення у них, за контроль, як правило, беруть один з варіантів, який у господарстві, де буде

проведений дослід, є найефективнішим. Зрозуміло, що варіант без добрив не завжди буде ефективним. Проте є дослід з добривами, де абсолютний контроль обов'язковий. Такими є дослід, у яких вивчають коефіцієнти використання добрив або проводять фізіологічні дослідження.

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

Проведення досліджень на районованих і перспективних сортах. Усі дослідження рекомендується проводити, як правило, з районованими сортами для певної ґрунтово-кліматичної зони і навіть для певних умов господарства - попередників, родючості ґрунту тощо. Ураховуючи необхідність проведення досліджень у різні за погодними умовами роки, їх тривалість може становити три-п'ять років, а в дослідках з багатопільними сівозмінами кількість років відповідає кількості полів у сівозміні. Як уже зазначалося, за тривалий період досліджень деякі районовані сорти можуть замінюватися новими, більш перспективними за багатьма показниками - врожайністю, якістю продукції, стійкістю проти хвороб і шкідників, а також до несприятливих погодних умов тощо. Тому висновки, зроблені відносно знятих з районування сортів, виявляться малоприслужними для виробництва. Щоб запобігти цьому, досліджувати треба перспективні сорти. Не можна досліджувати сорти, які на час закладання дослідів були зняті з районування.

Обліки й спостереження. Урожайність і якість продукції дозволяє виявити кращі та гірші варіанти дослідів порівняно з контролем. Проте у дослідках виникає питання про причини його підвищення чи зниження, що не можна визначити без супутніх спостережень. Саме тому одночасно з основними треба здійснювати у дослідках супутні обліки й спостереження.

Досліджуючи питання про дози, строки, способи внесення добрив, співвідношення в них поживних елементів, види та форми добрив, крім

основних показників ефективності, слід вивчати вміст поживних елементів у ґрунті, їх форми та доступність для досліджуваної культури, вміст поживних речовин в основній і побічній продукції. У порівняльних дослідженнях попередників беруть до уваги забур'яненість посівів, засміченість ґрунту насінням бур'янів на різній глибині орного шару, наявність кореневих паростків та кореневищ злісних бур'янів, поширення хвороб, пошкодження рослин шкідниками, вологість ґрунту, його поживний режим тощо.

При вивченні заходів боротьби з бур'янами слід проводити такі супутні обліки і спостереження, як визначення кількості бур'янів у посівах та їх насіння у ґрунті окремо по видах і біологічних групах, глибини залягання їх насіння та схожість, наявність схожого насіння в органічних добривах, які вносять на дослідних ділянках. При застосуванні хімічних препаратів для боротьби з бур'янами досліджують вміст відповідних пестицидів у рослинній продукції та у ґрунті, їх токсичність для людей і тварин.

При вивченні строків, способів і глибини обробітку ґрунту, крім урожайності, структури врожаю і якості продукції, спостерігають за вологістю ґрунту, його водопроникністю, щільністю тощо.

У дослідах, де вивчають роль зрошення культур (норми, строки і способи), спостерігають за динамікою вологості ґрунту, особливостями проходження фаз росту і розвитку рослин, густотою посівів, приростом надземної маси, поширення у ґрунті кореневої системи тощо.

Досліджуючи сорти й гібриди, проводять фенологічні спостереження і обліковують такі показники: стійкість до ураження хворобами, пошкодження шкідниками, посухо- й жаростійкість тощо.

Ведення документації дослідю. Всю наукову документацію ведуть із додержанням певних правил (своєчасність ведення записів, повнота відомостей про дослід, однотипність записів протягом вегетаційного періоду та по роках, достовірність даних).

Документація складається з первинної й додаткової. До первинної документації належать *щоденник, польовий журнал дослідю і звіт про*

науково-дослідну роботу. Додатковою документацією є лабораторний журнал, робочий зошит, таблиці, різні форми для аналізів, стрічки приладів-самописів тощо.

Протягом вегетаційного періоду у щоденнику записують такі дані: місце проведення досліду (область, район, господарство, сівозміна, номер поля); схематичний план досліду, повторність, розмір дослідної ділянки, ширина захисних смуг; умови проведення досліду (грунт, рельєф, попередники, строки і норми внесення добрив, норма висіву насіння, його якість, строки сівби, стан сходів); догляд за посівами і методика обліків та спостережень (фіксуються порушення методики та технології вирощування); причини зрідження посівів чи їх знищення шкідниками; дані фенологічних спостережень; результати обліків ураження і пошкодження рослин хворобами і шкідниками; облік виключок, урожайності та результати аналізів якості продукції; дані фізичних та хімічних аналізів ґрунту; аналіз результатів досліджень методами математичної статистики; результати економічної та енергетичної оцінки ефективності агротехнічних заходів чи сортів.

Зміст щоденника може змінюватися залежно від мети і досліджуваної культури. Наприклад, при вивченні зернових колосових культур, кукурудзи, цукрових буряків, соняшнику у щоденнику записують спостереження, що є типовими лише для цих культур, тому їх перелік і форми таблиць для запису суттєво різняться.

Польовий журнал ведеться в лабораторії. За програмою досліджень в ньому подається:

- гриф установи та назва досліду,
- робоча гіпотеза або кілька конкуруючих;
- наукове обґрунтування теми;
- методи досліджень;
- схема досліду з виділеними контролями, розміри дослідних ділянок та ширина захисних смуг; повторність і розміщення варіантів;

- програма основних обліків та спостережень, методика відбирання зразків, строки їх проведення.

У польовий журнал переносять із щоденника результати всіх обліків і спостережень.

Робочу програму складають на весь період проведення дослідів, тобто на кілька років, а наукову роботу планують щороку. Основним розділом плану є календарний план, у якому в хронологічному порядку зазначають усі види робіт і строки їх проведення в досліді.

Допоміжною документацією плану є журнали з розробленими формами таблиць для окремих аналізів: визначення фізичних та хімічних властивостей ґрунту, хімічного складу рослин, дегустаційної оцінки продукції тощо.

Головними документами наукової роботи установи, підрозділу або окремого науковця є *річний звіт* про науково-дослідну роботу та *підсумковий звіт* про багаторічну роботу після завершення виконання теми. Звіти оформляються за певним державним стандартом. У звітах за варіантами дослідів подають тільки значення середніх арифметичних показників, а в додатках - дані за повторюваннями з відповідним аналізом. Головним розділом звіту є висновки та пропозиції виробництву. Для впровадження у виробництво кращих варіантів складають спеціальні акти. За результатами наукових досліджень пишуть статті й реферати (короткий зміст статті), дисертації та автореферати на них.

Достовірності дослідів відносно суті й точності. Достовірність дослідів визначають шляхом порівняння розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій більший за теоретичний, роблять висновок про статистичну достовірність усього дослідів. Це означає, що між деякими середніми арифметичними окремих варіантів дослідів є достовірна різниця. Для оцінки різниць між варіантами розраховують найменшу істотну (достовірну, суттєву) різницю - *HIP*. Якщо різниця між середніми арифметичними варіантами буде більшою або дорівнювати *HIP*, роблять висновок про достовірність різниць на певних рівнях імовірності або

значущості.

Іноді в наукових роботах дослідники обмежуються лише розрахунками НР і не наводять значення відносних похибок, відсутність яких не дає змоги зробити висновок про точність проведеного дослід. Слід зазначити, що точність дослід є одним з основних показників якості дослідної роботи, починаючи від вирівнювання родючості ґрунту земельної площі під дослід, добору вирівняного посівного матеріалу і закінчуючи однаковим доглядом за рослинами та збиранням урожаю. Отже, розрахунок значення відносних похибок у досліді дає змогу мати уявлення про їх точність. Сучасні статистичні комп'ютерні програми "Statistica-6", "SPSS-13" оцінку джерел варіації видають за показником p - критерію: якщо він буде $<$ за 0,05, то відхилення в досліді є достовірними на 5 %-му рівні значущості.

Необхідність виявлення залежностей між окремими показниками дослід. Об'єкти досліджень - ґрунт, рослини, їх органи тощо - взаємопов'язані і залежать від комплексу умов навколишнього середовища. Ці зв'язки дуже різноманітні. Вони можуть бути прямими й оберненими, істотними і неістотними, закономірними і випадковими, постійними і тимчасовими, сильними і слабкими.

Найбільш складними є зв'язки біологічних об'єктів, зокрема залежність рослин від умов середовища. Цими умовами є атмосферні опади, температура і вологість повітря, кількість сонячних і хмарних днів, тривалість дня і ночі, які впливають на ріст і розвиток рослин, їх стійкість проти хвороб і шкідників, формування врожаю тощо. Умовами середовища є також ґрунт - його тип, будова, рН, вміст вологи чи поживних елементів, їх доступність для рослин та інше, що також впливає на фізіологічні процеси у рослинах і, як наслідок, на врожайність.

Складні зв'язки існують між структурними елементами погоди, ґрунту й роботою окремих органів рослин. Існують залежності між кореневою та надземною частинами рослин, між інтенсивністю цвітіння і врожайністю культур, вмістом поживних елементів та біологічно активних речовин у

рослині. Виявити подібні зв'язки звичайним логічним аналізом без застосування методів математичної статистики майже неможливо (наприклад, коефіцієнтів кореляції для лінійних залежностей і кореляційного відношення для криволінійних зв'язків).

Слід зазначити, що аналізи, зроблені для двох показників, наприклад залежність урожаю лише від доз азоту, не можуть дати повної інформації для дослідника. Треба вивчати множинні кореляційні залежності між урожайністю і якістю продукції і багатьма умовами навколишнього середовища. Щоб глибше вивчити ці процеси і певною мірою керувати ними, дослідник має бути добре обізнаним, а й у науках об'єкті досліджень. Так, вивчаючи ефективність добрив, досліднику треба досконало знати рослинництво, землеробство, ґрунтознавство, агрохімію, фізіологію рослин, мікробіологію, захист рослин тощо.

Необхідність визначення достовірності різниць і точності дослідів. Тут буде йти мова про статистичну достовірність і необхідність її визначення.

Достовірність дослідів встановлюється шляхом порівняння розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій є більшим за теоретичний, то робиться висновок про статистичну достовірність всього дослідів. Це означає, що між середніми арифметичними окремих варіантів дослідів є достовірна різниця. Для виділення таких варіантів розраховують найменшу істотну різницю (НІР). Якщо різниця між середніми арифметичними окремих варіантів буде рівною або більшою за значення НІР, то роблять висновок про істотність різниць на певних рівнях довірливої імовірності.

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

2.2. Засоби підвищення достовірності дослідів.

Більшість дослідів, які проводять у землеробстві, є польовими. Основні умови проведення дослідів – клімат, погодні умови і ґрунт можуть змінюватися у часі і просторі. Різний клімат у Степу, Лісостепу і Поліссі

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

Значні коливання погоди спостерігаються у часі, що також може відбитись на рослині незалежно від фактору, який вивчається.

Результати досліджень свідчать, що при статистичній обробці дані за окремі роки не можна використовувати як повторність, бо це призведе до значного збільшення похибки досліді і зниження істотності різниць між варіантами.

Різними врожайями виноситься з ґрунту неоднакова кількість поживних елементів, що впливає на варіювання родючості ґрунту по роках. Зміна родючості ґрунту після збирання врожаю різних культур.

Якщо рівень урожайності культури, вирощеної на одному фоні, але в різних місцях поля, не можна залежить також від кількості рослинних решток, які залишаються показати прямою лінією, то це свідчить про випадкове варіювання родючості ґрунту на дослідному масиві .

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

Разом з тим на земельному масиві одночасно може проявлятися закономірне варіювання і випадкове, складаючи в сумі загальне варіювання. Якщо на закономірне варіювання припадає близько 66%, то це треба враховувати при плануванні розміщення варіантів в досліді. Помилки,

пов'язані з випадковим варіюванням, зменшуються обернено пропорційно до квадратного кореня з кількостей повторностей. А звідси точність дослідів можна підвищити за рахунок збільшення повторностей до оптимальної кількості.

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

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

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

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

експериментальних даних, в яких не повинно бути грубих і систематичних похибок. Причиною випадкових похибок може бути нерівномірне, вибіркоче пошкодження рослин на окремих ділянках або ураження їх хворобами.

Щоб похибок було менше, треба заздалегідь вдумливо аналізувати всі умови досліду, беручи до уваги відомі і незаперечні закономірності та положення методики дослідної справи.

Односпрямовані, однобічні похибки не можуть компенсуватися повторністю, їх не можна виявити при статистичному аналізі даних і запобігти їм можна тільки при закладанні й проведенні досліду. Насіння, яке використовують для дослідних посівів, треба вирощувати в однакових ґрунтово-кліматичних умовах, в одному господарстві, в одному з полів сівозміни, у якому родючість ґрунту добре вирівняна. На врожайність одного і того самого сорту значною мірою впливають погодні умови. Насіння, зібране в різні роки, забезпечує потім різну врожайність, навіть якщо його висіяти в один рік і вирощувати за однакової технології.

Допускаються похибки і при протруюванні насіння. При сухому протруюванні посівні якості насіння варіюють менше, ніж при мокрому і термічному, які суттєво збільшують похибку досліду. Саме тому за різних способів протруювання обов'язково слід додатково перевірити схожість і енергію проростання насіння. Хоча ці дані матимуть уже після сівби, вони певною мірою допоможуть об'єктивніше оцінити результати досліду. Слід зазначити, що після мокрого протруювання все насіння треба просушити до однакового стану, інакше його схожість може бути різною, що вплине на точність досліду.

Багато похибок досліду пов'язано із сівбою. Звичайно сівбу проводять упоперек ділянок і в короткий строк. Якщо в досліді вивчають строки, глибину сівби і норми висіву, то її напрям має бути вздовж ділянок. Якщо у досліді багато варіантів і велика кількість повторювань, сівба триває на два-три дні довше, а якщо вона переривається умовами погоди – ще довше. Різниці за строками сівби можуть суттєво вплинути на точність досліду. Щоб

запобігти таким похибкам, сівбу треба проводити блоками повторювань. Якщо якість повторювання буде засіяне пізніше, то в його межах варіювання буде мінімальним.

Якщо досліджують сорти і сівба переривається дощем, то після нього для контролю висівають три-п'ять сортів з висіяних до дощу. Причиною зниження точності досліду може бути також різна глибина загортання насіння. Щоб запобігти цьому, треба ретельно налагодити сівалку, перевірити її на виробничих масивах і тільки після цього використовувати у досліді.

Кожний сорт сільськогосподарських культур висівають у досліді з оптимальною нормою висіву. Порухення цього правила не дає змоги об'єктивно розкрити потенційні можливості сорту.

Точність агротехнічних і сортовипробувальних дослідів залежить також від взаємного впливу рослин на сусідніх ділянках. Краще розвинені рослини чи сорти на одних ділянках можуть пригнічувати сусідні, менші за висотою і масою. Щоб запобігти цим похибкам, досліди проводять із застосуванням захисних смуг відповідної ширини, про що детально йшлося вище.

У сортовипробуванні ділянки розмежовують одну від одної доріжками. Чим ширші ці доріжки при вузьких ділянках, тим більші похибки можуть допускатися у досліді, що загалом призводить до порушення типовості досліду.

Ряд похибок допускають і під час догляду за рослинами. Так, якщо при прориванні цукрових буряків залишити рослини тільки з двома листочками, то маса їх коренів становитиме 226 г, з чотирма - 580, а з шістьма - 814 г. Отже, щоб зменшити похибки досліду, на дослідних ділянках слід залишати однакове співвідношення сильних і середніх рослин, а не однакову їх кількість на одиниці площі взагалі. Перенесення робіт з догляду за рослинами на другий день у деяких варіантах призводить до зміни врожайності і зниження достовірності досліду, тому всі агрозаходи треба виконувати за кілька годин протягом одного дня і з однаковою якістю робіт

на всіх ділянках. Щоб якість ручної праці була однаковою на всіх ділянках, роботи з догляду виконують уперек ділянок і кожний працівник має обробити свої рядки до кінця.

Достигання врожаю у різних варіантах може бути неодноразовим, і збирати його треба в міру дозрівання. Грубою методичною похибкою є одноразове збирання врожаю при різній стиглості рослин. Техніка збирання врожаю також має бути однаковою.

Наведені вище похибки не вичерпують усього, що може трапитися в роботі дослідника. Щоб похибок було менше, треба заздалегідь вдумливо аналізувати всі умови досліду, враховувати відомі й незаперечні закономірності і положення методики дослідної справи.

3. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід

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

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

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

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

Перед закладанням стаціонарних дослідів проводять детальне обстеження площі, метою якого є всебічна характеристика ґрунту. Для вивчення ґрунтових профілів роблять розрізи на глибину 1.5-2 м по діагоналі поля, крайні на межі дослідної площі, а середні на майбутніх дорогах або захисних смугах. Між розрізами роблять ще прикопки на глибину 40-60 см і складають ґрунтову карту масштабом 1:5000. У кожному розрізі та прикопці відбирають зразки ґрунту для визначення агрофізичних і агрохімічних показників родючості.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Вирівнювальні і рекогносцирувальні посіви. Як уже зазначалось, навіть найбільш вирівняна за рельєфом площа, вибрана для досліду, буде мати різну родючість ґрунту, тому її треба вирівняти.

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

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

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

Найчастіше для таких посівів використовують ярі культури звичайного

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

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

Окремі види агротехнічних робіт проводять за один день, ще краще – за кілька годин і на однаково високому рівні агротехніки. Основний, передпосівний, післяпосівний та післясходовий обробітки при догляді за посівами проводять на всій площі однаково. Боротьба із шкідниками, хворобами та бур'янами на всій площі ведеться одними і тими самими препаратами, однаковими дозами і технікою. Все це робиться для того, щоб краще додержуватися в досліді принципу єдиної різниці, тобто щоб фактори, які не досліджуються, не впливали на врожайність культури.

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

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

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

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Практична робота № 1. Тема: Сукупність і вибірка. Статистичні характеристики якісної мінливості (2 год.)

Загальні відомості

Всю групу об'єктів, що вивчають, називають генеральною сукупністю.

Генеральна сукупність (від латинського generalis – загальний, основний) це кількість об'єктів, досліджу вальних у конкретних просторово – тимчасових межах, обкреслених програмою вивчення.

А частину об'єктів, що досліджують – вибіркою. Вибіркова сукупність – частина всієї сукупності, що виступає, як об'єкт вивчення за розробленою методикою чи програмою добору. Група, що входить у вибірку складає експериментальну базу досліджень. Сукупна інформація – інформація про зведені властивості групи об'єктів, об'єднаних деякою ознакою в сукупність.

Перехід від індивідуальної інформації до сукупного – це стрибок зі сфери одиничного фактору до зведеної характеристики класу фактів. Сукупна інформація є безпосередньою основою для теоретичних узагальнень і аналізу, а також для практичних висновків.

Число елементів в генеральній сукупності чи вибірці називають їх об'ємом.

Розподіл одиниць сукупності за ознаками, що не мають кількісного виразу, називається атрибутивним рядом (наприклад, розподіл дерев у лісі за породою тощо).

Ряди розподілу одиниць сукупності за ознаками, що мають кількісний вираз, називається варіаційними рядами. У таких рядах значення певної ознаки (x), що їх іще називають варіантами і позначають $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ знаходяться в порядку зростання чи спадання. Варіаційні ряди бувають: дискретними (перервні), інтервальні (неперервні).

Варіювання – властивість умовних одиниць відрізнятися одна від одної, навіть в однорідних зведених сукупностях (групах).

Відмінність між одиницями сукупності називається мінливістю. Існує два типи мінливості: якісна та кількісна. Цей поділ носить суб'єктивний характер. При якісній мінливості різниця між варіантами виражається якісними показниками: колір, смак, запах тощо.

Якісна мінливість найчастіше буває альтернативною, тобто у вибірці має місце одна з двох можливостей – спостерігається певна ознака або її немає. При цьому замість вимірів того чи іншого показника дослідник визначає лише кількість об'єктів з певною ознакою. Наприклад визначають кількість рослин уражених певною хворобою чи ні, пошкоджених шкідниками або ні, колоски остисті чи безості.

Основні статистичні показники якісної мінливості: частота ознаки, частка наявності ознаки, частка відсутності ознаки, показник мінливості, коефіцієнт мінливості, похибка вибіркової частки.

Частота ознаки – це число, яке показує скільки разів зустрічається

кожний варіант.

Частка наявності ознаки – відношення випадків (членів, об'єктів, варіантів) даного інтервалу ($n_1, n_2 \dots n_n$) до загальної суми частот (N), і визначається в частках одиниці.

Частка відсутності ознаки – це різниця між одиницею і часткою наявності ознаки.

Показник мінливості якісної ознаки – характеризує варіювання величин ряду відносно одна одної.

Коефіцієнт мінливості (коефіцієнт варіації якісних ознак) – фактичний показник мінливості, виражений у відсотках до максимально можливої мінливості.

Похибка виборчої частки - міра відхилення частки ознаки у вибірці від частки його у всій генеральній сукупності внаслідок неповної репрезентативності (представленості) вибірки.

Мета: Визначити основні статистичні характеристики якісної мінливості.

Зміст:

1. Визначити частку ознаки.
2. Розрахувати показник мінливості якісної ознаки.
3. Визначити коефіцієнт мінливості.
4. Розрахувати похибку виборчої частки.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

1. Ознайомитися з основними статистичними характеристиками якісної мінливості.
2. Визначити частку наявності ознаки.
3. Визначити частку відсутності ознаки.
4. Визначити показник мінливості.

5. Розрахувати коефіцієнт мінливості.

6. Розрахувати похибку виборчої частки.

Дані статистичні характеристики визначаються наступним чином:

Визначення частки наявності ознаки проводять за формулою:

$$P_1 = n_1/N, P_2 = n_2/N, P_n = n_n/N$$

де: P – частка ознаки; $n_1..n_n$ – об'єкт, варіант; N – загальна сума частот.

Визначення частки відсутності ознаки визначають за формулою:

$$q_1 = 1-P_1, q_2 = 1-P_2, q_n = 1-P_n$$

де: q – частка відсутності ознак

Показник мінливості визначають:

$$S = \sqrt[k]{p_1 * p_2 * p_n}$$

де: k – число градацій ознаки;

p_1, p_n – частка ознаки.

Коефіцієнт мінливості розраховують за формулою:

$$V = S/S_{\max} * 100$$

S_{\max} – максимальна можлива мінливість.

Максимально можлива мінливість залежить від числа градацій: Якщо число градацій 2 то $S_{\max} = 0,50$; 3 – 0,33; 4 – 0,25; 5 – 0,20 і т.д.

Максимальне значення коефіцієнта мінливості (100%) спостерігається, коли $S = S_{\max}$

Похибку виборчої частки визначають:

$$S_p = S/\sqrt{N},$$

де: S – показник мінливості; N – загальна сума частот.

Приклад розрахунку:

Знайти статистичні показники якісної мінливості, що складається із 37 червоних, 25 рожевих та 18 білих квітів.

Частка наявності ознаки: $p_1=37/37+25+18=0,46$; $p_2=25/80=0,31$; $p_3=18/80=0,23$.

Частка відсутності ознаки: $q_1 = 1-0,46 = 0,54$ (54%); $q_2 = 1-0,31=0,69$

(69%); $q_3 = 1 - 0,23 = 0,77$ (77%).

Показник мінливості: $S = \sqrt[3]{0,46 * 0,31 * 0,23} = 0,31$

Коефіцієнт мінливості: $V = 0,31 / 0,33 * 100 = 94\%$

Похибка виборчої частки: $S_p = 0,31 / \sqrt{80} = 0,035$

Контрольні запитання

Що таке генеральна сукупність та вибірка?

Що таке варіювання?

Які основні статистичні характеристики якісної мінливості?

Як визначається частка ознаки?

Що таке показник мінливості і як він визначається?

Як визначається коефіцієнт мінливості і що він означає?

Як розраховується похибка виборчої частки?

Література: [2, 5, 6].

Практична робота № 2. Тема: Статистичні характеристики кількісної мінливості (2 год.)

Загальні відомості

При кількісній мінливості різниця між варіантами виражається кількістю маси, розмір об'єкта, вмісту елементів в ґрунті або в рослині, визначення урожайності тощо. Розрізняють неперервну та перервну кількісну мінливість. До неперервної мінливості належать ті об'єкти, які виражають в основному дробовими числами – це маса, розмір і об'єм досліджувальних об'єктів: маса, урожайність, довжина, висота, площа листя, об'єм коріння чи бульби. До перервної мінливості належать об'єкти, які обліковуються поштучно: кількість колосків, листків, коренеплодів, рослин тощо.

Основними статистичними характеристиками кількісної мінливості є: середня арифметична, дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт вирівнюваності, похибка вибірки і відносна похибка вибірки.

Середня арифметична – відношення суми всіх варіантів або вимірів до числа всіх варіантів або вимірів.

Дисперсія – абсолютна міра варіації в цілому по сукупності, або середній квадрат відхилень кожного члена варіаційного ряду від їх середньої арифметичної (відношення суми квадратів варіантів до числа ступенів свободи). Дисперсія характеризує не лише зміну варіаційних рядів, а й величину цього варіювання.

Стандартне відхилення, або середнє квадратичне відхилення – це абсолютна міра відхилення окремих спостережень від середнього значення ознаки (простіше квадратний корінь із дисперсії).

Коефіцієнт варіації – це відносна величина міри варіації, яка дозволяє порівнювати ступінь варіації в рядах розподілу з різним рівнем середньої або це стандартне відхилення виражене в % до середньої арифметичної даної сукупності. Він є оцінкою надійності середньої.

Похибка вибірки – є мірою в абсолютній величині відхилення середньої арифметичної вибірки від середньої арифметичної генеральної сукупності.

Величина похибки вибірки залежить від мінливості вивчаємої ознаки і від об'єму вибірки.

Похибка вибірки прямо пропорціональна стандартному відхиленню і зворотно пропорціональна кореню квадратному із числа вимірів або варіантів.

Відносна похибка вибірки – похибка вибірки, виражена в % до відповідної середньої.

Мета: Визначити основні статистичні характеристики кількісної мінливості.

Зміст:

1. Визначити середнє арифметичне.
2. Визначити дисперсію.
3. Визначити стандартне відхилення.
4. Розрахувати коефіцієнт варіації та вирівнюваності.

Визначити похибку та відносну похибку вибірки.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні

завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

1. Ознайомитися з основними статистичними характеристиками кількісної мінливості.

2. Визначити середнє арифметичне.

3. Розрахувати дисперсію.

4. Визначити стандартне відхилення.

5. Розрахувати коефіцієнт варіації та вирівнюваності.

6. Визначити похибку вибірки та відносну похибку вибірки.

Дані статистичні характеристики визначаються наступним чином:

Визначення **середньої арифметичної** проводять за формулою:

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

де: \bar{x} - середня арифметична;

$\sum X$ - сума всіх варіантів або вимірів;

n – число всіх варіантів або вимірів.

Дисперсію визначають:

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

де: S^2 – дисперсія;

X – варіант або вимір;

\bar{x} - середня арифметична;

n-1 – число ступенів свободи.

Число ступенів свободи – це кількість величин, що вільно змінюються, або число всіх вимірювань на одиницю менше.

$$V = n - 1,$$

де: n – число всіх варіантів, або вимірів.

Стандартне відхилення розраховують за формулою:

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

де: S – стандартне відхилення;

S^2 – дисперсія.

Коефіцієнт варіації та вирівнюваності визначають наступним чином:

$$V, \% = \frac{S}{\bar{x}} * 100,$$

де: V – коефіцієнт варіації;

S – стандартне відхилення;

\bar{x} – середня арифметична.

Коефіцієнт варіації є відносним показником мінливості. Використання коефіцієнта варіації є суттєвим лише при вивченні ознаки, яка має позитивне значення.

При величині V до і 10%- слабка варіація і вказує на стабільність показників; $V=11-20\%$ - помірна; $V=21-50\%$ - значна; $V>50\%$ - велика.

Для більш детальної характеристики вирівнювання показників кількісної мінливості використовується **коефіцієнт вирівнюваності**.

$$B, \% = 100 - V,$$

де: B – коефіцієнт вирівнюваності;

V – коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації і вирівнюваності дають можливість порівнювати ознаки різних розмірів рослин (наприклад висоти і маси, вміст азоту і площі листя і т.д.), а також при порівнянні змін величин, рівень яких різко відрізняється одна від одної.

Похибку вибірки та відносну похибку вибірки визначають:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}},$$

де: $S_{\bar{x}}$ – похибка вибірки;

S – стандартне відхилення;

n – число вимірів, або варіантів.

Похибку вибірки виражають в тих же одиницях виміру, що і ознака, яка варіює.

$$S_{x^{-},\%} = \frac{Sx^{-}}{x} * 100\%,$$

де: $S_{x^{-},\%}$ - відносна похибка вибірки;

Sx^{-} - похибка вибірки;

x^{-} - середня арифметична.

Відносну похибку вибірки деколи позначають буквою (P) і називають точністю дослідів.

Залежно від значення відносної похибки роблять висновки про точність обчислення середніх арифметичних. Умовно точність вважають високою, якщо значення відносної похибки не перевищує 3%, середньою – 3-6%, і низькою коли більше 6%.

Приклад розрахунку:

Знайти статистичні показники кількісної мінливості для сукупності, що складається із такої урожайності цукрових буряків, т/га: 39, 37, 40, 42, 44, 38, 53, 49, 50, 51.

$$\text{Середня арифметична: } x^{-} = \frac{39+37+\dots+51}{10} = 44,3 \text{ т/га}$$

$$\text{Дисперсія: } S^2 = \frac{(39-44,3)^2 + \dots + (51-44,3)^2}{10-1} = 35,6$$

$$\text{Стандартне відхилення: } S = \sqrt{35,6} = 6,0$$

$$\text{Коефіцієнт варіації: } V = \frac{6,0}{44,3} * 100 = 13,5\%$$

$$\text{Коефіцієнт вирівнюваності: } B = 100 - 13,5 = 86,5\%$$

$$\text{Похибка вибірки: } S_{x^{-}} = \frac{6,0}{\sqrt{10}} = 1,89 \text{ т/га}$$

$$\text{Відносна похибка вибірки: } S_{x^{-},\%} = \frac{1,89}{44,3} * 100 = 4,27\%$$

Висновок: варіація помірна, точність обчислення середня.

Контрольні запитання

Які основні статистичні характеристики кількісної мінливості?

Як визначається середня арифметична?

Що таке дисперсія і як визначається?

Як визначається стандартне відхилення?

Що таке коефіцієнт варіації і вирівнюваності та як вони визначаються?

Як визначається похибка та відносна похибка вибірки?

Література: [6, 7, 14].

Практична робота №3. Тема: Розподіл частот та їх графічне зображення (2 год.)

Загальні відомості

При великому числі вихідних спостережень результати необхідно представити в вигляді систематизованого варіаційного ряду. Систематизація зводиться до розподілу окремих значень по групам або інтервалам. Число груп залежить від об'єму вибірки: при 30-60 спостережень рекомендується виділяти 6-7 груп, при 60-100 – 7-8, а якщо число спостережень більше 100 то виділяють 8-15 груп. При цьому число інтервалів або груп не повинно бути більшим 20. Орієнтовано число груп або інтервалів рівняється квадратному кореню з обсягу вибірки.

Після встановлення числа груп необхідно:

1. Визначити розмір варіювання результатів вимірів тобто різницю між найбільшим і найменшим значенням ряду вимірів;
2. Визначити розмір інтервалу групування;
3. Визначити верхню і нижню межу кожної групування. При виборі межі груп слід звернути увагу на те, щоб верхня межа груп була меншою, ніж межа прилеглої сусідньої групи на ціну поділки, тобто на одиницю виміру.
4. Підготувати макет таблиці згрупованого розподілу частот результатів вимірів. В першій колонці записують інтервал групування (групи), а в другій – число результатів вимірів, які входять в даний інтервал, тобто частоту f .

Далі підраховують число даних, які відповідають своєму значенню кожного інтервалу групування і результати записують в відповідні графи таблиць.

Вказаний в таблиці ряд пар чисел складає емпіричний розподіл частот – це розподіл результатів вимірів, отриманих при вивченні вибірки (наприклад, розподіл рослин за висотою, масою, урожайністю і т.д.).

Сума частот повинна бути рівною об'єму сукупності

$$\sum f = n$$

Візуальне подання (ознайомлення) про розподіл частот буде більш наочним при його графічному зображенні даних.

Графічне зображення рядів розподілу називається кривою розподілу.

Для побудови кривої розподілу на горизонтальній лінії (вісь абсцис) наносять значення інтервалу групування, а по вертикалі (вісь ординат) – число цих значень або частоту f .

Крива розподілу може бути зображена у вигляді гістограми і полігону.

Гістограма – це ступінчастий графік в вигляді стовпчиків, які мають висоту пропорційну частотам, а ширину рівну інтервалам груп.

Полігон – крива розподілу, яка з'єднує лінією середні значення груп.

Тенденція значення ознаки групуватись навколо центру розподілу частот, статистичною характеристикою якої є середня арифметична називається центральною тенденцією.

Крім того у рядів розподілу розраховують порядкові (структурні) середні – мода і медіана.

Мода – це варіант, який найчастіше зустрічається в даному варіаційному ряді. Група з найбільшою частотою називається модальною.

Медіана – це значення варіаційної ознаки, яка приходить на середину варіаційного ряду.

На невеликих вибірках сукупність спостережень розміщують у зростаючому порядку і якщо число рядів не парне тоді центральний варіант буде медіаною. При парному числі рядів медіана визначається за пів сумою двох сусідніх варіантів розміщених в центрі рядка.

Мета: Визначити розподіл частот та графічно їх відобразити.

Зміст:

1. Визначити число груп.
2. Визначити інтервал групування.
3. Графічно відобразити розподіл частот.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Визначити число груп:

$$K = \sqrt{n},$$

де: K – число груп;

n – об'єм вибірки (кількість варіантів або вимірів).

Визначити розмір варіювання:

$$R = X_{\max} - X_{\min},$$

R – розмір варіювання;

X_{\max} – максимальне значення;

X_{\min} – мінімальне значення.

Визначити інтервал групування:

$$I = \frac{R}{K},$$

де: I – розмір інтервалу; R – розмір варіювання;

K – число груп.

Графічно відобразити частоти

Приклад визначення:

Довжина рослин, см:

85 71 90 77 102 58 68 87 88 66 56.....78.....115.....91.....80

91 75 72 99 100 ...82...85...45...83 65 88 66.....

Сукупність n = 50 (об'єм вибірки).

1. Число груп: $K = \sqrt{50} = 7$;
2. Розмір варіювання: $R = 115 - 45 = 70$;
3. Розмір інтервалу групування: $I = \frac{70}{7} = 10$;

4. Згрупований розподіл частот

Інтервал	Частота
45-54	1
55-64	2
65-74	9
75-84	20
85-94	11
95-104	5
105-115	2

5. Графічне зображення частот

Контрольні запитання

Що необхідно робити після визначення числа груп?

Як визначається розмір варіювання та інтервал групування?

Що таке гістограма?

Що таке полігон?

Що таке мода?

Що таке медіана?

Література: [2, 4, 12].

Практична робота № 4. Тема: Оцінка істотності різниці між середніми вибірок по критерію Стьюдента (2 год.)

Загальні відомості

Критерій – це показник, який дає змогу робити висновок про надійність висновків відносно статистичної гіпотези.

Для імовірності висновку в результаті спостережень, як правило для нових факторів висувається гіпотеза, яку слід розуміти припущенням про властивості випадкової величини. Висунуту гіпотезу, яку потрібно перевірити називається нульовою (основною H_0). Нульова гіпотеза - це гіпотеза про відсутність реальної різниці між фактичними та теоретичними спостереженнями, тобто, що між генеральними параметрами порівняльних

груп різниця рівна нулю і відмінності, які спостерігаються між вибірковими показниками носять не систематичний, а виключно випадковий характер. Гіпотезу, протилежну нульовій називають конкуруючою (альтернативною – H_a).

Імовірність прийнятої гіпотези перевіряють за допомогою критеріїв значимості, або достовірності тобто спеціальних випадкових величин, функції розподілу яких відомі. Зазвичай для кожного критерію складають таблицю, в якій містяться критичні точки, які відповідають певним числам ступенів свободи і прийнятому рівні значимості.

Рівень значимості – це значення імовірності, при якому різницю між вибірковими показниками, можна вважати не суттєвою, або випадковою тобто ознака, яка варіює знаходиться поза вказаними межами.

В практиці досліджень найчастіше використовують 5% та 1% рівні значимості.

Гарантією надійності висновку про істотність чи неістотність різниці між середніми арифметичними служить відношення різниці до її похибки. Це відношення називається критерієм істотності різниці (або критерієм Стьюдента).

Закон Стьюдента характеризує розподіл вибіркових середніх в нормальній генеральній сукупності в залежності від об'єму вибірки. Критерій Стьюдента залежить від двох величин:

- нормірованого відхилення t
- числа спостережень.

Із збільшенням n тобто числа спостережень, t – критерій істотної різниці наближається до нормального.

Мета: Дати оцінку істотності різниці між середніми вибірок по критерію Стьюдента.

Зміст:

1. Визначити критерій істотної різниці.
2. Порівняти фактичне значення критерію Стьюдента з теоретичним.

3. Перевірити нульову гіпотезу через призму найменшої істотної різниці.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Визначити критерій істотної різниці (Стюдента), який розраховують за формулою:

$$t = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 / \sqrt{S_{x_1}^2 + S_{x_2}^2} = \frac{d}{Sd},$$

де: t – критерій істотної різниці;

\bar{x}_1, \bar{x}_2 – середні арифметичні;

S_{x_1}, S_{x_2} – похибка середніх арифметичних;

d – різниця середніх вибірки (арифметичних);

Sd – похибка суми.

Якщо фактичне значення критерію Стюдента більше теоретичного ($t_{\text{ф}} > t_{\text{т}}$), то H_0 – не приймається, якщо навпаки фактичне значення менше теоретичного ($t_{\text{ф}} < t_{\text{т}}$), то H_0 – приймається. Теоретичне значення критерію істотної різниці знаходять в таблицях по числу ступенів свободи і прийнятому рівні значимості. Число ступенів свободи визначають по співвідношенню $\nu = n_1 + n_2 - 2$.

Істотність різниці між середніми арифметичними перевіряють також через призму найменшої істотної різниці (НІР).

Якщо фактична різниця між середніми вибірок (середніми арифметичними) $d > \text{НІР}$ (найменша істотна різниця), то H_0 – заперечується (не приймається), якщо $d < \text{НІР}$, то приймається H_0 .

Приклад розрахунку:

У двох зразках ґрунту визначили вміст гумусу в 4-кратній повторності. Для кожного зразка знайшли середню арифметичну та її похибку. Чи істотна різниця між середніми вибірок?

$$\bar{x}_1 + S_{x_1} = 2,42 + 0,08\% \text{ та } \bar{x}_2 + S_{x_2} = 2,11 + 0,07\%$$

$$t_{\phi} = 2,42 - 2,11 / \sqrt{0,08^2 + 0,07^2} = \frac{0,31}{0,11} = 2,82$$

Число ступенів свободи: $v = n_1 + n_2 - 2 = 4 + 4 - 2 = 6$

Теоретичне значення знаходимо із таблиць для різних рівнів значимості.

$$t_{\tau 05} = 2,45 \quad t_{\tau 01} = 3,71$$

Висновок. Для 5% рівня значимості H_0 – не приймається, так як фактичне значення критерію істотної різниці більше теоретичного ($2,82 > 2,45$). А для 1% рівня значимості H_0 – приймається, так як $t_{\phi} < t_{\tau}$ ($2,82 < 3,71$).

До аналогічного висновку приходимо, коли нульова гіпотеза перевіряється по НІР.

Для 5% рівня значимості: $НІР_{05} = t_{05} * Sd = 2,45 * 0,11 = 0,26\%$.

H_0 – також не приймається, так як $d > НІР$ ($0,31 > 0,26$).

При 1% рівні значимості: $НІР_{01} = t_{01} * Sd = 3,71 * 0,11 = 0,39\%$.

H_0 – приймається, так як $d < НІР$ ($0,31 < 0,39$).

Контрольні запитання.

Що таке нульова гіпотеза?

Що таке рівень значимості?

Що таке критерій Стюдента і як він визначається?

Коли нульова гіпотеза приймається, а коли заперечується?

Література: [10, 15, 18].

Практична робота № 5. Тема: Перевірка гіпотези про належність «сумнівного» варіанта до сукупності (2 год.)

Загальні відомості

Часто зустрічаються випадки коли у вибірці знаходяться варіанти значення яких сильно відрізняються від основної маси спостережень. Тому іноді в практиці наукових досліджень застосовують браковку «сумнівних» варіантів. Бракувати чи відхиляти варіанти незалежно від їх значення можна тільки тоді, коли є прямі докази того, що умови їх отримання суперечать суті

експерименту і є результатом грубої помилки.

В інших випадках варіант може бути забракований тільки шляхом статистичної перевірки, коли гіпотеза про те, що цей варіант належить до даної сукупності, буде відхилена і доведена, що вона отримана в особливих умовах, які різко відрізняються від умов інших варіантів. Перевірка гіпотези про належність «сумнівного» варіанта до сукупності у малих вибірках здійснюється по критерію (τ).

Щоб розрахувати фактичне значення критерію τ у варіанти спочатку розміщують у зростаючому порядку: від X_1, X_2, \dots, X_n . Фактичне значення критерію являє собою відношення різниці між «сумнівним» та сусіднім з ним варіантом до розмаху варіювання.

Сумнівними найчастіше бувають перший і останній члени варіаційного ряду X_1 та X_n , а не визивають сумніву найближчі до них варіанти X_2 і X_{n-1} , з якими і порівнюють X_1 і X_n .

Мета: Перевірити гіпотезу про належність «сумнівного» варіанта до сукупності.

Зміст:

1. Розмістити варіанти у зростаючому порядку.
2. Визначити фактичне значення критерію τ для першого члена варіаційного ряду (X_1).
3. Визначити фактичне значення критерію τ для останнього члена варіаційного ряду (X_n).

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Розрахувати фактичне значення критерію τ для X_1 та X_n , який визначають за формулами:

$$\text{Для } X_1, \quad \tau = \frac{X_2 - X_1}{X_{n-1} - X_1};$$

$$\text{Для } X_n, \quad \tau = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_2};$$

де: τ – критерій тау;

X_1 – перший член варіаційного ряду або сумнівний варіант;

X_2 – сусідній сумнівного варіанту або другий варіант;

X_n – останній член варіаційного ряду або сумнівний варіант;

X_{n-1} – сусідній сумнівного варіанту або передостанній варіант.

Слід зазначити, що бракування варіантів за наведеними формулами можливе, якщо кількість повторень у досліді становить не менше 4 та коли X_1 не дорівнює X_2 , а X_{n-1} не дорівнює X_n , бо при цьому варіанти не можуть бути сумнівними тому і не потребують перевірки.

Порівняти фактичне значення критерію тау із теоретичним.

Якщо $\tau_{\text{ф}} > \tau_{\text{т}}$, то варіант відхиляється або бракується, якщо $\tau_{\text{ф}} < \tau_{\text{т}}$, то варіант залишається і нульова гіпотеза про належність його до даної сукупності приймається.

Теоретичне значення критерію тау залежить від прийнятого рівня значимості та від об'єму вибірки і знаходять за таблицями.

Приклад розрахунку:

У досліді мали урожайність із 6 повторень: 19,7; 21,5; 27,2; 7,9; 24,1; 19,9.

Чи всі ці дані належать до даного варіаційного ряду? Щоб відповісти на запитання, спочатку розміщують всі числа у зростаючому порядку: 7,9; 19,7; 19,9; 21,5; 24,1; 27,2. Найбільш сумнівним є найменший варіант $X_1=7,9$ та найбільший $X_n=27,2$.

Потрібно перевірити гіпотезу про належність цих варіантів до сукупності.

$$\text{Для } X_1 \quad \tau = \frac{19,7 - 7,9}{24,1 - 7,9} = 0,728$$

$$\text{Для } X_n \quad \tau = \frac{27,2 - 24,1}{27,2 - 19,7} = 0,413$$

Теоретичне значення критерію тау знаходимо в таблицях для різних

рівнів значимості. $\tau_{\tau 05}=0,689$, $\tau_{\tau 01}=0,805$

При 5% рівні значимості X_1 виходить за межі випадкових відхилень так, як $\tau_{\phi} > \tau_{\tau 05}$, $0,728 > 0,689$ і є підстава виключати варіанти з подальшої обробки.

На 1% рівні значимості підстав для браковки немає $\tau_{\phi} < \tau_{\tau 01}$, $0,728 < 0,805$.

По відношенню до X_n підстав для браковки немає так, як $\tau_{\phi} < \tau_{\tau}$, як на 5% ($0,413 < 0,689$) так і на 1% ($0,413 < 0,805$) рівнях значимостях.

Контрольні запитання

Які варіанти відносять до сумнівних?

Як визначається фактичне значення критерію тау для X_1 ?

Як визначається фактичне значення критерію тау для X_n ?

Коли варіант бракується, а коли залишається?

Література: [4, 6, 14]

Практична робота № 6. Тема: Оцінка відповідності між отриманими та очікуваними теоретичними розподілами по критерію Пірсона (2 год.)

Загальні відомості

Критерій Пірсона використовується при вивченні якісних ознак для оцінки відповідності емпіричних (фактичних) даних певним теоретичним. Особливо часто цей критерій використовується при генетичному аналізі. коли потрібно впевнитись в тому, чи є знайдене відхилення від очікуваного теоретичного розщеплення відхиленням закономірним або воно лежить в межах можливих випадкових відхилень.

Очікуванні теоретичні (частоти) показники для даної групи об'єктів позначають F_1, F_2, \dots, F_n . Теоретичні частоти визначають множенням теоретично очікуваної частки в сукупності на загальне число спостережень. Дані, отримані емпіричним шляхом, тобто дослідним позначають f_1, f_2, \dots, f_n . Відхилення фактичних даних від теоретичних дорівнюють $(f_1 - F_1), (f_2 - F_2), \dots, (f_n - F_n)$.

Як би точно не вираховувались теоретичні частоти, вони, як правило не співпадають з емпіричними (фактичними) частотами ряду. Звідси виникає

необхідність співставлення фактичних частот з теоретично очікуваними з тим, щоб встановити достовірність, або випадковість спостережень, які мають між собою розбіжності. Нульова гіпотеза зводиться до пропозиції, що невідповідність фактичним, які визначили за тим або іншим законом є випадкове, тобто між теоретичними і фактичними частотами ніякої різниці немає. Для перевірки нульової гіпотези використовують певні критерії. Найбільше це критерій Пірсона. Цей критерій є загальною мірою відхилень фактичних даних від теоретичних, тобто це буде сума відношень квадратів різниць між частотами фактичного та теоретичного розподілу до частот теоретичного розподілу для даної групи.

На асиметрію критерію Пірсона впливає обсяг вибірки та число ступенів свободи. При значному числі вибірки асиметрія зменшується, а розподіл переходить в нормальний.

Мета: Оцінити відповідність між отриманими та очікуваними теоретичними розподілами по критерію Пірсона.

Зміст:

1. Ознайомитись з оцінкою відповідності між отриманими та очікуваними теоретичними розподілами.
2. Визначити теоретично очікувані частоти.
3. Розрахувати фактичне значення критерію Пірсона.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані.

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Визначити теоретично очікувані частоти.

Розрахувати фактичне значення критерію Пірсона, який визначається за формулою:

$$\chi^2 = \frac{(f_1 - F_1)^2}{F_1} + \frac{(f_2 - F_2)^2}{F_2} + \frac{(f_n - F_n)^2}{F_n},$$

де: χ^2 – критерій Пірсона;

f_1, f_2, f_n – фактичні частоти;

F_1, F_2, F_n – теоретично очікуванні частоти.

Якщо фактичні та очікувані теоретичні дані повністю співпадають, то, $\chi^2 = 0$. Якщо фактичне значення не дорівнює теоретичним, χ^2 буде відхилятися від нуля тим більше, чим більше розходження між теоретичними розподілами та фактичними даними.

Якщо $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{т}}$, то H_0 приймається, якщо навпаки $\chi^2_{\text{ф}} > \chi^2_{\text{т}}$, то H_0 відхиляється.

Теоретичне значення залежить від рівня значимості і числа ступенів свободи та знаходять його за таблицями. Число ступенів свободи визначають за формулою:

$$v = (c - 1) * (k - 1),$$

де: v – число ступенів свободи;

c – число рядків в таблиці (кількість значень, або об'єкт і його характеристика);

k – число колонок в аналітичній таблиці (кількість показників, які характеризують даний об'єкт).

Приклад розрахунку:

При схрещуванні двох сортів гороху Мендель у другому поколінні отримав 177 жовтих насінин (f_1) та 56 зелених (f_2) сума їх складає 233. Чи відповідають результати дослідження очікуваному теоретичному відношенню жовтих насінин до зелених, як 3:1? Відношення 3:1 береться, як H_0 , яку потрібно довести.

Визначаємо очікувані теоретичні частоти:

Частка жовтих насінин в сукупності буде $\frac{3}{4}$ і відповідно: $F_1 = \frac{233 \times 3}{4} = 174,7$;

Частка зелених насінин буде $\frac{1}{4}$ і відповідно: $F_2 = \frac{233 \times 1}{4} = 58,3$.

$$\chi^2 = (177 - 174,7)^2 / 174,7 + (56 - 58,3)^2 / 58,3 = 0,03 + 0,09 = 0,12$$

Розрахунки χ^2 зручно вести по таблиці

Показники	Насіння		Сума
	жовті	зелені	
Очікуване розщеплення	3	1	4
Фактичні частоти(f)	177	56	233
Теоретичні частоти (F)	174,7	58,3	233
Різниця (f-F)	2,3	- 2,2	-
Квадрат різниці (f-F) ²	5,29	4,84	-
Відношення (f-F) ² /F	0,03	0,09	0,12 = χ^2

Теоретичне значення χ^2 знаходимо за таблицями залежно від ступеня свободи і рівня значимості: $v = (2-1)*(2-1) = 1$. $\chi^2 = 3,84$.

Висновок: різниця між фактичними та очікуваними теоретичними частотами неістотна ($\chi^2_{ф} < \chi^2_{т}$) і H_0 – приймається.

Контрольні запитання

Де використовується критерій Пірсона?

Як визначаються теоретично очікуванні частоти?

Як розраховують фактичне значення критерію Пірсона?

Коли приймається, а коли відхиляється нульова гіпотеза?

Література: [3, 12, 14].

РОЗДІЛ 2. ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ В АГРОНОМІЇ. ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ В АГРОНОМІЧНОМУ ДОСЛІДІ. ДОКУМЕНТАЦІЯ ТА ЗВІТНІСТЬ

Теоретичний блок

ЛЕКЦІЯ 3. Тема: Основні елементи методики дослідів (4 год.)

План

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

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

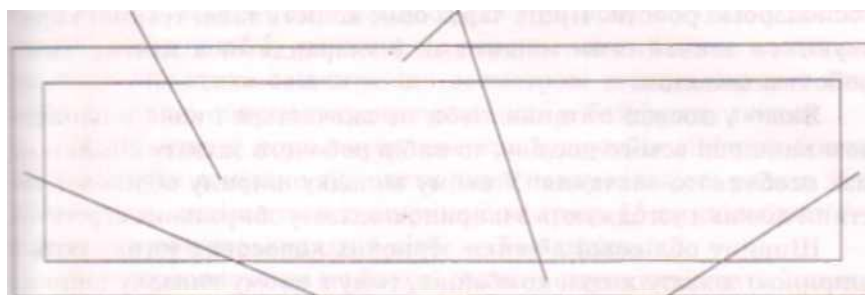
Різні ґрунти, земельні площі за своєю родючістю мають неоднаковий ступінь строкатості у просторі. Чим більша кількість варіантів у досліді, тим

більшою буде його площа, отже, і більшим варіювання родючості ґрунту. Збільшення варіювання родючості ґрунту, у свою чергу, призводить до збільшення похибки досліду. Тому кількість варіантів у досліді залежить також від ступеня варіювання родючості ґрунту. Із зростанням строкатості родючості кількість варіантів зменшується і навпаки.

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

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

2. Розміри дослідних ділянок. Ширина захисних смуг. Дослідні ділянки складаються з облікової частини, яка знаходиться посередині і де проводяться всі обліки і спостереження, і захисної, яка знаходиться зовні облікової (рис. 1). Захисні частини ділянки розмежовують між собою варіанти досліду.



Захисна частина поперечна

Рис. 1. Дослідна ділянка

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

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

грунту із застосуванням потужних і широкозахватних машин і знарядь площа ділянки збільшується до 200-300 м².

На розмір ділянки впливає також і дослідна культура. Чим менша площа живлення рослин, а отже, чим більше рослин на одиниці земельної площі, тим меншим може бути і розмір дослідної ділянки. Так, зернові колосові, круп'яні, зернобобові, багаторічні і однорічні трави, льон і їм подібні за площею живлення культури можна досліджувати на ділянках 20-30 м². У дослідях з соняшником, кукурудзою, картоплею та іншими просапними культурами площі дослідних ділянок становлять 75-150 м².

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

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

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

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

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

Така ж ширина ділянки може бути у дослідях з кукурудзою при збиранні

комбайнами, які захвачують 6 рядків з міжряддях 70 см. На ділянках меншого розміру використовують трирядні комбайни з шириною захвату 2,1 м.

Захисні смуги. Для розмежування впливу варіанту сусідніх ділянок вводяться бокові і поперечні захисні смуги. Їх ширина залежить від сили впливу того чи іншого агрозаходу, тому у різних дослідах їх ширина може бути різна, але однакова в межах одного дослідів.

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

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

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

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

Кінцеві (поперечні) захисні смуги мусять бути такої величини, щоб при необхідності на них можна зробити розворот машин і знарядь, а також провести деякі дослідження, тому їх ще називають лабораторними смугами. Від облікової частини ділянки кінцеві смуги можна відділяти розширеним міжряддям (якщо сівба проводиться у поперек ділянок) або спеціально утвореними доріжками.

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

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

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

Ефективність видовжених ділянок підвищується у тих випадках, якщо вони довгою стороною орієнтуються вздовж основного напрямку варіювання родючості ґрунту. Таке варіювання відбувається, як правило, у напрямі схилу, тому дослідні ділянки довгою стороною орієнтують зверху донизу. У цьому випадку довжина ділянок мусить бути відповідною довжині схилу або близькою до того, щоб охопити всі його частини.

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

Слід також звернути увагу на форму земельного масиву кожного повторення, які мусять бути квадратними або ж наближатись до квадрату. Всі повторення повинні мати однакові розміри і співвідношення сторін. Це можливо тоді, коли відношення довжини відведеного під повторення масиву до його ширини буде дорівнювати числу варіантів досліду. Наприклад, число варіантів 6, дослідна ділянка має довжину 30 м, а ширину 5 м. В цьому випадку сумарна ширина ділянок повторенні буде $5 \times 6 = 30$ м. а повторення матиме квадратну форму.

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

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

Проте повторність у просторі визначається не лише варіюванням родючості ґрунту тієї площі яка виділена для досліду. Є те багато факторів, що впливають на вибір повторності. До них, зокрема, належить ступінь подовженості ділянки по відношенню до її ширини. Вважається, що довгі ділянки забезпечують вишу точність досліду, тому число повторностей в такому досліді може бути меншим, ніж в досліді з коротшими ділянками. Однакову точність досліду гарантують досліди з ділянками: видовженими у 9 разів при трьох повторностях; видовженими у п'ять разів при чотирьох повторностях; видовженими у два рази при шести повторностях; за квадратних ділянок при восьми повторностях. Отже, число повторностей у досліді необхідно узгоджувати із формою ділянок і за рахунок видовження

ділянок повторність можна зменшувати до мінімального значення – трьох-чотирьох.

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

Від збільшення числа повторностей та варіантів при великих розмірах ділянок досліду зростають помилки досліду за рахунок збільшення площі під дослідом і збільшення при цьому варіювання родючості ґрунту. Тому ці фактори також впливають на число повторностей, які треба оптимізувати з врахуванням умов досліду.

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

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

Оптимальну кількість повторностей рекомендується визначати у такій послідовності. Проводять рекогносцирувальну сівбу культури на зелену масу суцільним способом, ділять площу на ділянки з такими розмірами і формами, як у майбутньому досліді, і визначають урожайність зеленої маси. Результати обліків наносять на план, на якому виділяють блоки з майже однаковою врожайністю, тобто майбутні повторення. У межах кожного повторення за врожаєм зеленої маси визначають коефіцієнт варіювання родючості ґрунту і за найбільшим його значенням розраховують повторність за формулою:

$$n = \left(\frac{V}{S_x} \right)^2$$

де: n – оптимальна повторність; V – найбільший коефіцієнт варіації

врожаю зеленої маси; $Sx, \%$ - відносна похибка досліду, вище якої проведення досліду є небажаним.

Для оптимізації повторності застосовують формулу Кохрана-Кокса:

$$n = 2\left(\frac{v}{b}\right)^2 (t_1 + t_2)^2,$$

де 2 – постійне число; n – кількість повторностей; V – коефіцієнт варіювання врожаю рекогносцирувального посіву; D – різниця врожаю у майбутньому досліді, яку потрібно виявити, %; t_1, t_2 – критерій Стьюдента на різних рівнях значимості (1 та 5%).

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

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

5. Методи розміщення варіантів в досліді

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

При застосуванні випадкового методу місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел або за жеребками. Цей метод називають іще англійським словом рендомізація.

Існує випадкове і закономірне варіювання родючості ґрунту. Якщо ці зміни не враховувати при розміщенні варіантів, то деякі з них розмістяться в кращих умовах, а інші – в гірших. При цьому буде порушене правило єдиної логічної різниці і такий дослід доведеться бракувати. Але якщо навіть і на ділянках з добре вираженим випадковим варіюванням родючості ґрунту варі-

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

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

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

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

Випадкове розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях

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

Рис.2. I повторення

II повторення

III повторення

На рис. 2 показано розміщення п'яти варіантів у трьох повтореннях за таблицею випадкових чисел . У кожному стовпчику і стрічці цієї таблиці записані двозначні числа. Оскільки у досліді п'ять варіантів то потрібно брати останні цифри. Взавши випадково якийсь стовпчик, будемо рухатися вниз чи вгору, вправо чи вліво і вибрати числа в межах від одного до п'яти.

Наприклад, ми випадково зупинились на четвертому стовпчику і першій стрічці – остання цифра 5. Рухаючись униз, вибираємо далі числа 5, 1, 4, 2, 3, пропускаючи цифри, більші за п'ять. Отже, у першому повторенні чергування варіантів буде саме таким. Для рендомізації другого повторення випадково зупинимось на другому стовпчику одинадцятій стрічці. Рухаючись униз, вибираємо цифри 2, 5, 1, 3 і 4. Рендомізацію третього повторення випадково почнемо з 15-го стовпчика третьої стрічки. Рухаючись униз, вибираємо цифри 3, 4, 2, 1, 5. Далі продовжуємо вибирати цифри для останнього повторення повторення – з 8-го стовпчика і десятої стрічки, рухаючись униз – 2, 5, 3, 4 і 1. Всі ці номери заносимо на схематичний план, де кожний номер означає конкретний зміст варіанта згідно із схемою досліду.

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

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

Щоб застосувати цей метод, готують стільки жеребків, скільки ділянок у досліді. Якщо цим методом потрібно закласти дослід із трьох варіантів ($l = 3$) в чотирьох повторностях ($n = 4$), то готують 12 жеребків ($N = l * n = 3 * 4 = 12$). На чотирьох жеребках ставлять число 1, на наступних чотирьох – 2 і на останніх – 3. Жеребки змішують і витягують, ставлячи на схематичному плані підряд номери витягнутих жеребків. Варіанти можуть розміститися так, як показано на рис. 3.

Розміщення трьох варіантів дослідів в 4-х повторностях методом повної рендомізації в трьох ярусах (рис. 3)

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

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

На видовженому масиві таким методом варіанти розміщують в один ярус Рис.4.

	I		II		III		IV				
2	1	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2

Рис. 4. Розміщення трьох варіантів дослідів у чотирьох повтореннях в один ярус

Метод повної рендомізації порівняно з іншими методами має такі переваги:

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

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

Це найпростіший метод розміщення ділянок, але його можна використовувати на земельних масивах з рівномірною родючістю ґрунту на всій площі.

Повторення

I					II					III					IV				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Рис.5. Систематичне розміщення варіантів у чотирьох повторностях в один ярус

Повторення

I					II				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

III IV

Рис.6. Систематичне розміщення варіантів у два яруси

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

При різкій зміні родючості ґрунту стандарт розміщують через один дослідний варіант і таке розміщення варіантів називається ямб-методом (рис.7).

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

Рис.7 Розміщення трьох дослідних ділянок стандарту ямб-методом

При цьому стандарт займає половину площі досліду, що при її обмеженості є одним з недоліків методу. При дещо меншій строкатості поля за родючістю для зменшення площі під стандартом до третини користуються дактиль-методом, де ділянки із стандартом розмішують через два дослідні варіанти (рис. 8)

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

Рис. 8. Розміщення чотирьох дослідних ділянок дактиль – методом

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 дослідів або коли розмір дослідних ділянок малий чи для вивчення сорту не вистачає насіння нових сортів. Чергування дослідних варіантів при цьому може бути не послідовним, а випадковим, що підвищує ефективність стандартного методу.

6. Методи розміщення дослідних ділянок

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

Латинський квадрат – так розміщують ділянки, щоб у кожній стрічці і кожному стовпчику були всі варіанти відповідно до схеми дослідів і жоден з них не повторювався (рис. 10).

Метод латинського квадрата доцільно застосовувати в умовах де родючість ґрунту змінюється у двох взаємно перпендикулярні напрямках. Наприклад, в одному напрямі – вздовж схилу, а в протилежному – від лісосмуги чи ґрунтової дороги.

Застосування цього методу потребує квадратної форми ділянки. При цьому кількість повторень завжди має дорівнювати кількості варіантів, бути не менше чотирьох і не більше восьми. При меншій кількості варіантів набагато знижується точність дослідів. При кількості варіантів більше восьми треба мати таку саму кількість повторностей, що збільшує кількість ділянок у досліді, а звідси і об'єм досліджень

Чотири варіанти

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

Рис.9. Розміщення дослідних ділянок методом латинського квадрата

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

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

Рис. 10. Латинський квадрат (рендомізоване розміщення)

В даному розміщенні ті самі чотири варіанти, що й на рис. 10, але у певному порядку – у першій стрічці і першій колонці 1, 2, 3, 4, а в інших – за такою самою системою, дещо із зміщенням.

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

Латинський прямокутник – випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку.

Цей метод застосовують тоді, коли родючість ґрунту варіює не лише у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а й по діагоналі, а кількість варіантів кратна кількості повторностей.

Таке розміщення найкраще відображує зміну родючості ґрунту у трьох напрямках – взаємно перпендикулярних і по діагоналі.

Метод рендомізованих розщеплених ділянок – це розміщення варіантів фактору першого порядку на основних ділянках, а факторів другого і наступних порядків – на субділянках, на які розщеплюють основні ділянки. Цей метод застосовують у таких дослідах:

- 1) багатофакторних;
- 2) якщо основна увага акцентується переважно на взаємодії факторів, а не на кожному зокрема;
- 3) коли потрібно ввести у дослід групу нових варіантів за рахунок розщеплення площі основних ділянок.

a_2		a_1			a_1			a_2			
b_3	b_1	b_2	b_2	b_3	b_1	b_1	b_3	b_2	b_2	b_1	b_3
I повторення						II повторення					
a_1			a_1			a_2			a_1		
b_2	b_3	b_1	b_3	b_1	b_2	b_1	b_2	b_3	b_2	b_3	b_1
III повторення						IV повторення					

Рис.11. Розміщення дослідів методом розщеплених ділянок двох градацій фактору А і трьох градацій фактору В

Літерами a_1 і a_2 позначають ділянки першого порядку, b_1 b_2 b_3 – другою порядку, тобто субділянки.

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

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

ЛЕКЦІЯ 4. Тема: Планування експерименту при проведенні наукових досліджень (2 год.)

План

1. Теоретичні основи планування
 - 1.1. Значення та завдання планування
 - 1.2. Вибір параметрів дослідів
 - 1.3. Вибір факторів дослідів
 - 1.4. Вибір моделі дослідів
2. Планування схем дослідів
 - 2.1. Етапи планування
 - 2.2. Планування дослідів з повними схемами

1. Теоретичні основи планування

Від якості планування дослідів залежать достовірність, точність та ефективність експерименту. На сучасному етапі дослідів для планування дослідів застосовують методи математичної статистики з широким

використанням комп'ютерної техніки.

1.1. Значення та завдання планування. Уперше математичне планування досліду було здійснено наприкінці 20-х років минулого століття автором дисперсійного аналізу англійським математиком Р. Фішером. Таке планування підвищує надійність експерименту, дає змогу зменшити кількість дослідних варіантів і розмір дослідів, знайти оптимальні варіанти та підвищити продуктивність праці дослідника. Отже, математичне планування надзвичайно перспективним процесом у дослідній роботі.

Основне завдання планування – пошук оптимальних умов росту і розвитку рослин з метою підвищення їх продуктивності. Припустимо, що дослідник у попередніх дослідях мав підвищення врожаю від певних градацій досліджуваного фактору на 15 % порівняно з контролем. Але приріст урожайності не задовольняє дослідника і спонукає його до вибору оптимальної градації того фактору, який вивчається. Вирішення таких завдань називають процесом оптимізації.

Наприклад. X – діючий фактор (удобрення, зрошення, обробіток ґрунту тощо); Y – результат цієї дії (врожай, його якість). Це є параметром оптимізації, тобто критерієм оптимальності, цільовою функцією.

Математична модель або рівняння, що пов'язує параметр оптимізації з діючими факторами, має такий вигляд:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

де $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ – функція відгуку, у якому X_1, X_2, \dots, X_n – діючі фактори.

Градації кожного фактору або його дози називають рівнями фактору. Набором рівнів для кожного фактору визначається кількість варіантів у досліді. Якщо кількість рівнів для всіх факторів однакова, то кількість варіантів досліді дорівнює кількості рівнів, піднесених у число факторів. При двох факторах та трьох рівнях кожного з них кількість варіантів у досліді буде $3^2 = 9$. При п'яти рівнях кожного з п'яти факторів в одному досліді буде $5^5 = 3125$ варіантів. Оскільки закласти дослід з такою кількістю

варіантів практично неможливо, насамперед виключають ті з них, які є проміжними і менш ефективними. Але таке виключення не повинно бути суб'єктивним, його треба робити із застосуванням методів математичної статистики, про що йтиметься далі.

Математичне планування експерименту застосовують лише для дослідів, результати яких можна відтворити, а фактори можна регулювати. Такими факторами є сорт, гібрид, удобрення, обробіток ґрунту, глибина і строки сівби, схеми садіння тощо. До факторів, які мало регулюються, належать температура повітря і ґрунту, освітлення та ін. Однак у фітотронах ці та інші фактори повністю регулюються. Фактори, які не можна регулювати у полі – атмосферні опади, температура. Вони певною мірою змінюють процес відтворення результатів, тому у Такому разі звертаються до так званого активно-пасивного експерименту, коли зв'язки між факторами, які не регулюються, та параметрами оптимізації визначають лише за результатами спостережень.

Планування дослідів – це насамперед вибір мінімальної кількості варіантів та умов проведення дослідів 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 факторами життя рослин.

1.2. Вибір параметрів дослідів. Параметр – це те, що потрібно оптимізувати, тобто це реакція на фактори, яких може бути кілька. Параметрами можуть бути врожай, його якісні показники, морозостійкість, посухостійкість рослин та їх стійкість проти шкідників, хвороб тощо.

Знайти оптимальні умови для рослин легше тоді, коли правильно

вибраний єдиний параметр оптимізації. При цьому всі інші параметри обмежені. Якщо єдиний параметр вибрати неможливо, вибирають узагальнений параметр оптимізації як функцію від багатьох вихідних. Слід зазначити, що правильний вибір параметра – це одна з основних умов математичного планування.

Параметри оптимізації повинні відповідати таким вимогам:

- параметри мають бути вимірюваними. Якщо їх не можна виміряти (наприклад, якісний параметр – стійка проти посухи рослина або нестійка), то для їх вираження користуються ранговим підходом. При цьому параметрам привласнюють ранги за шкалами: двобальний, п'ятибальний, десятибальний і т. д. Для двобальної шкали ранговий параметр має обмежену область визначення – «так» і «ні», добрий або поганий стан рослин, уражуються рослини хворобами чи ні тощо. Однак ранговий підхід більш грубий, ніж безпосереднє вимірювання кількісних параметрів (маса врожаю, висота рослин, площа листя та ін.);

- параметр має бути виражений одним числом. Якщо параметр виражається як співвідношення, наприклад, вмісту азоту до фосфору 3:2, то його записують числом 1,5;

- параметр повинен бути однозначним статистично, тобто певному набору факторів має відповідати лише одне число параметра;

- параметр повинен бути досить точним статистично. Якщо точність недостатня, то збільшують кількість повторностей;

- параметр має бути універсальним і повним, тобто він повинен всебічно характеризувати об'єкт вивчення. Універсальним є параметр, який подається функцією кількох окремих;

- кожний параметр оптимізації повинен мати фізичний зміст.

Одночасно можна оптимізувати лише одну функцію, найголовнішу з усіх. При цьому розраховують коефіцієнти парних кореляцій між основним параметром та іншими другорядними. Якщо зв'язок виявиться сильним, то другорядний параметр виключають. Також виключають параметри, які важче

виміряти або зміст яких менш зрозумілий.

1.3. Вибір факторів дослідю. На врожай і його якість, стійкість рослин проти хвороб, шкідників їх морозо- та посухостійкість впливають різні фактори: освітлення, сорт, вологість ґрунту і повітря, температура ґрунту і повітря, повітряний і поживний режими ґрунту, обробіток ґрунту та ін. Але при математичному плануванні враховують основний з них, який в даних умовах є найбільш дієвим.

Вибраний фактор повинен задовольняти такі вимоги:

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

щоб фактор можна було виміряти з достатньо високою точністю;

бажано, щоб фактор був однозначним;

щоб при вивченні сукупності кількох факторів їх можна безпечно поєднувати;

вибраний фактор не повинен залежати від інших, тобто між ними не повинно бути лінійної залежності (допускається криволінійний зв'язок).

1.4. Вибір моделі дослідю. Правильно вибрана математична модель дослідю дає змогу передбачити навіть ті оптимальні варіанти, які в досліді не вивчалися. Для цього користуються кроковим принципом на поверхні відгуку.

Поверхня відгуку багатофакторного дослідю має такі властивості як безперервність, гладкість та наявність єдиного оптимуму в певних точках даної поверхні. Якщо відомі значення параметрів у сусідніх точках поверхні відгуку, то в інших (сусідніх) можна математичними розрахунками передбачити значення іншого параметра. Так знаходять нові варіанти, яких у досліді не було і які можуть бути ефективними. Після проведення нового дослідю з включенням нових варіантів знову послідовно за допомогою математичних розрахунків визначають ефективніші варіанти дослідю,

користуючись кроковим принципом. Якщо розраховують точки, які лежать на поверхні відгуку, то пошук називають інтерполяцією, а якщо за її межами – екстраполяцією. Чим ближче точки до області експерименту, тим точніше передбачення оптимальних варіантів.

Наприклад, для визначення залежності врожайності польових культур від діючих факторів (сорт, удобрення, зрошення тощо) будують кілька найбільш сприятливих моделей та перевіряють їх придатність. З кількох моделей використовують ту, яка за математичним виразом найпростіша, і це називають перевіркою адекватної моделі.

Якщо рух на поверхні відгуку не веде у стаціонарну область, переходять до поліномів більш високих ступенів. Те саме роблять, якщо залежність між факторами та їх параметрами криволінійна.

Суть пошуку оптимуму така:

- 1) проводять дослід з невеликими схемами;
- 2) за результатами цих дослідів будують математичні моделі, з яких вибирають найбільш придатні;
- 3) рухаючись у напрямі, який поліпшує параметр, знаходять оптимальний варіант;
- 4) знову закладають дослід, будують нові моделі і знаходять більш ефективні варіанти і т. д. Це і є оптимізацією планування.

2. Планування схем дослідів

Головним завданням планування є розробка програми досліджень.

Наукове дослідження складається з таких діалектично пов'язаних складових: планування експерименту, проведення польових дослідів і виконання комплексу обліків і спостережень, аналізу й узагальнення отриманих даних.

Найбільш відповідальною частиною є планування експерименту. Воно передбачає:

- визначення завдання та об'єкта досліджень,
- розробку схеми експерименту,

- вибір земельної ділянки,
- визначення оптимальної структури експерименту.

Включаючи джерела фінансування і етапи виконання робіт, ці положення входять до програми досліджень.

При плануванні досліджень треба урахувати про такі особливості, що постійно супроводжують науковця:

- багатогранність завдань, що треба вирішити;
- наявність багатьох невідомих факторів, які треба передбачити;
- необхідність поєднання дисципліни праці та створення умов для розвитку творчої ініціативи і проявлення суб'єктивізму для кожного члена наукового колективу.

Щоб менше було похибок при плануванні, краще об'єднати зусилля усіх наукових кадрів на вирішення найважливіших теоретичних і практичних завдань, що поставлені в масштабі країни й окремих галузей.

В Україні діє така структура управління наукою: національна академія наук (НАН), галузеві академії наук (наприклад, УААН), галузеві Інститути та вищі навчальні заклади, дослідні станції. У кожній із цих установ успішно діють наукові школи, окремі організатори науки, які координують дії науковців у певних галузях.

Щоб показати масштабність, тривалість турбот і загальнодержавну необхідність вирішення глобальних проблем, досить назвати декілька напрямів досліджень, що турбують науковців як України, так і світу:

- енергетика та промислова сировина,
- створення і подальше удосконалення ЕОМ та систем АСУ,
- глибоке пізнання природи біологічних процесів (біоніка, біотехнологія, нові сполуки і матеріали тощо).

До виконання останнього завдання причетний і Інститут цукрових буряків УААН, який, у свою чергу, є координаційним центром УААН з питань селекції і технології вирощування культури.

Програма досліджень Інституту містить завдання на довготривалі й

короткі перспективи, загальноінститутські та окремі теми, теми співвиконавців інших наукових підрозділів тощо.

2.1. Етапи планування

Перед складанням схеми дослідів необхідно:

- 1) вибрати тему та визначити завдання і об'єкт досліджень;
- 2) висунути робочу гіпотезу;
- 3) вивчити сучасний стан питання;
- 4) розробити схему і методику експерименту.

Вибираючи тему та визначаючи завдання необхідно чітко з формулювати мету досліджень, побудувати логічну модель вивчаємого явища і правильно вибрати стратегію, яка визначає методи і прийоми дослідження. Об'єкт дослідження зумовлюється тим в якому вигляді мають подаватися в експерименті його параметри, які з них будуть вхідними, а які – вихідними, змінюються в процесі експерименту, чи будуть сталими.

Робоча гіпотеза служить відправним пунктом для складання схеми або ряду схем майбутніх дослідів і розробки програми дослідження. Як правило, у більшості дослідів вони мусять бути науково обгрунтованими і базуватись на результатах попередніх досліджень. І лише іноді, як здогадка, вони можуть виникати з інтуїції дослідника.

Наступним етапом планування є вивчення сучасного стану питання. Сюди входить: вивчення літератури по вибраній проблемі, патентний пошук, інтернет-пошук, тобто переконатися, що аналогічні питання ще не розглядалися.

Складним етапом планування є розробка схеми і методики дослідів. вибір польових і лабораторних спостережень (аналізів) і обліків для оцінки і пояснювання дії досліджу вальних факторів. Надійність результатів експерименту і відповідність їх поставленого завдання залежить від правильного рішення основного питання планування – розробка раціональної схеми дослідів.

2.2. Планування дослідів з повними схемами

Повні схеми – це ті, які мають всі логічно підібрані варіанти для вивчення конкретного питання це однофакторні та багатофакторні досліді.

Однофакторні досліді. При плануванні схем однофакторних експериментів, які кожен рік закладають на нових ділянках, слід мати на увазі два основних момента . По-перше. варіанти в однофакторному досліді можуть розрізнятися якісно (досліді по вивченню і порівняльні оцінці сортів та гібридів культур, форм добрив, пестицидів). По - друге, варіанти в досліді можуть мати кількісні фактори.

При розробці схем однофакторних дослідів, в яких варіанти розрізняються якісно, важливо витримати принцип єдиної логічної відміни, правильно вибрати контрольний варіант (стандарт) і визначити супутні, які не вивчаються в досліді оптимальні умови експерименту (фон).

Для схем однофакторних дослідів з кількісними градаціями, крім перерахованих вище вимог, необхідно правильно встановити одиницю варіювання для доз досліджувального фактора і число градацій (доз). Важливо так скласти схему досліді, щоб на основі експериментальних точок-ефектів варіантів можна б було побудувати криву відгуку, яка буде характеризувати залежність показників від зміни вивчаючих градацій фактора. Зазвичай зв'язок між об'єктами і збільшеними дозами одного фактора нелінійна. Тому бажано мати достатнє число доз в широкому діапазоні. Необхідно намагатись встановити або рівні інтервали між градаціями фактора, або якщо це неможливо передбачити, назначити більше градацій в місцях перегибів кривої відгуку.

Серед варіантів, які плануються. повинні бути послідовно збільшені норми чи дози факторів, від яких досліджувальний показник спочатку буде зростати досягаючи свого максимуму, а далі – знижуватись. Так, якщо при вивченні п'яти доз фосфорних добрив (X – P₃₀, P₆₀, P₉₀, P₁₂₀, P₁₅₀ – вони вибрані правильно, то врожайність (Y) зображується лінією, яку називають *кривою відгуку* .

Окремі відрізки такої кривої мають певні назви і значення: АВ –

лімітуюча область. ВСД – стаціонарна. ДЕ – інгібіруюча область. В лімітуючій області починається ефект фосфорних добрив, в стаціонарній він стає найвищим, в інгібітуючій – пригнічується. Різні норми чи дози фактору називають *градаціями*. Різницю між наступною та попередньою дозами називають *кроком експерименту* – в нашому прикладі це дози фосфорних добрив.

Кожна правильно побудована схема досліду має задовольняти певні вимоги. Схема повинна мати всі градації фактору, які відповідають трьом областям кривої відгуку – лімітуючій, стаціонарній та інгібіруючій. Це дає змогу виявити в експерименті кращі варіанти і ті у, яких ефект лише виявляється або пригнічується. Останнє необхідне, щоб запобігти застосуванню надмірних доз добрив чи норм зрошення, токсичних доз пестицидів тощо.

Необхідно правильно вибрати крок експерименту, який має бути не дуже великим, щоб не втратити проміжні ефективні варіанти. Однак він не повинен бути і дуже малим, щоб не набрати у досліді непотрібних варіантів і не ускладнювати роботу. Як правило, крок має бути таким, щоб різниця між варіантами перевищувала помилку досліду і була упевненість виявити різницю, яка існує у природі.

Схема досліду з вище вказаними для прикладу нормами фосфорних добрив і кроком експерименту 30 кг P₂O₅ може бути такою:

1. P₃₀
2. P₆₀ (контроль);
3. P₉₀;
4. P₁₂₀
5. P₁₅₀;
6. Без фосфорних добрив (абсолютний контроль).

Багатофакторні дослідження. Вивчивши в однофакторних дослідях кращі варіанти з окремих елементів агротехніки, починають багатофакторні дослідження, які мають певні переваги. У них можна виявити не тільки

достовірність дії факторів, а й їх взаємодії: антагонізм, тобто пригнічення дії одного фактору іншим; синергізм – посилення дії фактору іншим; адитивізм – дія факторів незалежно один від одного. Дані багатофакторного дослідження дають змогу побудувати куполоподібну поверхню відгуку, на якій шляхом екстраполяції (якщо точки лежать поза її межами) та інтерполяції (якщо точки лежать на поверхні відгуку) можна знаходити кращі варіанти, прогнозувати і програмувати врожай та його якість.

Щоб на основі даних багато факторіального експерименту можна було б врахувати ефекти дії і взаємодії факторів при плануванні його схеми, необхідно витримати принцип факторіальності. Суть принципу факторіальності заключається в тому, що схема повинна передбачити випробування всіх можливих поєднань, сполучень факторів та їх градацій.

В факторіальних дослідженнях може вивчатися дія і взаємодія, як кількісних так і якісних факторів і їх градацій. Для кількісних факторів, наприклад нульова градація (0) означає відсутність досліджуваного фактора, наприклад без добрив без пестицидів т.д. або його якийсь нижчий рівень, наприклад мінімальна норма висіву, глибина обробітки тощо. Для якісних факторів нульова градація означає контрольний варіант (стандарт) – стандартна система обробітки, стандартний сорт чи гібрид і т.д.

Планування повних факторіальних схем полегшується використанням спеціальної символіки (кодування) варіантів. Досліджувані фактори зазвичай позначають великими латинськими літерами: А, В, С, Д і т.д., а їх градації – цифрами 0, 1, 2, 3, і т.д. Кодування дозволяє всі різноманітні схеми багатофакторних дослідів звести до ряду таблиць, які отримали назву матриць планування. Число стовпчиків в таблиці відповідає числу факторів, а число строк – числу варіантів.

Повна схема багатофакторного дослідження (ПФД) включає всі можливі поєднання, сполучення факторів та їх градацій: 2^2 , 2^3 , 3^3 і т. д. Число, що стоїть в основі, означає кількість градацій, а число, яке зазначає ступінь – кількість факторів. Отже, число 2^2 свідчить про те, що в досліді два фактори,

кожен з яких має дві градації, а ПФД має чотири варіанти.

Якщо для фактора А маємо дві градації – a_0 та a_1 і стільки ж для фактору В – b_0 та b_1 , тоді матриця ПФД буде такою, яка представлена таблицею 1. Для схеми 2^3 матриця ПФД показана у вигляді таблиці 2.

Таблиця 1.

Матриця ПФД 2^2

Номер варіантів	Фактори та їх градації		Позначення варіантів	Коди
	А	В		
1	0	0	$a_0 \quad b_0$	00
2	1	0	$a_1 \quad b_0$	10
3	0	1	$a_0 \quad b_1$	01
4	1	1	$a_1 \quad b_1$	11

Таблиця 2.

Матриця ПФД 2^3

Номер варіантів	Фактори та їх градації			Позначення варіантів	Коди
	А	В	С		
1	0	0	0	$a_0 \quad b_0 \quad c_0$	000
2	1	0	0	$a_1 \quad b_0 \quad c_0$	100
3	0	1	0	$a_0 \quad b_1 \quad c_0$	010
4	1	1	0	$a_1 \quad b_1 \quad c_0$	110
5	0	0	1	$a_0 \quad b_0 \quad c_1$	001
6	1	0	1	$a_1 \quad b_0 \quad c_1$	101
7	0	1	1	$a_0 \quad b_1 \quad c_1$	011
8	1	1	1	$a_1 \quad b_1 \quad c_1$	111

Якщо число градацій у факторів різне, наприклад, фактор А має 3 градації, фактор В – 2, а фактор С – 4, то ПФД буде мати $3_A \times 2_B \times 4_C = 24$ варіанти. Отже, загальна кількість варіантів розраховується як добуток градацій всіх факторів. Кожна схема дослідження повинна надати досліднику можливість відповісти на всі питання, які він поставив. Але не варто ускладнювати схему без необхідності.

При чотирьох градаціях двофакторного дослідження, позначених числами 0, 1, 2, 3, кількість варіантів дослідження буде $4^2 = 16$. Щоб схема являла ПФД, тобто мала всі можливі поєднання, будують відповідну матрицю.

ЛЕКЦІЯ 5

Тема: Документація та звітність у наукових дослідженнях (2 год.)

План

1. Ведення необхідної документації .
2. Звітність

Усі матеріали, які отримані у процесі дослідження. аналізують, систематизують і оформляють у вигляді наукової роботи.

1. Ведення необхідної документації

Всю наукову документацію ведуть із додержанням певних правил (своєчасність ведення записів, повнота відомостей про дослід, однотипність записів у динаміці вегетаційного періоду та по роках, достовірність даних).

Документацію поділяють на первинну і додаткову. До первинної належать: щоденник науковця, головна книга досліду і звіт про науково-дослідну роботу. Додатковою документацією є лабораторний журнал, робочий зошит, таблиці різних форм для аналізів.

Щоденник науковця. Іноді його називають польовим журналом, який являє собою розлінований загальний зошит у твердій обкладинці і такого формату, щоб можна було його носити у кишені і користуватись в польових умовах.

Протягом вегетаційного періоду у щоденнику записують все, що стосується досліду: місце проведення (область, район, господарство, сівозміна, номер поля); схематичний план досліду, повторність, розмір дослідної ділянки, ширина захисних смуг; умови проведення досліду(грунт, рельєф, попередники, строки і норми внесення добрив, норма висіву насіння, його якість, строки сівби, стан сходів); описується догляд за посівами, методика обліків і спостережень, фіксуються випадки порушення методики та агротехніки; випадки і причини зрідження посівів чи їх знищення, наводяться дані фенологічних спостережень, обліків ураження і пошкодження рослин хворобами і шкідниками; облік виключок, врожайності та результатів аналізів якості продукції; аналіз фізичного стану та хімічного

складу ґрунту; подається обробка результатів основних досліджень відповідними методами математичної статистики і наводяться результати економічної ефективності впровадження рекомендованих агротехнічних заходів чи нових перспективних сортів та дається їм енергетична оцінка.

Це далеко не повний зміст щоденника науковця, він може змінюватись залежно від мети та піддослідної культури. Наприклад, для зернових колосових культур, для кукурудзи, цукрових буряків, соняшника у щоденнику записуються властиві лише цим культурам спостереження, тому їх перелік і форми таблиць для запису будуть різними.

Головна книга дослідження ведеться не в полі, а в лабораторії. У ній подається програма досліджень, у якій мусить бути вказано: тема, методи досліджень та наукове обґрунтування теми; робоча гіпотеза або кілька конкуруючих; схема дослідження з виділеними контролями; розміри дослідних ділянок та ширина захисних смуг; повторність та розміщення варіантів; програма основних обліків та спостережень, строки їх проведення, методика відбирання зразків.

Крім того, у головну книгу переносять із щоденника результати всіх обліків і спостережень. Робоча програма складається на весь період проведення дослідження, тобто на кілька років, а щорічно розробляється та поновлюється план наукової роботи. Основним розділом плану є календарний план, в якому вказуються у хронологічному порядку всі роботи у досліді із зазначенням строку їх проведення.

Допоміжною документацією є різні журнали з розробленими формами таблиць для окремих аналізів: визначення основних показників фізичного стану та хімічних властивостей ґрунту, хімічного складу рослин, дегустаційної оцінки продукції тощо.

Головними документами наукової роботи установи, підрозділу або окремого науковця є *річний звіт* про науково-дослідну роботу та *підсумковий звіт* про багаторічну роботу після завершення виконання теми. Звіти оформляються за певним державним стандартом. У звітах за варіантами

досліді подають тільки значення середніх арифметичних показників, а в додатках – дані за повторюваннями з відповідним аналізом. Головним розділом звіту є висновки та пропозиції виробництву. Для впровадження у виробництво кращих варіантів складають спеціальні акти. За результатами наукових досліджень пишуть статті й реферати (короткий зміст статті), дисертації та автореферати на них.

2. Звітність

Важливим документом науковця є річний звіт про науково – дослідну роботу та підсумковий звіт про багаторічну роботу у кінці досліджень. У звітах подають тільки значення середніх арифметичних показників по кожному варіанту, а в додатках – дані по повторенням з відповідним обробітком отриманих даних.

Загальними вимогами до досліді є: чіткість і логічність викладення матеріалу; переконливість аргументації; чіткість і точність формулювань, що виключає можливість неоднозначного розуміння; конкретність висвітлення результатів роботи; обґрунтування рекомендацій і пропозицій.

Звіт про науково – дослідну роботу повинен містити: титульний аркуш, список виконавців, реферат, зміст, перелік умовних позначень, символів, одиниць і термінів, вступ, основну (експериментальну) частину, висновки, пропозиції, список використаних джерел, додатки.

- титульний аркуш є першим листком роботи і заповнюється відповідно до затвердженої форми;

- список виконавців. До списку виконавців мають бути внесені прізвища усіх відповідальних виконавців і співвиконавців;

Зміст містить найменування всіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають найменування) із вказуванням номерів сторінок, на яких починається викладення матеріалів розділів (підрозділів, пунктів).

Перелік умовних позначень, символів, одиниць та термінів. Якщо в роботі прийнята специфічна термінологія, а також використовуються скорочення, що мало вживаються, нові символи, позначення тощо, то їх перелік повинен бути

представлено у вигляді окремого списку.

Виконуючи науково-дослідну роботу, студенти оформляють реферати, курсові (дипломні) роботи, виступи на семінарі, конференції, наукові статті; наукові працівники, спеціалісти готують інформації, дисертації, звіти, аналітичні записки тощо.

Наукові результати - це нові знання, отримані в процесі виконання науково-дослідної роботи. Вони повинні відповідати таким вимогам, як:

- актуальність на даний період розвитку науки і практики;
- новизна: вперше отримані, розвинуті, розроблені;
- практичне значення, використання в професійній роботі фахівця;
- достовірність: - коректність використання математичних моделей, формул;
- точність виконання розрахунків;
- повторюваність в процесі експерименту;
- однозначність формувань.

Наукові результати повинні пройти апробацію, бути опублікованими в спеціальній науковій літературі, мати відповідні рецензії.

В процесі апробації з метою інформування про результати виконаних наукових досліджень, розробки рекомендацій за напрямками подальшої роботи використання їх в навчальному процесі чи в умовах виробництва організується обговорення проблеми на кафедрі, на семінарі, симпозіумах спеціалістів, науково-практичних конференціях

Інформація про дослідження є документом, в якому містяться результати дослідження без їх інтерпретації (пояснення числових даних):

- стисле викладення проблемної ситуації;
- перелік цілей та завдань НДР;
- описання соціально-демографічних характеристик вибіркової сукупності;
- розподіл відповідей на запитання анкет чи інтерв'ю та результати аналізу документів у вигляді таблиць.

Інформаційна записка про дослідження є невеликою за обсягом, має ті ж вимоги, що й інформація, але більш детально коментуються підсумки дослідної діяльності з конкретними висновками.

Аналітична записка про дослідження може завершувати значні етапи досліджень чи бути основним підсумковим документом невеликих науково-дослідних робіт. Вона має більший обсяг і таку структуру:

- 1) вступ;
- 2) основна частина;
- 3) заключна частина.

У вступі обґрунтовується необхідність проведеного дослідження, використання тих чи інших методів збору, обробки та аналізу інформації; описується мета, завдання, дається характеристика техніки дослідження.

Основна частина включає аналіз досягнутих результатів дослідження, обробку та систематизацію кількісних і якісних понять, встановлення закономірностей.

У заключній частині наводяться основні висновки та шляхи розв'язання виявлених проблем, рекомендації для практичного застосування. При проведенні фундаментальних наукових досліджень, головним підсумковим документом є звіт про НДР. Він містить такі обов'язкові елементи:

- титульний лист;
- список виконавців;
- зміст;
- перелік умовних позначень та символів;
- вступ;
- основну частину;
- заключну частину;
- список використаної літератури;
- додатки (таблиці, схеми).

При виконанні та оформленні звіту щодо проведеної науково-дослідної роботи необхідно дотримуватись загальних вимог, передбачених державним

стандартом до відповідного виду робіт.

Обсяг звіту не перевищує 90-100 сторінок одного тому, а томів має бути декілька. При складанні звіту, слід дотримуватись таких вимог: чіткість, логічність, конкретність викладення, аргументованість висновків, точність формулювань, обґрунтованість рекомендацій та пропозицій.

Значну частину наукових інформацій та звітів використовують для удосконалення управління процесом, підвищення ефективності діяльності підприємств, організацій та установ.

Широко використовується така форма впровадження як доповіді, виступи, лекції на наукових та практичних заходах.

Нарада - це форма колективних контактів вчених і фахівців одного наукового спрямування.

Колоквіум - це форма колективних зустрічей, де, як правило, обмін думками вчених різних напрямів, тобто це форма невимушеної дискусії, але де є офіційні доповідачі.

Симпозіум - це напівофіційна бесіда за завчасно підготовленими доповідями, а також виступами експромтом. Це можуть бути і бесіди в кулуарах.

Конференція - найбільш поширена форма обміну інформацією за певною тематикою. Одна частина доповідачів повідомляє певні наукові ідеї, результати дослідження, досвіду роботи, інша - більша частина є слухачами, сприймають інформацію беруть участь в обговоренні.

Тут на доповідачів і слухачів велике інформаційне навантаження, тому встановлюються регламент в виступах і обговоренні, організовується секційна робота.

На конференціях може використовуватись стендова інформація, виставка літератури, зразки матеріалів, оформлюються тематичні експозиції конференції, зазвичай приймаються рішення і рекомендації.

З'їзди, конгреси, виставки, ярмарки, фестивалі є найбільш високою і представницькою формою спілкування, вони носять національний або

міжнародний характер. Тут відпрацьовується стратегія певної галузі науки і економіки, здійснюється обмін досвідом та науковими напрацюваннями фахівців, забезпечується координація наукових досліджень в широких просторах межах світової спільноти.

Ці форми спілкування особливо є характерні і перспективні для розвитку туристської інфраструктури України. Вони сприяють розширенню міжнародних контактів, взаєморозумінню між народами, створюють необхідні передумови успішного розвитку вітчизняної індустрії туризму та додатковому надходженню коштів до державної скарбниці.

ПРАКТИЧНИЙ БЛОК

Практичне заняття № 7-11. Тема: Дисперсійний аналіз (10 год.)

Загальні відомості

Дисперсійний аналіз розробив та ввів у практику досліджень англійський вчений Р. Фішер. Дисперсійний аналіз широко використовується для планування експерименту і статистичної обробки його даних.

При дисперсійному аналізі одночасно обробляють дані декількох вибірок (варіантів), які складають єдиний статистичний комплекс оформлений в вигляді спеціальної робочої таблиці. Структура статичного комплексу і його послідуєчий аналіз визначається схемою і методикою експерименту.

Суть дисперсійного аналізу полягає в тому, що розподіляють загальну суму квадратів відхилень та загальне число ступенів свободи на частини – компоненти, які відповідають структурі експерименту та оцінці значимості дії і взаємодії факторів, що вивчаються.

В основі дисперсійного аналізу лежить положення, що дослід достовірний лише в тому випадку, якщо розсіювання між варіантами його більше ніж між повтореннями одного варіанту.

Основним завданням дисперсійного аналізу є визначення частки впливу різних факторів окремо і в загальному на зміну вивчаємої ознаки.

В досліді мінливість поділяючих варіантів обумовлена трьома факторами:

1. – дією досліджувального фактора (сорти, гібриди, строки сівби, густота та ін.) – це розсіювання по варіантам;

2. – родючість ґрунту кожного повторення (систематична помилка) – це розсіювання по повторенням;

3. – випадковими причинами (неточність вимірів, неоднорідність родючості ґрунту в межах повторень, індивідуальна мінливість рослин) – це залишкове розсіювання.

Після закінчення експерименту отримані дані заносять в таблицю (записують значення по варіантам і по повторенням). Потім визначають суми по повторенням P , варіантам V та загальну суму спостережень $\sum X$.

Мета: Ознайомитись із основами дисперсійного аналізу та провести дисперсійний аналіз однофакторного і багатфакторного досліді.

Зміст:

1. Визначити число ступенів свободи.
2. Визначити загальне число спостережень.
3. Розрахувати корегуючий фактор.
4. Визначити загальну суму квадратів.
5. Розрахувати суму квадратів для повторень.
6. Розрахувати суму квадратів для варіантів.
7. Визначити суму варіантів для похибки.
8. Розрахунок дисперсії.
9. Розрахунок критерію Фішера.
10. Визначити найменшу істотну різницю.
11. Визначити точність досліді.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані, пакет програми «Агростат».

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Після закінчення експерименту отримані дані заносять в таблицю (записують значення по варіантам і по повторенням). Потім визначають суми по повторенням P , варіантам V та загальну суму спостережень $\sum X$. Далі вираховують:

1. Число ступенів свободи: для варіантів $v_v = l-1$; для повторень $v_p = n-1$; для похибки $v_z = (l-1)*(n-1)$,

де: v_v – число ступенів свободи для варіантів;

v_p – число ступенів свободи для повторень;

v_z – число ступенів свободи для похибки.

l – кількість варіантів;

n – кількість повторень.

2. Загальне число спостережень ; $N = l*n$;

3. Корегуючий фактор: $C = (\sum X)^2/N$,

де: C – корегуючий фактор;

$\sum X$ - загальна сума спостережень;

N – загальне число спостережень.

4. Загальну суму квадратів: $C_y = \sum X^2 - C$,

де: $\sum X^2$ – сума квадратів спостережень;

C – корегуючий фактор.

5. Сума квадратів для повторень: $C_p = \sum p^2/l - C$;

де: $\sum p$ - сума повторень;

l – кількість варіантів.

6. Сума квадратів для варіантів: $C_v = \sum V^2/n - C$;

$\sum V^2$ – сума варіантів.

7. Сума квадратів для похибки: $C_z = C_y - C_v - C_p$.

Діленням певної суми квадратів на число ступенів свободи отримують дисперсію.

Дисперсія – це розсіювання даних і показників на складові частини.

Звідси і назва методу – дисперсійний аналіз.

Найбільш застосовують дисперсію варіантів та дисперсію похибки або залишку.

$$S^2_v = \frac{C_v}{l-1},$$

де: S^2_v – дисперсія для варіантів;

C_v – сума квадратів для варіантів;

$l-1$ – число ступенів свободи для варіантів.

$$S^2_z = \frac{C_z}{(l-1)*(n-1)},$$

де: S^2_z – дисперсія для похибки;

C_z – сума квадратів для похибки;

$(l-1)*(n-1)$ – число ступенів свободи для похибки.

Співвідношення цих двох дисперсій є тим основним критерієм, який дає змогу дати загальну оцінку достовірності різниць між середніми арифметичними або загальну оцінку достовірності дослідів. Цей критерій називається критерієм Фішера і позначається першою літерою прізвища автора дисперсійного аналізу Фішера, який визначається за формулою:

$$F = S^2_v / S^2_z,$$

де: F – критерій Фішера;

S^2_v – дисперсія варіантів;

S^2_z – дисперсія похибки.

Обчисливши фактичне значення критерію Фішера (F_ϕ) його порівнюють із теоретичним критерієм на певних рівнях значимості. Якщо $F_\phi < F_\tau$, то достовірність різниць між середніми арифметичними немає і на цьому перевірка результатів досліджень припиняється.

А якщо критерій Фішера фактичний дорівнює критерію теоретичному або більший за нього то достовірність різниць між середніми арифметичними доведена. Це означає, що в досліді є одна або декілька пар варіантів, між середніми арифметичними яких є достовірна різниця.

Тому в таких випадках крім обчислення критерію Фішера треба

знаходити найменшу істотну різницю (НІР) та оцінку про точність досліду.

НІР вираховують за формулою:

$$НІР_{05} = t_{05} * S_d;$$

$$НІР_{01} = t_{01} * S_d.$$

З цим статистичним показником порівнюють різницю між середніми арифметичними. Якщо $d > НІР$, то між варіантами доведена достовірність досліду.

Висновок про точність досліду роблять наприкінці дисперсійного аналізу на основі числового значення відносної похибки досліду, яку визначають за формулою:

$$S_{x,\%} = \frac{S_x}{x} * 100,$$

де: $S_{x\%}$ - відносна похибка досліду;

S_x - похибка досліду;

x - середня арифметична.

Дисперсійний аналіз однофакторного досліду

Потрібно провести дисперсійний аналіз однофакторного досліду. В таблиці 1 містяться дані про урожайність трьох різних сортів озимої пшениці у чотирьохразовій повторності.

Таблиця 1

Урожайність озимої пшениці

Варіанти	Повторності				Сума V	Середнє
	1	2	3	4		
1	56,6	60,9	52,6	56,3	226,4	56,6
2	61,8	54,3	53,5	58,8	228,4	57,1
3	24,1	28,4	25,6	27,2	105,3	26,3
Сума P	142,5	143,6	131,7	142,3	560,1	46,7

Вихідні дані доцільно перетворювати згідно формули $X_1 = X - A$, A – умовне число, близько до середньої арифметичної $X = 46,7$. Отже, в даному

випадку $A = 47$.

Таблиця 2

Таблиця перетворених даних

Варіанти	Повторності				Сума V
	1	2	3	4	
1	9,6	13,9	5,6	9,3	38,4
2	14,8	7,3	6,5	11,8	40,4
3	-22,9	-18,6	-21,4	-19,8	-82,7
Сума P	1,5	2,6	-9,3	1,3	-3,9

Таблиця 3

Таблиця квадратів перетворених даних

Варіанти	Повторності				Сума V
	1	2	3	4	
1	92,16	193,23	31,36	86,49	403,22
2	219,04	53,29	42,25	139,24	453,82
3	524,41	345,96	457,96	392,04	1720,37
Сума P	835,61	592,46	531,57	617,77	2577,41

Далі визначають

1. Число ступенів свободи: $U_v = 3 - 1 = 2$ (для варіантів), $U_p = 4 - 1 = 3$ (для повторень), $U_z = (1 - 1) \times (n - 1) = (3 - 1) \times (4 - 1) = 6$ (для похибки).

2. Загальне число спостережень: $N = 3 \times 4 = 12$.

3. Корегуючий фактор $C = (-3,9)^2 / 12 = 1,27$.

4. Загальна сума квадратів $S_u = 2577,41 - 1,27 = 2576,14$.

5. Сума квадратів для повторень $S_p = (1,5^2 + 2,6^2 + 9,3^2 + 1,3^2) / 3 - 1,27 = 31,13$.

6. Сума квадратів для варіантів $S_v = (38,4^2 + 40,4^2 + 82,7^2) / 4 - 1,27 = 2485,23$.

7. Сума квадратів для похибки $S_z = 2576,14 - 31,13 - 2485,23 = 59,78$.

Дисперсія – відношення суми квадратів до числа ступенів свободи

8. Дисперсія для варіантів $S_v^2 = 2485,23 / 3 - 1 = 1242,62$.

9. Дисперсія для похибки $S_z^2 = 59,78 / (3 - 1) \times (4 - 1) = 9,96$.

Критерій Фішера – відношення дисперсії для варіантів до дисперсії для похибки

10. Фактичне значення критерію Фішера $F = 1242,62/9,96 = 124,76$.

Таблиця 4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F_{ϕ}	F_T
Загальна	2576,14	12-1	-	-	-
Повторень	31,13	4-1	-	-	-
Варіантів	2485,23	3-1	1242,62	124,76	5,14
Похибки	59,78	6	9,96	-	-

11. Похибка досліду $S_x = \sqrt{S^2_z/n} = \sqrt{9,96/4} = 1,58$

12. Відносна похибка досліду $S_{\%x} = 1,58/47 \times 100 = 3,4\%$

13. Похибка різниці середніх $S_d = \sqrt{2S^2_z/n} = \sqrt{2 \times 9,96/4} = 2,23$

14. Найменша істотна різниця НІР = $t \cdot S_d = 2,45 \cdot 2,23 = 5,46$

Таблиця 5

Варіанти	Середня врожайність	Відхилення
1	56,6	Контроль
2	57,1	+ 0,5
3	26,1	- 30,3

Висновок: сорт 2 неістотно відрізняється від контролю ($0,5 < 5,46$), а сорт 3 має істотно нижчу врожайність ($30,3 > 5,46$)

ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ БАГАТОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

Потрібно провести дисперсійний аналіз двофакторного досліду, результати якого приведені в таблиці 1. (Фактор – А – різні способи основного обробітку ґрунту: а1-оранка, а2-плоскорізний обробіток; Фактор В-

різні сорти озимої пшениці).

Таблиця 1

Забур'яненість посівів озимої пшениці

Фактори		Повторність				Сума V	Середнє
A	B	1	2	3	4		
a 1	в 1	18	12	14	16	60	15,0
	в 2	10	12	11	8	41	10,3
	в 3	8	9	10	10	37	9,3
a 2	в 1	18	19	24	22	83	20,8
	в 2	23	25	26	20	94	23,5
	в 3	20	21	20	27	88	22,0
						403	16,8

Далі визначають

1. Число ступенів свободи: $U_A = I_A - 1 = 2 - 1$ (для фактору А); $U_B = I_B - 1 = 3 - 1 = 2$ (для фактору В); $U_{AB} = (I_A - 1) * (I_B - 1) = 1 * 2 = 2$ (для взаємодії факторів А і В).

2. Загальне число спостережень: $N = I_A * I_B * n = 2 * 3 * 4 = 24$.

3. Корегуючий фактор: $C = (\sum X)^2 / N = 403^2 / 24 = 6767,0$.

4. Загальну суму квадратів: $S_y = \sum X^2 - C = (18^2 + 12^2 + \dots + 27^2) - 6767 = 872$.

5. Суму квадратів для варіантів:

$S_v = \sum V^2 / n - C = (60^2 + 41^2 + \dots + 88^2) / 4 - 6767 = 872$.

6. Суму квадратів для похибки: $S_y - S_v = 872 - 762,8 = 109,2$.

Таблиця 2

Визначення сум головних ефектів та взаємодії

A	в 1	в 2	в 3	Сума А
a 1	60	41	37	138
a 2	83	84	88	265
Сума В	143	135	125	403

7. Сума квадратів для фактору А:

$$C_A = \sum A^2/(l_B * n) - C = (138^2 + 265^2)/(3 * 4) - 6767 = 672,08$$

8. Сума квадратів для фактору В:

$$C_B = \sum B^2/(l_A * n) - C = (143^2 + 135^2 + 125^2)/(2 * 4) - 6767 = 20,38$$

9. Сума квадратів для взаємодії факторів А і В:

$$C_{AB} = C_V - C_A - C_B = 762,8 - 672,08 - 20,38 = 70,34$$

10. Дисперсія для фактору А: $S^2_A = 672,08/1 = 672,08$

11. Дисперсія для фактору В: $S^2_B = 20,38/2 = 10,19$

12. Дисперсія для взаємодії фактору А і В: $S^2_{AB} = 70,34/2 = 35,17$

13. Дисперсія для похибки: $S^2_Z = 109,2/18 = 6,07$

14. Для фактору А: $F_{ФА} = 672,08/6,07 = 110,7$

15. Для фактору В: $F_{ФВ} = 10,19/6,07 = 1,68$

16. Для взаємодії фактору А і В: $F_{ФАВ} = 35,17/6,07 = 5,79$

Таблиця 3

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	Fт
Загальна	872,00	23	-	-	-
Фактор А	672,08	1	672,08	110,70	4,41
Фактор В	20,38	2	10,19	1,68	3,55
Взаємодія АВ	70,34	2	35,17	5,79	3,55
Похибки	109,20	18	6,07	-	-

17. Похибка досліду: $S_x = \sqrt{6,07/4} = 1,23$

18. Відносна похибка: $S_{x,\%} = 1,23/16,8 * 100 = 7,3\%$

19. Похибка різниці середніх: $S_d = \sqrt{2 * S^2_Z/n} = \sqrt{2 * 6,07/4} = 1,74$

20. Найменша істотна різниця: $НІР = t * S_d = 2,14 * 1,74 = 3,7$

Контрольні запитання

Хто розробив дисперсійний аналіз та яке його основне завдання?

Як визначається число ступенів свободи та загальне число

спостережень?

Як визначається корегуючий фактор?

Як розраховують загальну суму квадратів?

Формули визначення сум квадратів для повторень та для варіантів?

Як розраховують суму квадратів для похибки?

Що таке дисперсія і як вона визначається?

Що таке критерій Фішера і як він визначається?

Коли достовірність між середніми арифметичними доведена?

Коли обчислюють НІР та точність досліджу?

Література: [3, 6, 10, 14, 20, 21].

Практичне заняття № 12-13.

Тема: Кореляція та регресія

Загальні відомості

В дослідженнях рідко приходиться мати справу із точними і визначеними функціональними зв'язками, коли кожному значенню ознаки X відповідає не одне, а декілька можливих значень ознаки Y , тобто їх розподіл. Такі зв'язки називають кореляційними.

Для вимірювання тісноти та форми зв'язку використовують спеціальні статистичні методи: кореляцію та регресію.

По формі кореляція може бути лінійною і криволінійною, за напрямком – прямою і зворотною. Лінійна кореляція і регресія ознаки Y на ознаку X показує, як змінюється в середньому величина Y при зміні величини X . Якщо при збільшенні ознаки X величина Y в середньому збільшується, то кореляція і регресія називається позитивною або прямою, а якщо із збільшенням ознаки X значення ознаки Y зменшується то кореляцію і регресію називають негативною або зворотною. Кореляцію і регресію називають простою, якщо вивчається зв'язок між двома ознаками, і множиною, якщо вивчається залежність між трьома і більше ознаками.

Числовий показник простої лінійної кореляції, який вказує на силу та

напрямок зв'язку X із Y називається коефіцієнтом кореляції. Ця величина немає одиниць вимірювання, змінюється в межах від -1 до $+1$.

Якщо коефіцієнт кореляції менше $0,3$, то кореляційна залежність між ознаками слабка. Якщо він знаходиться в межах від $0,3$ до $0,7$, то кореляційна залежність середня, а якщо більше $0,7$ – сильна.

Коли коефіцієнт кореляції дорівнює нулю то між ознаками X і Y немає лінійного зв'язку, але криволінійна залежність може існувати.

Число, яке показує, в якому напрямку та на яку величину в середньому – му ознака Y змінюється при зміні ознаки X на одиницю вимірювання називається коефіцієнтом регресії.

Мета: Провести кореляційний та регресійний аналіз результатів досліджень.

Зміст:

1. Визначити коефіцієнт кореляції.
2. Розрахувати похибку коефіцієнта кореляції.
3. Визначити критерій достовірності коефіцієнта кореляції.
4. Розрахувати коефіцієнт регресії.

Об'єкти та забезпечення: Методична література, індивідуальні завдання, вихідні дані, пакет програми «Агростат».

Завдання та хід виконання роботи:

В ході виконання практичної роботи студенту необхідно:

Визначити коефіцієнт кореляції, який розраховують за формулою:

$$r = \frac{\sum (X-x)(Y-y)}{\sqrt{\sum (X-x)^2 \sum (Y-y)^2}},$$

де: r – коефіцієнт кореляції;

X, Y – ознаки;

x, y – середнє значення ознак.

Для оцінки надійності коефіцієнта кореляції вираховують його похибку та критерій достовірності.

Похибка коефіцієнта кореляції:

$$Sr = \sqrt{1-r^2/n-2},$$

де: r – коефіцієнт кореляції;

$n-2$ – число ступенів свободи.

Критерій достовірності коефіцієнта кореляції:

$$t_r = r/Sr,$$

де: Sr – похибка коефіцієнта кореляції

Якщо $t_{rф} > t_{гг}$, то кореляційний зв'язок суттєвий, а коли $t_{rф} < t_{гг}$ – то не суттєвий

Розрахувати коефіцієнт регресії за формулою:

$$b_{yx} = \frac{\sum (X-x)(Y-y)}{\sum (X-x)^2},$$

де: b_{yx} – коефіцієнт регресії;

X, Y – ознаки;

\bar{x}, \bar{y} – середнє значення ознаки.

Приклад розрахунку

Потрібно встановити зв'язок між двома ознаками X (відносна вологість ґрунту) та Y (липкість)

Результати спостережень

№	$X, \%$	$Y, \text{г/см}^2$	X^2	Y^2	$X*Y$
1	32,7	1,7	1069,29	2,89	55,59
2	38,9	1,8	1513,21	3,24	70,02
3	42,5	1,9	1806,25	3,61	80,75
4	44,3	2,3	1962,49	5,29	101,89
5	49,8	3,0	2480,04	9,00	149,40
6	52,7	3,8	2777,29	14,44	200,26
сума	260,9	14,5	11608,57	38,47	657,91

Допоміжні величини:

$$\sum (X-x)^2 = \sum X^2 - (\sum X)^2/n = 11608,57 - (260,9)^2/6 = 355,77$$

$$\sum (Y-y)^2 = \sum Y^2 - (\sum Y)^2/n = 38,47 - (14,5)^2/6 = 3,43$$

$$\sum (X-x)(Y-y) = \sum XY - (\sum X \sum Y)/n = 657,91 - (260,9 \times 14,5)/6 = 27,4$$

Коефіцієнт кореляції:

$$r = 27,4 / \sqrt{355,77 * 3,43} = 0,78$$

Коефіцієнт регресії:

$$b_{yx} = 27,4 / 355,77 = 0,08$$

Похибка коефіцієнта кореляції:

$$S_r = \sqrt{1 - 0,78^2 / 6 - 2} = 0,31$$

Критерій достовірності коефіцієнта кореляції:

$$t_{r\phi} = 0,78 / 0,31 = 2,44$$

$$t_{r05} = 0,811$$

Висновок: кореляційна залежність між ознаками сильна, кореляційний зв'язок суттєвий так, як $t_{r\phi} > t_{r05}$.

Контрольні запитання

Які є форми та напрямки кореляції і регресії?

Що таке коефіцієнт кореляції?

Як визначається коефіцієнт кореляції?

Які величини визначають для оцінки надійності коефіцієнта кореляції?

Що таке коефіцієнт регресії і як він визначається?

Література: [3, 6, 14, 18].

Практична робота № 14

Тема: Визначення коефіцієнта множинної лінійної кореляції

Загальні відомості

Кореляцією називають множинною, якщо на величину результативної ознаки одночасно впливає декілька факторіальних. Простою формою множинного зв'язку є лінійна залежність між трьома ознаками, коли один з них наприклад урожай розглядається як функція (Y), два інших – як аргументи (X і Z). В якості міри тісноти лінійного зв'язку трьох ознак використовують частинні коефіцієнти кореляції які позначаються r_{xyz} , r_{zyx} , r_{xzy} і множинні коефіцієнти кореляції – R_{xyz} , R_{yxz} , R_{zxy} .

Множинний коефіцієнт кореляції трьох змінних – це показник тісного

лінійного зв'язку між однією із ознак і сукупністю двох інших.

Розраховується за формулами:

$$R_{yzx} = r_{xy}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{yz}r_{xz}r_{yz} / 1 - r_{xz}^2$$

$$R_{xyz} = r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz} / 1 - r_{yz}^2$$

$$R_{zxy} = r_{xz}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz} / 1 - r_{xy}^2$$

Ця формула дозволяє розраховувати множинний коефіцієнт кореляції при відомих значеннях парних коефіцієнтів кореляції r_{xy} , r_{xz} , r_{yz} .

Коефіцієнт R не може бути від'ємним і завжди знаходиться в межах від 0 до 1. При наближенні R до одиниці ступінь лінійного зв'язку трьох ознак збільшується. Між коефіцієнтом множинної кореляції R_{yxz} і двома коефіцієнтами парної кореляції r_{yx} і r_{yz} існує наступне співвідношення: кожен з парних коефіцієнтів не може перевищувати по абсолютній величині R_{yxz} .

Квадрат коефіцієнта множинної кореляції R^2 називають коефіцієнтом множинної детермінації. Він показує частку варіації залежної змінної під впливом досліджувальних факторів.

Значення множинної кореляції оцінюють по F – критерію (критерій істотності).

$$F = R^2 / (1 - R^2) \cdot (n - k / k - 1),$$

де n – об'єм вибірки; k – число ознак.

Теоретичне значення F – критерію беруть з таблиці, для $V_1 = K - 1$, $V_2 = n - K$ ступенів свободи і працюючого рівня значимості. Нульова гіпотеза про рівність множинного коефіцієнта кореляції в сукупності нулю ($H_0: R = 0$) приймається, якщо $F_{\phi} < F_T$ і відхиляється, якщо $F_{\phi} > F_T$.

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	1. Історія дослідної справи та основні поняття	4
	2. Загальні відомості про наукову діяльність в Україні	4
	3. Поняття про випадкові величини, їх види	4
	4. Поняття про статистичні моменти: початкові, центральні, основні	4
	5. Закони розподілу випадкової величини	4
2.	6. Параметричні та непараметричні критерії	4
	7. Пошук, накопичення та опрацювання наукової інформації	4
	8. Перевірка гіпотез про закони розподілу	4
	9. Недисперсійні методи аналізу.	4
	10. Використання комп'ютерних програм для статистичного аналізу результатів досліджень	4
	11. Впровадження і ефективність наукових досліджень	4
	12. Загальні вимоги і правила оформлення науково-дослідної роботи	2
ВСЬОГО		46

ПИТАННЯ РУБІЖНОГО КОНТРОЛЮ

1. Рівні наукових досліджень.
2. Види наукових досліджень.
3. Системний підхід у науці.
4. Експериментальний рівень досліджень.
5. Теоретичний рівень досліджень
6. Описово – узагальнюючий рівень досліджень
7. Загальнонаукові методи досліджень. Гіпотеза. Експеримент
8. Загальнонаукові методи досліджень. Спостереження
9. Загальнонаукові методи досліджень. Аналіз. Синтез. Індукція
10. Загальнонаукові методи досліджень. Абстракція. Конкретизація.

Аналогія

11. Лабораторний та вегетаційний метод дослідження
12. Лізиметричний метод досліджень
13. Вегетаційно – польовий та польовий метод дослідження
14. Досліди, що проводять в наукових установах або в навчальних

закладах

15. Досліди, що проводять у виробництві
16. Досліди, що проводяться в штучних умовах
17. Досліди за тривалістю та за географічним охопленням об'єктів

досліджень

18. Досліди із сортовипробування
19. Вимоги до дослідів. Принцип єдиної логічної відміни. Точність

дослідів

20. Вимоги до дослідів. Правило доцільності. Відтворення результатів

дослідів

21. Вимоги до дослідів. Можливість введення додаткових дослідних і

контрольних варіантів

22. Засоби підвищення достовірності дослідів
23. Вибір і підготовка земельної ділянки під дослід
24. Кількість варіантів та контролів у досліді
25. Розміри дослідних ділянок. Ширина захисних смуг
26. Форма ділянок
27. Повторність в досліді
28. Випадковий метод розміщення варіантів та його характеристика
29. Систематичний метод розміщення варіантів
30. Стандартний метод розміщення варіантів
31. Методи розміщення дослідних ділянок

32. Значення та завдання планування
33. Вибір параметрів досліду
34. Вимоги до параметрів досліду
35. Вибір факторів досліду
36. Вибір моделі досліду
37. Етапи планування
38. Планування одно факторних дослідів
39. Планування багатофакторних дослідів
40. Дисперсійний метод аналізу результатів досліджень
41. Недисперсійний метод аналізу результатів досліджень
42. Простий кореляційний аналіз
43. Регресійний аналіз
44. Коефіцієнт множинної лінійної кореляції
45. Сукупність і вибірка
46. Основні статистичні характеристики якісної мінливості
47. Статистичні характеристики кількісної мінливості
48. Оцінка істотності різниці між середніми вибірок
49. Перевірка гіпотези про належність сумнівного варіанта до сукупності
50. Оцінка відповідності між отриманими та очікуваними теоретичними розподілами за критерієм Пірсона
51. Облік супутніх показників
52. Похибки в досліді
53. Грунтово – біологічне обстеження земельної площі під дослід
54. Вирівнювальні та рекогносцирувальні посіви
55. Техніка закладання польових дослідів
56. Агротехніка на дослідному полі
57. Документація та звітність при проведенні досліджень
58. Коротка історія дослідної справи
59. Збирання та облік урожаю в досліді
60. Коваріаційний аналіз
61. Підготовка даних врожайності до статистичного аналізу
62. Основні поняття та завдання математичної статистики
63. Загальні відомості про наукову роботу в Україні
64. Класифікація обліків і спостережень у дослідях та вимоги до них
65. Ефективність наукових досліджень

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ»

Тести із методики наукових досліджень в агрономії

1. Загальнонаукові методи досліджень це:

- a) Гіпотеза, експерименти, спостереження, аналіз, синтез, індукція, дедукція.
- b) Гіпотеза, спостереження, вегетація, синтез, індукція, аналіз, продукція.
- c) Лабораторний, спостереження, польовий, аналітичний, дедуктивний, гіпотези, вегетативний.
- d) Гіпотеза, спостереження, вегетація, синтез, дедукція, аналіз, продукція.

2. Спеціальні методи досліджень це:

- a) Лабораторний, вегетаційний, ліземетричний, вегетаційно – польовий, польовий, експедиційний.
- b) Лабораторний, лабораторно – експедиційний, вегетаційний, вегетаційно – польовий, ліземетричний, польовий.
- c) Вегетаційний, ліземетрично – польовий, експедиційний, вегетаційно – польовий, лабораторний, вегетативний.
- d) Лабораторний, аналітичний, ліземетричний, вегетаційно – польовий, польовий, експедиційний.

3. Досліди класифікують:

- a) За точністю, за місцем проведення, за зручністю проведення, за тривалістю.
- b) За місцем проведення, за тривалістю, за кількістю факторів, за географічним охопленням об'єктів досліджень.
- c) За місцем проведення, за типовістю, за кількістю факторів, за географічним охопленням об'єктів досліджень.

d) За місцем проведення, за тривалістю, за знаходженням, за географічним охопленням об'єктів досліджень.

4. Основні вимоги до дослідів це:

a) Принцип єдиної логічної відміни, типовість, придатність умов для досліду, відтворення результатів досліджень; проведення додаткових контролів і варіантів.

b) Принципи єдиної логічної відміни, систематичність, типовість, облік врожаю основних та інших показників, придатність умов для досліду.

c) Типовість, проведення досліджень на перспективних сортах і гібридах, конкретизація, систематичність, придатність умов для досліду.

d) Принцип єдиної логічної відміни, пруктивність, придатність умов для досліду, відтворення результатів досліджень; проведення додаткових контролів і варіантів.

5. Методи розміщення дослідних ділянок:

a) Латинський прямокутник, латинський трикутник, латинський квадрат.

b) Розщеплених ділянок, згрупованих ділянок, латинський квадрат;

c) Латинський квадрат, латинський прямокутник, розщеплених ділянок.

d) Латинський трикутник, латинський прямокутник, розщеплених ділянок.

6. Формула визначення дисперсії:

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

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

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

$$d) S_{\bar{x}} = \frac{S_{\bar{x}}, \%}{\bar{X}} * 100$$

7. Похибки є:

- a) Систематичні, грубі, не грубі.
- b) Випадкові, одновидові, грубі.
- c) Систематичні, грубі, випадкові.
- d) Систематичні, грубі, не випадкові.

8. Досліди, що проводять в штучних умовах це:

- a) Польові, вегетаційні, вегетаційно-польові.
- b) Короткочасні, теплицях, фітотронах.
- c) Вегетаційні, теплицях, фітотронах.
- d) Вегетаційні, теплицях, лабораторні.

9. Формула визначення відносної похибки вибірки:

$$a) S_{\bar{x}} = \frac{S_{\bar{x}}, \%}{\bar{X}} * 100$$

$$b) \bar{X} = \frac{S_{\bar{x}}, \%}{S_{\bar{x}}} * 100$$

$$c) S_{\bar{x}}, \% = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}} * 100$$

$$d) R = \frac{K}{j}$$

10. Формула визначення інтервалу групіровки:

$$a) j = \frac{R}{K}$$

b) $K = \frac{j}{R}$.

$$R = \frac{K}{j}$$

8) $R = X_{\max} - X_{\min}$.

11. Формула визначення розмаху варіювання:

a) $R = X_{\max} - X_{\min}$.

b) $X_{\min} = R - X_{\max}$.

c) $R = X_{\min} - X_{\max}$.

d) $X_{\max} = R - X_{\min}$.

12. Елементами методики досліду є:

a) Кількість контролів, кількість варіантів, розмір ділянок та їх форма, повторність, повторення, методи розміщення варіантів.

b) Частота ділянок, розмір варіантів, кількість контролів, розмір варіантів, кількість контролів, розмір ділянок та їх форма, повторність і повторенняюю.

c) Методи закладання варіантів, кількість варіантів, розмір ділянок та їх форма, частота ділянок, повторність і повторення.

d) Кількість контролів, кількість варіантів, розмір ділянок та їх форма, ширина захисних смуг, повторення, методи розміщення варіантів.

13. Розрізняють рівні наукових досліджень:

a) Емпіричні, теоретичні, описово- узагальнюючі.

b) Загальнонаукові, описові, теоретичні.

c) Методичні, теоретичні, узагальнюючі.

d) Емпіричні, спеціальні, описово- узагальнюючі.

14. До первинної документації належить:

a) Зошит науковця, головна книга досліду, журнал науковця.

- b) Щоденник науковця, книга науковця, журнал науковця.
- c) Щоденник науковця, головна книга досліджу, звіт про НДР.
- d) Робочий зошит науковця, головна книга досліджу, звіт про НДР.

15. Формула визначення коефіцієнта варіації:

a)
$$V = \frac{S}{\bar{X}} 100\%$$

b)
$$S = \frac{\bar{X}}{V} 100\%$$

c)
$$V = \frac{\bar{X}}{S} 100\%$$

d)
$$S_{\bar{X}}, \% = \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{X}} * 100$$

16. Контент – аналіз це:

- a) Формалізований метод аналізу змісту документів і графічної інформації.
- b) Величина (характеристика, фактор), підтримувана на постійному рівні протягом всього експерименту.
- c) Група випробуваних, котрих не піддають ніяким експериментальним впливам, тому що вона служить для порівняння під час експерименту.
- d) Розділ статистики, задача, якого полягає в тім, щоб установити можливий зв'язок між двома показниками, отриманими на одній і тієї ж чи на двох різних вибірках.

17. Методами розміщення варіантів у досліджах є:

- a) Спеціальний, стандартний, конструктивний.
- b) Стандартний, систематичний, рендомізований.

- c) Систематичний, стандартний, спеціальний.
- d) Стандартний, систематичний, загальнонауковий.

18. Формула визначення критерію Стьюдента:

a)
$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2}}$$

b)
$$t = \frac{\sqrt{S_{\bar{X}_1}^2 + S_{\bar{X}_2}^2}}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

c)
$$N = \frac{C}{(\sum X)^2}$$

d)
$$C = \frac{(\sum X)^2}{N}$$

19. Досліди в наукових установах поділяють на:

- a) Дрібноділянкові, вегетаційні, багатоділянкові.
- b) Дрібноділянкові, лабораторно-польові, крупно ділянкові.
- c) Короткоділянкові, дрібноділянкові, багато ділянкові.
- d) Факторіальні, вегетаційні, багатоділянкові.

20. Планування дослідів це:

- a) Вибір методів дослідів, вибір факторів дослідів, вибір параметрів дослідів.
- b) Вибір моделі дослідів, вибір кількості дослідів, вибір методів дослідів.
- c) Вибір параметрів дослідів, вибір моделі дослідів, вибір факторів дослідів.
- d) Вибір методів дослідів, вибір моделі дослідів, вибір параметрів дослідів.

21. Загальне число спостережень це:

- a) $N = 1 * n$.
- b) $n = N * 1$.
- c) $N = 1/n$.
- d) $N = 1 - n$.

22. Корегуючий фактор це:

a) $N = \frac{C}{(\sum X)^2}$

b) $C = \frac{(\sum X)^2}{N}$

c) $C = \frac{N}{(\sum X)^2}$

d) $F = \frac{S_v^2}{S_z^2}$

23. Формула визначення частки ознаки:

a) $P = \frac{N}{n}$

b) $P = \frac{n}{N}$

c) $N = \frac{P}{n}$

d) $N = 1/n$.

24. Перед складанням схеми дослідів необхідно:

а) Вибрати тему та визначити завдання і об'єкт досліджень, визначити кількість та техніку закладання досліду, вивчити сучасний стан питання, висунути робочу гіпотезу.

б) Вибрати тему та визначити завдання і об'єкт досліджень, вивчити сучасний стан питання, висунути сучасний стан питання, висунути робочу гіпотезу, розробити схему і методику експерименту.

в) Вибрати тему та визначити завдання і предмет досліджень, висунути робочу гіпотезу, вивчити сучасний стан питання, розробити схему і методику експерименту.

г) Вибрати техніку та визначити мету і предмет досліджень, висунути робочу гіпотезу, вивчити сучасний стан питання, розробити схему і методику експерименту.

25. Фактичне значення критерію Фішера це:

а) $F = \frac{S_v^2}{S_z^2}$

б) $F = \frac{S_z^2}{S_v^2}$

в) $S_v^2 = \frac{F}{S_z^2}$

г) $P = \frac{N}{n}$

26. Абстрагування це:

а) Процес вичленовування якої-небудь ознаки об'єкта, досліджуваної системи, відволікання від інших.

б) Результат уявного відволікання (абстрагування) тих чи інших визначених властивостей від безлічі властивостей досліджуваного конкретного предмета.

- c) Методологічна характеристика дослідження.
- d) Набір інструктивних дій, що визначає їхню послідовність для одержання даних чи результатів у цілому.

27. Формула визначення середнього арифметичного:

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

b) $X = \frac{\bar{X}}{n}$

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

d) $C = \frac{N}{(\sum X)^2}$

28. Концепція це:

a) Система взаємозалежних і виникаючих один з одного поглядів, спосіб розуміння, трактування явищ, процесів; основна ідея якої-небудь теорії, єдиний визначальний задум, основна думка добутку, наукової праці і т.д.

b) Ознака, по якій класифікуються, визначаються, оцінюються явища, дії чи діяльність (зокрема, при їх формалізації).

c) Складання конспектів літературних джерел різного типу.

d) Короткий письмовий виклад змісту розмови, тексту.

29. Співвідношення двох дисперсій це:

a) Критерій Стьюдент.

b) Критерій Фішера.

c) Критерій Пірсона.

d) Критерій тау.

30. Повторність у просторі це:

- a) Кількість ділянок у досліді з однаковими варіантами.
- b) Кількість варіантів у досліді з однаковими ділянкам.
- c) Кількість років досліджень.
- d) Кількість місяців досліджень.

31. Анотація це:

- a) Короткий виклад змісту книги, статті, розробки, звіту.
- b) Процес створення анотації.
- c) Думка, істинність якої перевірена і доведена практикою і яка тому може бути приведена в обґрунтування істинності чи хибності іншого положення.
- d) Складова частина всякого доказу.

32. Первинні документи і видання це:

- a) Першоджерела, які містять переважно нові, оригінальні ідеї, наукові зведення, нове осмислення відомих фактів, вихідні данні, що підлягають обробці.
- b) Явища, процеси, характеристики суб'єктів, що можуть бути представлені у виді величини, що змінюється, і описані математичними засобами.
- c) Поняття, відносини яких до базового поняття дослідження наступні: «вищестоящі», «вищестоящі», а також відносини асоціації та ін.
- d) Поняття про процеси, характеристики об'єктів.

33. Науковий пошук це:

- a) Особливий вид наукового дослідження, у результаті якого виходять принципово нові результати, що мають значення наукових відкриттів нових закономірностей.

b) Категорія, що позначає те явище чи стан, що викликаний, обумовлено іншим явищем; те, що логічно з необхідністю впливає з чогось іншого, як зі своєї підстави.

c) Величина (характеристика, фактор), керована експериментом.

d) Різновид спостереження.

34. Закономірність це:

a) Об'єктивно існуючий, повторюваний, стійкий. істотний зв'язок для групи явищ, що визначає процеси становлення та існування систем, що розвиваються.

b) Методологічна характеристика дослідження.

c) Відношення, при якому зміни якоїсь однієї сторони спричиняють зміни іншої сторони.

d) Результат пронесу пізнання дійсності, адекватне її відображення у свідомості людини у виді представлень, понять, суджень, умовиводів, теорій.

35. Індивідуальна (первинна) інформація це:

a) Інформація про ознаки окремих об'єкт, що є одиницями досліджуваної сукупності.

b) Процес порівняння об'єкта з одним з відомих об'єктів, встановлення збігу чого-небудь з чим-небудь.

c) Розділ статистики, що розглядає індукцію, тобто поширення на великі групи об'єктів (популяції) висновків, зроблених при вивченні менших груп (вбірок).

d) Вид умовиводу і метод дослідження.

36. Дисертація це:

a) Кваліфікаційна наукова праця, представлена на здобуття вченого ступеня і захищена привселюдно здобувачем (дисертантом).

b) Самостійна письмова кваліфікаційна робота, що представляється

студентами при закінченні університетів і інших навчальних закладів.

с) Обговорення якого-небудь проблемного питання на зборах, у публікаціях, бесідах; суперечка.

d) Один з показників розкиду даних у статистиці; міра відхилення від середнього.

37. Методика наукових досліджень це:

a) Сукупність приватних прийомів, засобів, процедур, що дозволяють застосовувати той чи інший метод до даної специфічної предметної області.

b) Непараметричний метод, що використовується для перевірки гіпотез про вірогідність різниці середніх при аналізі кількісних даних у популяціях з нормальним розподілом.

с) Міркування дослідника про застосовані їм способи наукового пізнання.

d) Терміни, що характеризують процес проведення наукового дослідження.

38. Таблиця це:

a) Один зі способів представлення даних.

b) Категорія, що позначає єдиний внутрішній визначальний зв'язок для групи явищ, що служить основою їх існування.

с) Словник мови з повною значенневою інформацією; повний систематизований набір термінів у будь-якій області знання.

d) Процес складання тез змісту різних літературних джерел на етапі збору інформації з досліджуваної проблематики.

39. Гіпотеза дослідження це:

a) Наукове припущення, висунуте для пояснення якого-небудь явища і потребує перевірки на досліді і теоретичному обґрунтуванні для того, щоб стати достовірним науковим знанням.

- b) Один із засобів графічного представлення кількісних даних.
- c) Розташована на площині геометрична конструкція, система крапок, деякі з яких з'єднані відрізками; одна з найпростіших моделей взаємодіючих систем.
- d) Структурно-композиційна одиниця тексту, розділу книги, статті.

40. Конкретизація це:

- a) Один із прийомів, використовуваних у процесі пізнання, за допомогою якого абстрактне поняття включається в різноманіття дійсних властивостей, зв'язків чи відносин.
- b) Дослідницький підхід і принцип практики організації навчання і виховання, що розглядає об'єкт дослідження, практику з позиції цілісності і системності.
- c) Короткий письмовий виклад змісту розмови, тексту.
- d) Укладання конспектів літературних джерел різного типу. У науковому дослідженні використовується на етапі аналізу стану досліджуваного питання.

41. Доказ це:

- a) Логічна дія, у процесі якої істинність якої-небудь думки улаштовується за допомогою інших думок.
- b) Частина наукової праці, що містить додатковий матеріал, що не є істотним для розуміння проблеми, однак корисний із практичної точки зору, що розкриває технологію дослідження.
- c) Вихідний принцип, позиція і спрямованість, орієнтація дослідження.
- d) Різновид джерел інформації про практичну економічну діяльність і результати цієї діяльності.

42. Синтез це:

- a) Метод дослідження: практичне уявне з'єднання частин властивостей

(сторін) досліджуваного об'єкта в єдине ціле.

b) Сукупність елементів і їхніх взаємозв'язків, що утворюють деяку, здатну до функціонування цілісність.

c) Розумова діяльність, у процесі якої досліджувані об'єкти організуються у визначену систему на основі обраного принципу.

d) Метод, заснований на принципі системного підходу.

43. Вологість зерна визначають:

a)
$$e = \frac{B * 100}{C}$$

b)
$$c = \frac{e * 100}{B}$$

c)
$$B = \frac{e * 100}{c}$$

d) Відношенням загальної вологості до стандартної.

44. Способи обліку сіна багаторічних трав:

a) Суцільний і проміжний.

b) Суцільний і пробними снопами.

c) Пробними снопами і проміжний.

d) Вибірковий і суцільний.

45. Узагальнення це:

a) Логічний процес переходу від одиничного до загального, від менш загального до більш загального, а також результат цього процесу: узагальнене поняття, судження, закон науки, теорія.

b) Розумова операція, що складається в одержанні нового висновку з декількох суджень.

c) Функція організованих систем, що забезпечує збереження їх

структури, підтримка режиму діяльності, реалізацію програми і мети діяльності.

d) Середовище, у якій перебувають і без який не можуть існувати предмети, явища; те, від чого залежить інше.

46. Теоретична значимість дослідження це:

a) Методологічна характеристика дослідження: значення отриманих результатів для науки.

b) Являє собою деякий чіткий фіксований зв'язок елементів, припускає визначену структуру, що відбиває внутрішні, істотні відносини реальності.

c) Вища форма наукового мислення, система понять, категорій, законів, що відбивають істотні властивості, зв'язки і відносини предметів дійсності.

d) Значення отриманих результатів та істотні відносини реальності.

47. Мислене виділення основного у об'єкті досліджень, його суттєвих зв'язків:

a) Конкретизація.

b) Абстракція.

c) Дедукція.

d) Аналогія.

48. Метод дослідження об'єктів, процесів і явищ на їх моделях це:

a) Аналогія.

b) Інверсія.

c) Моделювання.

d) Формалізація.

49. Основні методи обліку забур'яненості посівів:

a) Окомірний, кількісний, кількісно – ваговий.

b) Окомірно – ваговий, кількісний, кількісно – ваговий.

- c) Окомірний, окомірно – ваговий, кількісний.
- d) Окомірно-кількісний, окомірно-ваговий, кількісний.

50. Актуальність дослідження це:

a) Методологічна характеристика дослідження, тобто обґрунтування актуальності припускає відповідь на питання: чому дану проблему потрібно в даний час вивчати.

b) Набір інструктивних дій, що визначає їхню послідовність для одержання даних чи результатів у цілому.

c) Метод дослідження, уявне чи практичне розкладання досліджуваного предмета чи явища на характерні для нього складені елементи, виділення в ньому окремих сторін, вивчення кожного елемента чи сторони явища окремо як частини одного цілого.

d) Теоретичний метод дослідження, сукупність гносеологічних операцій з науковими поняттями, у яких відбиваються явища, що виступають предметом дослідження.

51. Метод вивчення об'єктів за допомогою окремих елементів їх форм, які відображають зміст об'єкта:

- a) Формалізація.
- b) Дедукція.
- c) Інверсія.
- d) Індукція.

52. Які проводять посіви при підготовці земельної ділянки під дослід:

- a) Вирівнювальні, реконструкційні.
- b) Рекогносцирувальні, порівняльні.
- c) Вирівнювальні, рекогносцирувальні.
- d) Вирівнювальні, загальні.

53. Вивчення документів це:

- a) Метод одержання первинної інформації на ранніх стадіях дослідження для попереднього знайомства з об'єктом.
- b) Процедура, за допомогою якої об'єкти дослідження, розглянуті як носії визначених відносин між ними, відображаються в деякій математичній системі з відповідними відносинами між елементами цієї системи.
- c) Властивість інформації, що встановлює ступінь відповідності істині.
- d) Вид спостереження, при якому наблюдаючий включений у труп, а її члени не знають, що служать об'єктом спостереження.

54. Висновки це:

- a) Стиснутий узагальнений виклад самих істотних, з погляду автора, результату, отриманих у результаті дослідження.
- b) Частина всієї досліджуваної (генеральної) сукупності, що виступає як безпосередній об'єкт вивчення за розробленою методикою чи програмою добору.
- c) Метод дослідження, спрямований на аналіз вже існуючих (раніше добутих в інших дослідженнях) даних відповідно до нових задач.
- d) Етап дослідження; який припускає використання операцій порівняння, узагальнення та ін.

55. Вибіркою називають:

- a) Кількість об'єктів, що досліджують.
- b) Всю групу об'єктів, що вивчають.
- c) Частину об'єктів, що досліджують.
- d) Загальну кількість об'єктів, що вивчають.

56. Відносна похибка вибірки це:

- a) Похибка вибірки виражена в % до відповідної середньої.

- b) Відношення похибки вибірки до стандартного відхилення.
- c) Похибка вибірки виражена в % до відповідної дисперсії.
- d) Відношення похибки вибірки до коефіцієнта варіації.

57. Генеральною сукупністю називають:

- a) Частину об'єктів, що вивчають.
- b) Всю групу об'єктів, що вивчають.
- c) Загальну суму об'єктів, що досліджують.
- d) Кількість об'єктів, що вивчають.

58. Коли слабка варіація:

- a) $V = 12-15 \%$.
- b) $V =$ до 10 і 10 %.
- c) $V = 20-25 \%$.
- d) $V = 15-20 \%$.

59. Мінливістю називають:

- a) Відмінністю між одиницями сукупності.
- b) Різницею між двома сукупностями.
- c) Зміною одиниць сукупності.
- d) Характеристикою одиниць сукупності.

60. Коли помірна варіація:

- a) $V = 20-30 \%$.
- b) $V = 15-20 \%$..
- c) $V = 11-20 \%$.
- d) $V = 20-25 \%$.

61. Коефіцієнт мінливості це:

- a) Фактичний показник мінливості виражений у % до похибки

вибіркової частки.

b) Фактичний показник мінливості виражений у % до максимально можливої мінливості.

c) Відношення максимально можливої мінливості до показника мінливості.

d) Фактичний показник мінливості виражений у % до частки ознаки.

62. Коли значна варіація:

a) $+ V = 21-50 \%$.

b) $V = 11-20 \%$.

c) $V = 21-40 \%$.

d) $V = 31-50 \%$.

63. Частка ознаки це:

a) Відношення об'єктів даного інтервалу до показника мінливості.

b) Відношення похибки частки до загальної суми частот.

c) Відношення об'єктів, варіантів до загальної суми частот.

d) Відношення загальної суми частот до варіантів.

64. Коли велика варіація:

a) $V = 50 \%$.

b) $V > 50\%$.

c) $V > 40\%$.

d) $V < 50 \%$.

65. Показник мінливості характеризує:

a) Порівняння величин ряду відносно одна одної.

b) Зміну величин варіації.

c) Відмінність величин ряду відносно одна одної.

d) Варіювання величин ряду відносно одна одної.

66. Точність обчислення висока коли значення відносної похибки не перевищує:

- a) 3 %.
- b) 6 %.
- c) 5 %.
- d) 2 % .

67. Число елементів в генеральній сукупності чи вибірці називають:

- a) Групою.
- b) Об'ємом.
- c) Мінливістю.
- d) Вибіркою.

68. Розподіл одиниць сукупності за ознаками, що не мають кількісного виразу називають:

- a) Атрибутним рядом.
- b) Варіаційним рядом.
- c) Мінливим рядом.
- d) Альтернативним рядом.

69. Максимально можлива мінливість залежить від:

- a) Числа груп.
- b) Числа ознак.
- c) Числа градацій.
- d) Числа випадків.

70. Кількість величин, вільно змінюються або число всіх вимірювань на одиницю менше це:

- a) Число варіантів.

- b) Число ступенів свободи.
- c) Число об'єктів.
- d) Число ознак.

71. Певне чергування варіантів на дослідних ділянках в межах повторення це:

- a) Система розміщення.
- b) Спосіб розміщення.
- c) Метод розміщення.
- d) Повторність розміщення.

72. Розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним чи між двома досліджуваними варіантами це метод:

- a) Стандартний.
- b) Систематичний.
- c) Рендомізований.
- d) Латинського квадрату.

73. Випадкове розміщення всіх варіантів у межах кожної стрічки і кожного окремого блоку це латинський:

- a) Квадрат.
- b) Прямокутник.
- c) Трикутник.
- d) Круг.

74. Дослідження, яке проводиться в польових умовах на спеціально виділених ділянках це:

- a) Польовий дослід.
- b) Лабораторний дослід.
- c) Лабораторно- польовий дослід.

d) Вегетаційний дослід.

75. Число груп залежить від:

- a) Об'єму груп.
- b) Об'єму варіантів.
- c) Об'єму вибірки.
- d) Об'єму інтервалів.

76. Показник який дає змогу робити висновок про надійність висновків відносно статистичної гіпотези це:

- a) Критерій.
- b) Варіант.
- c) Гіпотеза.
- d) Вибірка.

77. Ступінчастий графік у вигляді стовпчиків це:

- a) Мода.
- b) Гістограма.
- c) Об'єкт.
- d) Вибірка.

78. Висунуту гіпотезу, яку потрібно перевірити називають:

- a) Від'ємною.
- b) Позитивною.
- c) Альтернативною.
- d) Нульовою.

79. Сумнівними найчастіше бувають члени варіаційного ряду:

- a) Перший і останій.
- b) Третій і четвертий.

- c) Другий і останій.
- d) Перший і другий.

80. Варіант який найчастіше зустрічається в даному варіаційному ряді:

- a) Гістограма.
- b) Мода.
- c) Медіана.
- d) Критерій.

81. Якщо фактичне значення критерію Стьюдента більше теоретичного то нульова гіпотеза:

- a) Перевіряється.
- b) Приймається.
- c) Не приймається.
- d) Не перевіряється.

82. Значення варіаційної ознаки, приходиться на середину варіаційного ряду:

- a) Мода.
- b) Варіант.
- c) Медіана.
- d) Полігон.

83. Якщо фактичне значення критерію Стьюдента більше теоретичного то нульова гіпотеза:

- a) Не приймається.
- b) Приймається.
- c) Заперечується.
- d) Перевіряється.

84. Якщо фактичне значення критерію тау більше теоретичного то варіант:

- a) Залишається.
- b) Відхиляється.
- c) Приймається.
- d) Не відхиляється.

85. Гіпотезу протилежну нульовій називають:

- a) Основною.
- b) Конкоруючою.
- c) Залежною.
- d) Загальною.

86. Якщо фактичне значення критерію тау менше теоретичного то варіант:

- a) Залишається.
- b) Бракується.
- c) Відхиляється.
- d) Не залишається.

87. Причини безперервного зростання ролі науки:

- a) Через збільшення чисельності населення.
- b) Через неминучого зменшення площі с / г угідь і ріллі в розрахунку на 1 особу.
- c) Через неминучого зростання потреб людини.
- d) Через збільшення чисельності населення, неминучого зменшення площі с/г угідь і ріллі в розрахунку на 1 особу, а також зростання потреб людини.

88. Що мається на увазі під «комплексом наук, що розробляють

теоретичні основи і практичні прийоми підвищення врожайності, поліпшення якості продукції, зниження ресурсоемності виробництва і охорони навколишнього середовища":

- a) Агрономія.
- b) Плодоводство.
- c) Рослинництво.
- d) Землеробство і агрохімія.

89. Яка агрономія розробляє теоретичні основи і практичні прийоми підвищення врожайності, поліпшення якості і т. д.:

- a) Прикладна.
- b) Наукова.
- c) Прикладна і наукова.
- d) Практична.

90. У яких напрямках проводить дослідження наукова агрономія:

- a) Вишукування способів спрямованої зміни природи рослин і створення нових форм і культур рослин, найбільш пристосованих до умов певної зони.
- b) Зміна умов зовнішнього середовища відповідно до потреб різних рослин.
- c) Вишукування способів скорочення ресурсоемності виробництва і охорона навколишнього середовища.
- d) Зміна умов навколишнього середовища відповідно до потреб рослин.

91. Які види пізнавальної діяльності використовує людина:

- a) Вивчення і випробування.
- b) Вивчення, дослідження та випробування.
- c) Дослідження.

d) Вивчення.

92.Що є об'єктом дослідження в науковій агрономії:

- a) Рослини, середовище їхнього життя і врожай.
- b) Урожай рослин.
- c) Метеорологічні свідчення.
- d) Обробка ґрунту, норми добрив і норми висіву.

93. Що означає: "властивість об'єктів одного класу відрізнятися один від одного за однією і тою же ознакою навіть в однорідних сукупностях"?

- a) Врожайність.
- b) Мінливість.
- c) Варіювання.
- d) Закономірність.

94.Визначте вид мінливості - врожайність озимої пшениці:

- a) Якісна двохрангова.
- b) Кількісна Дискретна (переривчаста).
- c) Кількісна безперервна.
- d) Якісна багаторангова.

95. Визначте вид мінливості - кількість зерен в колосі:

- a) Якісна двохрангова.
- b) Кількісна Дискретна (переривчаста).
- c) Кількісна безперервна.
- d) Якісна багаторангова.

96.Визначте вид мінливості - приживлюваність саджанців:

- a) Якісна двохрангова.
- b) Кількісна Дискретна (переривчаста).

- c) Кількісна безперервна.
- d) Якісна багаторангова.

97.Визначте вид мінливості - забарвлення томатів перед збиранням:

- a) Якісна двохрангові.
- b) Кількісна Дискретна (переривчаста).
- c) Кількісна безперервна.
- d) Якісна багаторангова.

98. Що означає: "частина об'єктів генеральної сукупності, включених в обстеження для характеристики сукупності за потрібною ознакою":

- a) Основні.
- b) Вибірка.
- c) Певне безліч.
- d) Деяку ділянку.

99. Які етапи наукового планування виділяються при проведенні досліджень:

- a) Планування, проведення експерименту, формулювання висновків.
- b) Планування, закладка експерименту, накопичення первинних даних, математичний аналіз з подальшим формулюванням висновків і пропозицій виробництву.
- c) Проведення досліджень, математична обробка отриманих даних.
- d) Планування, накопичення первинних даних, формулювання висновків і пропозицій виробництву.

100. Які методи призначені для накопичення первинних даних про об'єкти дослідження:

- a) Спостереження і дисперсійний аналіз.
- b) Експеримент і варіаційний аналіз.

- c) Спостереження і експеримент.
- d) Варіаційний аналіз і дисперсійний аналіз.

101. Який з експериментів є основним в агрономії:

- a) Лабораторний.
- b) Лабораторний і вегетаційний.
- c) Лабораторний, вегетаційний і лізиметричний.
- d) Польовий.

102. У яких експериментах для проведення досліджень використовуються вегетаційні судини:

- a) Лізиметричний.
- b) Вегетаційного.
- c) Польових.
- d) Лабораторних.

103. Який експеримент призначений для дослідження процесів переміщення в ґрунті води і розчинених в ній поживних речовин:

- a) Лізиметричний.
- b) Вегетаційний.
- c) Польовий.
- d) Лабораторний.

104. Який з методів наукового дослідження має на увазі "штучне створення різних умов для досліджуваних рослин з метою визначення найбільш ефективних у процесі обліків і спостережень":

- a) Спостереження.
- b) Дослідний варіант.
- c) Експеримент.
- d) Повторення.

105. Що називають варіантами досліду:

- a) Обробіток ґрунту і добрива.
- b) Певна різновидність досліджуваного фактора, від якого сподіваються отримувати кращі результати.
- c) Повторення в досліді.
- d) Різновиди дослідів.

106. Які різновиди контрольних варіантів використовують в агрономії:

- a) Абсолютний і видозмінений.
- b) Дослідний, виробничий і видозмінений.
- c) Нульовий і сільськогосподарський.
- d) Абсолютний і виробничий.

107. Чим відрізняється абсолютний контроль від виробничого:

- a) У абсолютному контролі досліджуваний фактор виключений з технології.
- b) В абсолютному контролі дози факторів розраховуються на запланований врожай.
- c) В абсолютному контролі застосовуються підвищені дози досліджуваного фактора.
- d) На варіантах абсолютного контролю очікують отримувати високу врожайність досліджуваних культур.

108. Що таке схема експерименту?

- a) Розміщення варіантів і повторень на дослідній ділянці.
- b) Перелік дослідних і контрольних варіантів, що включаються в експеримент для перевірки гіпотези.
- c) Креслення, на якому розміщені кордони експерименту.
- d) Перелік методів дослідження, які планується проводити в

експерименті.

109. Що означає: «найменший земельний майданчик певного розміру і форми на якій розміщують один якийсь варіант досліду»:

- a) Дослідні ділянки.
- b) Повторення.
- c) Повторність.
- d) Ділянка землі.

110. З чого складається дослідна ділянка:

- a) З облікової площі.
- b) З облікової площі і захисної зони.
- c) З повторень і повторностей.
- d) З облікової площі і бічної захисної зони.

111. Що таке "повторність досліду":

- a) Кількість ділянок з одним і тим же варіантом на всій дослідній ділянці.
- b) Частина площі дослідної ділянки з повним набором варіантів.
- c) Частина землекористування на якій один раз розміщені всі варіанти.
- d) Кількість ділянок з контрольним варіантом на всьому дослідному полі.

112. Яка тривалість в часі короткочасних дослідів:

- a) 1-3 роки.
- b) 4-10 років.
- c) 11-50 років.
- d) Більше 50 років.

113. Яка тривалість в часі багаторічних дослідів:

- a) 1-3 роки.
- b) 4-10 років.
- c) 11-50 років.
- d) Більше 50 років.

114. У яких дослідах вивчається вплив декількох факторів:

- a) Багаторічних.
- b) Багатофакторних.
- c) Однофакторних.
- d) Багатоділяночних.

115. Для культур з невеликою площею (злакові зернові та ін.) використовуються ділянки облікові площі:

- a) 10-35 м².
- b) 40-60 м².
- c) 100-150 м².
- d) 150-200 м².

116. Для просапних культур облікова площа дослідної ділянки повинна складати не менше:

- a) 10-50 м².
- b) Більше 150 м².
- c) 100-150 м².
- d) 50-100 м².

117. Якщо на дослідній ділянці спостерігається сильне варіювання ґрунтових умов, то в цьому випадку треба:

- a) Збільшити повторність дослідів.
- b) Збільшити площу експерименту.
- c) Збільшити кількість варіантів у схемі експерименту.

d) Зменшити норму висіву культури.

118. Що означає: "наукове припущення, справжнє значення якого є невизначеним":

- a) Умовивід.
- b) Судження.
- c) Дедукція.
- d) Гіпотеза.

119. Що означає: "цілеспрямоване зосередження уваги дослідника на явищах експерименту або природи, їх кількісна та якісна реєстрація":

- a) Експеримент.
- b) Спостереження.
- c) Статистичний аналіз.
- d) Дослід.

120. Що мається на увазі під принципом (правилом) єдиного відмінності:

- a) Розміри і напрямок ділянок повинні бути однаковими на всьому дослідній ділянці.
- b) Технологія обробітку та умови на дослідній ділянці, крім досліджуваних факторів повинні бути однаковими.
- c) При математичному аналізі дані повинні відрізнятися на певну величину.
- d) Досліджувані сукупності рослин не повинні значно відрізнятися один від одного.

121. Що означає "відтворюваність результатів дослід":

- a) При повторі дослід в ідентичних умовах і при аналогічних методиках повинні отримати аналогічні результати.

b) Результати дослідю повинні бути такими ж і в інших ґрунтово-кліматичних зонах.

c) У наступному році досліджень результати дослідю повинні повторитися.

d) Що навіть при зміні умов дослідю і методик дослідження результати дослідю повинні підтвердитися.

122. Які значення критерію рівня значимості прийнятні в агрономії:

a) 0,1%.

b) 1%.

c) 5%.

d) 10%.

123. Які значення критерію рівня значимості використовуються в агрономії при дослідженні ефективності гербіцидів та інших пестицидів:

a) 0,1%.

b) 1%.

c) 5%.

d) 10%.

124. Якщо рівень значимості 5% -ний, чому буде дорівнює рівень ймовірності:

a) 90%.

b) 95%.

c) 99%.

d) 100%.

125. Як розшифровується НІР:

a) Найбільший істотний результат.

b) Керівник певної точки.

c) Найбільша середня різниця.

d) Найменша істота різниця.

126. Який різновид помилок призводить до завищення або заниження результатів досліджень під дією певних факторів (закономірних змін родючості ґрунту та ін.):

- a) Систематичні.
- b) Грубі.
- c) Випадкові.
- d) Односпрямовані.

127. Як називаються помилки, що виникають при прорахунках в процесі роботи:

- a) Систематичні.
- b) Випадкові.
- c) Грубі.
- d) Односпрямовані.

128. У якому напрямку потрібно робити посів насіння на дослідному полі при вивченні систем обробітку ґрунту:

- a) Уздовж ділянок.
- b) Поперек ділянок.
- c) Перший і останній ярус ділянок поперек основного напрямку, всередині досліду уздовж.
- d) Ділянки обробітку ґрунту засівають уздовж проведеного основного обробітку, а ділянки добрива поперек.

129. З якою метою закладаються повторення експерименту:

- a) Для збільшення числа ділянок.
- b) Для збільшення повторності експерименту.
- c) Для обліку впливу ґрунтових умов в досліді.
- d) Для зменшення похибки експерименту.

130. При рендомізованном розміщенні варіанти в досліді розміщуються:

- a) Послідовно.
- b) Випадково.
- c) Один варіант контролю чергується з одним дослідним варіантом.
- d) Один варіант контролю чергується з двома дослідним варіантом.

131. Який з варіантів відповіді відноситься до систематичного розміщення варіантів в досліді:

- a) 1 2 3 4 5.
- b) 1 2 1 3 1 4 1 5.
- c) 1 2 3 4 5 1.
- d) 3 5 1 2 4.

132. Яке розміщення варіантів в досліді відноситься до Дактиль-методу:

- a) 1 2 3 4 5.
- b) 1 2 1 3 1 4 1 5.
- c) 1 2 3 4 5 1.
- d) 3 5 1 2 4.

133. Чим відрізняється метод повної рендомізації від методу рендомізованих повторень:

- a) У методі повної рендомізації не створюються повторення.
- b) У методі повної рендомізації більше варіантів.
- c) У методі повної рендомізації менше похибка досліді.
- d) У методі повної рендомізації варіанти всередині повторень розміщуються за жеребом (випадково).

134. У якому методі розміщення варіантів повторення закладаються в

2-х напрямках - горизонтально і вертикально:

- a) Метод повної рендомізації.
- b) Метод рендомізованих повторень.
- c) Ямб - і Дактиль-методи.
- d) Латинський квадрат і латинський прямокутник.

135. У якому методі розміщення варіантів число варіантів має дорівнювати числу повторностей:

- a) Метод повної рендомізації.
- b) Метод рендомізованих повторень.
- c) Латинський квадрат.
- d) Латинський прямокутник.

136. Для чого використовують рекогносцирувальні посіви:

- a) Для визначення варіювання родючості ґрунту.
- b) Для визначення впливу сорту на врожайність культури.
- c) Для зниження засміченості полів.
- d) Для зниження фітопатогенної мікрофлори на полі.

137. Що називають варіюванням:

- a) Застосування різних доз добрив в досліді.
- b) Здатність одних рослин відрізнятися від інших.
- c) Вплив неконтрольованих факторів.
- d) Мінливість властивостей рослин і їх місця існування.

138. Яким символом позначається дисперсія:

- a) S.
- b) S^2 .
- c) V.
- d) N.

139. Яка з моделей дисперсійного аналізу відноситься до методу рендомізованих повторень:

- a) $= C_v C_y + C_p + C_z.$
- b) $= C_v C_y + C_p + C_t + C_z.$
- c) $= C_v C_y + C_z.$
- d) $= C_a C_y + C_b + C_{ab} + C_p + C_z.$

140. Яка з моделей дисперсійного аналізу відноситься до двохфакторного дослідження:

- a) $= C_v C_y + C_p + C_z.$
- b) $= C_v C_y + C_p + C_t + C_z.$
- c) $= C_v C_y + C_z.$
- d) $= C_a C_y + C_b + C_{ab} + C_p + C_z.$

141. Який з position-independent word знаходиться формулою:

- a) Стандартне відхилення.
- b) Коефіцієнт варіації.
- c) Допустима відносна помилка.
- d) Обсяг вибірки.

142. Який з position-independent word знаходиться формулою:

- a) Керівник певної точки.
- b) Найбільший істотний результат.
- c) Найменша істотна різниця.
- d) Найбільша середня різниця.

143. Яка буде ступінь варіації ознак при $V = 12\%$:

- a) Слабка.
- b) Сильна.

- c) Середня.
- d) Дуже сильна.

144. Яка буде ступінь варіації ознак при $V = 35\%$:

- a) Слабка.
- b) Сильна.
- c) Середня.
- d) Дуже сильна.

145. Яка проявляється форма кореляції, коли при збільшенні одних ознак відповідно збільшуються інші ознаки:

- a) Криволінійна.
- b) Прямолінійний.
- c) Якісна.
- d) Кількісна.

146. Коли досліджується зв'язок між двома ознаками, то це кореляція:

- a) Проста.
- b) Множинна.
- c) Середня.
- d) Проміжна.

147. Ступінь і особливості зміни одного з ознак (X) на одиницю іншого (Y) – це:

- a) Кореляція.
- b) Варіація.
- c) Дисперсія.
- d) Регресія.

148. Метод досліджень за допомогою якого судження ведуть від

фактів до конкретних висновків:

- a) Індукція.
- b) Аналіз.
- c) Продукція.
- d) Абстракція.

149. Перевірка гіпотези про належність «сумнівного» варіанта до сукупності у малих вибірках здійснюється по критерію:

- a) Сау.
- b) Дау.
- c) Тау.
- d) Нау.

150. Які використовують частоти при оцінці відповідності по критерію Пірсона:

- a) Фактичні та теоретично очікувані.
- b) Практичні та теоретичні.
- c) Загальнонаукові та фактичні.
- d) Емпіричні та критичні.

151. Якщо фактичне значення критерію Пірсона менше теоретичного то нульова гіпотеза:

- a) Відхиляється.
- b) Приймається.
- c) Заперечується.
- d) Не приймається.

152. Якщо фактичне значення критерію Пірсона більше теоретичного то нульова гіпотеза:

- a) Відхиляється.

- b) Не заперечується.
- c) Бракується.
- d) Приймається.

153. В луківництві виділяють такі види польових дослідів:

- a) Лабораторно - польові, вегетативні.
- b) Лабораторно – польові, польові у виробничих умовах.
- c) Вегетативні, польові у виробничих умовах.
- d) Експедиційні, вегетативні.

154. При внутрізагінному розміщенні схеми досліду використовують такі методи:

- a) Метод 1 в, Метод 1 к, метод 1 а.
- b) Метод 1 г, метод 1 д, метод 1 в.
- c) Метод 1 а, метод 1 б, метод 1 в.
- d) Метод 1 г, метод 1 в, метод 1 з.

155. Система узагальнених знань, пояснення певних явищ дійсності це:

- a) Практика.
- b) Теорія.
- c) Дослідження.
- d) Експеримент.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Абсолютне - те, що існує через себе, отже самостійне, безумовне за своєю суттю і безвідносно до будь-чого, незалежне, алей «досконале», «логічно завершене».

Абсолютний контроль – додатковий контроль, в якому повністю відсутнє використання фактору, що досліджується.

Абстрагування - прийом мислення, що передбачає відображення в людській свідомості предметів і явищ об'єктивної дійсності, мисленого відокремлення від їхніх другорядних властивостей і відносин та виділення загальної ознаки, що характеризує клас предметів.

Академік - академічне звання дійсних членів НАН та галузевих академій України: найвище вчене звання, яке мають особи, обрані до Академій наук.

Аксіома - твердження, положення, що приймаються без доведення.

Актуальність теми - сучасність, злободенність, важливість будь-чого на даний момент і в даній ситуації для вирішення даної проблеми.

Алгоритм - система правил для розв'язування певного типу задач.

Альтруїзм - етичний принцип, що полягає в безкорисливому прагненні до діяльності на благо інших в протилежність егоїзму.

Аналіз - розчленування цілого на складові частини (сторони, ознаки, властивості, відносин) з метою їх детального вивчення.

Аналогія - міркування, в яких із подібності двох об'єктів за окремими ознаками робиться висновок про їх подібність і по інших ознаках. Використовується при висуненні гіпотез, дає поштовх до висловлювання припущень.

Анкетування - один із засобів письмового опитування значної кількості респондентів за повною схемою анкети або опитувального листа.

Анотація - короткі відомості про книгу, статтю, монографію.

Апорія - суперечність в міркуванні, яка здається непереборною.

Аспект - точка зору, за якою розглядається об'єкт дослідження.

Аспектація - пошук оптимального вигляду наукової роботи.

Валідність - критерії оцінки якості тексту.

Варіанти досліду – це умови, які створюються під впливом окремих заходів агротехніки або окремих технологій, різний набір сортів чи гібридів, різні ґрунти або схили, котрі істотно відрізняються між собою.

Варіанти називаються дослідними, в яких вивчаються нові або малопоширені і на даний час недостатньо вивчені заходи агротехніки, сорти чи гібриди тощо.

Верифікація - перевірка, емпіричне підтвердження теоретичних положень науки шляхом співставлення їх з об'єктом дослідження, даними відчуття та експерименту, це повторюваність результату дослідження.

Визначення - логічна дія, за допомогою якої об'єкт повинен відрізнитися від інших шляхом встановлення його специфічних і типових ознак чи такого розкриття змісту терміна, яке позначає даний об'єкт і замінює опис його властивостей.

Визначення (дефініція) - стисле наукове визначення змісту якогось поняття.

Вимірювання - операція, в основі якої лежить порівняння об'єктів за певними подібними властивостями чи ознаками з використанням кількісних характеристик.

Відображення - загальна властивість матерії, яка полягає в тому, що за певних умов взаємодії одна матеріальна система відтворює у специфічній для неї формі певні сторони іншої системи, яка взаємодіє з нею.

Відчуття-відображення властивостей предметів об'єктивної дійсності, що впливають на органи чуття; як відображення об'єктивних властивостей речей відчуття є засобом пізнання дійсності.

Галузь інформації - це сукупність документованих або публічно оголошених відомостей про відносно самостійні сфери життя і діяльності.

Генезис - процес створення та становлення будь-якого природного чи соціального явища.

Гіпотеза - наукове передбачення, припущення, істинність якого не

визначено, висунуте для пояснення будь-яких явищ, процесів, причин, які зумовлюють даний наслідок.

Гіпотеза – наукове припущення, істинне значення якого є невизначеним.

Гносеологія - вчення про сутність і закономірності пізнання.

Дедукція - форма достовірного умовиводу від загального положення до часткового, в якому висновок про окремі випадки множинної сукупності робиться на основі знання про загальні властивості всієї множини.

Дефініція - коротке визначення змісту якогось поняття.

Довідково-інформаційний фонд - це сукупність упорядкованих первинних документів і довідково-пошукового апарату, призначених для задоволення інформаційних потреб.

Доказ-обґрунтування (встановлення) істинності будь-якого твердження за допомогою інших тверджень, істинність яких доведена.

Дослід – умови, штучно створені дослідником за допомогою використання різних варіацій того фактора, який є об'єктом досліджень з метою виявлення найбільш ефективних.

Дослідна ділянка – земельна площа певного розміру і форми, на якій розміщують лише один з варіантів дослідіду.

Дослідна ділянка у польових дослідідах являє собою земельну площу певного розміру прямокутної форми, на якій розміщується тільки один із варіантів дослідіду.

Дослідна справа в агрономії – це наукова робота, основним завданням якої є розробка теоретичних основ і практичних заходів підвищення родючості ґрунту і продуктивності сільськогосподарських рослин з метою інтенсифікації рослинницької галузі сільськогосподарського виробництва.

Експеримент - апробація досліджуваних явищ в контрольованих, штучно створених умовах.

Задача наукова - теоретична задача, що вимагає встановлення невідомої раніше певної закономірності, властивості чи явища.

Закон - філософська категорія, що відображає істотні, загальні,

необхідні, стійкі, повторювані відношення залежності між предметами і явищами об'єктивної дійсності, що впливають з їхньої сутності.

Засоби науки - методи мислення, емпіричного дослідження, а також технічні засоби.

Збірник - це видання, яке складається із окремих робіт різних авторів, присвячених одному напрямку, але з різних його галузей.

Ідеалізація - конструювання об'єктів, яких немає в дійсності або які практично не здійснились, наділення об'єктів властивостями, які відповідають ідеалу.

Ідея - це продукт людського мислення, форма духовно-пізнавального відображення дійсності, спрямована на її перетворення. В ній відображається не лише об'єкт вивчення, але й усвідомлюється мета та її практичне втілення. Оволодіваючи масами людей, ідея здатна ставати великою перетворюючою матеріальною силою.

Імпліцитно-заплутано, сплутано, опосередковано (міститься в даному міркуванні).

Індукція - метод дослідження та спосіб міркування, при яких загальний висновок будується на основі часткових посилай.

Інтуїція - спроможність безпосереднього розуміння істини. Результати інтуїтивного пізнання з часом логічно доводяться і перевіряються практично.

Інформаційний ринок-це система економічних, організаційних і правових відносин щодо продажу і купівлі інформаційних ресурсів.

Істина - вірне, адекватне відображення предметів і явищ дійсності, відтворення їх так, як вони існують поза межами нашої свідомості. Істина об'єктивна за змістом, але суб'єктивна за формою, як результат діяльності людського мислення.

Каталог алфавітний - система карток з описом видання, розташованих в порядку алфавіту за прізвищем авторів та назвами публікації, незалежно від їхнього змісту.

Каталог предметний - містить дані про наявну літературу з певного

предмета та інформацію про її згруповані за предметними рубриками, які теж розташовані в алфавітному порядку.

Категорія - форма логічного мислення, в якій розкриваються внутрішні, суттєві сторони і відносини досліджуваних предметів. Категорії пов'язані з вирішенням основного питання філософії: відношення мислення та буття. Основні категорії: матерія, свідомість, рух, простір і час, якість і кількість, зміст і форма тощо.

Класифікація - система співпорядкованих понять (класів, об'єктів) будь-якої галузі знання чи діяльності людини, як засіб для встановлення зв'язків між цими поняттями чи класами об'єктів.

Компіляція - наукова праця, яка розроблена на основі запозичених в інших авторів матеріалів без самостійного їх дослідження та обробки.

Контроль виробничий – основний контроль, в якому досліджуваний фактор взятий у нормі, елементи агротехніки, рекомендованій науковими устано-вами для використання у даному регіоні.

Контрольні варіанти порівнюють з дослідними.

Концепція - система поглядів на будь-що, головна думка при визначенні мети та завдань дослідження шляхів його проведення. Проведений задум, конструктивний принцип різних видів діяльності.

Метод дослідження - засіб досягнення мети, пізнання явищ дійсності в їх взаємозв'язку і розвитку. Спосіб відтворення досліджуваного об'єкту або предмету.

Методична достовірність досліду – це чітке дотримання всіх методичних вимог щодо планування досліду, вибору умов і об'єктів досліджень, закладання і проведення досліду, вибору і застосування відповідних методів статистичної обробки даних.

Методологія дослідження - сукупність конкретних прийомів і способів для проведення будь-якого наукового дослідження.

Моделювання - вивчення об'єкту (оригіналу) шляхом створення і дослідження його копії (моделі), яка заміняє оригінал з певних сторін, які

цікавлять пізнання і підлягають вивченню, непрямий, опосередкований метод наукового дослідження.

Монографія - наукове видання, що містить повне і вичерпне всебічне дослідження якоїсь однієї проблеми чи теми.

Наука - система знань об'єктивних законів природи, суспільства і мислення, які отримуються і перетворюються в безпосередню продуктивну силу суспільства в результаті спеціальної діяльності людей.

Наукова діяльність - інтелектуальна творча діяльність, спрямована на отримання і виконання нових знань

Наукова інформація - це одне із загальних понять науки, що означає певні відомості, сукупність якихось даних, знань тощо.

Наукова тема - задача наукового характеру, яка потребує проведення наукового дослідження.

Наукова школа - неформальна творча співдружність в межах будь-якого наукового напрямку висококваліфікованих дослідників, об'єднаних спільністю підходів.

Наукове дослідження - цілеспрямоване вивчення явищ, процесів, аналіз впливу на них різних факторів, а також вивчення взаємодії між явищами з метою отримання переконливо доведених і корисних для науки і практики рішень.

Наукознавство-розділ науки, який вивчає закономірності її функціонування і розвитку, структуру і динаміку наукової діяльності, взаємодію науки з іншими сферами матеріального і духовного життя суспільства

Наукометрія - галузь наукознавства, яка займається статистичними дослідженнями структури і динаміки наукової інформації.

Об'єкт дослідження - процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію і обране для дослідження.

Парадигма - поняття сучасної науки, яке означає особливий спосіб організації наукових знань щодо того чи іншого бачення світу та відповідні

зразки або моделі дослідження. Зміна парадигми розглядається наукою як революція.

Перед розробкою схем дослідів висувають робочі гіпотези. Як правило, у більшості дослідів вони мусять бути науково обґрунтованими і базуватись на результатах попередніх досліджень. І лише іноді, як здогадка, вони можуть виникати з інтуїції дослідника.

Періодичне видання - це журнали, бюлетні та інші видання з різних галузей науки і техніки з викладом матеріалу в популярній доступній формі

Повторення – частина площі дослідів з повним набором варіантів в одній повторності.

Повторність дослідів – кількість ділянок з однаковими варіантами.

Поняття - відображення найбільш суттєвих і властивих предмету чи явищу признаков.

Похибка дослідів – міра різниці між дійсним значенням досліджуваного показника і отриманими результатами досліджень. Похибка дослідів виражена в процентах називається відносною.

Предмет дослідження - все те, що знаходиться в межах об'єкту дослідження у визначеному аспекті пізнання. Це досліджувані з певною метою властивості, ставлення до об'єкту. Конкретне матеріальне явище, що сприймається органами чуття.

Принципи - головні вихідні положення будь-якої теорії, вчення, науки; внутрішні переконання людини, її усталений погляд на те чи інше питання.

Проблема - велика множинність наукових питань майбутніх досліджень; складне теоретичне або практичне питання, що потребує дослідження.

Прогнозування - спеціальне наукове дослідження конкурентних перспектив розвитку будь-якого явища; процес наукового передбачення майбутнього стану предмета чи явища на основі аналізу його минулого й сучасного, систематична, науково-обґрунтована інформація про якісні і кількісні характеристики розвитку цього предмета чи явища в перспективі.

Резюме - короткий висновок, що містить основні положення доповіді,

промови, наукові праці, дискусії.. Вказівка на зміст первинної роботи, гранично лаконічна, може бути у вигляді одного речення. Розміщується в кінці статті і містить інформацію оцінного характеру

Релятивність - відносність людських знань.

Реферат-письмова форма доповіді на певну тему, зміст лише повідомляє про щось, а не переконує в чомусь; інформативне видання, яке визначає короткий виклад змісту наукового дослідження.

Синтез - поєднання раніше виділених частин предмету дослідження в єдине ціле.

Спостереження - це метод цілеспрямованого дослідження об'єктивної дійсності, в тому вигляді, в якому вона існує в природі та суспільстві і доступна безпосередньо для сприйняття людиною без втручання в неї.

Стандарт – контроль, який застосовується при сортовипробуванні. Ним може бути один з найкращих зареєстрованих і поширених у виробництві сортів чи гібридів сільськогосподарських культур.

Стандарт - норма, зразок, мірило.

Стандарти - це нормативні документи, в яких встановлені єдині вимоги до основних властивостей будь-якої продукції або виду робіт.

Статистична достовірність полягає у визначенні істотності різниць між середніми арифметичними або кореляцій чи регресій за допомогою різних статистичних критеріїв.

Судження-це форма думки про певний предмет чи явище.

Схема досліджу – це перелік логічно підібраних варіантів із визначеними контролями, котрі об'єднуються конкретною темою, ідеєю.

Теза - стислий виклад основних положень, наукової праці, статті, доповіді, який передбачає попереднє ознайомлення учасників семінарів, конференцій, симпозіумів з результатами наукового дослідження.

Тема - наукове завдання, яке охоплює визначну галузь наукового дослідження.

Теорія - вчення, система ідей або принципів, висока форма узагальнення

і систематизації знань, спрямованих на визначення того чи іншого явища. Це форма синтетичного знання, в межах якого окремі поняття, гіпотези і закони втрачають колишню автономність і перетворюються на елементи цілісної системи наукових знань.

Теорія - система знань, що описує і пояснює сукупність явищ певної частки дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднувального початку (витоку). Теорія будується на результатах, отриманих на емпіричному рівні досліджень. Теорія має бути ефективною, конструктивною і простою.

Теорія пізнання (гносеологія) - вчення про природу пізнання та його можливості, основні закономірності, форми та методи пізнання людиною навколишньої дійсності.

Точність досліду – величина, обернена відносній похибці.

Узагальнення - логічна дія, в процесі якої здійснюється перехід від одиничного до загального. Узагальнення відбувається шляхом абстрагування при утворенні понять, суджень, теорії.

Умовивід - це така форма мислення, в результаті якої з одного або кількох суджень, що відображають зв'язки і відношення предметів об'єктивної дійсності виводиться нове судження, міркування, нова думка, що містить вже нове знання про досліджувані предмети, явища, процеси.

Уява - психічний процес, що полягає у створенні людиною нових образів, думок, на основі її попереднього досвіду. Особливим видом уяви є мрія.

Факт науковий - реальність, дійсність, складовий елемент основи наукового знання, віддзеркалення об'єктивних властивостей речей і процесів. Характерні властивості наукового факту - новизна, точність, об'єктивність, достовірність. На основі фактів будуються теорії, виводяться закони

Цитата - дослівний уривок з твору, чийсь вислів, що наводиться (письмово чи усно) як підтвердження або заперечення певної думки чи ілюстрації до фактичного матеріалу.

Член-кореспондент - академічне звання, що надається вченому, обраному до складу академічних наук.

ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Щоденник науковця. Іноді його називають польовим журналом, який являє собою розлінований загальний зошит у твердій обкладинці і такого формату, щоб можна було його носити у кишені і користуватись в польових умовах.

Протягом вегетаційного періоду у щоденнику записують все, що стосується досліду:

- місце проведення(область, район, господарство, сівозміна, номер поля);
- схематичний план досліду, повторність, розмір дослідної ділянки, ширина захисних смуг;
- умови проведення досліду(грунт, рельєф, попередники, строки і норми внесення добрив, норма висіву насіння, його якість, строки сівби, стан сходів);
- описується догляд за посівами, методика обліків і спостережень, фіксуються випадки порушення методики та агротехніки; випадки і причини зрідження посівів чи їх знищення, наводяться дані фенологічних спостережень, обліків ураження і пошкодження рослин хворобами і шкідниками;
- облік виключок, врожайності та результатів аналізів якості продукції;
- аналіз фізичного стану та хімічного складу ґрунту;
- подається обробка результатів основних досліджень відповідними методами математичної статистики і наводяться результати економічної ефективності впровадження рекомендованих агротехнічних заходів чи нових перспективних сортів та дається їм енергетична оцінка.

Це далеко не повний зміст щоденника науковця, він може змінюватись залежно від мети та піддослідної культури. Наприклад, для зернових колосових культур, для кукурудзи, цукрових буряків, соняшника у

щоденнику записуються властиві лише цим культурам спостереження, тому їх перелік і форми таблиць для запису будуть різними.

Головна книга досліджу ведеться не в полі, а в лабораторії. У ній подається програма досліджень, у якій мусить бути вказано: тема, методи досліджень та наукове обґрунтування теми; робоча гіпотеза або кілька конкуруючих; схема досліджу з виділеними контролями; розміри дослідних ділянок та ширина захисних смуг; повторність та розміщення варіантів; програма основних обліків та спостережень, строки їх проведення, методика відбирання зразків.

Крім того, у головну книгу переносять із щоденника результати всіх обліків і спостережень. Робоча програма складається на весь період проведення досліджу, тобто на кілька років, а щорічно розробляється та поновлюється план наукової роботи. Основним розділом плану є календарний план, в якому вказуються у хронологічному порядку всі роботи у досліді із зазначенням строку їх проведення. Допоміжною документацією є різні журнали з розробленими формами таблиць для окремих аналізів: визначення основних показ-ників фізичного стану та хімічних властивостей ґрунту, хімічного складу рослин, дегустаційної оцінки продукції тощо.

Важливим документом науковця є річний звіт за науково-дослідну роботу та підсумковий звіт за всю багаторічну роботу в кінці досліджу. У звітах подають тільки значення середніх арифметичних показників по кожному варіанту, а у додатках – дані по по-вторностях з відповідною статистичною обробкою. Важливим розділом звіту є висновки та пропозиції виробництву. Для рекомендацій на впровадження у виробництво кращих варіантів досліджу складаються спеціальні акти. За результатами наукових досліджень пишуть статті і реферати(короткий зміст статті), оформляють дипломні та дисертаційні роботи.

ОСНОВНІ СИМВОЛИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В МЕТОДИЦІ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

X – значення ознаки, що варіює;

\bar{x} – вибіркова середня, середня арифметична;

s^2 – вибіркова дисперсія, середній квадрат;

s – вибіркоче стандартне відхилення, середнє квадратичне відхилення;

V – коефіцієнт варіації, мінливості;

$\sigma_{\bar{x}}$ – похибка вибіркової середньої;

$\sigma_{\bar{x}\%}$ – відносна похибка вибіркової середньої (точність дослід);

d – різниця між вибілковими середніми;

s_d – похибка різниці між вибілковими середніми;

l – кількість варіантів;

n – повторність, об'єм вибірки;

N – загальна кількість спостережень;

S – сума;

C – коригуючий фактор (поправка);

C_y, C_p, C_z – суми квадратів відхилень для певних джерел варіювання;

n – ступінь волі;

P – імовірність;

P_1 – рівень значущості;

t_f – фактичний критерій Ст'юдента;

t_{01}, t_{05} – теоретичний критерій Ст'юдента на 1 або 5 %-му рівнях значущості;

F_f – фактичний критерій Фішера;

p_{01}, p_{05} – процентний критерій Фішера на 1 і 5 %-му рівнях значущості;

$NIIP_{01}, NIIP_{05}$ – найменша істотна різниця на 1 і 5 %-му рівнях значущості;

r – коефіцієнт лінійної кореляції;

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

Базові

1. Горбатенко І. Ю. Основи наукових досліджень. – К. Вища школа. – 2001. – 92 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 361 с.
3. Ковальчук В.В., Мойсеев Л.М. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. – 2 видання перероблене і доповнене. Професіонал. – 2006. – 216 с.
4. Мойсейченко В. Ф. , Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К. Вища школа. – 1994. – 333 с.
5. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К. Вища школа. – 2005. – 344 с.

Допоміжні

6. Петрук В.Г., Володарский Е.Т., Мокін В.Б. Основи науково – дослідної роботи. – Вінниця: Універсум. – 2006. – 143 с.
7. Опря А.Т. Математична статистика. – К.: Урожай. – 1994. – 205 с.
8. Рафалес-Ламарк Э.Э., Николаев В.Г. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов. – К.: Наука думка-1971. – 117 с.
9. Стеченко Д.М. Методологія наукових досліджень. – Підручник. – К.: Знання. – 2005. – 309 с.
10. Ушкаренко В.А. Дисперсионный анализ данных полевого опыта. – Херсон. – 1978. – 117 с.
11. Ушкаренко В.А. Дисперсионный анализ данных пятифакторного опыта Учебное пособие. – Херсон: ХГТ. – 1998. – 77 с.
12. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. -800 с.
13. Власов К.П. Методы исследований и организация экспериментов.-

СПб. : Гуманитарный центр, 2002.- 256 с.

14. Гудвин С.Д. Исследование в психологии: методы и планирование. 3-е изд. –М., 2003. 560 с.

15. Журавлев А. Л. Психология в системе наук. Специфика междисциплинарных исследований в психологии // Психологический журнал. 2002.Т. 11, № 6. – С.83-88

16. Коэн М., Нагель Э. Введение в логику и научный метод.- Челябинск: Социум, 2010. - 655с.

17. Кузнецов И.Н. Научное исследование: Методика проведения и оформление. – М., Дашков, 2004.- 432 с.

18. Ломов Б. Ф. Теория, эксперимент и практика в психологии // Психол. журн. Т. 1. 1980.

19. Лудченко А.А. и др. Основы научных исследований: Учеб. Пособие.- М. : Знания. - 2000 с.

20. Ожиганова Г. В. История психологии: концептуальные подходы и методы исследования. Психологический журнал, 2004. Т.6 №.3.- С.5-16

21. Поппер К. Логика научного исследования: Пер. с англ. / Под общ. ред. В. Н. Садовского. — М.: Республика, 2004. — 447 с. — (Мыслители XX века).

22. Смит Н. Современные системы психологии. – СПб.: Прайм-Еврознак, 2003. – 384 с.

23. Щедровицкий Г.П. Проблемы логики научного исследования и анализ структуры науки . Лекции-доклады на структурно-системном семинаре, июнь-июль 1965 г. // Из архива Г.П.Щедровицкого. Т. 7. М., "Путь", 2004

ДОДАТКИ

Значення критерію t, на 5 та 1% - рівні значимості

Число ступенів свободи	Рівні значимості	
	0,05	0,01
1	2	3
1	12,7	31,6
2	4,30	12,9
3	3,18	8,61
4	2,28	6,86
5	2,57	5,96
6	2,45	5,41
7	2,37	5,04
8	2,31	4,78
9	2,26	4,59
10	2,23	4,44
11	2,20	4,32
12	2,18	4,32
13	2,16	4,22
14	2,15	4,14
15	2,13	4,07
16	2,12	4,02
17	2,11	3,97
18	2,10	3,92
19	2,09	3,88
20	2,09	3,85
21	2,08	3,82
22	2,07	3,79
23	2,07	3,77
24	2,07	3,75

Продовження додатку А

1	2	3
25	2,06	3,73
26	2,06	3,71
27	2,05	3,69
28	2,05	3,67
29	2,05	3,66
30	2,04	3,65

Значення критерію t для 5% та 1% рівнів значимості

Число ступенів свободи	Рівень значимості	
	0,01	0,05
4	0,991	0,955
5	0,916	0,807
6	0,805	0,689
7	0,740	0,610
8	0,683	0,554
9	0,635	0,512
10	0,597	0,477
11	0,566	0,450
12	0,541	0,428
14	0,502	0,395
16	0,472	0,369
18	0,449	0,349
20	0,430	0,334
22	0,414	0,320
24	0,400	0,309
26	0,389	0,299
28	0,378	0,291
30	0,369	0,283

Значення критерію χ^2

Число ступенів свободи	Рівні значимості	
	0,05	0,01
1	3,84	6,63
2	5,99	9,21
3	7,81	11,34
4	9,49	13,28
5	11,07	15,09
6	12,59	16,81
7	14,07	18,48
8	15,51	20,09
9	16,92	21,67
10	18,31	23,21
11	19,68	24,72
12	21,03	26,22
13	22,36	27,69
14	23,68	29,14
15	25,00	30,58
16	26,30	32,00
17	27,59	33,41
18	28,87	34,81
19	30,14	36,19
20	31,41	37,57
21	32,67	38,93
22	33,92	40,29
23	35,17	41,64
24	36,42	42,98
25	37,65	44,31
26	38,89	45,64
27	40,11	46,93
28	41,34	48,28
29	42,56	49,59
30	43,77	50,89

Значення критерію Фішера на 5% рівні значимості

Ступені свободи для меншої дисперсії	Ступені свободи для більшої дисперсії									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	339	241	242
2	18,5	19,00	19,16	19,2	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,3
3	10,1	9,55	9,28	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,81	8,78
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34
9	5,12	4,26	3,86	3,86	3,63	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76
13	4,64	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,94	2,85	2,77	2,70	2,65	2/60
15	4,54	3,60	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2/90	2,74	2,64	2,48	2,43	2,38
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35

Інструкція з використання Програмно-інформаційного комплексу „Agrostat”

На сучасному рівні світової аграрної науки персональні комп'ютери застосовують за трьома напрямками:

1. Використання власного програмного забезпечення, яке створюється з використанням різних мов програмування (*Basic, Pascal, Delphi* та ін.).
2. Застосування спеціальних готових програмних продуктів, які базуються на вирішенні певних статистичних задач (*Statistica, Statgraphics, Systat, SAS* тощо).
3. Проведення розрахунків за допомогою інтегрованих програмних систем математичних розрахунків, математичних і табличних процесорів (*Mathcad, Matlab, Excel* та ін.).

Слід зауважити, що створення власних програм з використанням сучасних мов програмування має певні складнощі, що пов'язані з необхідністю досконалого вивчення мов програмування та комп'ютерної інтерпретації методів прикладної математики. Розповсюдження спеціалізованих програм обмежується їх високою вартістю, вузькою спеціалізацією, відсутністю україномовних або російськомовних версій. Тому авторами у вигляді надбудови до програми *Microsoft Office Excel 2003* з використанням результатів власних досліджень розроблено Програмно-інформаційний комплекс (ПК) „Agrostat”, який дозволяє проводити автономні розрахунки й отримувати результати дисперсійного аналізу однофакторних, двофакторних, трифакторних, чотирифакторних та п'ятифакторних дослідів закладених методами розщеплених ділянок та рендомізованих розщеплених блоків. Задачею користувачів є лише правильне введення вихідних даних, після чого програмний процесор миттєво розраховує всі показники дисперсійного аналізу.

Програмно-інформаційний комплекс „Agrostat” виготовлений у двох версіях: демонстраційній і повній. Демо-версія дозволяє ознайомитись з

основними можливостями програми, а також проводити дисперсійний аналіз однофакторних та двофакторних польових дослідів. За допомогою повної версії ПК „Agrostat” можна виконувати дисперсійний аналіз однофакторних, двофакторних, трифакторних, чотирифакторних, п’ятифакторних дослідів закладених методами розщеплених ділянок та рендомізованих розщеплених блоків.

Для початку роботи з ПК „Agrostat” необхідно перекопіювати всі файли з оригінального диску з програмою на жорсткий диск персонального комп’ютера. Рекомендується розташувати всі елементи програми (папка „Agrostat”) на диск С.

Для проведення розрахунків необхідно увійти до папки „Agrostat” та відкрити файл „Agrostat-menu.xls” (рис. 1).

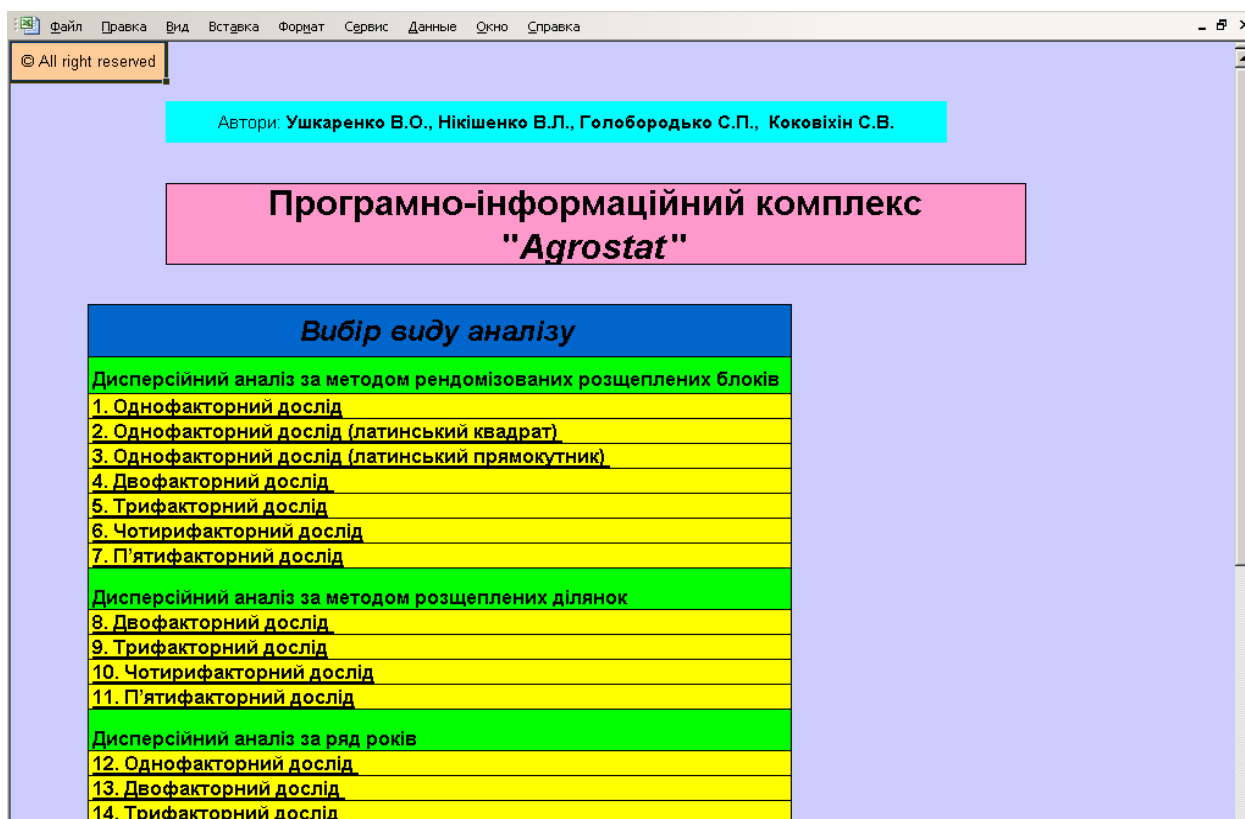


Рис. 1. Зовнішній вигляд Головної сторінки ПК „Agrostat”

Після відкриття Головної сторінки слід обрати вид дисперсійного або кореляційно-регресійного аналізів (однофакторний, двофакторний тощо) до інформаційних блоків яких перехід відбувається шляхом однократного натискування комп’ютерної „миші”.

Розглянемо приклад проведення розрахунків дисперсійного аналізу однофакторного дослідження, який було закладено методом рандомізованих блоків (рис. 2). Максимальний діапазон розрахунків за цим структурним блоком програми складає 30 варіантів за 6 повтореннями.

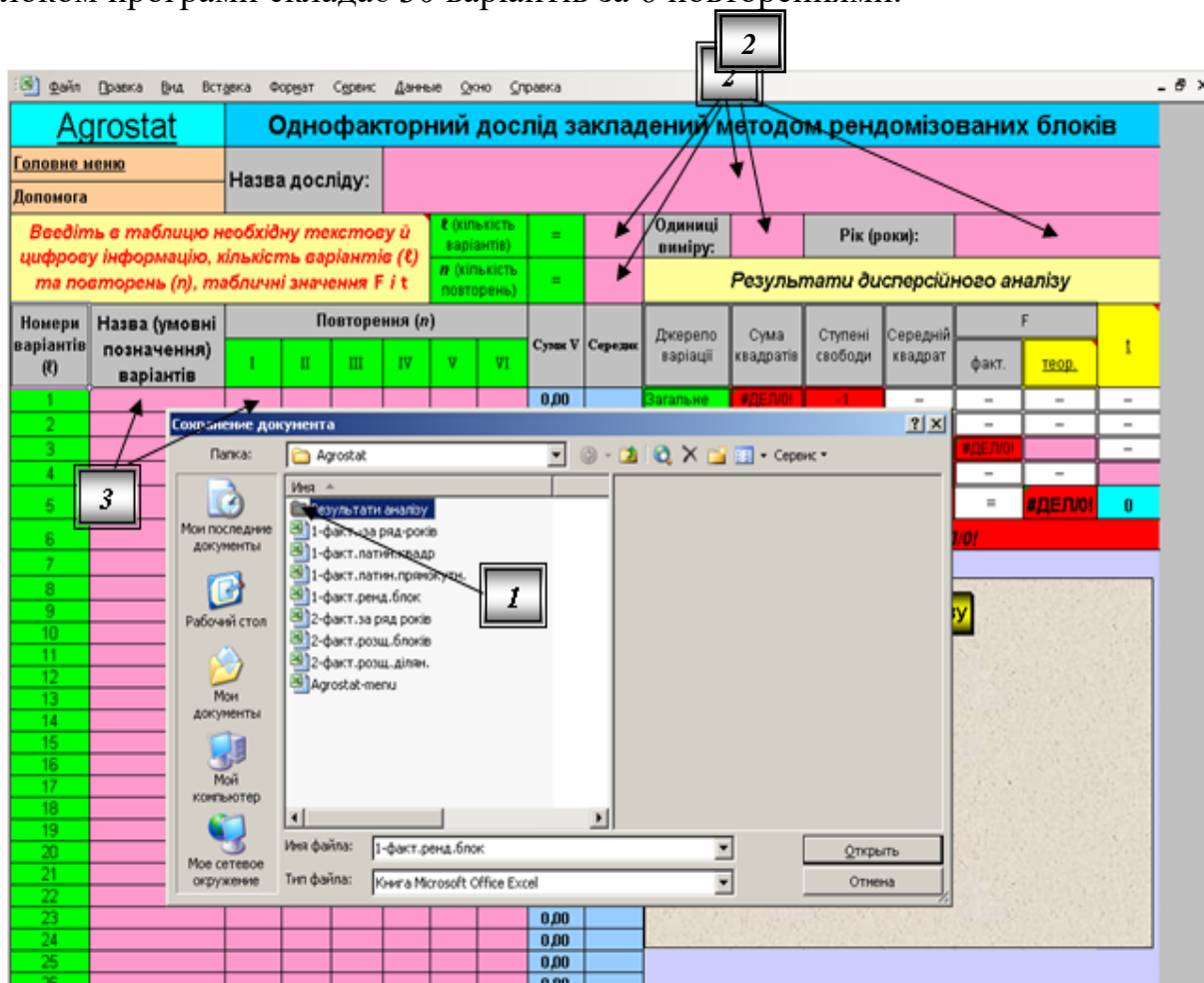


Рис. 2. Порядок проведення дисперсійного аналізу за допомогою ПК „Agrostat” (пояснення в тексті)

Безпосередньо після відкриття цього блоку необхідно провести зберігання файлу з результатами дисперсійного аналізу в папку „Результати аналізу” (1), з присвоєнням йому особистого ім'я, наприклад „1-факт.ренд.блок-Насіння люцерни-2007”. Після зберігання файлу результату дисперсійного аналізу можна розпочати введення необхідної тестової та цифрової інформації (2): назви дослідження, кількості варіантів (l), кількості повторень (n) тощо. Далі проводиться введення текстової інформації щодо найменування варіантів (або їх умовні позначення) та цифровий матеріал за повтореннями (3). Зауважимо, що до графі „Повторення (n)” можна заносити

дані шляхом їхньої вставки з буферу обміну *Microsoft Office*, які були скопійовані з таблиць інших файлів *Excel*, *World*, *Access* та ін. Після завершення введення усіх первинних даних наполегливо рекомендуємо ретельно перевірити точність їх розташування, оскільки від цього повністю залежить точність отриманих результатів (рис. 3).

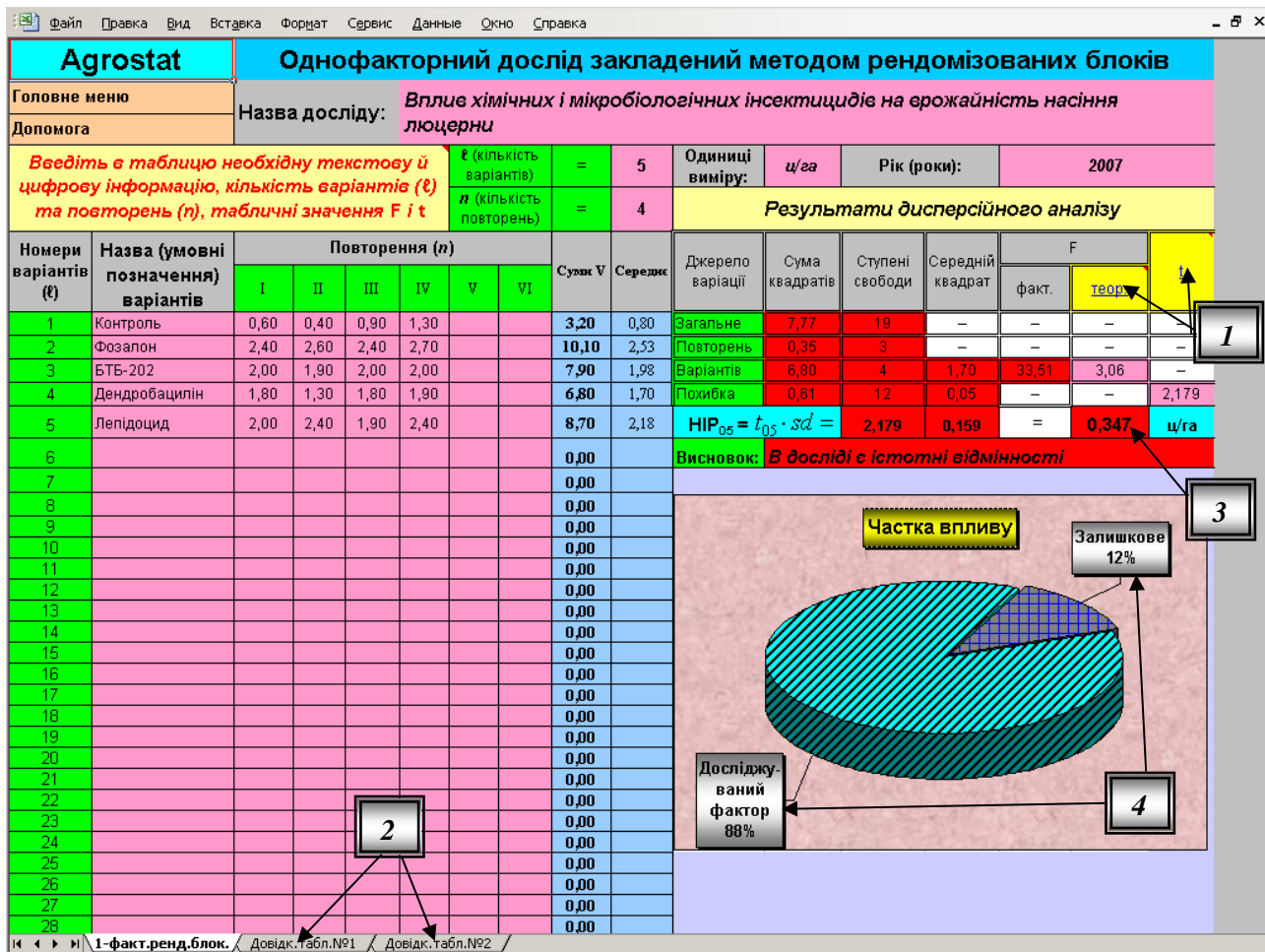


Рис. 3. Результати дисперсійного аналізу ПК „Agrostat”

(пояснення в тексті)

Наступним важливим елементом отримання достовірних результатів аналізу є введення показників критичного значення критерію Фішера F_{05} та значення критерію t-Стюдента при різних рівнях значущості. Ці дані обираються з довідкових таблиць №1 та №2 до яких можна потрапити шляхом натискування миші на посилання (1 і 2). З довідкової таблиці № 1 обирається теоретичне значення F_{05} за схемою: чисельник – ступінь свободи для дисперсії варіантів, знаменник – ступінь свободи для похибки. З довідкової таблиці № 2 обирається теоретичне значення критерію t_{05} залежно

від показника ступенів свободи для похибки. Після закінчення введення усіх даних програма автономно розраховує показник найменшої істотної різниці (HIP_{05}) та діаграму частки впливу фактору на досліджуваний показник (З і 4).

Після проведення дисперсійного аналізу отримані результати можна використовувати для статистичної оцінки результатів досліду, а також копіювати до буферу обміну *Microsoft Office* як окремими блоками, так і в цілому з подальшою вставкою в інші файли і документи.

Таким же чином проводиться дисперсійний аналіз для інших елементів комплексу. Підкреслимо, що для двофакторних дослідів і вище необхідне введення градацій факторів, наприклад для п'ятифакторного – *a, b, c, d, e* (рис. 4).

П'ятифакторний дослід закладений методом розщеплення											Одиниці виміру:		Результат						
Назва досліду: Урожайність насіння люцерни залежно від сорту, режиму зрошення, удобрення, способу с											ц/га								
Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, градацію факторів, кількість повторень (n), табличні значення F і t																			
Фактори					Повторення (n)						Сума V	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	S				
A	B	C	D	E	I	II	III	IV	V	VI									
1	1	1	1	1	2,12	1,98	2,02	2,10				8,22	2,06	Загальне (C _y)	407,219				
			2	3,05	2,92	3,15	3,18					12,30	3,08	Повторень (C _p)	0,065				
			3	5,30	5,25	5,27	5,17					20,99	5,25	Фактор А	2,993				
			Сума D ₁	10,47	10,15	10,44	10,45	0,00	0,00			41,51	3,46	Похибки I (C _{2y})	0,007				
			1	2,76	2,80	2,82	2,90					11,28	2,82	Фактор В	1,870				
			2	3,57	3,62	3,67	3,59					14,45	3,61	Взаємодії АВ	0,043				
	2	2	2	1	2,76	2,80	2,82	2,90						26,88	6,72	Похибки II (C _{2z})	0,004		
				2	3,57	3,62	3,67	3,59							52,61	4,38	Фактор С	75,163	
				3	6,45	6,90	6,72	6,81							0,00		Взаємодії АС	0,029	
				Сума D ₂	12,78	13,32	13,21	13,30	0,00	0,00			0,00	0,00	Взаємодії ВС	0,0006			
				1											0,00		Взаємодії АВС	0,009	
				2											0,00		Похибки III (C _{2xy})	0,032	
Сума С ₁					23,25	23,47	23,65	23,75	0,00	0,00	94,12	3,92	Фактор D	10,646					
1	1	2	1	1	1,76	1,82	1,80	1,78				7,16	1,79	Взаємодії AD	0,003				
			2	2,17	2,28	2,20	2,32						8,97	2,24	Взаємодії BD	1,082			
			3	3,50	3,52	3,48	3,51						14,01	3,50	Взаємодії CD	0,268			
			Сума D ₁	7,43	7,62	7,48	7,61	0,00	0,00			30,14	2,51	Взаємодії ABD	0,056				
			1	1,98	2,16	2,21	2,13							8,48	2,12	Взаємодії ACD	0,047		
			2	2,45	2,52	2,48	2,30							9,75	2,44	Взаємодії BCD	1,250		
	2	2	3	1	4,12	4,27	4,18	4,15						16,72	4,18	Взаємодії ABCD	0,001		
				2	8,55	8,95	8,87	8,58	0,00	0,00					34,95	2,91	Похибки IV (C _{2yz})	0,113	
				3											0,00		Фактор E	278,621	
				Сума D ₂											0,00		Взаємодії AE	0,239	
				1											0,00		Взаємодії BE	1,040	
				2											0,00		Взаємодії CE		

Рис. 4. Приклад проведення дисперсійного аналізу п'ятифакторного досліду за допомогою ПК „Agrostat”

Ще однією особливістю є проведення дисперсійного аналізу за ряд років досліджень з метою отримання середніх статистичних показників. Для

цього використовується коефіцієнт k , який дорівнює кількості років досліджень. За іншими елементами дисперсійний аналіз проводиться за правилами які розглянуті вище.

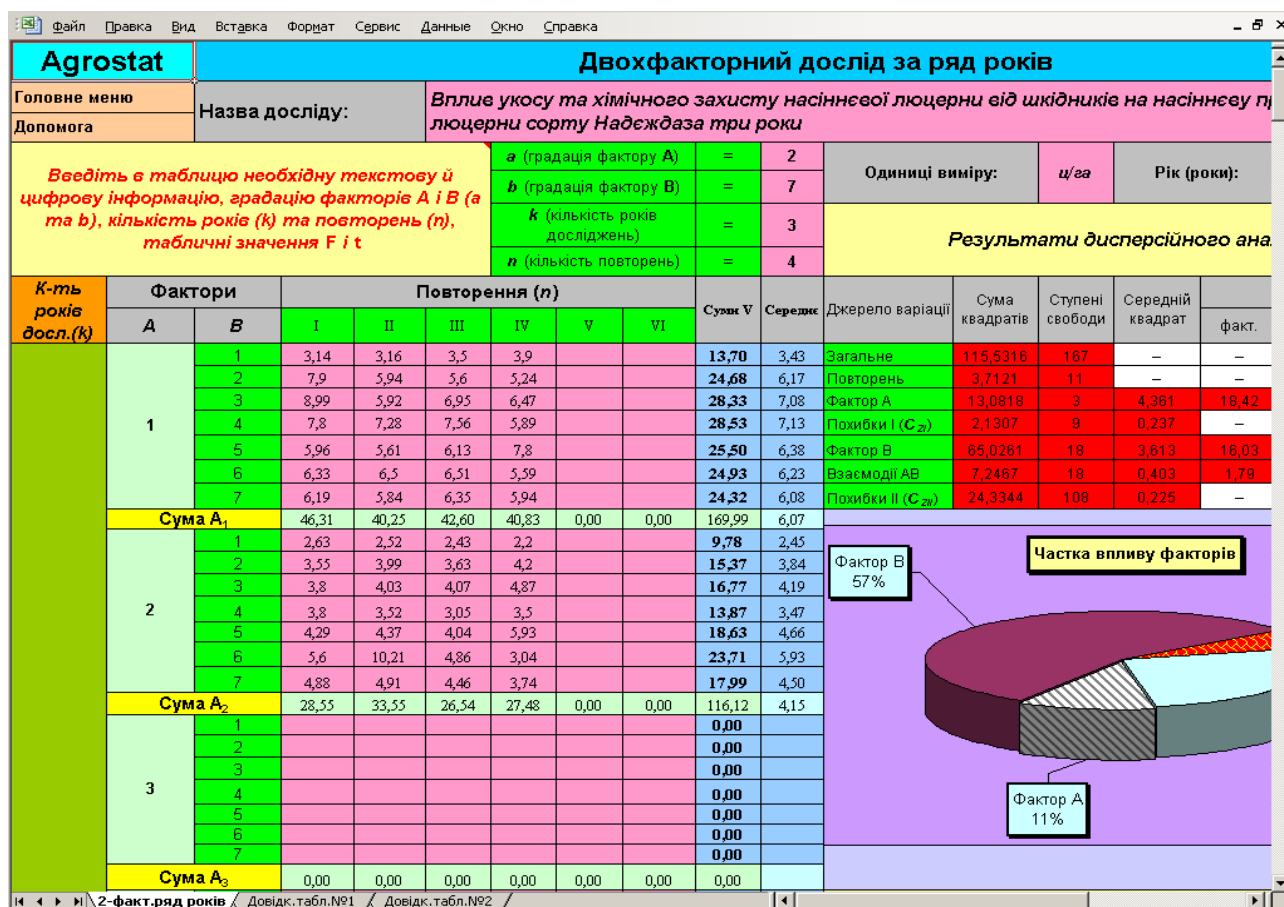


Рис. 5. Особливість проведення дисперсійного аналізу в ПК

„Agrostat” досліджень за ряд років з введенням коефіцієнту k

Таким чином, розроблений програмно-інформаційний комплекс „Agrostat” дозволяє проводити дисперсійний аналіз результатів досліджень закладених методами рендомізованих розщеплених блоків і розщеплених ділянок. Створене програмне забезпечення значно розширює можливості використання дисперсійного та кореляційного методів, суттєво прискорює процес розрахунків, дозволяє значно збільшити обсяги оброблених даних, забезпечує високу точність одержаних результатів.

Навчальне видання

Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О.
Методика наукових досліджень в агрономії
Навчальний посібник

Підписано до друку . . .Формат 30х42/4.

Папір офсетний. Ризографія. Арк. 18,6.

Обл.-вид. арк. 2,5. Тираж 100 прим. Зам. ____.

Підготовлено до друку та видруковано
у вищому навчальному закладі
«Вінницький національний аграрний університет»
21000, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3