



НАВЧАЛЬНІ ВИДАННЯ

Марков І.Л, Пасічник Л.П., Гентош Д.Т.

ПРАКТИКУМ ІЗ ОСНОВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗАХИСТІ РОСЛИН

Навчальний посібник

4-тє видання, доповнене і перероблене

Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т.

**ПРАКТИКУМ
ІЗ ОСНОВ НАУКОВИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ
У ЗАХИСТІ РОСЛИН**

Навчальний посібник

4-те видання, доповнене і перероблене

Київ
2024

УДК 632.9.001.4. (075.8)

М 25

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного Університету Біоресурсів і Природокористування України
(Протокол № 4 від 22 жовтня 2024 р.)*

Рецензенти:

Доля М.М. доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ентомології, інтегрованог захисту та карантину рослин Національного університету біоресурсів і природокористування України

Федоренко В.П. доктор біологічних наук, професор, академік НААН України (головний науковий співробітник Лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників, Інституту захисту рослин НААН України

Ключевич М.М. доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів Державного університету "Житомирська політехніка"

М 25 Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : Навчальний посібник. /І.Л. Марков, Л.П Пасічник, Д.Т. Гентош – Київ : НУБіП України, 2024. – 309 с.

ISBN

Відповідно до програми навчальної дисципліни «Основи наукових досліджень у захисті рослин» у практикумі коротко викладено теоретичний курс та лабораторні заняття із основ наукових досліджень у захисті рослин. Висвітлені сучасні методи планування експерименту, спостережень і обліків, підготовки земельної ділянки, постановки та проведення дослідів, особливості статистичної обробки отриманих результатів досліджень. З кожної теми наведені конкретні завдання і задачі.

Для підготовки фахівців в аграрних вищих навчальних закладах II-IV рівнів акредитації з напрямку „Захист рослин”.

Може бути корисним для магістрів, аспірантів, наукових співробітників, спеціалістів сільськогосподарських підприємств, фермерів

УДК 632.9.001.4. (075.8)

© Марков І.Л, Пасічник Л.П.,

Гентош Д.Т. 2024

© НУБіП України, 2024

ISBN

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Марков Іван Лукич.



Кандидат біологічних наук, професор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України). Опублікував понад 300 друкованих праць. Автор навчальних посібників «Практикум із сільськогосподарської фітопатології», «Курс лекцій з дисципліни «Мікологічні і фітопатологічні методи експериментальних досліджень», співавтор монографій: тритомного видання «Болезнисельскохозяйственных культур», «Хвороби і шкідники картоплі», «Карантинні шкідливі організми», «Технологія вирощування і захисту ріпаку»; науково-практичних рекомендацій: «Технологія вирощування ріпаку», «Рекомендації до інтенсивної технології вирощування ріпаку», щорічного науково-практичного видання Мінагрополітики України «Прогноз фітосанітарного стану агроценозів та рекомендації щодо захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб та бур'янів у господарствах України». Електронна адреса:



Пасічник Лариса Петрівна

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Напрямок наукових досліджень: прогноз розвитку головних шкідників сільськогосподарських культур. Наукові інтереси пов'язані з ентомологією та захистом рослин. Викладає дисципліни «Сільськогосподарська ентомологія», Електронна адреса: Pasichnikl@ukr.net



Гентош Дмитро Тарасович

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України. В колі наукових інтересів – фітопатологія, імунітет рослин, прогноз розвитку хвороб, методологія та організація наукових досліджень у захисті рослин, комплексні системи захисту рослин тощо. Гентош Д.Т. має опубліковано біля 175 друкованих праць. Є співавтором 3 монографій, 2 підручників, 2 посібників, 36 методичних розробок, 1 патент, 1 авторське свідоцтва.

Електронна адреса dgentosh@ukr.net.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1. ФОРМИ І ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ	8
Список використаної літератури до розділу 1.	11
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАУКРВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ПРОВЕДЕНЬ	12
2.1. Класифікація наукових досліджень	12
2.2. Методи проведення наукових досліджень.	14
2.3. Польовий дослід (експеримент) та вимоги щодо його проведення	18
2.4. Похибки дослідів.	20
Список використаної літератури до розділу 2.	21
РОЗДІЛ 3. ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
Заняття 1. Загальні положення, принципи і вимоги до планування досліджень	23
Заняття 2. Основні елементи методики і техніки експерименту	30
Заняття 3. Орієнтація ділянок і способи розміщення варіантів	46
Заняття 4. Планування, складання схеми і структури дослду	59
Заняття 5. Визначення необхідної кількості спостережень та обліків у польовому досліді	72
Заняття 6. Особливості планування польових дослідів по селекції та імунітету сільськогосподарських рослин	82
Заняття 7. Ведення дослідної документації, складання наукового звіту і рекомендацій виробництву	92
Список використаної літератури до розділу 3.	101
РОЗДІЛ 4.. СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ	103
Заняття 8. Генеральна сукупність. Кількісна та якісна мінливість, їх статистичні показники і графічне зображення	103
Заняття 9. Статистичні методи перевірки гіпотез	129
Заняття 10. Дисперсійний аналіз експериментальних даних	148
Заняття 11. Дисперсійний аналіз результатів багатофакторних	167
Заняття 12. Використання методу χ^2 - квадрат при обчисленні токсикологічних та інших завдань у захисті рослин	186
Заняття 13. Кореляція і регресія	196
Проста лінійна кореляція	196
Множинні лінійні кореляції	198
Криволінійна кореляція	200
Коварація	201
Заняття 14. Пробіт - аналіз	242
Список використаної літератури до розділу 4.	253

РОЗДІЛ 5. ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	254
5.1. Загальні положення	254
5.2. Тематика кваліфікаційних робіт	255
5.3. Функції керівника і студента	258
5.4. Зміст та орієнтовна структура кваліфікаційної роботи	260
5.5. Оформлення кваліфікаційної роботи. Загальні вимоги	271
5.6. Відгук керівника та рецензія на кваліфікаційну роботу	278
5.7. Порядок перевірки кваліфікаційних робіт на наявність плагуату	279
5.8. Підготовка презентації до захисту кваліфікаційної роботи	280
5.9. Захист кваліфікаційної роботи	281
Список використаної літератури до розділу 5	283
Стилий показчик символів	284
Додатки	284
Додаток 1. 1.1. Значення $\sqrt[4]{n}$ для визначення коефіцієнтів варіації площі ділянки	286
1.2. Коефіцієнти (K) Пірсона для наближеного розрахунку стандартного відхилення із розмаху варіювання $s = KR$	286
Додаток 2. Робочий план науково - дослідної роботи (НДР)	287
Додаток 3. Календарний план виконання науково – дослідної роботи по темі «Ефективність нових протруйників проти хвороб озимої пшениці»	288
Додаток 4. Значення критерію t на 5, 1 і 0,1% рівні значимості	290
Додаток 5. Значення критерію F на 5%-му рівні значимості (вірогідність 95%)	291
Додаток 6. Значення критерію χ^2	293
Додаток 7. Таблиця перетворення процентів загибелі комах у пробіти	294
Додаток 8. Кути, відповідні процентам: кут - арксинус $\sqrt{\%}$	295
Додаток 9. Технологічні операції по захисту рослин при вирощуванні окремих сільськогосподарських культур	298
Додаток 10. Заява на випуск бакалаврську роботу	300
Додаток 11. Картка кваліфікаційної роботи	301
Додаток 12. Титульний аркуш	302
Додаток 13. Завдання на випуск бакалаврську роботу студенту	303
Додаток 14. Відгук на бакалаврську кваліфікаційну роботу студента	305
Додаток 15. Рецензія на бакалаврську кваліфікаційну роботу студента	306
Список використаної літератури	307

ПЕРЕДМОВА

Упровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, в яких інтегрований захист рослин від шкідливих організмів відіграє велику роль у підвищенні продуктивності культури і поліпшенні якості врожаю, вимагає від спеціаліста не лише відповідної підготовки, але й знання основних сучасних методів дослідної справи.

Якісно новий етап розвитку досліджень в області захисту рослин відбувається при переводі його на екологічну основу і вимагає обґрунтованого, технічно грамотного управління фітосанітарним станом агроценозів. Стратегія захисту рослин базується на високій агротехніці, максимальному використанні природних сил агроценозів, підвищенні стійкості сільськогосподарських культур до хвороб і шкідників, розширеному застосуванню біологічного методу, раціональному використанні хімічних засобів.

З урахуванням цього професійна підготовка фахівця із захисту рослин передбачає: уміння проводити на високому науково-методичному рівні польові та лабораторні дослідження з вивчення біологічних особливостей шкідливих організмів та ефективності засобів захисту рослин, а на підставі аналізу отриманих експериментальних даних прогнозувати ступінь шкідливості шкідників, хвороб і бур'янів, розробляти та здійснювати плани з інтегрованих систем захисту рослин.

Знання загальних принципів та етапів планування експерименту відповідно до конкретних умов господарства з урахуванням його ґрунтово-кліматичних особливостей і технічної енергоозброєності допоможе уникнути похибок під час проведення досліджень та узагальненні експериментальних даних.

Мета вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень у захисті рослин» - формування у студента системи знань і навичок з методики проведення агробіологічних досліджень, систематизації, аналізу й оцінки одержаних результатів, оформлення наукової роботи, авторських прав та наукової документації.

Оволодіння науковими методами аналізу постійно зростаючого потоку науково-технічної інформації дасть змогу майбутнім фахівцям самостійно приймати правильні рішення на виробництві або в науковій установі по тій чи іншій проблемі в області захисту рослин, брати участь у пропаганді та впровадженні наукових досягнень і передового досвіду в сільськогосподарське виробництво, сприяти успішному рішення найважливіших наукових і науково-технічних завдань.

Завдання предмета «Основи наукових досліджень у захисті рослин» – навчити студентів основним методам проведення експерименту: оволодіти загальні принципи й етапи планування та вимоги, які пред'являються до постановки і проведення дослідів в області захисту рослин; оволодіти

основами статистичної обробки результатів досліджень тощо. Особлива увага приділена плануванню схеми досліджу, способам розміщення варіантів на дослідній ділянці, освоєнню методів статистичної обробки результатів наукових досліджень. Всі ці теоретичні питання висвітлюються в лекційному курсі.

Практикум надає допомогу студентам під час вивчення дисципліни самостійно опанувати теоретичний курс, оволодіти науковим методом розуміння, поглибленого, творчого засвоєння навчального матеріалу та постійно зростаючого потоку науково-технічної інформації, освіти методики й техніку постановки наукових досліджень і впровадження їх на практиці, освоїти статистичні методи перевірки гіпотез; обраховувати основні показники кількісної та якісної мінливості; набути навичок графічного зображення розподілу цих ознак; оволодіти методами дисперсійного аналізу експериментальних даних одно- і багатофакторного дослідів; методами кореляційного і регресійного аналізів кількісних і якісних відмін між явищами, що вивчаються в досліді; визначенню причинно-слідчих зв'язків, які викликають ці відміни; методами пробіт-аналізу тощо.

У кінці кожного розділу посібника наведені завдання, які виконуються студентом індивідуально.

Практикум може бути також використаний для самостійної роботи студентів при підготовці до лабораторних занять. Для цього на початку кожного завдання вказана мета, методичні рекомендації щодо виконання завдань і послідовність обчислювальних операцій, розроблено кілька варіантів, що забезпечує індивідуальну роботу студента.

В кінці кожної теми даються контрольні запитання та завдання., наведені приклади тестових завдань.

При написанні розділів підручника враховані терміни та визначення понять згідно ДСТУ 4756:2007, які адаптовані до міжнародних стандартів: ISO, EN, IEC та ін.

РОЗДІЛ 1. ФОРМИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО - ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Підготовка висококваліфікованих фахівців в області захисту неможлива без широкого виявлення і розвитку творчих здібностей студентів. У сучасних умовах бурхливого розвитку науково-технічної революції, інтенсивного збільшення обсягу наукової і науково-технічної інформації, швидкої змінюваності і відновлення знань особливого значення набуває підготовка у вищій школі кваліфікованих фахівців, що мають високу загальнонаукову і професійну підготовку, здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробничий процес новітніх прогресивних технологій. Тому з перших років навчання студенти повинні втягуватися в дослідницьку роботу, брати участь у впровадженні її результатів у виробництво. Тільки так можна виховати справжніх учених, фахівців, що мислять творчо.

Науково-дослідна робота студентів (НДРС) в аграрних університетах - це система, яка основана на тісній єдності навчальної, наукової та виховної роботи.

Основними завданнями НДРС при підготовці фахівців із захисту рослин є :

- оволодіння науковим методом розуміння, поглибленого, творчого засвоєння навчального матеріалу та постійно зростаючого потоку науково-технічної інформації в області захисту рослин;
- освоєння методики й техніки наукових досліджень і впровадження їх на практиці;
- навчання методам і прийомам, які необхідні для прийняття самостійного рішення на виробництві або в науковій установі;
- сприяння успішному рішенню найважливіших наукових і науковотехнічних завдань із спеціальності «Захист рослин»;
- участь у пропаганді та впровадженні наукових досягнень і передового досвіду в сільськогосподарському виробництві.

Система НДРС є найважливішою базою для підготовки фахівців із захисту рослин, здібних забезпечити дальший прогрес науки і виробництва. Вона передбачає розширення й поглиблення наукових знань і практичних навиків у студентів у процесі навчання, більш глибоке виявлення їх інтересів і схильностей, розвиток здібностей до наукового аналізу і правильному орієнтуванні в конкретних умовах.

Так, на факультеті захисту рослин НУБіП України об'єкти досліджень, які досліджуються студентами, тісно поєднані перш за все з розробкою і впровадженням інтегрованих систем захисту рослин - головного напрямку наукових досліджень і виробництва на сучасному етапі, яка передбачає визначення економічних порогів шкідливості (ЕПШ) в конкретних умовах виробництва, вивчення видового складу та біології природних ворогів сільськогосподарських шкідників і патогенів рослин, вивчення рівня їх ефективності; виявлення основних напрямів використання біологічно активних речовин; вивчення стійкості сортів і ліній сільськогосподарських

культур до шкідників і хвороб; визначення біологічної, господарської й економічної ефективності різних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб.

Ворганізації НДРС можна виділити такі основні напрями роботи з держбюджетної і госпдоговірної тематики :

- на кафедрі під керівництвом викладачів.
- у науково-дослідній або галузевій проблемній лабораторії кафедри чи інституту під керівництвом викладача і наукового керівника.
- у лабораторіях захисту рослин інститутів УААН під керівництвом наукових співробітників і викладачів кафедри.
- у виробничих підрозділах системи захисту рослин (районних інспекціях із захисту рослин, біолабораторіях, біофабриках, державних інспекціях із карантину рослин) і господарствах різних форм власності під керівництвом викладачів кафедр і спеціалістів виробництва.
- у виробничих підрозділах навчального закладу під керівництвом викладачів кафедр.

Початковим етапом досліджень повинні бути патентний пошук і аналітичний огляд літератури, лабораторні досліди, кінцевим етапом - результати виробничих випробувань, що виражені в показниках господарської й економічної ефективності захисних заходів.

Враховуючи специфіку і характер навчального процесу, на факультетах захисту рослин науково-дослідна робота студентів може здійснюватись у різних формах. Найбільш важливою із них є науково-дослідна робота, яка передбачена навчальним планом і включена в навчальний процес, а також робота, яка виконується за межами навчального закладу.

Методичним забезпеченням НДРС служать комплексно-цільові програми, які розроблені на основі ОПП і ОКХ ОКР „Бакалавр” із спеціальності „Захист рослин”. Комплексно-цільові програми НДРС здійснюються у два етапи і передбачають виконання наукових досліджень протягом всього періоду навчання студентів у вузі, починаючи з першого року.

На першому етапі НДРС беруть участь студенти 1 - 2 курсів, на другому - студенти старших курсів. Таким чином, запроваджені форми науково-дослідної роботи студентів базуються на принципі послідовності навчального процесу протягом всього періоду навчання.

Представляє інтерес організація науково-дослідної роботи студентів у НУБіП України. У вузі є комплексні навчальні плани організацій НДРС на весь період навчання, у яких передбачені всі форми навчання. Це сприяє тому, що понад дві третини студентів факультету захисту рослин НУБіП України стаціонарного навчання беруть участь у науково-дослідній роботі.

Основна частина НДРС проводиться у позаучбовий час. В навчальній програмі передбачено по 4 години на місяць на II-IV курсах для проведення лише організаційних завдань і методичних занять (виготовлення живильних середовищ для вирощування збудників захворювань, монтування комах, фіксація матеріалу та інше), заслуховують звіти.

Керують НДРС кафедр провідні викладачі факультету. Кафедральні організації об'єднані у факультетську, яка підлягає Раді НДРС університету.

Студентське наукове товариство (СНТ) є складовою організаційною частиною НДРС, яка охоплює дослідну роботу студентів у гуртках загальноосвітніх кафедр (ботаніки, фізики, іноземних мов, філософії та інших). Тут студенти молодших курсів знайомляться з основними напрямками досліджень у певній галузі, вибирають тему, роблять доповіді на гуртках і конференціях. У ряді випадків робота СНТ проводиться разом із НДРС. Наприклад, сумісна робота проводиться на кафедрах ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту та карантину рослин.

Щорічно на загально університетських науково-практичних конференціях заслуховуються кращі наукові роботи, реферати і доповіді студентів, які попередньо були заслухані на засіданнях наукових студентських гуртків кафедр. Найбільш важливі і цікаві повідомлення нагороджуються грамотами і цінними подарунками. Кращі роботи посилаються на конкурси студентських робіт, які організовуються міським, обласним або державним науково-технічним товариством (НТТ).

Дані НДРС, які мають наукову або практичну цінність, використовуються під час підготовки дипломних робіт, а також публікуються в співавторстві зі своїми керівниками у збірниках наукових праць вузу та інших наукових виданнях із захисту рослин.

Елементи навчально-дослідної роботи студентів НДРС широко використовуються при вивченні спеціальних і профілюючих дисциплін. У курсах загальної і сільськогосподарської фітопатології й ентомології, біологічного захисту рослин, вивчення всіх розділів систематики шкідливих і корисних організмів, а також їх біології будується на основі індивідуальних аналізів, виконаних кожним студентом. Такий вид студентської роботи також відноситься до НДРС. У курсі «Основи наукових досліджень у захисті рослин» всі лабораторні заняття присвячені вивченню й освоєнню різних методів математичного аналізу дослідних даних і побудові наукових гіпотез в області захисту рослин.

Багато прийомів досліджень студенти освоюють під час виконання лабораторних занять з імунітету рослин. Вони беруть безпосередню участь у вивченні і виявленні особливостей розвитку збудника захворювання в уражених тканинах рослин, що різняться стійкістю до фітопатогенів. Студенти самостійно роблять мікротомні зрізи, знайомляться з приготуванням і використаннями фіксаторів для гістологічних аналізів, фіксують і аналізують мікроскопічні препарати. З мікротомних зрізів монтують постійні й тимчасові препарати, фарбують їх специфічними барвниками, вивчають під мікроскопом особливості розвитку грибів у тканинах рослин, які характеризуються різною стійкістю до збудників хвороб.

При використанні гістохімічного методу студенти за допомогою різних реактивів визначають у клітинах рослин активність окисно-відновних ферментів (пероксидазу, аскорбіноксидазу, поліфенолоксидазу, дегідрози та

інші). Студенти самостійно вивчають активність ферментів в уражених збудником хвороби клітинах рослин, а також аналізують одержані гістологічні, гістохімічні дані і роблять висновки про характер проявлення у рослин захисних реакцій у відповідь на проникнення і розвиток фітопатогена.

На лабораторно-практичних заняттях із сільськогосподарської фітопатології студенти проводять аналізи на виявлення ураженості сільськогосподарських культур хворобами, зокрема: сноповий аналіз пшениці, бульбовий аналіз картоплі, насінневий аналіз льону, гороху, ріпаку. Студенти індивідуально за допомогою визначників та атласів хвороб вивчають симптоми хвороб, ступінь їх розвитку на різних органах рослин; за отриманими результатами складають рекомендації щодо захисту сільськогосподарських культур від хвороб, роблять висновки про якість отриманої продукції.

НДРС проводиться відповідно до комплексного плану організації науково-дослідної роботи студентів на весь період навчання. На 1му курсі при вивченні дисципліни «Вступ у спеціальність» студентів знайомлять з НДР, проводять конкурс на кращий реферат з теми «Моя спеціальність» і олімпіаду з «Охорони навколишнього середовища», організовують переклади спеціальних текстів з іноземних мов з обговоренням їх у наукових гуртках, роблять відповідні презентації.

На всіх курсах для студентів заплановані предметні олімпіади або конкурси, їх залучають до удосконалення навчально-методичної літератури і виконання лабораторних робіт, а також до виступу з бесідами і науковими доповідями серед учнів шкіл, робітників виробничих підприємств.

Під час проходження виробничої практики студенти виконують експериментальні дослідження, які проводяться як частина науково-дослідної теми кафедри, в якій бере участь студент і закінчуються оформленням випускної бакалаврської чи магістерської роботи, в яких застосовані методики та результати оригінальних наукових дослідів, які мають практичний вихід в ту чи іншу технологію чи у виробництво.

Таким чином, науково-дослідна робота студентів, яка проводиться у різних видах і формах спрямована на набуття самостійних навиків із проведення наукових досліджень, на розвиток творчого мислення, що сприяє покращенню якості підготовки фахівців із захисту рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Марков І.Л. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч. I. Планування експерименту. Методичні вказівки до вивчення дисципліни студентами ОКР „Бакалавр” зі спеціальності – 6.130104 „Захист рослин”. – К.: Вид. центр.НАУ, 2006. – 61 с.
2. Марков І. Л., Шелестова В.С., Завада М. М., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Програма для вищих аграрних навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації спеціальності 7.130104-«Захист рослин». – К.:1997. – 9 с.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ

2.1. Класифікація наукових досліджень

Наукові дослідження беруть свій початок з часів появи людей на землі, коли вони прагнула штучно поліпшити існуючі форми рослин і тварин для свого харчування, покращити свій побут, тому можна сказати, що науковий пошук відбувався на всіх етапах розвитку цивілізації. На сучасному етапі наука це сфера дослідницької діяльності, яка спрямована на одержання нових знань про природу, суспільство. Розвиток науки пов'язаний з розподілом та кооперацією наукової праці, утворенням наукових установ, експериментального й наукового обладнання. Сучасне суспільство у всіх його елементах і видах діяльності пронизане впливом науки і техніки. В наші дні наука все більше стає виробничою силою суспільства.

Наукові дослідження дають можливість всебічно, достовірно вивчити об'єкт, отримати достовірні дані і впровадити у виробництво корисні для людини результати.

Наукові дослідження за даними Горбатенко, Івашиної (2001) класифікуються: *за видами зв'язку з суспільним виробництвом і ступенем важливості для народного господарства; за цільовим призначенням; за джерелами фінансування і тривалістю ведення дослідження.*

За видами зв'язку з суспільним виробництвом наукові дослідження поділяються на роботи: *спрямовані на створення нових технологічних процесів, машин, конструкцій; збільшення ефективності виробництва, покращення умов праці; розвиток особистості людини та ін.*

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

Фундаментальні дослідження направлені на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи, виявлення нових принципів дослідження. Їх метою є розширення наукових знань суспільства, встановлення того, що може бути використано в практичній діяльності людини. Такі дослідження ведуться на межі відомого й невідомого, мають найвищий ступінь невизначеності. Фундаментальні дослідження в умовах сучасного багатства інформації і потреб своєчасного впровадження результатів цих досліджень у життя можуть здійснювати лише великі колективи дослідників. Колективність в науково-дослідній роботі знаходить своє відображення в організації проблемних наукових рад при відповідних науково-дослідних інститутах, в організації розробки комплексних тем вузівськими кафедрами.

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

У результаті прикладних досліджень на основі наукових понять створюються технічні поняття.

Прикладні дослідження, в свою чергу, поділяються на *пошукові, науково-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи*.

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

Науково-дослідницькі дослідження направлені на створення нових технологій, приладів тощо.

Дослідно-конструкторські роботи спрямовані на добір конструктивних характеристик, що визначають логічну основу конструкції.

В результаті фундаментальних і прикладних досліджень формується нова наука та науково-технічна інформація.

Цілеспрямований процес перетворення такої інформації у форму, придатну для освоєння в промисловості або в сільському господарстві, найчастіше називають *розробкою*.

Розробка спрямована на створення нової техніки, матеріалів, технології або удосконалення існуючих. Кінцевою метою розробки є підготовка матеріалів прикладних досліджень до впровадження.

Залежно від джерела фінансування дослідження поділяються на *держбюджетні, госпдоговірні та не фінансовані*.

Держбюджетні наукові дослідження фінансуються з державного бюджету. Госпдоговірні дослідження фінансуються організаціями-замовниками на основі господарських договорів. Такі організації можуть бути як виробничі, так і науково-дослідницькі. Не фінансовані (ініціативні) дослідження проводяться виконавцями за свій рахунок.

Кожну науково-дослідницьку можна віднести до певного напрямку. *Під науковим напрямком* розуміється наука або комплекс наук, у галузі яких ведуться дослідження.

Напрямки розрізняють на: *технічні, біологічні, соціальні, фізико-технічні, історичні, сільськогосподарські та ін.*

Таким чином, основою наукового напрямку є спеціальна наука або ряд спеціальних наук, що входять у ту чи іншу наукову галузь, а також спеціальні методи дослідження і технічні пристрої.

Структурними дослідженнями наукового напрямку є *комплексні проблеми, теми і наукові питання*.

Комплексна проблема являє собою сукупність складних теоретичних і практичних задач, об'єднаних єдиною метою, вирішення яких дозріли в суспільстві. Проблема може бути *глобальною, національною, регіональною, галузевою, міжгалузевою*, що залежить від масштабу задач, що виникають.

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

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

2.2. Методи проведення наукових досліджень.

В теоретичних і експериментальних дослідженнях користуються загальноприйнятими методами наукового дослідження - *спостереженнями і експериментом*.

Спостереження – це кількісна чи якісна реєстрація сторін розвитку явища, його стану, ознаки чи властивості, тобто це систематичне цілеспрямоване сприйняття об'єкта. Спостереження повинні задовольняти такі вимоги: наміру (спостереження ведеться для певної, чітко поставленої задачі); плановірності (створюється за планом, що складається за проблемами спостереження); цілеспрямованості (досліджуються тільки ті явища, які представляють інтерес); активності (дослідник проводить активний пошук необхідних об'єктів та характеристик явищ); систематичності (дослідження проводиться за певним графіком або безперервно).

Для спостереження і реєстрації тих чи інших властивостей або стану явища використовують своєрідні засоби вимірювань аж до самих сучасних.

Прикладом спостереження як методу пізнання може бути спостереження за погодою (систематично заміряють температуру повітря і ґрунту, вологість повітря і ґрунту, кількість опадів, реєструють напрямлення і силу вітру, ведуть спостереження за забур'яненням посівів, поширенням і розвитком хвороб і шкідників на сільськогосподарських культурах, наявністю в ґрунті поживних речовин, роботою різних сільськогосподарських машин та багато ін.), на базі чого створюються коротко- та довгострокові прогнози розвитку шкідливих організмів на сільськогосподарських культурах, розробляються нові технології вирощування культур. В агромікології і фітопатології ведуться спостереження, наприклад, за умовами культивування фітопатогенів на штучних живильних середовищах; в ентомології це спостереження за умовами проходження фаз розвитку шкідників і т.д.

Метод порівняння – це метод, який дає можливість виявляти за допомогою порівняння загальне та особливе в дійсності, а також знайти загальне, що стосується двох або кількох об'єктів (наприклад порівняльна оцінка районованого і перспективного сорту культури по урожайності, по якості, по стійкості до шкідливих організмів, по засухостійкості і т.д.). При проведенні порівняння необхідно дотримуватися таких вимог: порівнюються тільки ті явища, між якими може існувати певна, об'єктивна спільність; порівняння повинно здійснюватися тільки за найбільш важливими, істотними ознаками порівняння; порівняння обов'язково повинно проводитися з еталоном.

Методи вимірювання. Вони можуть бути прямими, побічними, сукупними та сумісними.

Прямі вимірювання проводять шляхом відліку показань на вимірювальному приладі (розміри конідій, спор грибів; розміри шкідників).

Непрямі вимірювання – необхідні величини визначають шляхом прямих вимірювань декількох величин, що функціонально пов'язані з величиною, яка вимірюється, та розраховують за рівнянням функціонального зв'язку. Таким чином, спостереження дає нам кількісну або якісну характеристику явища, але не розкриває його суті. В ряді випадків цього повністю достатньо для встановлення зв'язку між окремими явищами, ознаками або властивостями, а отже і визнання їх впливу на окремі явища.

Проте частіше всього спостереження в агробіологічних дослідженнях не є самостійним прийомом дослідження, а складає важливу частину більш складного методу дослідження – експерименту, який інколи називають активним спостереженням.

Експеримент (дослід) - метод вивчення об'єкта, коли дослідник активно і цілеспрямовано впливає на нього шляхом створення штучних умов, щоб краще вивчити суть явища, його походження, причинні зв'язки, взаємозв'язок предметів і явищ або використовує природні умови, необхідні для виявлення відповідних властивостей. Експеримент це чуттєво-предметна діяльність у науці; в більш вузькому розумінні дослід - це відтворення об'єкта пізнання, перевірка гіпотези тощо. Експеримент проводять з метою виявлення у об'єкта раніше невідомих властивостей; перевірки правильності теоретичних побудов; при демонстрації явищ (Горбатенко, Івашина, 2001).

Дослід є ведучим методом дослідження, який включає спостереження, кореляцію, облік умов середовища, облік результатів. Характерна риса і головна особливість любого точного наукового дослідження є його відтворення, його завжди можна повторити.

Між спостереженням і експериментом з точки зору пізнання є принципова різниця: спостереження віддзеркалює зовнішній мир, іде в наш мозок ззовні, воно фіксує факти, а експеримент іде з нашого мозку, з нашої свідомості, він немовби гіпотеза, яка шукає перевірки фактами, практикою.

В порівнянні із спостереженням дослід має великі переваги, завдяки яким експеримент став домінуючим методом досліджень всіх природознавчих наук. Так, експериментатор, може сам відтворити необхідне йому явище, не чекаючи, коли воно наступить в природі, може розчленити явище (аналіз) і знову об'єднати їх (синтез), створити необхідні належні супровідні умови дослідження, які дозволяють глибше вивчити явище, зрозуміти їх причини і суть (Доспехов, 1979).

Найбільш характерною особливістю експерименту що відрізняє його від спостереження і кореляції, є попередній розумовий експеримент, який направлений на відтворення відповідної обстановки дослідження. Ця попередня робота майже найважча для експериментатора, вона вимагає від нього великої ерудиції і творчого натхнення. Необхідно розумово уявити весь хід експерименту, усунути все зайве, яке заважає вивченню даного явища.

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

Згідно з класифікацією дослідження бувають хімічними, фізіологічними, біологічними, фітопатологічними, мікологічними, ентомологічними, агрохімічними, соціальними, психологічними та ін.

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

Серед вище наведених досліджень найпоширенішим є природній експеримент, що забезпечує проведення досліджень в природних умовах.

Штучний експеримент потребує штучних умов і широко застосовується у сільськогосподарській науці (проведення експериментів у фітотронах, клімокамерах тощо).

Творчий експеримент включає в себе активну перебудову структури об'єкта досліджень на основі висунутої гіпотези, формування нових зв'язків та відношень між компонентами об'єкта.

Констатуючий експеримент використовується для перевірки тих чи інших передбачених ознак. В процесі цього експерименту констатується певний взаємозв'язок між впливом на об'єкт експерименту та результатом впливу.

Контролюючий експеримент зводиться до контролю за результатом впливу довкілля на об'єкт досліджень з урахуванням його стану, характеру впливу та ефекту від цього впливу.

Пошуковий експеримент проводиться в такому випадку, коли виникають труднощі у визначенні кваліфікації фактів, що впливають на дослідження в результаті відсутності попередніх (апріорних) даних. Пошуковий експеримент дозволяє виділити суттєві фактори та відсіяти несуттєві.

Вирішальний експеримент ставиться для перевірки цінності основних положень фундаментальних теорій у тому випадку, коли дві чи декілька гіпотез однаково узгоджуються з багатьма явищами. Вирішальний експеримент дає такі факти, які узгоджуються з однією з гіпотез і заперечують інші.

Лабораторний експеримент поводитьься в лабораторних умовах із застосуванням типових приладів, спеціального моделюючого обладнання, стендів тощо. В лабораторних умовах, як правило, вивчається не сам об'єкт, а

його зразок. Цей експеримент дозволяє доброякісно із багатьма повтореннями одержати високоякісну наукову інформацію з мінімальними затратами часу і ресурсів. Однак лабораторний експеримент не завжди моделює реальний хід процесу, що досліджується, тому виникає необхідність проводити натурний (польовий) експеримент.

Натуральний експеримент проводиться в природних умовах і на реальних об'єктах. Залежно від місця проведення досліджень натурні експерименти підрозділяються на *виробничі, польові, полігонні, напівнатурні*. Натурний експеримент потребує ретельного планування, раціонального добору методів дослідження. Центральним напрямком натурального експерименту є вивчення характеру впливу середовища на досліджуваний об'єкт, ідентифікація його статистичних та динамічних параметрів.

Експерименти можуть бути *простими і складними*

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

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

Речовий експеримент вивчає вплив різних факторів на об'єкт.

Енергетичний експеримент використовується для вивчення впливу різних видів енергії (теплової електромагнітної, механічної).

Модельний експеримент передбачає модель, що входить до складу установки, що досліджується.

Пасивний експеримент – проводяться спостереження за об'єктом без штучного втручання.

Одно факторний експеримент потребує дослідження окремих необхідних факторів, стабілізації непотрібних факторів.

Стратегія *багатофакторних експериментів* – одночасно досліджується ряд факторів і оцінюється експеримент за результатом усіх дослідів.

Технологічний експеримент – вивчається ряд елементів технологічного процесу.

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

Аналіз та синтез буває: *прямим, або емпіричним* (застосовується для виділення окремих частин об'єкта, виявлення його властивостей, найпростіших вимірювань тощо); *зворотній, або елементарно-теоретичний* (базується на деяких теоретичних міркуваннях причинно-наслідкових зв'язків різних явищ або дій певної закономірності. При цьому виділяються та сполучаються явища, що є суттєвими, а другорядні ігноруються); *структурно-генетичний* (потребує вичленовування в складному явищі таких елементів, які здійснюють вирішальний вплив на всі інші сторони об'єкта).

Метод індукції та дедукції. Дедуктивним називається такий умовивід, в якому висновок про окремий елемент множинності робиться на підставі знання загальних властивостей всієї множинності. Вмістом дедукції як методу пізнання є застосування загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ.

Під дедукцією розуміється умовивід від часткового до загального, коли на підставі знань про частини предметів класу робиться висновок про клас в цілому. Дедукція та індукція – взаємо-зворотні методи пізнання.

Є декілька методів встановлення причинного зв'язку методами наукової індукції: *метод єдиної можливої схожості* – якщо два або більше випадків явища, що досліджується, мають спільною лише одну обставину, а всі інші обставини різні, то ця єдина обставина і є причиною явища, що розглядається; *метод єдиної можливої різниці* – якщо випадок, у якому досліджуване явище настає, та випадок, в якому воно не настає, у всьому схожі і різні лише в одній обставині, то ця обставина, присутня в одному випадку та відсутня в іншому, є причиною досліджуваного явища; *з'єднаний метод схожості і різниці* – комбінація двох перших методів; *метод супутник змін* – якщо виникнення або зміна одного явища викликає певну зміну іншого, то ці обидва явища знаходяться в причинному зв'язку одне з одним; *метод залишків* – якщо складне явище викликане причиною, що складається з сукупності певних обставин, і відомо, що деякі з цих обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається іншими обставинами.

Метод моделювання. Цей метод ґрунтується на використанні моделі як засобу дослідження явищ і процесів природи. Під моделями розуміють системи, що заміщають об'єкт пізнання і виступають джерелом інформації про нього. Моделі – це такі аналоги, схожість яких з оригіналом суттєва, а різниця – несуттєва. Моделі поділяють на два види: матеріальні та ідеальні. Матеріальні моделі відтворюють у певному матеріалі - деревині, металі, склі та ін. Ідеальні моделі фіксуються в таких наочних елементах, як креслення, малюнки, схеми, графіки та ін.

Метод моделювання має таку структуру: *постановка задачі; створення або вибір моделі; дослідження моделі; перенесення знання з моделі на оригінал.*

2.3. Польовий дослід (експеримент) та вимоги щодо його проведення

Особливостями польового дослідження, якими його відрізняють від інших методів дослідження є те, що дослідна рослина вивчається разом із всією сукупністю ґрунтово-кліматичних і агротехнічних факторів, дуже близьких до виробничих або безпосередньо до виробничих умов. Тільки польовий дослід може встановити зв'язок між продуктивністю і факторами впливу на неї. Крім того існує ряд питань, які взагалі не можуть бути вивчені за межами поля, без

польового досліду, наприклад, такі як: вивчення біологічної і господарської ефективності застосування пестицидів, біологічних речовин, біопрепаратів на сільськогосподарських культурах проти шкідливих організмів; вивчення стійкості сортів і гібридів сільськогосподарських культур проти шкідників і хвороб; вивчення впливу добрив в сівозміні на ураженість рослин хворобами та ін.

Цінність результатів польових досліджень залежить від дотримання певних методичних вимог. Найважливішими із них є:

1. типовість досліду (репрезентативність);
2. дотримання принципу лише однієї відмінності (різниці);
3. проведення досліду на спеціально відведеній ділянці;
4. облік врожаю і достовірність досліду по суті.

Під типовістю або репрезентативністю польового досліду розуміють відповідність умов його проведення ґрунтово-кліматичним (природним) і агротехнічним умовам даного регіону або зони. Любий польовий дослід повинен відповідати вимогам ґрунтово-кліматичної типовості.

В поняття типовості досліду входить також вимога проводити дослідження лише з районованими сортами і гібридами сільськогосподарських культур для даної зони. До типовості досліду також відносяться вимоги проведення досліду на окультурених ґрунтах і на високому агротехнічному рівні.

Дотримання принципу єдиної відмінності означає, що при проведенні польового досліду необхідно дотримуватися єдності всіх умов, крім одного – яке вивчають. Наприклад, в досліді з вивчення ефективності різних норм витрати інсектициду проти колорадського жука єдиною відмінністю будуть лише норми витрати інсектициду. Всі інші умови досліду: ґрунтові умови, попередник, способи обробітку ґрунту, способи садіння бульб, догляд за рослинами картоплі повинні бути у всіх варіантах однаковими, тотожними. На практиці витримати ці умови досліднику даються нелегко. Наприклад, в досліді з вивчення впливу глибини обробітку ґрунту на перезимівлю колорадського жука (імаго) при зміні глибини обробітку ґрунту змінюється її вологість, температура, повітряний режим, біологічна діяльність мікроорганізмів і т.д. Ці зміни слід розглядати як функцію проведеної зміни у факторі, що вивчається.

Принцип єдиної логічної відмінності є обов'язковою умовою наукового експерименту. Але це не слід сприймати механічно, під цим принципом слід розуміти саме основне – те, що вивчаємо. Наприклад, вивчаються 2 сорти пшениці з різними біологічними особливостями до густоти посіву (для одного оптимальна норма висіву -2,5 ц/га, для другого – 1,9 ц/га). В досліді з вивчення продуктивності сортів це обов'язково слід враховувати.

Вимоги до проведення польового досліду на спеціально відведеній ділянці слід розуміти так, що при проведенні польового експерименту слід брати ділянку з добре відомою історією – це логічна вимога принципу єдиної

відмінності. Вона також є обов'язковою вимогою для любого польового дослідю.

В практиці дослідної справи ця вимога часто і густо ігнорується, досліді проводять на ділянках, історія яких невідома в зв'язку з чим результати таких дослідів неможливо інтерпретувати і тим більш використовувати. Часто виробникам здається, що більш зручно і переконливо ставити досліді не на спеціально відведеній ділянці, а на цілих полях сівозміни, з явно різною історією і неоднаковими умовами. Такі досліді, як правило, не дають задовільних об'єктивних результатів.

Вимоги до обліку урожаю і достовірності дослідю. Слід пам'ятати, що урожай і якість вирощеної сільськогосподарської продукції є головним об'єктивним показником при характеристиці варіантів дослідю, що вивчались. В результаті обліку урожаю, який відзеркалює дію на рослину всіх умов вирощування, стає можливим кількісно виявити вплив тих факторів, які вивчались в даному досліді. Проте данні обліку урожаю і оцінки його якості можуть об'єктивно відображати дію фактора, що вивчався, лише в тому випадку, якщо дослід був достовірний по своїй суті.

Під достовірністю дослідю по суті розуміють логічно правильну розроблену схему і методику проведення дослідю, відповідність їх поставленим перед дослідником завданням, правильний вибір об'єкту і умов проведення даного дослідю.

Абсолютно правильно, що досліді, поведені по неправильно розробленій схемі і методиці, при недотриманні вимог репрезентативності і принципу лише однієї відмінності або порушенням методики і техніки виконання (тобто досліді недостовірні по своїй суті, вони перекручують ефекти варіантів, що вивчались) не можуть бути використані для порівняльної оцінки. Такі досліді необхідно бракувати.

2.4. Похибки дослідю.

При проведенні досліджень кожен експериментатор зустрічається з трьома видами похибок – випадковими, систематичними і грубими.

Похибка – це розходження між результатами вибіркового спостереження і істинним значенням величини.

Випадкові похибки – це похибки, які виникають під дією великої кількості факторів, ефекти дії яких дуже незначні, що їх неможливо виділити і облікувати окремо. Любий польовий дослід містить в собі деякий елемент випадковості, тобто мінливість отриманих даних обумовлена в якійсь мірі невідомими досліднику причинами - випадковими похибками.

Випадкові варіації дослідних даних – постійний супутник польових дослідів і ні в жодному із них, як би прискіпливо він не проводився, неможливо отримати абсолютно точні дані. Таким чином, випадкові похибки є неминучими, проте математична статистика дає методи кількісного

визначення величини випадкових похибок, сукупність яких при великому числі спостережень підпорядковується закону нормального розподілу, а при незначному числі паралельних спостережень – закону t-розподілу Стьюдента. На основі цих законів розподіл випадкових похибок визначається, наскільки суттєві різниці між середніми показниками, наприклад, ураженості сортів пшениці бурою іржею.

Характерна особливість випадкових похибок – їх тенденція взаємно гаситись в результаті приблизно однакової імовірності як додаткових, так і від'ємних значень, причому малі значення зустрічаються частіше, ніж великі. Завдяки такій тенденції до взаємного погашення різнонаправлених випадкових похибок при узагальненні даних і виведенні середніх показників величин, похибки зменшуються в міру збільшення числа спостережень.

Систематичні похибки перевертають величину, що вимірюється в сторону збільшення або зменшення, в результаті дії чітко визначеної постійної причини. В польовому досліді такою причиною часто є закономірне варіювання факторів, які не вивчаються в досліді (наприклад родючість ґрунту) і елімінувати їх дії на результативну ознаку можна шляхом вибору правильної методики.

Основна особливість систематичних похибок є їх однонаправленість, тобто вони завищують або занижують результати досліді. Це призводить до того, що такі похибки на відмінну від випадкових не мають властивості взаємно гаситись і в результаті цього повністю входять як в показники окремих спостережень, так і в середні показники.

Грубі похибки, або промахи, виникають частіше всього в результаті порушення основних вимог до польового досліді, недогляду або халатного відношення до виконання робіт на дослідній ділянці. Наприклад, з вини дослідника, на одну ділянку в ґрунт внесли подвійну норму гербіциду, при підрахунку густоти бур'янів дослідник переплутав варіанти і т.д. Подібні допущені помилки ні при яких умовах не можуть бути погашені, в такому випадку бракується весь дослід або його окремі повторення.

Слід пам'ятати, що для математичної обробки і обґрунтованих висновків можна використати лише ті результати польових дослідів, які не включають грубих і систематичних односторонніх похибок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Кулешов А.В., Білик М.О. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2008. 512 с.
2. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : навч. посіб. / за ред. І.Л. Маркова. Київ : Аграр Медіа Груп, 2012. 264 с.
3. Марков І.Л. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч. I. Планування експерименту. Методичні вказівки до вивчення

дисципліни студентами ОКР „Бакалавр” зі спеціальності – 6.130104 „Захист рослин”. – К.: Вид. центр.НАУ, 2006. – 61 с.

4. Марков І. Л., Шелестова В.С., Завада М. М., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Програма для вищих аграрних навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації спеціальності 7.130104-«Захист рослин».- К.:1997. – 9 с.
5. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. –333 с.

РОЗДІЛ 3. ПЛАНУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Планування дослідів є важливою і відповідальною частиною роботи дослідника, яка забезпечує точне рішення поставленої задачі. Проведення дослідів за розробленим планом дозволяє: керувати експериментом, значно підвищити ефективність досліджень; максимально скоротити витрати часу і ресурсів за рахунок більш чіткої організації, високої точності й оптимального числа дослідів; визначити форму статистичного аналізу результатів; створити стратегію і тактику досліджень, яка ґрунтується на чергуванні послідовно чітких, логічно осмислених технологічних операцій.

В експериментальних дослідженнях, що стосуються захисту рослин, процес планування зводиться до пошуку оптимальних умов (певних параметрів) росту рослин з метою підвищення їх продуктивності і несприятливих умов, які обмежують поширення і розвиток шкідливого організму.

3.1. Тема: Загальні положення, принципи і вимоги до планування досліджень

Під плануванням дослідів розуміють реалізацію певної мети і завдання досліджень, вибір об'єкта вивчення (рослини, шкідливі організми), розробка схеми експерименту, вибір оптимальної структури польового дослідів, відповідної земельної ділянки для його здійснення.

Планування дослідів - це ряд послідовних етапів роботи. Багаторічний досвід проведення дослідів у галузі захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів дозволяє встановити найбільш прийнятну структуру планування дослідів, яка в, основному, складається із двох етапів:

Перший етап

- вибір теми;
- визначення актуальності дослідів;
- формулювання мети і завдання дослідів;
- вибір об'єкта експерименту;
- збір і критичний аналіз інформації про стан вивчення питання чи проблеми;
- побудова і висунення робочої гіпотези або ряду конкуруючих гіпотез.

Другий етап

- розробка програми дослідів: визначення розділів і підрозділів експериментальної роботи, місце і строки її виконання;
- складання схеми виконання дослідів конкретно по кожному розділу або питанню експерименту. Особливу увагу слід звернути на побудову логічної моделі питання, що вивчається, або проблеми;
- складання календарного плану реалізації дослідів - перелік здійснення всіх видів робіт з використанням організаційно-господарських,

агротехнічних, біологічних, хімічних, фізико-механічних та інших методів захисту рослин від шкідливих організмів;

- розробка й складання плану фенологічних спостережень за розвитком хвороби, шкідника, рослини-живителя з конкретною вказівкою строків і кратності їх здійснення.

Вибір напрямку, теми наукового дослідження. Успішне виконання досліду залежить від вибору теми, правильного формування завдання. Вибір напрямку, проблеми, теми наукового дослідження і постановка наукових питань є надзвичайно відповідальною задачею. Актуальні напрямки і комплексні проблеми досліджень формулюються в директивних документах уряду нашої держави.

Напрямок дослідження часто визначається специфікою наукового закладу, галуззю науки, в якій працює дослідник. Тому вибір наукового напрямку для кожного окремого дослідника часто зводиться до вибору галузі, в якій він бажає працювати. Конкретизація ж напрямку дослідження є результатом вивчення стану виробничих та суспільних потреб і стану досліджень у тому чи іншому напрямку на даному відрізку часу.

В процесі вивчення стану і результатів уже проведених досліджень можуть сформулюватися ідеї комплексного використання декількох наукових напрямків для вирішення виробничих задач. Слід при цьому відмітити, що найбільш сприятливі умови для виконання комплексних досліджень є у вищих навчальних закладах, в зв'язку з наявністю в них наукових шкіл, що склалися в різних галузях науки і техніки. Обраний напрямок дослідження часто в подальшому стає стратегією наукового працівника або наукового колективу, іноді на тривалий час.

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

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

Кожен науковий колектив (ВНЗ, НДІ, кафедра, відділ) за звичайними традиціями має свій науковий профіль, кваліфікацію, компетентність, що сприяє накопиченню досвіду досліджень, збільшенню теоретичного рівня розробок, якості й економічності ефективності, скороченню строків виконання дослідження. Разом з тим не можна допускати монополію в науці, так як це виключає змагання ідей та може знизити ефективність наукових досліджень.

Важливою характеристикою теми є можливість швидкого впровадження одержаних результатів у виробництво. Особливо важливим є забезпечення широкого впровадження результатів у масштабах, наприклад, галузі, а не тільки на виробництві замовника. При затримці впровадження або при впровадженні на одному виробництві ефективність таких тем суттєво знижується.

Успішне виконання дослідів залежить від вибору теми, правильного формулювання завдання. Першою і найважливішою умовою при виборі теми науково-дослідної роботи є принцип сучасності, актуальність теми.

При визначенні теми дослідження слід знати рівень розробки проблеми в галузі захисту рослин, її новизна і перспективність, запити сучасного сільськогосподарського виробництва, вирішення наукової проблеми або її окремого розділу.

Тобто, тема повинна бути значущою, злободенною, торкатися животрепетних питань сучасності

Під актуальністю теми розуміють її народногосподарське значення. Тема експерименту має бути чітко сформульована, відображати суть дослідження і відповідати потребам виробництва. Не менш важливо при плануванні визначити новизну цього питання.

Метою наукового дослідження є всебічне, достовірне вивчення об'єкта, процесу або впливу; їх структури, зв'язків і відношень на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також одержання і впровадження у виробництво (практику) корисних для людини результатів. Мета і завдання дослідження мають бути конкретними, чітко сформульованими і повністю відповідати змісту експерименту.

Визначення об'єкта експерименту. Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт і предмет.

Об'єктом наукового дослідження є матеріальна або ідеальна система.

Предмет – це структура системи, закономірності взаємодії елементів системи між собою і з навколишнім середовищем, закономірності розвитку, різноманітні властивості, якості тощо.

Визначення об'єкта у фітопатологічних і ентомологічних дослідженнях, а також у дослідях з бур'янами має свої специфічні особливості. Насамперед це пов'язано з різною розповсюдженістю і шкідливістю захворювань, шкідників і бур'янів, які мають свій певний ареал у межах кожної ґрунтово-кліматичної зони або навіть цілого регіону.

При колективній розробці наукових досліджень велику роль набуває критика, дискусії, обговорення проблем і тем. У процесі дискусії виявляються нові, ще не вирішені актуальні задачі різного ступеня важливості та об'єму. Це складає сприятливі умови для участі в науково-дослідницькій роботі вищого навчального закладу студентів різних курсів. На першому етапі керівникам доцільно доручити студентам підготовку по темі одного-двох рефератів, провести з ними консультації, визначити конкретні задачі. Велике значення

для вибору прикладних тем має чітке формулювання задач замовником (міністерством, виробництвом і т.д.).

При цьому необхідно мати на увазі, що в процесі наукових розробок можливі і деякі зміни в тематиці вимог замовника залежно від виробничої обстановки, що склалася.

Вибір і формулювання теми дослідження, визначення мети, завдання і об'єкта експерименту – це обсяг роботи, який вимагає досконалого вивчення проблеми в цілому за літературними першоджерелами.

Вивчення першоджерел. Вибору теми повинно передувати ретельне ознайомлення з вітчизняними і закордонними літературними джерелами даної і суміжних спеціальностей. Суттєво спрощується методика вибору тем в науковому колективі, що має наукові традиції (свій профіль) і що розробляє комплексну проблему.

Для запобігання дублюванню досліджень необхідно попередньо збирати інформацію і робити критичний аналіз стану вивчення даної проблеми. На підставі даних першоджерел в експериментатора створюється чітке враження до раніш відомих факторів, остаточно формується відношення до ідей і гіпотез авторів інформацій, виникають першочергові завдання у вирішенні цього питання.

Процес ознайомлення з літературними джерелами дає можливість розробити робочу гіпотезу або ряд конкуруючих припущень. Побудова гіпотези завжди притаманна кожному науковому досліднику, вона є відправним пунктом для планування схеми майбутнього досліду і розробки програми досліджень.

Робоча гіпотеза є одним із головних методологічних інструментів організації процесу досліджень. Вивчаючи робочу гіпотезу, дослідник передбачає можливість її доказу. При цьому слід мати на увазі, що гіпотеза повинна задовольняти такі вимоги: вона має бути легко перевіреною, передбаченою і логічно несуперечливою.

Перевіряємість - одна із логічних вимог, виконання якої дозволяє висунти (але не прийняти) гіпотезу.

Пророкування гіпотези є спонукальним мотивом до постановки і проведення дослідження.

Логічна несуперечність гіпотези полягає в тому, що вона не повинна суперечити накопиченим фактам.

Таким чином, робоча гіпотеза - це наукове передбачення про розвиток явищ. На її основі обґрунтовуються пояснення результатів, що очікуються отримати в експерименті. При плануванні досліджень допускають припущення, які з факторів (інформації) будуть відігравати важливу роль і які не будуть мати суттєвого впливу на результати цього досліду.

Як правило, практична перевірка гіпотез зводиться до співставлення певних статистичних домислів. У більшості випадків завдання полягає в перевірці гіпотези про відсутність реальної різниці між фактичними,

теоретичними і результатами, що очікуються. Цю гіпотезу називають нульовою і позначають символом H_0 .

Нульова гіпотеза не спростовується дослідженнями в тому разі, якщо при статистичній обробці експериментальних даних різниця між цими даними і теоретичні показники близькі до нуля або знаходяться у межах допущення значень. У протилежному разі нульова гіпотеза спростовується.

Прийняття нульової гіпотези означає, що дані спостережень не суперечать передбаченню про відсутність різниць між фактичними і теоретичними розподілами. Справедливість нульової гіпотези перевіряється обчисленням критеріїв перевірки для певного рівня значення. Одним із таких методів є інтервальна оцінка (табл.1).

ЗАВДАННЯ №1

1. Визначте довірчі інтервали для генеральної середньої при 95% і 99% рівнях ймовірності, де \bar{X} - вибіркова середня; $S\bar{x}$ - середня похибка вибіркової середньої.

2. Перевірте робочу гіпотезу при вирішенні завдань, використавши наведені дані в таблиці 1.

1. Вміст поживних речовин у здорових і уражених органах рослин (попередні дані), %

Варіант досліджу	Стан об'єкта досліджень	Вибіркова середня (\bar{x})	Середня похибка ($S\bar{x}$)	Кількість коренеплодів, зерен чи листя
1	2	3	4	5

Чи відрізняються здорові й уражені церкоспорозом коренеплоди цукрового буряка за вмістом цукру?

1	Здорові	15,0	0,13	6
	Хворі	14,1	0,12	4
2	Здорові	17,5	0,19	7
	Хворі	16,3	0,16	6
3	Здорові	18,2	1,81	8
	Хворі	17,4	1,76	6
4	Здорові	16,5	0,21	6
	Хворі	15,2	0,18	4
5	Здорові	18,4	0,21	5
	Хворі	17,1	0,16	5
6	Здорові	14,2	0,16	6
	Хворі	13,7	0,14	4
7	Здорові	19,2	0,21	7
	Хворі	18,7	0,19	6
8	Здорові	18,4	1,74	5
	Хворі	17,1	1,60	4

9	Здорові	18,2	1,81	8
	Хворі	17,4	1,76	6
10	Здорові	15,0	0,13	6
	Хворі	14,1	0,12	4

Чи відрізняється за вмістом білка зерно пшениці, зібране із здорових і уражених бурю іржею рослин ?

11	Здорові	14,0	0,18	7
	Хворі	13,2	0,17	7
12	Здорові	14,4	0,21	8
	Хворі	12,9	0,19	6
13	Здорові	13,9	0,19	8
	Хворі	13,7	0,17	7
14	Здорові	16,2	0,21	8
	Хворі	15,7	0,19	6
15	Здорові	14,4	0,22	9
	Хворі	13,4	0,21	9
16	Здорові	14,9	0,19	8
	Хворі	12,7	0,18	7
17	Здорові	14,2	0,21	8
	Хворі	15,4	0,19	6
18	Здорові	14,3	0,20	9
	Хворі	13,5	0,21	9
19	Здорові	14,7	0,18	8
	Хворі	12,9	0,18	9
20	Здорові	14,9	0,19	8
	Хворі	13,1	0,18	7

Чи відрізняються по вмісту перексидази листки картоплі, уражені збудником фітофторозу?

21	Здорові	14,4	0,21	8
	Хворі	12,9	0,19	6
22	Здорові	13,9	0,19	8
	Хворі	13,7	0,17	7
23	Здорові	16,2	0,21	8
	Хворі	15,7	0,19	6
24	Здорові	14,4	0,22	9
	Хворі	13,4	0,21	9
25	Здорові	15,0	0,13	6
	Хворі	14,1	0,12	4
26	Здорові	17,5	0,19	7

	Хворі	16,3	0,16	6
27	Здорові	18,2	1,81	8
	Хворі	17,4	1,76	6
28	Здорові	16,5	0,21	6
	Хворі	15,2	0,18	4
29	Здорові	18,4	0,21	5
	Хворі	17,1	0,16	5
30	Здорові	16,7	0,18	8
	Хворі	14,9	0,16	9

Контрольні запитання і завдання

- 1.Що таке планування експерименту?
2. Назвіть загальні положення й етапи планування досліджень.
3. Які вимоги ставляться до планування дослідів?
4. Які критерії визначення теми досліджень?
5. Які вимоги ставляться до вибору теми дослідження?
6. Що таке актуальність і новизна досліджень?
7. З чого складається об'єкт досліджень в ентомологічних і фітопатологічних дослідах?
8. Як визначити мету дослідження?
9. Як сформулювати завдання досліджень?
- 10.Як побудувати робочу гіпотезу? Методи її перевірки.
- 11.Який метод досліджень є загальним і чому?

3.2. Тема: Основні елементи методики і техніки експерименту

Під методикою польового дослід розуміють сукупність її складових частин: кількість варіантів і повторень, площа і форма ділянок, напрями їх розміщення, спосіб розташування варіантів на земельній ділянці, система розміщення повторень, ділянок і варіантів на території, метод обліку врожаю, організація дослід у часі тощо.

Польовий дослід (порівняльний експеримент) складається з декількох *варіантів*, що вивчаються в досліді. Дослідні варіанти порівнюються з одним або декількома варіантами, які називаються *контролем або стандартом*. Сукупність дослідних і контрольних варіантів складає *схему експерименту* (дослід). В схемі любого дослід кількість варіантів є завчасно задана величина, яка цілком визначається його змістом і задачами.

Варіанти бувають якісними – сорти культури, способи обробки рослин пестицидами проти шкідливих організмів, способи обробки ґрунту, способи посіву, способи збирання і т.д. і кількісними – норми витрати пестицидів, біопрепаратів, норми висіву насіння, норми внесення органічних і мінеральних добрив, глибина обробки ґрунту і т.д.

Характернішою особливістю експериментів, які проводяться в польових умовах, є значне варіювання, неоднорідність неконтрольованих у досліді зовнішніх факторів, які впливають на ріст і розвиток рослин, обумовлюють виникнення значної кількості позитивних і негативних похибок. Тому, щоб одержати точні дані того чи іншого варіанту, необхідно ділянку з цим варіантом повторити кілька разів, тобто ввести в схему дослід повторність.

Повторністю дослід на території називають кількість однойменних ділянок кожного варіанта; *повторність дослід в часі* - число років проведення даного експерименту.

Повторність на території дає змогу повніше охопити кожним варіантом дослід строкатість ґрунтової ділянки, а повторність в часі – встановити дію і взаємодію досліджуваних факторів за різних погодних умов.

Прийомами, які підвищують точність дослід, вважаються: правильне визначення і підготовка ділянки під дослід, планування варіантів, установлення розміру і форми ділянок, а також кількість повторностей варіантів дослід.

Вибір ділянки під дослід. Ділянка, яка відводиться для проведення польового дослід, має обов'язково відповідати двом вимогам:

- а) принципості щодо ґрунтово-кліматичних, агротехнічних умов району чи зони, в яких передбачається використати результати досліджень;
- б) мати однорідний ґрунтовий покрив, необхідний для забезпечення достатньої точності дослід.

Принцип типовості польового дослід є важливою вимогою до умов його проведення. Ділянка, на якій проводитиметься робота, повинна бути достатньо типовою для даного регіону за типом, якістю ґрунту і рельєфу.

Особлива увага повинна бути приділена однорідності ґрунтового її покриття, яке необхідне для забезпечення достатньої точності досліду.

Щоб правильно вибрати земельну ділянку, необхідно ретельно вивчити її, провести ґрунтові дослідження, виявити особливості рельєфу і мікрорельєфу, ступінь забур'яненості та врахувати ряд можливих випадкових факторів.

Земельна територія вважається непридатною для проведення польового досліду за таких обставин:

- дуже нерівна поверхня;
- розташована на схилах різної експозиції або з наявністю блюдець, ярів, різкою зміною крутизни схилів;
- дуже близько залягають породи, що різко відрізняються від ґрунтоутворюючих за хімічним, механічним складом та меліоративними властивостями;
- значно виражені ерозійні явища;
- заболочені ґрунти і солончаки;
- близьке залягання ґрунтових вод.

Рельєф ділянки повинен бути рівним, допускається невеликий ухил в одному напрямку в межах 0,01-0,025 (1,0-2,5 м на 100 погонних метрів) 1,5 м падіння на 100 м. Від лісових та плодкових насаджень, полезахисних лісових смуг дослід розташовують на віддалі не менше 40-45 м з таким розрахунком, щоб всі варіанти досліду у повторностях попадали в однакові умови. Польовий дослід від дороги повинен мати захисну смугу шириною 5-10 м, яку засівають насінням досліджуваної культури.

Ділянка, на якій розміщують дослід, не повинна включати площі з під зораних ґрунтових доріг, шляхів, місць стоянки худоби, гноєсховищ тощо. Польовий дослід, як правило, розташовують на полях сівозмін.

На ділянках, господарська історія яких невідома, досліді не закладають. Необхідно знати попередники, систему добрив, агротехніку, хімічні препарати, які застосовували проти шкідливих організмів.

Ділянки повинні бути однорідними протягом останніх 3–4-х років. Під дослід виділяють поле, на якому протягом вказаних років вирощували одну культуру на всій площі, а значить, був однаковий обробіток ґрунту, доза добрив і застосування пестицидів.

На полях, призначених для проведення польового досліду необхідно зробити розвідувальний (вирівнювальний) та розвідувальний (рекогносцирувальний) посів з роздрібненим обліком врожаю.

Розвідувальний посів – це обов'язковий захід, який здійснюють з метою придатності поля (ділянки) для проведення польового досліду. До сівби на цьому полі застосовують однакову агротехніку, проводячи операції в стислі строки: основний обробіток, внесення добрив, передпосівний обробіток. Сівбу проводять насінням одного з найбільш відомих зареєстрованих сортів зернової культури (пшениця, ячмінь, овес), яка піддається достатньо точному обліку врожаю за комбайнового збирання.

Розвідувальний посів має мету виявити строкатість ґрунту ділянки, вирівняти родючість ґрунту і створити необхідний фон для наступного дослід. *Останній розвідувальний посів є рекогносцирувальним.* Він супроводжується роздрібним обліком врожаю (по кожній ділянці, на які розбивають поле). Роздріблений облік урожаю дає змогу знайти під дослід вирівняні ділянки, встановити їх оптимальний розмір, розміщення і повторність.

До збирання врожаю поле обкошують двома проходами комбайна. Після цього за допомогою землемірної стрічки та вішок відбивають 2-3, а за необхідності і більше поздовжніх смуг, на яких буде здійснюватися по ділянковий облік урожаю. Ширину поздовжніх смуг визначають таким чином, щоб за один прохід комбайна впоперек смуги облікова площа ділянки складала 25, 50 або 100 м².

Приклад. Ширина жатки комбайна Сампо 500 дорівнює 236 см. При цьому довжина ділянки (ширина смуги) становитиме за облікової площі 25 м² -10,59 м (25:2,36); 50 м² -21,18 м (50:2,36); 100 м² – 42,36 м (100:2,36).

Між смугами викошують коридори і приступають до поділянкових обліків. Кожну наступну ділянку викошують впоперек поздовжньої смуги, відступаючи від попередньої на 0,3-0,5 м (рис.1). При цьому кожній ділянці присвоюють порядковий номер. Зерно з кожної ділянки зважують та визначають урожайність в ц/га без приведення до стандартної вологості.

За статистичним опрацюванням даних поділянкового обліку визначають: загальну суму врожаю всіх ділянок; середній урожай з однієї ділянки шляхом ділення загальної суми врожаю на кількість ділянок; середнє квадратичне відхилення; коефіцієнт варіації і очікувану похибку дослід. Якщо похибка дослід виявиться меншою за 4%, поле придатне для проведення дослідів за 4-кратної повторності, якщо ж похибка буде дорівнювати понад 4%, але не більше 6,2%, то поле придатне для проведення дослідів за 6-кратної повторності

Кількість варіантів, площа, форма й орієнтація ділянок, їх вплив на похибку дослід. Кількість варіантів у схемі дослід залежить від теми дослід і визначається, виходячи з цілей і завдань експерименту. Проте при плануванні досліджень завжди слід пам'ятати, що кількість варіантів суттєво впливає на точність дослід (табл.2).

2. Відносна похибка дослід залежно від кількості варіантів при рівній площі ділянок (Деревицкий, 1962)

Цукровий буряк		Картопля	
число варіантів	відносна похибка дослід ($S_{\bar{x}}$), %	число варіантів	відносна похибка дослід ($S_{\bar{x}}$), %
2	4,57	2	8,04

3	5,03	3	8,38
4	5,38	4	8,51
6	5,40	6	8,76
9	5,74	9	8,89
12	6,24	12	9,67
18	6,31	16	10,31
27	6,76	24	10,65
54	7,21	48	14,61
108	7,93	86	16,41

При малій кількості варіантів (2-3) неможливо дати повну характеристику факторам, що вивчаються, тоді як із збільшенням їх кількості, зростає число ділянок і, відповідно, загальна площа дослідного поля. У зв'язку з цим при розробці схеми дослідження необхідно дуже обережно збільшувати число варіантів і прагнути до того, щоб в досліді було 12-16 варіантів і 60-64 ділянки. Досліди з великим числом варіантів вимагають більш складних методів розміщення дослідження (наприклад, введення в кожне повторення 2-3 контрольних варіантів, використання методу розщеплених ділянок і змішування при закладці багатофакторних дослідів, метод решітки при випробуванні великого набору сортів і гібридів на перших етапах селекційного процесу. варіантів).

При розробці схеми експерименту, що стосуються питань захисту рослин від шкідливих організмів, оптимальна кількість варіантів в досліді повинна не перевершувати 8-12 варіантів, при цьому дослід необхідно проводити у чотириразовій повторності. При такій схемі проведення досліджень похибка дослідження буде наближатися до мінімальної.

Подальше збільшення повторень супроводжується значно повільнішим зниженням похибки. Слід пам'ятати, що збільшення числа повторень значно зменшує похибку дослідження чим відповідне збільшення площі ділянок при незмінній повторності. Подальше зростання кількості повторностей вище шести недоцільно, оскільки земельна площа під дослідом різко зростає, суттєво збільшується строкатість родючості ґрунту та зростає обсяг робіт на ділянці, а зниження похибки дослідження буде несуттєвим.

Проведення дослідів без повторень дозволяється лише в попередніх, рекогносцированих і демонстраційних дослідках.

Результати дослідів в сильній мірі залежать від метеорологічних умов року. В результаті цього для отримання достовірних даних поряд з повторністю на території необхідно повторювати польові дослідження в часі. Це дає змогу отримати цінну інформацію про ефективність заходів, що

вивчаються в досліді в окремі роки – вологі, сухі і т.д. Як правило, вони проводяться не менше як три роки.

Довготривалість багаторічних дослідів з оцінки ефекту дії або післядії того чи іншого фактору не повинна бути меншою 10 років і більше.

Оскільки повторність дослідів визначається строкатістю родючості дослідної ділянки і розміром похибки дослідів, то перед постановкою експерименту в першу чергу досконало вивчають родючість ґрунту на відведеній ділянці поля.

Строкатість ґрунтових відмінностей поля околірно виявляють за станом розвитку рослин ячменю, вівса, або іншої культури (*зрівнювальний посів*), або за результатами поділянкових врожаїв рекогносцированого посіву. При відсутності таких даних використовують результати, що одержані раніше іншими дослідниками. Значення похибки визначає експериментатор.

З практики відомо, що найменша імовірна різниця (НІР) – це величина, яка вказує межу випадковим відхиленням, приблизно рівна потроєній похибці середнього: $НІР_{05} = 3S\bar{x}$. Це значить, що похибка має бути втричі меншою припустимих у варіантах мінімальних ефектів. Якщо, наприклад, при випробуванні нового інсектициду проти колорадського жука приривок врожаю картоплі порівняно з контролем становила 9 ц/га, то необхідно спланувати дослід з похибкою 3 ц/га ($9:3=3$), при приривку врожаю 2 ц/га, похибка дослідів становить $2:3=0,7$ ц/га. Якщо похибка дослідів буде вищою 0,7 ц/га, то прийнято вважати, що ця приривок врожаю знаходиться в межах похибки, тобто новий препарат не впливає на розмір врожаю.

У дослідженнях із захисту рослин бажано прагнути, щоб відносна похибка вибіркової середньої або точність дослідів ($S\bar{x}\%$) була невеликою. Часто при методично правильно виконаних дослідженнях з одержаних експериментальних даних неможливо зробити певні висновки у зв'язку з тим, що похибка дослідів перевищує бажаний кількісний рівень. Тому при плануванні дослідів похибку експерименту визначають заздалегідь, ще до початку його проведення, використовуючи при цьому дані дрібного обліку врожаю рекогносцированих або зрівняльних посівів. Для цього критерієм мінливості врожаю є середні квадратичні (стандартні) відхилення, які обчислюються за формулою

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

де S – середнє квадратичне (стандартне) відхилення;

\sum – знак арифметичної суми;

x – урожай з ділянки;

\bar{x} – середній урожай у досліді;

n – кількість спостережень.

Відношення середнього квадратичного відхилення до середнього врожаю (%) називають коефіцієнтом варіації і визначають за формулою

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

Визначивши коефіцієнт варіації і похибку дослід, можна вирахувати заздалегідь необхідну кількість повторень, використовуючи формулу

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

де - n число повторень для визначеної похибки дослід;

V - коефіцієнт варіації розрахований за даними дрібного обліку врожаю;

$S\bar{x}\%$ визначена відносна похибка дослід (точність дослід).

Слід зазначити, що кількість повторень прямо пропорційна коефіцієнту варіації і знаходиться у зворотній залежності від похибки дослід. Цей факт потрібно враховувати під час дослідження.

При оптимально вибраній кількості повторень шляхом математичної обробки результатів експерименту можна визначити похибку дослід і суттєвість різниці в урожаєх варіантів при певному рівні значення (5 або 1%).

Площа і форма дослідної ділянки для різних видів польового дослід в кожному конкретному випадку будуть змінюватись залежно від призначення і завдання досліджень, культури, ступеня і характеру строкатості родючості ґрунту, агротехніки. Доцільно проектувати ділянки з проведенням усіх польових робіт із максимальним використанням механізації, включаючи і збирання врожаю. Посівна ширина ділянок узгоджується з шириною захвату сільськогосподарських машин, які застосовуються на сівбі, догляді та збиранні, а для ділянок просапних культур рівною або кратною їм. Наприклад, при сівбі зернових колосових культур сівалкою СН-16 ПМ ширина ділянки становить 1,95 м, за сівби цукрових буряків сівалкою СТН-12 Б – половині ширини сівалки, тобто 2,7 м. Посівну довжину ділянки обчислюють як частку від ділення площі на її ширину. Ширина облікової ділянки, як і посівної повинна також бути кратною ширині міжрядь досліджуваної культури і кратною ширині захвату сівалки та інших сільськогосподарських машин. Облікова площа ділянок для всіх варіантів дослід повинна бути однаковою.

Доведено, що похибка дослід зменшується в міру збільшення площі ділянки до 100 м², подальше її збільшення незначно підвищує, або знижує похибку дослід, тому що збільшується загальна площа дослід і він виходить за межі вибраної для нього однорідної земельної ділянки.

На практиці дослідної справи найбільше використовуються ділянки розміром від 25 до 200 м², а на перших етапах досліджень від 10 до 50 м²; ділянки площею до 10 м² зазвичай використовують у дослідах із селекції рослин з метою економії посівного матеріалу. Можливі деякі відхилення в той чи інший бік від указаних площ ділянок, що визначається завданнями досліджень, а також умовами і зручністю проведення дослідів. В дослідах із

сортівипробування, облікова площа ділянки для зернових, круп'яних, зернобобових, технічних, більшості олійних і ефіроолійних, прядивних, кормових культур складає 25 м², для овочевих культур – від 3 до 10 м², для картоплі від 25 до 100 м².

У виробничо-польових дослідах площа ділянок може коливатися від 100 м² до 2 га, на яких проведення більшості робіт проводиться механізованим способом. Проте надмірне збільшення їх розмірів недоцільне. Чим більша площа ділянки, тим більша площа під дослідом, тим важче знайти вирівняну за родючістю ґрунту частину поля, тим більші витрати на досліди, тим складніше в стислі строки провести необхідні обліки, спостереження. Це призводить до збільшення похибки досліду.

Форму і направлення дослідних ділянок вибирають шляхом ретельного вивчення плану дрібного обліку врожаю. Якщо дані відсутні, то виходять з того, що витягнута форма ділянки гарантує меншу похибку досліду і тому повніше охоплює строкатість ділянки. Особливо це слід урахувати на ділянках, де зміна родючості явно знаходиться в якомусь певному направленні. Наприклад, на схилах поля ділянки мають бути витягнутої форми вздовж його направлення, щоб смуги різної родючості проходили поперек усіх ділянок і рівною мірою впливали на врожай сільськогосподарських культур. У більшості дослідів ділянки мають витягнуту форму, чим довша ділянка, тим повніше вона охоплює строкатість ґрунту. Але чим більше відношення довжини ділянки до її ширини, тим більший процент площі відходить під захисні смуги. Як правило, співвідношення довжини і ширини становить 3:1, при застосуванні машин – від 5:1 до 10:1.

Ширина поздовжніх захисних смуг для культур з широкими міжряддями (70 см і більше), зазвичай дорівнює одному рядку. Але в дослідах з обробітком ґрунту, зрошенням, удобренням і для культур з міжряддями менше 70 см, ширина захисної смуги повинна дорівнювати двом рядкам.

Ширина поперечних смуг – 1-1,5 м. При вирощуванні овочевих культур ширина поперечної захисної смуги повинна бути кратною відстані між рослинами в рядку.

Іноді виділяють лабораторні смуги. Їх ширина залежить від кількості проб, необхідних для аналізів, строків їх доборів, кількості рослин, що складають одну пробу, та інших умов.

У фітопатологічних й ентомологічних дослідженнях слід віддавати перевагу квадратній формі ділянок, що сприяє рівномірному розповсюдженню хвороб і шкідників. Достовірність досліду також залежить від орієнтації ділянок на дослідній дільниці. Довгі сторони їх треба розташовувати в тому напрямку, в якому більше всього змінюється родючість ґрунту, тобто ставити всі варіанти в однакові умови. При іншій орієнтації похибка досліду збільшується, тому що ділянки різною мірою будуть охоплювати мінливість родючості земельної площі. У разі наявності полезахисних лісосмуг, ділянки розташовують довгою стороною перпендикулярно до них.

При постановці дослідів на вирівняних за родючістю ділянках орієнтація їх не впливає на похибку досліду й обумовлюється технічними умовами проведення експерименту.

Таким чином, основні засади проведення польового досліду гарантують одержання достовірних експериментальних даних лише за умови дотримання всіх вимог методики дослідної справи та забезпечення однакових умов вирощування дослідної культури. Основні вимоги методики польового досліду зводяться до правильного його розміщення у полі сівозміни, сортів у досліді, дотримання розмірів і форм ділянок, заданої повторюваності, закладання дослідів високоякісним посівним і садивним матеріалом, своєчасного і якісного проведення спостережень, обліків та робіт по догляду за посівами в умовах, максимально наближених до виробничих.

Точність досліду повинна забезпечувати одержання критерію оцінки, що дозволяє оцінювати на п'ятивідсотковому рівні вірогідності похибок відмінність між дослідними варіантами.

Для забезпечення високої точності дослідів необхідно:

- розміщувати їх на ділянках, вирівняних за рельєфом, мікрорельєфом та родючістю ґрунту, користуючись при цьому матеріалами топографічної зйомки, ґрунтового та агрохімічного обстежень;
- на недостатньо вирівняних за родючістю чи мікрорельєфом площах ділянки необхідно розташовувати таким чином, щоби в межах однієї ґрунтової відміни чи нерівності рельєфу вміщалися цілі повторення або яруси з декількома повтореннями, або ж збільшувати кількість повторень;
- в умовах зрошення дослід здійснювати на добре вирівняній площі з обов'язковим забезпеченням рівномірності зволоження варіантів у всіх повтореннях досліду;
- розміщення варіантів у повтореннях і блоках досліду, з метою недопущення впливу нерегульованих факторів, проводити, як правило, методом рендомізації;
- всі технологічні операції з вирощування культури виконувати однаково у всіх варіантах досліду. Роботи, пов'язані з оранкою, внесенням органічних і мінеральних добрив під основний обробіток, внесення гербіцидів проводити рівномірно, впоперек майбутніх ділянок;
- сівбу (садіння, догляд за посівами організовувати так, щоби роботи в межах одного досліду проводилися протягом кількох годин або одного дня. Якщо ця умова не може бути дотримана, то на наступний день технологічні операції слід переносити для цілих повторень, ярусів, блоків.

ЗАВДАННЯ №2

Сплануйте схему польового дослідження згідно свого варіанту:

Варіант 1. Планується вивчити ефективність гербіцидів Селект 120, к.е. (0,4; 0,6 і 0,8 л/га) і Гамма ЕС, к.е. (1,0 і 2,0 л/га) на 2-х сортах соняшнику проти однорічних злакових бур'янів. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,8\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 2. Дати оцінку ефективності інсектицидів на яблуні проти кліщів: ДНОК, 40% р.п. (3 градації) і Талстару, 10 % к.е. (3 градації). Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,2\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 3. Встановити дію вапнування ґрунту (дві градації) і різних доз мінеральних добрив (3 градації) на ураженість бульб картоплі звичайною паршою. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,8\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,2\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 4. Оцінити дію вапнування (3 градації) на ураженість льону-довгунця фузаріозом. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 11\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 5. Вивчити дію зрошення (3 градації) й азотних добрив (2 градації) на ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 7,9\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 3,8\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 6. Вивчити ефективність інсектицидів: Бі-58 новий, к.е. к.е. (0,5 і 0,8л/га) і Золона, 35 % к.е. (3 і 3,5 л/га) на 2-х сортах цукрових буряків проти звичайного довгоносика. Потрібно визначити:

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 11,6\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 5\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 7. З метою здійснення захисту картоплі від колорадського жука на посадках двох сортів поставити дослід для вивчення ефективності різних інсектицидів: Шарпей, м.е., 25 % к.е. (0,2 і 0,16 л/га); Банкол, 50 % з.п. (0,2; 0,3 кг/га); Жукомор, в.р.к. (0,2 і 0,25 л/га). Потрібно визначити:

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,0\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 8. Вивчити вплив азотних добрив (3 градації) на стійкість трьох сортів озимої пшениці проти бурої листової іржі. Потрібно визначити:

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,5\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,4\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 9. На трьох сортах озимої пшениці провести дослід із вивчення ефективності трьох градацій інсектицида Енжіо 247, к.с. (0,16; 0,17 і 0,18 л/га) проти личинок клопа шкідливої черепашки. Потрібно визначити:

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 7,5\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 3,0\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 10. Вивчити ефективність протруйників Вітавакса 200 ФФ, в.с.к. (2,5 і 3,0 л/т) і Сумі 8 ФЛО, к.с. (1,3 і 1,7 л/т) проти твердої і летючої сажок озимої пшениці. Дослід провести на 2-х сортах. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 10,2\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,9\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 11. Проти бур'янів у посівах пшениці планується випробувати три норми витрати гербіциду Калібр 75 в.г. (30; 45 і 60 г/га) і три норми витрати гербіциду Естрон 60, к.е. (0,6; 0,7 і 0,8 л/га). Дослід буде проведений на 2-х сортах пшениці. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,5\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,3\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 12. Вивчити вплив зрошення (2 градації) і різних доз мінеральних добрив (4 градації) на стійкість цукрового буряка проти церкоспорозу. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,6\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 5,0\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 13. Вивчити ефективність інсектицидів Блискавка, к.е. з нормами витрати препарату 0,15; 0,16 і 0,17 л/га і Парашут 450, мк.с. (0,50 і 0,75 л/га) на 2-х сортах озимого ріпаку проти комплексу шкідників. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 7,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 3,2\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 14. Дати оцінку ефективності інсектицидів Бульдок, к.е. з нормами витрати 0,4; 0,5 і 0,6 л/га і Пілот 480, к.е. (1,0; 1,25 і 1,5 л/га) на 2-х сортах яблуні проти яблуневої плодожерки. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;

- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,0\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x \% - 3,9\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 15. Визначити ефективність інсектицидів Сумі-альфа, к.е. з нормою витрати: 0,2; 0,25 і 0,3 л/га і Деніс Профі 25, в.г. (0,03 і 0,04 кг/га) на 3-х сортах озимого ріпаку проти квіткоїда. Потрібно визначити :

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,1\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x \% - 4,5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 16. Перевірити ефективність гербіциду Алінка, в.р. на 3-х сортах озимої пшениці проти однорічних та багаторічних дводольних бур'янів з нормами витрати препарату: 0,8; 1,0 і 1,2 л/га. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x \% - 5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 17. Дати оцінку ефективності інсектицидів Фортран, к.е. (1,0 і 1,2 л/га) і Шаман, к.е. (1,0; 1,25 і 1,5 л/га) на 2-х сортах яблуні проти листовійок. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,0\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x \% - 4,4\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 18. Встановити дію вапнування ґрунту (три градації) і різних доз мінеральних добрив (4 градації) на ураженість коренеплідів цукрових буряків гнилями. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x \% - 4,3\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 19. Оцінити дію вапнування (3 градації) і різних доз мінеральних добрив (3 градації) на ураженість льону-довгунця бактеріозом. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 10\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,8\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 20. Вивчити дію зрошення (3 градації) й азотних добрив (2 градації) на ураженість картоплі фітофторозом. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,6\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 21. Вивчити ефективність інсектицидів: Фуфанона 570, к.е., (0,6 і 0,8л/га) і Карате 050, к.е. (0,1; 0,125 і 1,15) 35 % к.е. на 2-х сортах ярого ріпаку проти квіткоїда. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,4\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 22. Вивчити ефективність інсектицидів Zenit, в.р.к. (0,15 і 0,20 л/га) та Імідж, в.р.к. (0,15; 0,2 і 0,25 л/га) на 2-х сортах картоплі від колорадського жука. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,8\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 23. Вивчити вплив азотних добрив (3 градації) на стійкість трьох сортів ярого ячменю проти борошнистої роси. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,5\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $\bar{S}_x\% - 4,3\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 24. На трьох сортах озимої пшениці провести дослід із вивчення ефективності інсектицидів Кіллер, к.е. (0,8; 1,0 і 1,2 л/га) і Мустанг, к.е. (0,05; 0,075 і 0,1 л/га) проти личинок клопа шкідливої черепашки. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,8\%$, відносна похибка майбутнього дослідіу планується в межах $\bar{S}_x \% - 3,5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 25. Вивчити ефективність протруйників Вінцит Форте, к.с. (1,0 і 1,25 л/т) і Віта-класик, в.с.к. (2,5 і 3,0 л/т) проти корневих гнилей пшениці. Дослід провести на 2-х сортах озимої пшениці. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,2\%$, відносна похибка майбутнього дослідіу планується в межах $\bar{S}_x \% - 4,5\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 26. Проти бур'янів у посівах ярого ячменю планується випробувати три норми витрати гербіциду Серто Плюс, в.г. (0,10; 0,125 і 0,15 г/га) і три норми витрати гербіциду Спектр, з.п. (8,0; 9,0 і 10,0 кг/га). Дослід буде проведений на 2-х сортах пшениці. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,5\%$, відносна похибка майбутнього дослідіу планується в межах $\bar{S}_x \% - 4,3\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 27. Вивчити вплив зрошення (2 градації) і різних доз мінеральних добрив (4 градації) на стійкість кукурудзи проти пухирчастої сажки. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;
- 2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,6\%$, відносна похибка майбутнього дослідіу планується в межах $\bar{S}_x \% - 5,0\%$;
- 3) загальну кількість ділянок.

Варіант 28. Вивчити ефективність інсектицидів Нупрід 200, к.с. (0,2 і 0,25 л/га) і Намолот, к.с. (0,4 і 0,5 л/га) на 2-х сортах винограду проти комплексу шкідників. Потрібно визначити:

- 1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 6,7\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 3,0\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 29. Дати оцінку ефективності інсектицидів Оперкот, з. п. (0,3 і 0,4 кг/га) і Рапіра, к.е. (2,0; 2,5 і 3,0 л/га.) на 2-х сортах яблуні проти яблуневої плодожерки. Потрібно визначити:

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 8,4\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,0\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Варіант 30. Вивчити ефективність інсектицидів Ратибору, в.р.к. (0,25 і 0,3 л/га) і Когінору 200, в.р.к. (0,2 і 0,25 л/га) на 2-х сортах томатів проти колорадського жука. Потрібно визначити :

1) кількість варіантів;

2) кількість повторень, якщо попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації $V = 9,1\%$, відносна похибка майбутнього дослідження планується в межах $S_{\bar{x}}\% - 4,5\%$;

3) загальну кількість ділянок.

Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть основні елементи методики польового дослідження.
2. Що таке варіант? Повторність?
3. У чому різниця між повторністю і повторенням?
4. Як впливають кількість варіантів і кількість повторень на похибку дослідження?
5. Які дані необхідно враховувати при визначенні земельної ділянки під дослідження?
6. З якою ціллю проводяться ґрунтові дослідження земельної ділянки?
7. За якими показниками вивчають окультуреність дослідної ділянки?
8. Що таке типівість дослідження?

Тестові завдання

1	Включення декількох повторностей для кожного варіанта веде до:
1	підвищення точності дослідів
2	збільшення числа варіантів
3	обсяг робіт
4	підвищення похибки дослідів

2	Розмір ділянки рекогносцированих дослідів повинна бути:
1	100 м. кв.
2	від 50 до 200 м. кв.
3	від 10 до 50 м. кв.
4	менше 10 м. кв.

3	При розробці схеми експерименту найбільш оптимальне число варіантів рівне:
1	2-3
2	4-6
3	8-12
4	14-16

(ДСТУ 4601-2002; СОУ 01.4-37-429:2006)

3.3. Тема: Орієнтація ділянок і методи розміщення варіантів

Орієнтація і метод розташування ділянок у досліді мають забезпечити найбільше охоплення кожним варіантом усієї строкатості родючості ґрунту. Додержання цієї вимоги сприяє створенню умов найкращого порівняння між варіантами і забезпечує більшу точність і достовірність результатів та найменшу похибку досліду.

Визначення способу розміщення варіантів у польовому досліді залежить від багатьох факторів: від кількості варіантів у схемі, технічних умов постановки і проведення досліду, загальної площі ділянки і особливо від строкатості родючості ґрунту.

На останню впливають кліматичні умови, ґрунтовий покрив, технологія вирощування рослин, площа живлення рослин, внесені органічні й мінеральні добрива. Тому експериментатор не завжди має можливість вибрати для проведення досліду однорідну в усіх відношеннях земельну ділянку.

Потрібно чітко уявляти всю складність конкретної обстановки, у якій на практиці здійснюються польові досліді і добре знати основні закономірності територіальної мінливості родючості ґрунту, бо вони лежать в основі сучасних методів розміщення варіантів на дослідній земельній ділянці.

Слід розрізняти випадкові та закономірні варіювання врожаю на ділянках. У першому випадку внаслідок незначної зміни родючості ґрунту врожаї, які одержують із ділянок, коливаються навколо деякого середнього значення. Ці коливання суттєво не змінюються при переході від ділянки до ділянки (рис. 1).

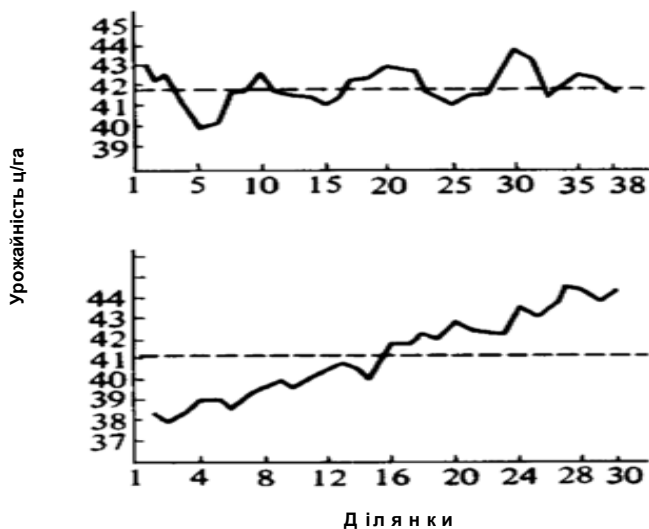


Рис.1. Випадкове (зверху) і закономірне (внизу) варіювання врожайності озимої пшениці по ділянках дрібного обліку (пунктиром позначено середній рівень урожайності).

Різниці між вибірками статистично не істотні. Іншими словами, за даними обліку врожаю з кожної ділянки можна вивести середній урожай, зібраний з цієї площі.

Суть закономірного варіювання полягає в тому, що відмінність між урожаями груп ділянок статистично достовірні. При цьому врожаї культури при переході від ділянки до ділянки характеризуються вищим або, навпаки, нижчим значенням. Ступінь закономірної мінливості родючості ґрунту може бути різною і вона залежить в основному від рельєфу земельної ділянки, від культури, що вирощується, площі ділянки.

Необхідно зазначити, що дію закономірного варіювання не можна усунути шляхом збільшення площі дослідної ділянки. Тому при закономірному варіюванні родючості ґрунту потрібно використовувати особливий спосіб розміщення ділянок.

Залежно від конфігурації і мікрорельєфу дослідного поля, а також складності схеми експерименту дослідні ділянки розташовують по-різному. В польових дослідках із захисту рослин використовують два способи розміщення повторень на земельній ділянці: суцільний і розкидний.

При суцільному розміщенні всі ділянки розташовують компактно на одній земельній ділянці, які мають загальну межу між окремими повтореннями. При цьому залежно від конфігурації повторень дослідної ділянки можна розміщувати в один або декілька ярусів (рис. 2).

Розміщення повторень в один ярус застосовується, як правило, на ділянках видовженої форми при невеликій кількості варіантів у досліді. Такий спосіб розміщення ділянок досить зручний для виконання всіх робіт з технології вирощування культури і захисту її від хвороб, шкідників і бур'янів.

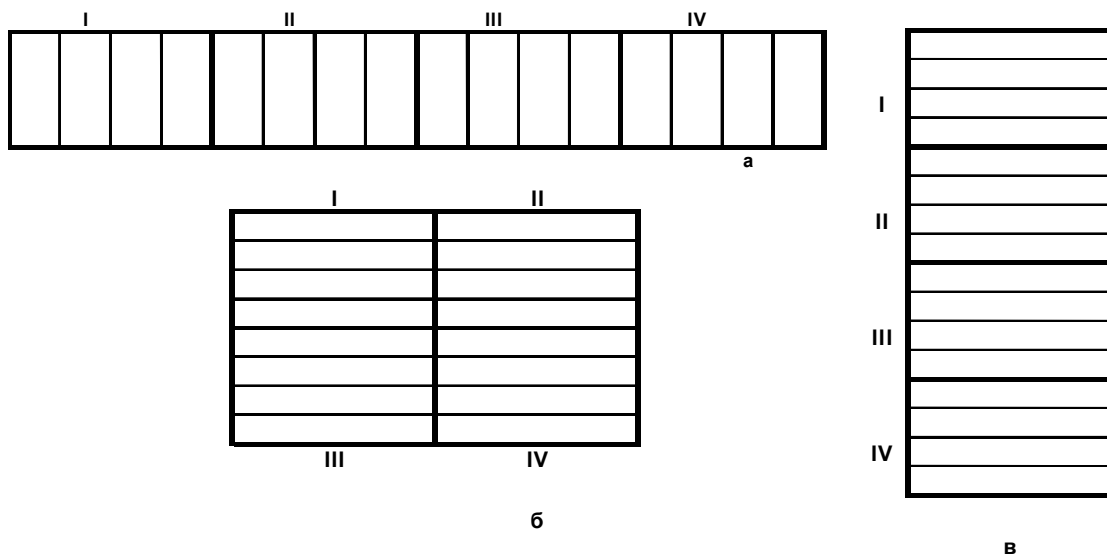


Рис. 2. Суцільне розташування повторень на дослідній ділянці: а - у один ярус, б та в - відповідно у два та чотири яруси.

Одноярусне розташування ділянок використовують у дослідах із вивчення ефективності різних доз фунгіцидів й інсектицидів. При цьому передбачають можливість створення широких доріжок уздовж дослідної ділянки для розвороту машин і знарядь, що використовуються при постановці та проведенні досліджень.

Розкидане розташування повторень застосовують лише в тому разі, коли відсутня однорідна дослідна ділянка достатнього розміру для суцільного розміщення всіх повторень досліду, наприклад, при поділі земельної ділянки природними перешкодами (рис. 3).

При розміщенні варіантів досліду у середині повторення, використовують три способи: стандартний, систематичний і випадковий (рендомізований).

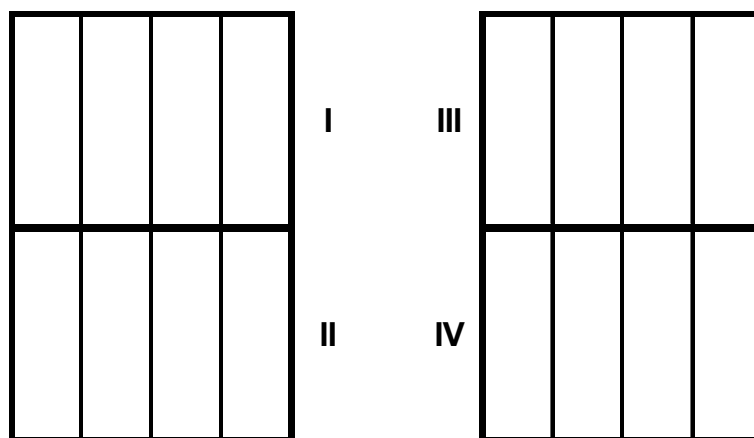


Рис. 3. Розкидане розташування повторень на дослідній ділянці.

Для стандартного способу характерно чергування одного-двох дослідних варіантів із контролем або стандартом, тобто, кожний варіант, що вивчається, порівнюють зі своїм контролем. Цей спосіб застосовують на дослідних ділянках із закономірним варіюванням родючості ґрунту (рис. 4 а).

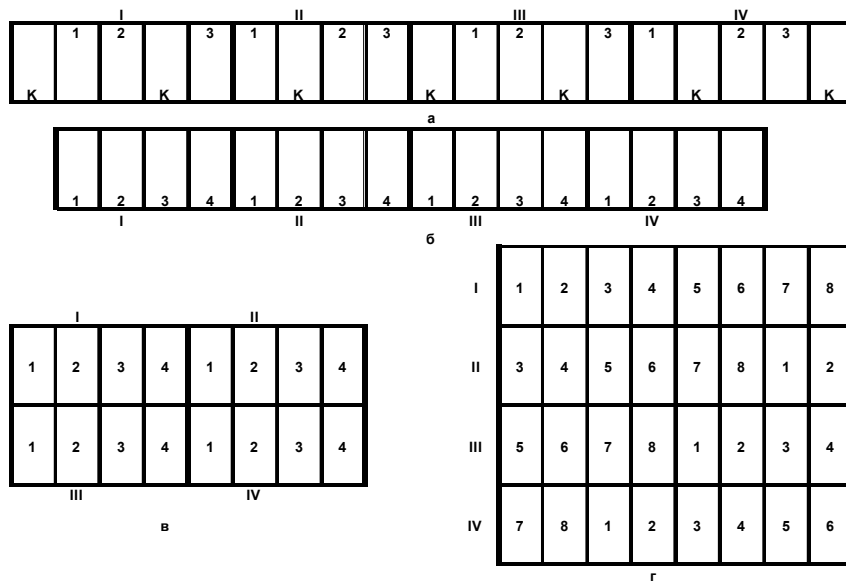


Рис. 4. Способи розміщення трьох варіантів у чотирикратному повторенні: а - стандартний спосіб розміщення трьох варіантів при чотирикратному повторенні; б - систематичний спосіб розміщення чотирьох варіантів; в - двоярусне розміщення варіантів систематичним методом; г - багаторярусне розміщення восьми варіантів.

Практика застосування і порівняльна оцінка стандартних методів виявили їх суттєві недоліки, де не завжди спостерігається тісна кореляція між урожаєм сусідніх ділянок; при значній кількості варіантів (понад 12) важко порівнювати ділянки, розташовані далеко одна від однієї. Крім того, при великій кількості варіантів стандартні методи дуже громіздкі і характеризуються нераціональним використанням земельної площі. Застосовувати їх доцільно у селекції на перших етапах відбору з метою виявлення перспективних ліній. При систематичному способі дослідні варіанти розташовують у повторенні в певній послідовності (рис. 4 б).

Існує кілька способів систематичного розміщення варіантів. При однорядному розміщенні повторень найбільш поширене послідовне розташування варіантів дослідів за прийнятою схемою.

Так, якщо в першому повторенні варіанти дослідів розташовані в порядку 1, 2, 3, 4, то ця схема має зберігатись і в останніх повтореннях.

При шаховому розміщенні порядок проходження варіантів у повтореннях різних ярусів зміщується. Щоб визначити кількість ділянок, на які необхідно змістити розміщення варіантів у наступних ярусах, кількість варіантів дослідів ділять на кількість ярусів. Наприклад, при шести варіантах і триярусному розташуванні повторень, ділянки в другому ярусі потрібно

змістити на 2 номери ($6 : 3 = 2$), а при двоярусному - на 2 номери у кожному ярусі (рис. 4 в).

При багатоярусному розташуванні варіантів на земельній ділянці не можна допускати територіального зближення одних і тих же варіантів як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

Однотипні варіанти необхідно якнайдалі віддаляти один від одного, а при багатоярусному розташуванні повторень ділянки кожного варіанта у вертикальних стовпцях слід розміщувати один раз (рис. 4 г).

Систематичні методи відрзняються простотою, але й вони не позбавлені недоліків:

- 1) спостерігаються можливі і часто не передбачені спотворення ефектів по варіантах;
- 2) ненадійність у статистичній оцінці похибки досліду;
- 3) при закономірному варіюванні родючості ґрунту є ймовірність нагромадження систематичних похибок (вони виникають через можливість кореляції цього способу розміщення зі зміною родючості ґрунту)

Рендомізоване розміщення варіантів передбачає випадкове їх розміщення в кожному повторенні (рис. 5 а, б, в).

Рендомізацію виконують жеребкуванням або за таблицею випадкових чисел. При проведенні рендомізації жеребкуванням варіанти нумерують і записують на однакових картках, які після перемішування виймають по одній. Варіанти в повтореннях розміщують в такій послідовності, в якій були витягнуті картки. Жеребкування проводять для кожного повторення окремо.

При проведенні рендомізації за таблицею випадкових чисел черговість варіантів у повтореннях визначають випадковим вибором чисел. Для цього перед складанням схеми розміщення варіантів у досліді їх нумерують. Потім у будь-якому рядку таблиці вибирають початковий пункт підрахунку і, рухаючись по таблиці в будь-якому напрямку, знаходять номери ділянок для всіх варіантів окрім останнього. Останній варіант для останньої ділянки проставляють автоматично, через те, що окрім нього на цій ділянці не може бути розташований жоден інший варіант. Аналогічно поступають і з іншими повтореннями.

У дослідях, розділених на блоки чи групи, розміщення цілих блоків чи груп варіантів у повтореннях визначають, як правило рендомізовано. Якщо згідно з методикою необхідне розміщення між варіантами захисних ділянок, то їх передбачають і в рендомізованих схемах.

	I				II				III				IV			
	3	2	4	1	3	1	4	2	4	1	2	3	1	3	4	2
	a															
	I								II							
	3	5	6	2	1	4	8	7	8	5	2	1	6	3	4	7
	8	5	7	1	6	7	3	2	4	6	8	3	1	7	2	5
	III								б				IV			
I	4	1	2	3	5	8	7	6								
II	3	6	5	8	1	7	2	4								
III	1	5	7	4	3	2	6	8								
IV	2	4	6	8	7	5	3	1								
	в															

Рис. 5. Схема розміщення варіантів способом рендомізації в один (а), два (б) і чотири (в) яруси.

На практиці дослідної справи найбільш розповсюдженими вважаються способи випадкових блоків або повторень (рис.6 а, б, в), латинський квадрат (7 а, б і 8 а, б) і латинський прямокутник (9).

У кожному ряду і стовпчику мусить бути повний набір усіх варіантів (при цьому жодний із варіантів не повинен повторюватися двічі ні в ряду, ні в стовпчику).

Ділянки можуть бути квадратними або видовженими. Одним із головних недоліків цього способу є вимога: щоб кількість повторень і варіантів була рівною.

При кількості варіантів понад 8, застосовують спосіб латинського прямокутника, при якому варіанти розташовують так, щоб їх кількість була кратною кількості повторень.

Так, при трикратній повторності цим способом можна поставити дослід з 6, 9 і 12 варіантами; при чотирикратній - з 8, 12, 16. Частка від ділення визначає кількість смуг, на які потрібно розділити кожний вертикальний ряд відповідно до латинського прямокутника.

Наприклад, для розміщення варіантів методом латинського прямокутника в досліді з восьми варіантів у чотирикратній повторності кожний вертикальний ряд потрібно розбити на дві смуги.

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

а

2	6	4	5	1	3
4	1	2	3	6	5
5	3	6	1	4	2
6	4	5	2	3	1
1	2	3	4	5	6

б

7	6	5	2	4	3	1
5	4	7	3	1	2	6
2	3	1	6	7	4	5
6	7	4	1	3	5	2
3	5	6	7	2	1	4
1	2	3	4	5	6	7

в

3	10	9	1	8	2	6	4	5	7
6	4	7	5	9	10	1	3	2	8
5	7	8	2	4	3	10	9	1	6
8	9	10	6	7	1	2	5	4	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

г

Рис. 6. Розміщення варіантів дослідження методом рендомізованих (випадкових) повторень: а, б, в, г - число варіантів відповідно 5, 6, 7 і 10.

При розміщенні варіантів методом латинського квадрата, кількість повторень має бути обов'язково рівною кількості варіантів (4 x 4; 5 x 5; 6 x 6). На площі їх розташовують рядами і стовпчиками.

Необхідно зазначити, що варіанти розташовують випадково з таким розрахунком, щоб ряди і стовпці мали їх повний набір. Це усуває вплив систематичного варіювання родючості ґрунту в двох перпендикулярних напрямках і шляхом математичної обробки дозволяє знизити похибку експерименту.

1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	1
3	4	5	6	1	2
4	5	6	1	2	3
5	6	1	2	3	4
6	1	2	3	4	5

а

3	5	2	1	4	6
2	6	5	4	1	3
1	4	6	3	2	5
6	2	4	5	3	1
4	1	3	6	5	2
5	3	1	2	6	4

б

Рис. 7. Схема розміщення варіантів дослідження способом латинського квадрата: а – систематичне; б - рендомізоване.

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

а

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

б

Рис.8. Розміщення чотирьох (а) і п'яти (б) варіантів способом латинського квадрата.

3	5	6	7	
1	4	2	8	I
2	7	8	6	
4	1	3	5	II
7	2	1	3	
6	8	5	4	III
8	3	7	1	
5	6	4	2	IV

Рис. 9. Схема розміщення варіантів на дослідній ділянці способом латинського прямокутника.

В агротехнічних дослідах, де вивчають два і більше факторів (сорти і варіанти захисту від шкідливих організмів – норми внесення органічних і мінеральних добрив; норми витрати пестицидів, біопрепаратів; строки обробки рослин препаратами, різні режим зрошення і т.п.) закладають методом розщепленої ділянки за 4-кратної повторності. При цьому кожне повторення досліду повинно включати повний набір великих ділянок (варіанти першого фактору), а кожна велика ділянка – повний набір малих ділянок (варіантів другого фактору). При цьому способом великі ділянки першого порядку ділять уперек на ділянки другого порядку і т. д. Варіанти більш важливого господарського значення розміщують другим фактором. За проведення рендомізації двофакторних дослідів визначають розміщення варіантів першого фактору в кожному повторенні і варіантів другого фактору на ділянках першого фактору. Недоліком даного методу є неадекватна оцінка факторів на ділянках різних порядків.

Орієнтація і вибір напрямку ділянки. Визначення земельної ділянки, орієнтація і розміщення на ній варіантів необхідно проводити із урахуванням цілого ряду факторів. Необхідно, щоб дослідна ділянка знаходилась на значній віддалі від водоймищ (не менше 200 м), житлових будинків (50 - 100 м), тваринницьких ферм, лісового масиву, лісосмуг (не менше 25 - 30 м), живих огорож (10м). Для запобігання пошкоджень дослідних рослин ділянку не слід розташовувати поблизу доріг (не менше 20 м).

Важливою умовою об'єктивної оцінки варіантів є правильний вибір напрямку ділянки у досліді. Найбільш достовірні дані одержують за розміщення ділянки довшою стороною в напрямку зміни умов на площі, що в більшості випадків пов'язано з рельєфом. Тому, якщо частина або все поле, на якому планується проведення досліду, знаходиться на схилі, то ділянки за довжиною розміщують вздовж схилу, а основний обробіток ґрунту проводять впоперек його.

На полях з полезахисними лісовими смугами дослід розміщують довшою стороною перпендикулярно до смуги на відстані не менше 15 м від неї до досліду. Від доріг і посівів інших культур досліді відокремлюють захисними смугами шириною щонайменше 5 м, а за розміщення ділянок довшою стороною паралельно до міжпольових доріг, відстань від дороги до крайньої ділянки повинна становити принаймні 20 м.

В умовах зрошення ділянки розташовують, як правило, перпендикулярно до зрошувальних каналів. На осушених землях ділянки довшою стороною розташовують перпендикулярно до осушувальних каналів.

ЗАВДАННЯ №3

Розмістіть варіанти дослідів на земельній ділянці з використанням наступних способів:

Варіант 1. Розмістіть систематичним методом 10 варіантів досліду у чотирикратній повторності в 2 яруси.

Варіант 2. Виберіть найоптимальніший спосіб розміщення 8 варіантів досліду в чотирикратній повторності на земельній ділянці, на якій зміна родючості ґрунту спостерігається в двох взаємних перпендикулярних напрямках.

Варіант 3. Розмістіть 12 варіантів досліду у чотирикратній повторності, якщо відомо, що родючість ґрунту на дослідній ділянці схильна до закономірного варіювання в одному напрямку.

Варіант 4. Розмістіть 8 варіантів досліду в чотирикратній повторності способом рендомізації. Ділянки орієнтувати з урахуванням того, що вздовж дослідного поля з півночі на південь розташована лісова захисна смуга.

Варіант 5. Розмістіть 8 варіантів досліду систематичним способом у 2 яруси. Повторність досліду чотирикратна.

Варіант 6. Розмістіть 12 варіантів досліду стандартним способом. Повторність чотирикратна.

Варіант 7. Виберіть найбільш оптимальний спосіб розміщення 9 варіантів у трикратній повторності при закономірній зміні родючості ґрунту дослідного поля у одному напрямку.

Варіант 8. Розмістіть 7 варіантів досліду методом рендомізованих повторень.

Варіант 9. Виберіть найоптимальніший спосіб розміщення 12 варіантів у чотирикратній повторності при зміні родючості ґрунту в двох перпендикулярних напрямках.

Варіант 10. Розмістіть 10 варіантів у чотирикратній повторності стандартним методом.

Варіант 11. Розмістіть 5 варіантів досліду методом рендомізованих повторень.

Варіант 12. Розмістіть 8 варіантів досліду методом рендомізованих повторень.

Варіант 13. Розмістіть способом рендомізації 6 варіантів досліду в 2 яруси у чотирикратній повторності.

Варіант 14. Розмістіть 12 варіантів у чотирикратній повторності способом латинського прямокутника.

Варіант 15. Розмістіть 6 варіантів досліду методом латинського квадрату.

Варіант 16. Розмістіть багоярусним систематичним способом 5 варіантів досліду

Варіант 17. Розмістіть 8 варіантів досліду методом рендомізованих (випадкових) блоків.

Варіант 18. Розмістіть 16 варіантів досліду у чотирикратній повторності, якщо відомо, що родючість ґрунту на дослідній ділянці схильна до закономірного варіювання в одному напрямку.

Варіант 19. Розмістіть 12 варіантів методом рендомізованих (випадкових) блоків.

Варіант 20. Розмістіть 8 варіантів досліду систематичним способом у 2 яруси. Повторність досліду чотирикратна.

Варіант 21. Розмістіть 10 варіантів досліду стандартним способом. Повторність чотирикратна.

Варіант 22. Виберіть найбільш оптимальний спосіб розміщення 12 варіантів у трикратній повторності при закономірній зміні родючості ґрунту дослідного поля у одному напрямку.

Варіант 23. Розмістіть 5 варіантів досліду методом рендомізованих повторень.

Варіант 24. Виберіть найоптимальніший спосіб розміщення 7 варіантів у чотирикратній повторності при зміні родючості ґрунту в двох перпендикулярних напрямках.

Варіант 25. Розмістіть 9 варіантів у чотирикратній повторності стандартним способом.

Варіант 26. Розмістіть 7 варіантів досліду способом рендомізованих повторень.

Варіант 27. Розмістіть 8 варіантів досліду систематичним способом у два яруси.

Варіант 28. Розмістіть способом повної рендомізації 8 варіантів досліду у чотирикратній повторності.

Варіант 29. Розмістіть 12 варіантів у чотирикратній повторності способом латинського прямокутника.

Варіант 30. Розмістіть 7 варіантів досліду методом латинського квадрату.

Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть основні способи розміщення варіантів на дослідній земельній площі.
2. Особливості стандартного способу розміщення варіантів на дослідному полі.
3. Розкажіть про систематичний і рендомізований способи розміщення варіантів на земельній площі.
4. Що таке випадкове варіювання врожайності по ділянках?
5. Що таке закономірне варіювання родючості ґрунту?
6. Чим відрізняється суцільне розміщення повторень на дослідній ділянці від розкиданого?
7. Вимоги способу випадкових блоків?
8. Назвіть вимоги до розташування варіантів способом латинського квадрата.
9. Назвіть недоліки розташування ділянок способом латинського прямокутника.
10. Що розуміють під однорядковим розміщенням повторень?

3.4. Тема: Планування, складання схеми і структури досліду

Складання схеми досліду є найбільш важкою й відповідальною задачею, від якого значною мірою залежить успіх дослідження. Можливість використання у виробництві результатів проведеного досліду в більшості випадків визначається логічною схемою його побудови.

Однофакторні досліді. Схема одно факторного експерименту - це сукупність вхідних у нього дослідних і контрольних варіантів, об'єднаних загальною ідеєю. В кожній схемі обов'язково має бути присутній елемент порівняння, який дозволяє в результаті проведення досліджень визначити ефективність окремого варіанта. Таким елементом порівняння, як правило, є контроль або стандарт, з яким порівнюють усі інші варіанти або частину їх. Схема польового досліду має бути простою, ясною і не громіздкою, включаючи в однофакторних дослідіх на один контроль не більше 10-12 варіантів (40-48 ділянок). У випадку, коли необхідно мати більшу кількість варіантів, складають дві окремі схеми або вводять два контролю.

При розробці схеми експерименту потрібно дотримуватись таких вимог: витримати принципи єдиної різниці і факторності; правильно вибрати контрольний варіант або стандарт; визначити супутні невивчені умови експерименту (фон); правильно встановити основний рівень (центр експерименту) і одиниці варіювання факторів, які вивчають у досліді.

Дотримання принципу єдиної різниці – обов'язкова умова для методично правильної постановки досліду, яка дозволяє забезпечити порівняння даних різних варіантів. Наприклад, у польовому досліді при вивченні ефективності різних концентрацій пестицидів єдиною різницею між варіантами є концентрації, а всі інші умови досліду (обробіток ґрунту, попередники, строки і норми висіву, догляд за рослинами) мають бути однаковими.

Методично дуже важливо при плануванні схеми експерименту визначити контрольний варіант (стандарт), з яким порівнюють дослідні варіанти. У фітопатологічних й ентомологічних дослідженнях вибір контрольного варіанта має свої специфічні особливості.

У дослідіх з використанням пестицидів проти шкідливих організмів контролем є 2 варіанти без застосування хімічних препаратів: перший - обприскування рослин чистою водою, а другий - без обприскування.

При визначенні ефективності нових пестицидів додатковим контролем в експерименті є також еталонний препарат, який добре вивчений і широко застосовується у виробничих умовах.

При плануванні схеми однофакторних експериментів слід звертати увагу на два основних моменти. По-перше, варіанти в однофакторному досліді можуть розрізнятися якісно: досліді з проведення порівняльної оцінки сортів культур, способів сівби і обробітку ґрунту, попередників, різних форм добрив, пестицидів і т.д. По-друге, варіанти в досліді можуть мати кількісні градації факторів, які вивчаються в досліді: досліді з дозами добрив, дозами пестицидів і біопрепаратів, нормами зрошення, глибиною обробітку ґрунту, нормами висіву насіння і т.д.

Схема однофакторного дослідження, в якому варіанти відрізняються якісно, буде включати необхідну їх кількість, які плануються до вивчення. Наприклад, в досліді з вивчення стійкості 6 сортів пшениці до бурої листової іржі схема дослідження буде включати шість варіантів А, В, С, D, E, F. В загальному вигляді схему однофакторного дослідження з якісними градаціями можна записати у такому вигляді: А, В, С, ... , Z.

При розробці схеми однофакторного дослідження, в якому варіанти відрізняються якісно, важливо витримати принцип єдиної різниці, вірно вибрати контрольний варіант (стандарт) і визначити супутні агротехнічні умови експерименту, які не вивчаються в досліді (фон).

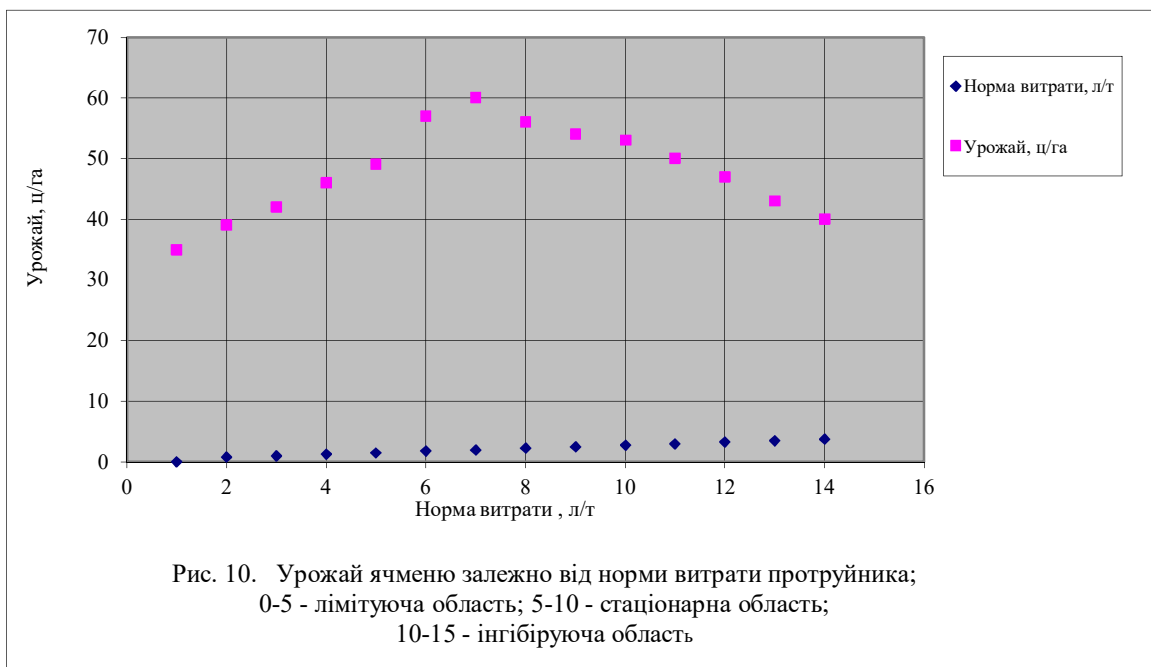
Для схеми однофакторних польових дослідів з кількісними градаціями, крім згаданих вище умов, необхідно правильно встановити одиницю варіювання для доз фактору, який вивчається в досліді, і число його градацій (доз). Важливо скласти так схему дослідження, щоб на основі експериментальних даних (крапок) – ефектів варіантів можна було побудувати криву відгуку, яка буде характеризувати залежність урожаю від зміни градацій фактору, які вивчаються у досліді. Звичайний зв'язок між урожаєм і зростаючими дозами одного фактору нелінійна. У зв'язку з цим бажано мати достатню кількість доз в широкому діапазоні. Необхідно спланувати або рівні інтервали між градаціями фактору, або, якщо це можна передбачити, взяти більше градацій в місцях перегинів кривої відгуку.

Як правило, достатньо планувати 5-8 рівнів (доз, градацій) фактору, який вивчається в досліді. При цьому важливо так встановити основний рівень, ту центральну крапку на кривій відгуку, щоб в міру руху до екстремальних (крайніх) значеннях експеримент охоплював би лімітуючу, стаціонарну й інгібіруючу області кривої, як наведено в прикладі з вивчення впливу різних доз протруйника на врожайність ярого ячменю (рис. 10)

Таким чином, успішне рішення поставленого перед експериментатором завдання залежить від вдалого вибору основного рівня (центру експерименту) і одиниці (шагу) варіювання фактору, який вивчається.

Якщо невірно встановлений центр експерименту і спланована незначна різниця в дозах (градаціях), то експериментальні крапки можуть охопити тільки лімітуючу або стаціонарну області, а отже, на основі отриманої інформації неможливо встановити оптимальний рівень для фактору, який вивчається.

Інша небезпека виникає у тому випадку, коли шаг варіювання взятий дуже великим і у такому разі можна „проскочити” крапку максимуму відгуку. Точні рекомендації по вибору величини шагу дати неможливо, і багато тут залежить від кваліфікації та інтуїції експериментатора (Доспехов, 1979).



У випадку, коли попередні дані про явище, яке планують вивчати в досліді, відсутні, вибір основного рівня, тобто, центру експерименту приходиться робити більш менш інтуїтивним способом, керуючись загальними уявленнями про процес. При виборі шагу варіювання необхідно так встановити градації факторів, щоб в лімітуючій області зміни результативної ознаки, які викликані цим варіюванням, наприклад урожаю, перебільшували найменшу істотну різницю ($НІР_{05}$).

В загальному вигляді схему однофакторного досліді з вивчення градацій (доз) фактора А можна представити так: $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$. Тут індексами 0,1,2, ..., n позначені градації фактора А в умовних одиницях, де 0 – найнижча, нульова градація. Наприклад при вивченні відгуку урожаю ярого ячменю (сорт Сатурн) на п'ять доз протруйника Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. проти сажкових захворювань, пліснявіння та корневих гнилей (0 – без протруєння; 1 – 1,5 л/т; 2 – 2,0 л/т; 3 – 2,5 л/т; 4 – 3,0 л/т) в загальному вигляді схема досліді буде такою: a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 .

Конкретна схема:

- 1 Сатурн без протруєння (контроль) - a_0 .
2. Сатурн протруєний Вітаваксом 200 ФФ, в.с.к., 1,5 л/т - a_1 .
3. То же, 2,0 л/т - a_2 .
4. То же, 2,5 л/т - a_3 .
5. То же, 3,0 л/т - a_4 .

Слід відмітити принципову різницю між однофакторними дослідіми з якісними (дискретними, переривчатими) і кількісними (неперервними) факторами, які мають відношення до планування повторень. У першому випадку важливо точніше визначити прибавку урожаю в порівнянні з

контролем (стандартом), тобто ефект варіанта, і для цього необхідна достатня 4-6 кратна повторність. У другому випадку важливо визначити форму кривої відгуку, для чого необхідно мати достатню кількість градацій (доз) фактора в широкому діапазоні і, отже, вигідніше мати більше варіантів, не збільшуючи повторність більш 3–4-кратної.

Багатофакторні дослід. До багатофакторних дослідів завжди включають варіанти з усіма можливими поєднаннями факторів, які вивчають. Слід зауважити, що збільшення кількості варіантів в досліді з великими за розміром ділянками спричиняє зниження їх точності, ніж при ділянках меншого розміру, через складність проведення запланованих спостережень, обліків, доглядів за посівами, які необхідно проводити в стислі строки.

Ще більш складно спланувати і правильно вибрати контрольні варіанти в досліді із вивченням кількох факторів, особливо при дослідженні ефективності пестицидів на фоні використання агротехнічних прийомів в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур. У таких досліді контрольними мають бути варіанти без застосування пестицидів на всіх агротехнічних фонах, а також усі варіанти з хімічними препаратами по одному з фонів, прийнятого за стандарт.

Багатофакторні досліді розміщують за трьома схемами: методом рендомізованих повторень, змішування і розщеплених ділянок. Планування певної схеми багатофакторного польового чи вегетаційного дослідів з наступним об'єднанням одержаної вихідної інформації в статистичний комплекс здійснюють за трьох найважливіших умов: 1 – фактори, які вивчаються, повинні бути незалежними один від одного; 2 – розміщення варіантів і повторень формують за принципом рендомізації; 3 – дані, які об'єднані в дисперсійний комплекс, повинні підпорядковуватися нормальному або близькому до нього розподілу частот. Остання умова не завжди контролюється і не залежить від експериментатора.

Специфічні особливості складання схеми і програм з кожного виду дослідів з пестицидами, сортами, шкідниками, хворобами і бур'янами нерозривно пов'язані з методикою розташування варіантів на конкретній земельній ділянці і статистичною обробкою їх результатів. Реальна схема досліді є синтезом різних вимог і можливостей.

План повного факторіального експерименту (ПФЕ). Розробити і правильно скласти схему багатофакторного досліді значно складніше, ніж однофакторного, складеного за принципом єдиної різниці. У багатофакторному експерименті вивчається не тільки дія, але й взаємодія кількох дослідних факторів, тому схема такого досліді має передбачати всі можливі комбінації варіантів, а також їх взаємодію.

За допомогою ПФЕ можна одержати відомості про реакцію рослини і шкідливих організмів на різні фактори і визначити дію доз препаратів (градацій) кожного фактора на ефекти інших, тобто виявити їх взаємодію. Наприклад, при використанні органічних і мінеральних добрив можна визначити вплив кожного з них на розвиток борошнистої роси пшениці. Крім

того, можна вивчити вплив органічних і мінеральних добрив на розвиток хвороби при одночасному їх застосуванні у варіанті. У такому разі кажуть про взаємодію добрив.

Схема повного факторіального експерименту на відміну від однофакторного має ряд важливих переваг. Випробування різних об'єднаних факторів дає можливість виявити вплив кожного з них при зміні інших факторів, а також одержати більш надійні результати для практичних рекомендацій.

Суттєвий недолік повних факторіальних схем при вивченні трьох і більше факторів - їх багатоваріантність, яка утруднює практичне проведення досліду.

Оскільки варіанти можуть відрізнитись як якісно, так і кількісно, тому, плануючи дослід, необхідно якісні й кількісні градації факторів розглядати з позицій їх впливу на об'єкт, що вивчається - хвороба, шкідник чи бур'ян.

Планування повних факторіальних схем полегшується використанням спеціальної символіки (кодування) варіантів. Якщо в однофакторних польових експериментах при складанні схем досліду важливо враховувати, де варіанти відрізняються якісно, а де - кількісно, то у схемах багатофакторних дослідів вивчається дія і взаємодія як кількісних, так і якісних показників. У цьому разі при використанні кодування для кількісних показників нульова градація означає відсутність фактора, що вивчається (наприклад, без обробки пестицидами); для якісних показників нульова градація означає контрольний варіант (стандартний пестицид або сорт).

Приклад. Необхідно вивчити вплив фунгіциду Альто Супер, к.е. і мінеральних добрив ($N_{30}P_{45}K_{45}$) на ураженість озимої пшениці септоріозом. У досліді кожен фактор (А - фунгіцид і В - мінеральні добрива) випробується в двох градаціях: Альто Супер, к.е. - 0 і 0,5 л/га і мінеральні добрива - 0 і $N_{30}P_{45}K_{45}$. Такий дослід позначається $2 \times 2 = 4$.

Схема його буде така:

1. Без добрив і без фунгіциду (контроль).
2. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га).
3. Мінеральні добрива ($N_{30}P_{45}K_{45}$).
4. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га) + мінеральні добрива ($N_{30}P_{45}K_{45}$).

Якщо у схему включити третій фактор, наприклад, органічні добрива у двох градаціях (0 і 20 т/га), то одержимо факторіальну схему із восьми варіантів: $2 \times 2 \times 2 = 8$.

Схема його буде наступна:

1. Без добрив (мінеральних і органічних) і без фунгіциду (контроль).
2. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га).
3. Мінеральні добрива ($N_{30}P_{45}K_{45}$).
4. Органічні добрива (20 т/га).
5. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га) + органічні добрива (20 т/га).
6. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га) + мінеральні добрива ($N_{30}P_{45}K_{45}$).
7. Мінеральні добрива ($N_{30}P_{45}K_{45}$) + органічні добрива (20т/га).

8. Альто Супер, к.е. (0,5 л/га) + органічні добрива (20 т/га) + мінеральні добрива (N₃₀P₄₅K₄₅).

Ця схема повного факторіального експерименту визначає всі можливі поєднання фунгіциду і добрив. Вона дозволяє вивчити окремо вплив кожного з них: фунгіциду Альто Супер, к.е., органічних добрив, мінеральних добрив, а також їх подвоєних і потроєних взаємодій на ураженість рослин озимої пшениці септоріозом.

При плануванні складних схем дослідів - фактори при кодуванні позначають заголовними латинськими літерами А, В, С, Д і т. д. Кодування дозволяє всю різноманітність схем багатфакторних дослідів зводити до ряду стандартних таблиць, які називають матрицею планування. Кількість стовпців у таблиці відповідає кількості факторів, а кількість рядків - кількості варіантів (табл.3).

3. План повного факторіального експерименту **(за схемами: 2 x 2 та 2 x 2 x 2) у кодованих змінних**

Номер варіанта	Фактор		Позначення варіантів (рядків)
	А	В	
1	0	0	0
2	1	0	А
3	0	0	Б
4	1	1	АБ

Номер варіанта	Фактор			Позначення варіантів (рядків)
	А	В	С	
1	0	0	0	0
2	1	0	0	А
3	0	1	0	В
4	0	0	1	С
5	1	1	0	АВ
6	1	0	1	АС
7	0	1	1	ВС
8	1	1	1	АВС

Складання матриць значно полегшує роботу дослідника при безпосередньому плануванні польового дослідіду.

(ДСТУ 3768:2009; CODEX Alimentarius standarts)

ЗАВДАННЯ №4

Складіть схему однофакторного досліді і матрицю планування багатфакторного досліді згідно зі своїм варіантом

Варіант 1.1. Скласти схему досліді щодо вивчення ефективності інсектициду Актара 25, в.г. на озимій пшениці проти клопа шкідливої черепашки з нормами витрати 1,0 і 1,14 кг/га.

1.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу органічних (20 і 40 т/га) і мінеральних ($N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{75}P_{75}K_{75}$) добрив на стійкість озимої пшениці до борошнистої роси.

Варіант 2.1. Скласти схему досліді з вивчення ефективності біопрепарату Агат 25-К на озимій пшениці проти фузаріозну колоса з нормою витрати 20; 30 і 40 г/га.

2.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Гранівіт, в.с.к. (2,0; 2,5 і 3,0 л/т) і органічних добрив (20 і 40 т/га) на кукурудзі проти сажкових хвороб.

Варіант 3. 1. Скласти схему польового досліді з вивчення ефективності фунгіциду Акробат МЦ, в.г. на картоплі проти фітофторозу з нормами витрати: 1,5; 2,0 і 2,5 кг/га.

3.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу способів обробітку ґрунту (глибока оранка, мілка плоскорізна, глибока плоскорізна) і строків сівби озимого ячменю (5 і 20 вересня) на ураження рослин кореневими гнилями.

Варіант 4.1. Скласти схему досліді з вивчення ефективності інсектициду Золону 35, к.е. на цукрових буряках проти звичайного бурякового довгоносика з нормами витрати: 2,0; 2,5; 3,0 і 3,5 л/га.

4.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності фунгіциду Альетт, з.п. на озимому ріпаку проти пероноспорозу з нормами витрати: 1,2; 1,4; 1,6 і 1,8 кг/га на фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$).

Варіант 5.1. Скласти схему польового досліді з вивчення ефективності фунгіциду Альто Супер 330, к.е. на яром ячмені проти борошнистої роси з нормами витрати: 0,2; 0,3; 0,4 і 0,5 л/га.

5.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу різних доз вапнування (0,5; 1,0 і 1,5 т/га вапна) і фосфорно-калійних добрив ($P_{45}K_{30}$ і $P_{90}K_{60}$) на стійкість картоплі проти звичайної парші.

Варіант 6. 1. Скласти схему дослід з вивчення ефективності фунгіциду Амістар Екстра 280, к.с. проти комплексу хвороб колоса на озимій пшениці з нормами витрати 0,25; 0,5 і 0,75 л/га.

6.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу зрошення (250 і 300 м³/га) і мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀ та N₆₀P₆₀K₆₀) на стійкість огірка проти борошнистої роси.

Варіант 7. 1. Скласти схему польового дослід з вивчення ефективності інсектицидів: Банкола, з.п. (0,2 і 0,3 кг/га), Бульдока, к.е. (0,20 і 0,25 л/га) і Вантекса, мк.с. (0,06 і 0,07 л/га) на картоплі проти колорадського жука.

7.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₄₅ і N₉₀P₉₀K₉₀) і способів обробітку ґрунту (плужна і безплужна) на чисельність хлібної жужелиці на озимій пшениці.

Варіант 8.1. Скласти схему польового дослід з вивчення ефективності Діазинона, к.е. на яблуні проти яблуневого квіткоїда з нормами витрати: 0,8; 0,9 і 1,0 л/га.

8.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Кольчуга, т.к.с. з нормами витрати 0,3; 0,4 і 0,5 л/т і способів обробітку ґрунту (плужна і безплужна) на ярому ячмені проти комплексу хвороб.

Варіант 9.1. Скласти схему дослід з вивчення ефективності фітосейлюса на огірку (при його використанні у співвідношенні 1:50; 1:100 і 1:200) проти павутинного кліща у закритому ґрунті.

9.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу різних строків сівби соняшнику (25 квітня і 5 травня) і різних доз внесення мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₄₅; N₆₀P₆₀K₆₀ і N₇₅P₇₅K₇₅) на ураженість рослин білою гниллю.

Варіант 10.1. Скласти схему дослід з вивчення ефективності інсектицидів: Дозор, з.п. (0,4 і 0,5 кг/га) і Зеніта, в.р.к., (0,1; 0,15 і 0,2 л/га) на винограді проти виноградних листовійок.

10.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності інсектициду Маршал 25, к.е. (0,8; 1,0 і 1,2 л/га) і мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀; N₄₅P₄₅K₄₅ і N₆₀P₆₀K₆₀) на озимій пшениці проти хлібної жужелиці.

Варіант 11.1. Скласти схему дослід з вивчення ефективності Конфідора, в.р.к. (0,1; 0,15 і 0,2 л/га) на сливі проти сисних шкідників.

11.2. Скласти матрицю планування дослід з вивчення ефективності протруйника Вітавакса 200 ФФ, в.с.к. (2,5 і 3,0 л/т) і позакореневого підживлення рослин озимої пшениці азотом (N₃₀; N₄₅ і N₆₀) проти корневих гнилей.

Варіант 12.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності фунгіциду Фортеця ЕС, к.е. (0,75; 1,0 і 1,25 л/га) на ріпаку проти фомозу.

12.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності гербіциду Боліду, в.г. (15; 20 і 25 г/га) і різних доз мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$) на кукурудзі проти однорічних та багаторічних злакових та дводольних бур'янів.

Варіант 13.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності гербіциду Зеллек-супер, к.е. (0,3; 0,35 і 0,4 л/га) на яром ріпаку проти однорічних злакових бур'янів.

13.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Гранівіт, в.с.к. (2,0; 2,5 і 3,0 л/т) і органічних добрив (20 і 40 т/га) на кукурудзі проти сажкових хвороб.

Варіант 14.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності на винограді фунгіцидів Квадріса 250, к.с. (0,6; 0,7 і 0,8 л/га) і Колліса, к.с. (0,3 і 0,4 л/га) проти оїдіуму.

14.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу зрошення (300 і 600 м³/га) і гербіциду Базис 75, в.г. (15; 20 і 25 г/га) на забур'янення кукурудзи однорічними та багаторічними злаковими ур'янами.

Варіанти 15.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності інсектицидів Маршала 25, к.е. (0,5; 0,75 і 1,0 л/га) і Фастака, к.е. (0,08; 0,09 і 0,1 л/га) на картоплі проти колорадського жука.

15.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності фунгіциду хлорокису міді, 90% з.п. (6,0; 7,0 і 8,0 кг/га) та позакореневих підживлень рослин хмелю мікроелементами (0,5 і 0,75 л/га) проти пероноспорозу.

Варіант 16.1. Скласти схему дослідження щодо вивчення ефективності інсектицидів Шарпай, м.е. (0,15 і 0,2 л/га) і Штефесін, к.е. (0,15; 0,20 і 0,25 л/га) на озимій пшениці проти клопа шкідливої черепашки.

16.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу органічних (15 і 30 т/га) і мінеральних ($N_{45}P_{45}K_{45}$ $N_{60}P_{60}K_{60}$ $N_{90}P_{90}K_{90}$) добрив на стійкість озимого жита до бурі іржі.

Варіант 17.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності біопрепарату Мікосан В, в.р.к. на яром ячмені проти комплексу хвороб з нормою витрати 5; 6 і 7 л/га.

17.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Нупрід 600, к.с. (40 і 70 мл на 1 посівну одиницю) та органічних добрив (40 і 60 т/га) проти комплексу ґрунтових і наземних шкідників сходів цукрового буряку.

Варіант 18. 1. Скласти схему польового дослідження з вивчення ефективності фунгіциду Танос 50, в.г. на соняшнику проти комплексу хвороб з нормами витрати: 0,4; 0,5 і 0,6 кг/га.

18.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу способів обробітку ґрунту (глибока оранка, мілка плоскорізна) і строків сівби озимого тритикале (10 і 20 вересня) на ураження рослин кореневими гнилями.

Варіант 19.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності інсектициду Ратибору, в.р.к. на цукрових буряках проти комплексу сисних шкідників з нормами витрати: 0,15; 0,2 і 0,25 л/га.

19.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності фунгіциду Ринкоцебу, з.п. на помідорах проти фітофторозу з нормами витрати: 2,0; 2,25 і 2,5 кг/га на фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{90}P_{90}K_{90}$)

Варіант 20.1. Скласти схему польового дослідження з вивчення ефективності фунгіциду Террасил 250, к.с. на яром ріпаку проти комплексу хвороб з нормами витрати: 0,5; 0,75 і 1,0 л/га.

20.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу різних доз вапнування (0,3 і 0,6 т/га вапна) і фосфорно-калійних добрив ($P_{45}K_{60}$ і $P_{90}K_{120}$) на стійкість картоплі проти ризоктоніозу.

Варіант 21.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності фунгіцидів Корнет, к.с. (0,4 і 0,5 л/га) і Ламетил, з.п. (0,4; 0,5 і 0,6 кг/га) на озимій пшениці проти борошнистої роси та корневих гнилей.

21.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу зрошення (250 і 300 м³/га) і мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$) на стійкість огірка проти борошнистої роси.

Варіант 22. 1. Скласти схему польового дослідження з вивчення ефективності інсектицидів: Ратибора, в.р.к. (0,2 і 0,3 л/га) і Римона, к.е. (0,25 і 0,3 л/га) на картоплі проти колорадського жука.

22.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу мінеральних добрив ($N_{30}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{90}K_{90}$) і способів обробітку ґрунту (плужна і безплужна) на розвиток корневих гнилей озимого жита.

Варіант 23.1. Скласти схему польового дослідження з вивчення ефективності інсектицидів Фазис, з.п. (0,5; 0,6 і 0,7 кг/га) і Ципі, к.е. (0,3 і 0,32 л/га) на яблуні проти яблуневої плодожерки.

23.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Максим Стар 025, т.к.с. з нормами витрати 1,5; 1,75 і 2,0 л/т і способів обробітку ґрунту (плужна і безплужна) на яром у ячмені проти сажкових хвороб і плямистостей.

Варіант 24.1. Скласти схему досліду з вивчення ефективності препарату Санмайт, з.п. (0,5; 0,6; 0,7; 0,8 і 0,9 кг/га) на яблуні проти кліщів.

24.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу різних строків сівби цукрових буряків (15 квітня; 25 квітня і 5 травня) і різних доз внесення мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$) на ураженість сходів цукрових буряків коренеїдом.

Варіант 25.1. Скласти схему досліду з вивчення ефективності інсектицидів: Рубін к.е. (0,1; 0,15 і 0,2 л/га) і Карате 050, к.е. (0,1; 0,15 і 0,2 л/га) на кукурудзі проти кукурудзяного метелика.

25.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Кінто Дуо, к.с. (2,0; 2,25 і 2,5 л/га) і різних доз мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$) на ярій пшениці проти кореневих гнилей.

Варіант 26.1. Скласти схему досліду з вивчення ефективності Конфідора, в.р.к. (0,1; 0,15 і 0,2 л/га) і Нупріда 200, к.с. (0,15 і 0,2 л/га) на винограді проти листовійок.

26.2. Скласти матрицю планування досліду з вивчення ефективності протруйника вінцита 050, к.с. (1,5 і 2,0 л/т) і позакореневого підживлення рослин ярового ячменю азотом (N_{30} і N_{60}) проти кореневих гнилей.

Варіант 27.1. Скласти схему досліду з вивчення ефективності фунгіцидів Імпакт Т, к.с. (0,50; 0,75 і 1,0 л/га) і Карамба, в.р. (0,75; 1,0 і 1,25 л/га) на озимому ріпаку проти альтернаріозу, фомозу і циліндроспоріозу.

27.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності гербіциду Вінсент, в.р. (2,0; 2,5 і 3,0 л/га) і різних доз мінеральних добрив ($P_{60}K_{60}$ і $P_{90}K_{90}$) на сої проти однорічних двосім'ядольних бур'янів.

Варіант 28.1. Скласти схему досліду з вивчення ефективності гербіцидів Горизонт, к.е. (0,8; 0,9 і 1,0 л/га) і Гол, к.с. (2,5 і 5,0 л/га) на цукрових буряках проти однорічних дводольних та злакових бур'янів.

28.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності протруйника Дерозал, к.с. (1,25 і 1,5 л/т) і органічних добрив (30 і 40 т/га) на соняшнику проти мілдью та гнилей.

Варіант 29.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності на винограді фунгіцидів Кабріо Топ, в.г. (1,5; 1,75 і 2,0 кг/га) і Кемістар, к.е. (0,15 і 0,3 л/га) проти оїдіуму та мілдью.

29.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення впливу зрошення (250 і 500 м³/га) і гербіциду Блейд, к.с. (1,4; 1,6 і 1,8 л/га) на забур'янення озимого ріпаку багаторічними злаковими бур'янами.

Варіанти 30.1. Скласти схему дослідження з вивчення ефективності гербіцидів Бригадир, к.е. (1,0; 1,25 і 1,5 л/га) і Бурекс 430, к.с (5,5; 6,5 і 7,5 л/га) на цукрових буряках проти однорічних дводольних та злакових бур'янів.

30.2. Скласти матрицю планування ПФЕ з вивчення ефективності фунгіциду Ридоміл Голд МЦ, в.г. (2,0; 2,25 і 2,5 кг/га) та різних доз органічних добрив (30 і 45 т/га) на картоплі проти фітофторозу.

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке схема дослідження?
2. Основні вимоги при складанні схеми дослідження.
3. Що Ви розумієте під принципом єдиної різниці?
4. Суть принципу факторіальності. Що таке фон дослідження?
5. Які специфічні особливості має контрольний варіант у фітопатологічних чи ентомологічних дослідженнях?
6. Що таке план повного факторіального експерименту?
7. Які вимоги необхідно врахувати при складанні схеми багатofакторного польового дослідження?
8. Яка різниця між якісними і кількісними показниками? Що таке матриця планування?
9. Що розуміють під структурою дослідження?

Тестові завдання

1	Схема дослідження – це:
1	правильне розташування дослідних варіантів
2	сукупність вхідних у нього дослідних і контрольних варіантів, об'єднаних загальною ідеєю
3	поєднання одно факторного та багатофакторного експерименту
4	обов'язкова умова для методично вірної постановки дослідження

2	Що таке матриця планування?
1	це зведення схем багатофакторних дослідів до ряду стандартних таблиць.
2	числовий запис схеми дослідження.
3	схема одно факторних дослідів.
4	план вивчення різних дослідних варіантів.

3	Центр експерименту це?
1	супутні не вивчені умови експерименту
2	коли одно іменні варіанти не повинні розміщуватись один біля одного
3	вірно встановлені основний рівень і одиниці варіювання факторів, що вивчаються
4	чергування одного - двох дослідних варіантів із контролем

(ДСТУ ISO 2002:2006; CODEX STAN 193 – 2009)

3.5. Тема: Визначення необхідної кількості спостережень та обліків у польовому досліді

Польові досліді завжди супроводжуються одноразовими і періодичними кількісними і якісними спостереженнями за рослинами, шкідливими організмами і умовами навколишнього середовища.

З метою отримання надійних даних в цих дослідженнях при розробці програми польових і лабораторних спостережень, експериментатор повинен вирішувати наступні питання:

- Які спостереження, аналізи і обліки необхідно включити в програму досліджень?

- В які строки проводити спостереження і обліки?

- Визначити оптимальний об'єм вибірки (проб) з досліджуваної (генеральної) сукупності.

- Забезпечити репрезентативність вибірок (проб), які будуть відбиратися в процесі досліджень.

Основними вимогами до спостережень у досліді є їх цілеспрямованість, своєчасність проведення, репрезентативність, типовість і точність.

Найбільш поширеною помилкою початківців-експериментаторів є включення в програму досліджень випадкового набору спостережень і обліків без попередньої наміченої мети і технічних можливостей, в надії, що їх результати для чого-небудь пригодяться. Спостерігати можна незліченну кількість об'єктів і явищ, але у зв'язку з цим необхідно обмежити їх лише тими, що особливо необхідні для поняття дії фактора, який вивчається, які витікають із завдання і схеми досліді, є її органічною частиною.

Цілеспрямованість – найважливіша вимога до любого спостереження, яке супутнє польовому досліді, незначне число продуманих і цілеспрямованих спостережень більш цінне, ніж значна кількість випадково вибраних шаблонних описів фаз розвитку рослин, замірів їх висоти і підрахунків густоти, часто дуже трудомістких, часто не узгоджених із метою досліді і пізніше, як правило, дуже рідко використаних даних. Дослід повинен супроводжуватися не стандартним набором спостережень, а лише тими, без яких неможливо зрозуміти явище, яке вивчається в досліді і пояснити отримання тих чи інших приростів урожаю або характер його зміни якості.

Строки і періодичність проведення спостережень і обліків визначаються метою досліді і технічними можливостями.

При дослідженні динаміки якого-небудь процесу доцільно встановити календарні строки для відбору проб, проведення спостережень і обліків, віддалених друг від друга рівними проміжками часу (краще подекадно), не прив'язуючи їх строго до фаз розвитку рослин. Наприклад, подекадні спостереження за поширенням і розвитком хвороб дають можливість встановити вплив окремих метеорологічних факторів на зміну фітосанітарного стану посівів культури і т.п.

В дослідах використовують дані ближньої метеорологічної станції. Якщо її нема поблизу, тоді такі спостереження проводять на території досліду. Фіксують в журналі середньодобову, максимальну і мінімальну температуру, відносну вологість повітря, кількість опадів та цілий ряд інших метеорологічних показників, які обумовлені метою досліду.

Періодичні спостереження експериментатора за особливостями росту рослин у період вегетації дають можливість встановити їх загальний стан та відхилення у рості й розвитку рослин і прийняти відповідні заходи по догляду за ними у наступні фази, визначити оптимальні строки та способи збирання. Такі спостереження за рослинами називають фенологічними.

Проводячи фенологічні спостереження, експериментатор відмічає дату спостереження, назву культури та сорту (гібрида), фазу росту (початок, повну) та відхилення у розвитку культури. За початок фази відмічають день, коли вона настала у 5-10% рослин на ділянці, за повну (масову), якщо її досягли 50-75% рослин. Фіксують у журналі дату посіву або садіння, з'явлення сходів, початок продуктивних органів. Наприклад, для зернових культур визначають сходи, кушіння, вихід в трубку або викидання волоті, колосіння, цвітіння, молочну, воскову і повну стиглість; для зернових бобових культур – проростання, сходи, утворення примордіальних листків (соя, квасоля), утворення справжніх листків, бутонізація, цвітіння, кінець цвітіння, утворення бобів, досягання; для льону – проростання, сходи, „ялінка”, інтенсивний ріст стебла, утворення суцвіть, цвітіння, зелена, рання і жовта стиглість; для ріпаку – сходи, поява першої пари справжніх листків, початок утворення листової розетки, початок галуження (стеблуння), бутонізація, утворення суцвіть цвітіння, початок утворення перших стручків, молочна. Воскова і технічна стиглість; для соняшнику – проростання, сходи, друга-третья, четверта-п'ята, дев'ята пари листків, цвітіння, жовто-зелені кошики, досягання (жовто-бурі кошики) і т.д.

При плануванні експерименту зі захисту рослин важливо точно спланувати, скільки необхідно провести спостережень і обліків з визначення чисельності шкідників, поширення і розвитку хвороб та бур'янів.

Слід зазначити, що вибір точності спостережень має велике значення, оскільки від цього залежить подальший обсяг досліджень. При надто високій точності обсяг збільшується, а при заниженій - не можна чітко провести диференціацію ознак, що вивчаються. У разі вибору низької точності при вивченні різних концентрацій пестицидів важко виявити їх достовірний вплив на шкідливий організм.

Перед початком роботи слід усвідомити такі поняття, як: генеральна сукупність, вибіркова сукупність, об'єм вибірки. Потрібно набути навиків аналізу, структури і об'єм вибірки при кількісній та якісній мінливості ознак, що вивчаються.

Спостереження можуть бути суцільними і несучільними (вибірковими). *Суцільне спостереження* передбачає обстеження всіх без винятку одиниць генеральної сукупності. Оскільки всі елементи генеральної

сукупності обстежити на заплановану ознаку неможливо (велика трудомісткість, значна тривалість проведення, висока вартість і т.п.), то про неї намагаються судити за даними однієї або декількох вибірок із генеральної сукупності.

Вибіркове спостереження дає можливість робити висновок про всю сукупність одиниць при дослідженні її частини. При вибіркового спостереженні обстежується тільки частина одиниць генеральної сукупності, то характеристики вибіркової сукупності, як правило, відрізняються від характеристик генеральної сукупності, тобто мають місце так звані похибки репрезентативності (відповідності).

Оцінка параметрів за статистичними показниками являє собою сукупність методів, які дозволяють робити науково-обґрунтовані висновки щодо параметрів генеральної сукупності за даними випадкової вибірки із неї.

У дослідній роботі всю групу об'єктів, які підлягають вивченню, прийнято називати *сукупністю* або *генеральною сукупністю*. Наприклад, усі рослини пшениці, які ростуть на ділянці, є генеральною сукупністю. Якщо поставлено завдання досліднику вивчити вплив фунгіцидів на розвиток бурої листової іржі пшениці, то він має дати оцінку ураженості кожної рослини хворобою, які ростуть на полі, використовуючи метод суцільного обстеження. Фізично виконати це неможливо, тому що необхідні великі затрати праці і часу. У цьому разі обстежують лише кілька рослин, які відібрали для аналізу частини генеральної сукупності. Таку групу (частину рослин), яка потрапила в дослідження, називають *вибірковою сукупністю*, або *вибіркою*.

Кількість рослин, які попали у вибірку сукупність, називають *об'ємом вибірки*. Основне завдання визначення об'єму вибірки - дати загальну об'єктивну оцінку генеральній сукупності рослин у цілому.

Прийнято вважати, що основним фактором, який визначає об'єм вибірки, є мінливість ознак і властивостей, що вивчаються в досліді. У зв'язку з цим при плануванні об'єму вибірки слід знати характер і величину мінливості ознак у досліджуваній сукупності. При цьому слід ураховувати, де маємо справу з якісною, а де - з кількісною мінливістю.

Плануючи проведення досліді, потрібно передбачити, з якої сукупності буде визначатися об'єм вибірки, який тісно пов'язаний з похибкою досліді, це видно з наступних формул:

$$S \bar{x} = \frac{ts}{\sqrt{n}} - (\text{кількісна мінливість});$$
$$Sp = \frac{t\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = - (\text{якісна мінливість}),$$

де $S \bar{x}$ - середня похибка вибіркової середньої;

Sp - похибка вибіркової частки (долі);

S - стандартне відхилення;

t - теоретичне значення критерію Стюдента;

p і q - частки ознак;

n - об'єм вибірки.

Об'єм вибірки з необмеженої сукупності, достатньої для досягнення певної точності середньої, визначається за формулами:

$$n = \left[\frac{ts}{s_{\bar{x}}} \right]^2 = \frac{t^2 s^2}{s_{\bar{x}}^2} - (\text{кількісна мінливість}) \text{ і}$$

так як похибка долі при якісній мінливості $Sp = t \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} = t \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$, то

формула з визначення за бажаною точністю (з введенням коефіцієнта Стюдента) заданої долі буде виглядати:

$$n = \frac{t^2 pq}{s_p^2} = \frac{t^2 \cdot p(1-p)}{s_p^2} - (\text{якісна мінливість}).$$

Значення t залежить від вибраного рівня ймовірності: $t = 2$ для 95%-го і $t = 3$ для 99 %-го рівня.

Існує декілька способів прискореного обчислення середнього стандартного відхилення (s), при яких використовується певна залежність між кількістю спостережень (n) і розміром варіювання врожаїв (R).

Розмах варіювання врожаїв визначають за попередньою невеличкою вибіркою: $R = X_{\max} - X_{\min}$, де R - розмах варіювання; X_{\max} і X_{\min} - відповідно найбільший і найменший урожай.

Наближене значення s можна вирахувати за формулою $s = KR$, використовуючи коефіцієнти Пірсона або за Снедекором, якщо розділити величину розмаху варіювання на 2, 3, 4, 5, коли кількість спостережень рівно 5, 10; 25 і 100 (додаток 1).

Приклад. За даними попередньої вибірки ($n=10$) встановлено, що найвищий врожай пшениці дорівнював 62 ц/га, а найнижчий - 54 ц/га. У цьому випадку розмах варіювання (R) буде дорівнювати 8,0. За допомогою таблиці знаходимо, що для 10 спостережень $K = 0,325$, звідки середнє квадратичне відхилення дорівнює 2,6 ($0,325 \times 8,0$).

При обчисленні за Снедекором одержуємо майже таку ж саму величину, $s = 8,0 : 3 = 2,67$.

Слід зазначити, що показник мінливості якісної ознаки аналогічний середньоквадратичному відхиленню S для кількісних ознак. Проте між ними є принципова різниця, яка полягає в тому, що середньоквадратичне відхилення розраховують на основі відхилення значення кількісної ознаки (довжина конідій, маса жуків, урожайність сорту і таке інше) відносно один одного.

Розглянемо один з прикладів якісної мінливості. При розподілі із двох градацій (альтернативна мінливість): частка хворих (P) і частка здорових

рослин (Q) - показник мінливості (s) дорівнює \sqrt{pq} . Величина похибки у цьому разі буде однаковою як для тієї частини членів сукупності, які мають таку ознаку, так і для тієї, які її не мають. Як видно із формули $S = \sqrt{pq}$, показник мінливості p може мати значення в межах від 0 до 0,5 для частки, або від 0 до 50%. Найбільше варіювання якісної ознаки буде у випадку, коли частка або відсотки альтернативних градацій рівні (0,5 або 50 %). Виходить, що при зменшенні частки однієї із градацій S відповідно зменшується. У разі відсутності хвороби $s = 0$.

Приклад. Для вивчення стійкості сортів пшениці проти бурої іржі у кожному варіанті було вирощено по 800 рослин у чотирикратній повторності. Потрібно визначити ураженість рослин збудником хвороби з точністю до 6 % або частки до 0,06. За даними попереднього обліку встановлено, що максимальний ступінь розвитку хвороби на окремих ділянках досягав 17 %. На підставі цього можна розрахувати показник варіювання

$$s^2 = p(1 - p) = 0,17(1 - 0,17) = 0,14$$

У практиці дослідної справи, якщо неможливо попередньо визначити показник мінливості, тоді потрібно брати максимальне його значення – 0,5, тобто $s = 50\%$. Підставляючи значення s у формулу, знаходимо об'єм вибірки.

Про точність визначення частки уражених збудником хвороби рослин у сукупності, судять за похибкою вибіркової частки (Sp). Довірчі границі частки при альтернативному варіюванні рівні $p = \pm ts_p$. Величина t (критерій Стюдента, який характеризує залежність між середньою вибірковою і середньою генеральною сукупностями), для 95 %-го рівня ймовірності дорівнює 2. Таким чином, величина похибки $S\bar{x} = ts_p$ показує точність визначення частки. Це значення і слід вибрати при плануванні обсягу вибірки. Наприклад, необхідно визначити кількість конідій, в яких потрібно виміряти довжину із запланованою середньою похибкою $S\bar{x} = 0,5$ мк при 95 %-му рівні ймовірності із необмеженої сукупності, якщо середньоквадратичне відхилення $s = 1,2$. Використовуючи формулу

$$n = \frac{t^2 s^2}{s_{\bar{x}}^2} = \frac{2^2 \cdot 1,2^2}{0,5^2} = 23,04$$

знаходимо, що для досягнення вказаної точності необхідно виміряти 23 спори. У разі, коли вибірку визначають із обмеженої сукупності невеликої чисельності, її об'єм визначають за формулою

$$n = \frac{t^2 s^2 N}{s_{\bar{x}}^2 (N - 1) + t^2 s^2},$$

де N – об'єм генеральної сукупності.

Приклад. Скільки конідій збудника церкоспорозу цукрових буряків слід виміряти, щоб визначити їх довжину із заданою похибкою $\pm 0,5$ мкм, якщо всього на предметному скельці знаходиться 30 конідій гриба?

Для цього попередньо вимірюють довжину п'яти спор і визначають S за розмахом варіювання. При довжині спор 11,2; 11,3; 12,4; 13,9 і 14,9 мкм розмах варіювання дорівнює 2,8 (14,9 - 11,2).

Для п'яти спостережень коефіцієнт K дорівнює 0,430. Вираховуємо $S = 2,8 \times 0,430 = 1,20$. Підставляємо отриману величину у формулу (для рівня ймовірності 95 %), знаходимо необхідне значення: $n = 13$. Таким чином, об'єм вибірки має становити не менше 13 конідій.

ЗАВДАННЯ №5

Визначте об'єм вибіркового спостереження згідно умов експерименту за варіантами:

Варіант 1. У досліді з вивчення стійкості сортів озимої пшениці проти стеблової іржі на ділянці знаходиться близько 800 рослин. Визначте об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, що похибка долі повинна становити не більше 6 %. Попереднім обліком встановлено, що уражених рослин на ділянці знаходиться біля 10%.

Варіант 2. При обстеженні поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м² варіація заселення дротяниками рівна 10%. Необхідно визначити об'єм вибірки, тобто кількість площадок для одержання при 5 %-му рівні значення вибіркової середньої з похибкою 4 і 6%.

Варіант 3. Який необхідно взяти об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при визначенні поширення фітофторозу на картоплі, за умови, щоб гранична похибка долі не перевищувала 6%. Попередніми обліками встановлено, що близько 9 % рослин уражено збудником хвороби.

Варіант 4. Визначте об'єм вибірки для виявлення ураженості цукрового буряка пероноспорозом при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, щоб гранична похибка долі не перевищувала 6%. За даними попередньої фітоекспертизи, хворобою уражено біля 11 % рослин.

Варіант 5. Визначте об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення пошкодження пшениці клопом-черепашкою за умови, що гранична похибка не перевищувала б 4%. Попередніми обліками встановлено, що приблизно 9% рослин ушкоджено шкідником.

Варіант 6. У досліді з вивчення стійкості сортів озимої пшениці проти летючої сажки на ділянках вирощували приблизно по 500 рослин кожного сорту. Необхідно визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, щоб похибка долі становила 3%. Попереднім оглядом встановлено, що найвищий ступінь ураження рослин сажкою на ділянках досягав 6 %.

Варіант 7. При розкопці поля на виявлення бурякового довгоносика на 1 м^2 варіація заселення дорівнює 16 %. Необхідно визначити об'єм вибірки - кількість площадок для одержання на 5 %-му і 1 %-му рівнях значення вибіркової середньої з похибкою 5 і 3 %.

Варіант 8. Треба визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при вивченні поширення церкоспорозу на цукровому буряку з похибкою долі 5%. Попередньою фітопатологічною експертизою встановлено, що близько 12 % рослин уражено збудником хвороби.

Варіант 9. Визначте об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при дослідженні ураження кукурудзи бактеріозом з точністю до 4 %. Попередньо встановлено, що хворобою уражено близько 8 % качанів.

Варіант 10. При обстеженні поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м^2 варіація заселення дротяниками рівна 14,5 %. Необхідно визначити об'єм вибірки, тобто кількість площадок для отримання на 5%-му рівні значення вибіркової середньої з похибкою 5 і 3 %.

Варіант 11. Необхідно визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення заселення саду зимуючою гусінню яблуневої плодожерки з точністю до 5 %. При попередньому огляді варіація заселення шкідника складала 11%.

Варіант 12. Визначте об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення ураженості озимого ріпаку бактеріозом з граничною похибкою дослідів 6%. Попереднім обліком було встановлено, що поширення хвороби дорівнювало 10%.

Варіант 13. У досліді з вивчення стійкості сортів озимої пшениці проти борошнистої роси на ділянках вирощували по 900 рослин кожного сорту. Потрібно визначити об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення з точністю до 5% (або до частки 0,05). Попереднім оглядом встановлено, що найбільший відсоток ураження рослин хворобою в досліді досягає 20%.

Варіант 14. При розкопці поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м² варіація заселення личинками травневого хруща становила 8%. Визначте об'єм вибірки, тобто кількість площадок для одержання при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення вибіркової середньої із похибкою 3 і 5 %.

Варіант 15. Визначте об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при вивченні поширення альтернarioзу на картоплі, з похибкою 3 і 5%. Попередніми обліками встановлено, що 12 % рослин уражено збудником хвороби.

Варіант 16. У досліді з вивчення стійкості сортів озимої пшениці проти кореневих гнилей на ділянці знаходиться близько 800 рослин. Визначте об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, що похибка долі повинна дорівнювати 7 %. Попереднім обліком встановлено, що уражених рослин на ділянці знаходиться біля 15%.

Варіант 17. При обстеженні поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м² варіація заселення личинками мраморного хруща рівна 8%. Необхідно визначити об'єм вибірки, тобто кількість площадок для одержання при 5 %-му рівні значення вибіркової середньої з похибкою 4 і 6%.

Варіант 18. Який необхідно взяти об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при визначенні поширення септоріозу на яром у ячмені, за умови, щоб гранична похибка долі не перевищувала 6%. Попередніми обліками встановлено, що близько 11 % рослин уражено збудником хвороби.

Варіант 19. Визначте об'єм вибірки для виявлення ураженості цукрового буряка мозаїкою при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, що похибка долі не перевищувала б 5%. За даними попередньої фітоекспертизи, хворобою уражено біля 5 % рослин.

Варіант 20. Визначте об'єм вибіркового спостереження при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення пошкодження пшениці жуком-кузькою за умови, що похибка не перевищуватиме 6%. Попередніми обліками встановлено, що приблизно 11% рослин ушкоджено шкідником.

Варіант 21. У досліді з вивчення стійкості сортів озимої пшениці проти фузаріозну колоса на ділянках вирощували приблизно по 500 рослин кожного сорту. Необхідно визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення за умови, щоб похибка долі становитиме не більше 5%. Попереднім оглядом встановлено, що найвищий ступінь ураження рослин хворобою на ділянках досягав 9 %.

Варіант 22. При розкопці поля на виявлення бурякової нематоди на 1 м² варіація заселення дорівнює 11 %. Необхідно визначити об'єм вибірки - кількість площадок для одержання на 5 %-му і 1 %-му рівнях значення вибіркової середньої з похибкою 6 і 4 %.

Варіант 23. Треба визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при вивченні поширення несправжньої борошнистої роси на соняшнику з похибкою долі 6%. Попередньою фітопатологічною експертизою встановлено, що близько 9 % рослин уражено збудником хвороби.

Варіант 24. Визначте об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при дослідженні ураження гороху аскохітозами з точністю до 6 %. Попередньо встановлено, що хворобою уражено близько 15 % рослин.

Варіант 25. При обстеженні поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м² варіація заселення несправжніми дротяниками рівна 9 %. Необхідно визначити об'єм вибірки, тобто кількість площадок для отримання на 5%-му рівні значення вибіркової середньої з похибкою 5 і 3 %.

Варіант 26. Необхідно визначити об'єм вибірки при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення заселення плодових дерев кільчастим шовкопрядом з точністю до 5 %. При попередньому огляді яблуневого саду варіація заселення шкідника складала 11%.

Варіант 27. Визначте об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення для виявлення ураженості ярого ріпаку фомозом з граничною похибкою досліду 6%. Попереднім обліком було встановлено, що поширення хвороби дорівнювало 12%.

Варіант 28. У досліді з вивчення стійкості сортів озимого житапроти бурої іржі на ділянках вирощували по 800 рослин кожного сорту. Потрібно визначити об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення з точністю до 6% (або до частки 0,06). Попереднім оглядом встановлено, що найбільший відсоток ураження рослин хворобою в досліді досягає 9%.

Варіант 29. При розкопці поля на виявлення ґрунтових шкідників на 1 м² варіація заселення вовчком звичайним становила 10%. Визначте об'єм вибірки, тобто кількість площадок для одержання при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення вибіркової середньої із похибкою 3 і 5 %.

Варіант 30. Визначте об'єм вибіркової сукупності при 5 %-му і 1 %-му рівнях значення при вивченні поширення септоріозу на томаті з похибкою 3 і 5%. Попередніми обліками встановлено, що 11 % рослин уражено збудником хвороби.

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке генеральна сукупність?
2. Що таке вибірка сукупність?
3. Що таке вибірка і об'єм вибірки?
4. Що розуміють під кількісною та якісною мінливістю?
5. Що таке альтернативна мінливість?
6. Як планують об'єм вибірки в досліді?
7. Яким має бути об'єм вибірки у польовому досліді?
8. Назвіть основні фактори, які визначають об'єм вибірки.
9. Яке значення має об'єм вибірки при визначенні структури досліді?
10. Що таке критерій істотності й об'єм вибірки для якісної мінливості?
11. Які особливості спостережень у досліді з фітопатологічними і ентомологічними об'єктами на зернових культурах?
12. Як класифікуються обліки і спостереження у польових досліді із захисту рослин?
13. Охарактеризуйте спостереження як прийом досліджень.
14. Назвіть переваги експерименту над спостереженням.
15. Який існує зв'язок між аналізом і синтезом, як методами досліджень?

Тестові завдання

1	Що таке генеральна сукупність?
1	група рослин , яка потрапила в дослідження
2	вся група об'єктів, яка підлягає вивченню
3	число рослин, які попали у вибірку сукупність
4	характер і величина мінливості при планування

2	Що є основним фактором, який визначає об'єм вибірки?
1	вибір точності спостережень
2	група рослин , яка підлягає вивченню
3	дати зальний висновок на генеральну сукупність
4	мінливість ознак і властивостей, що вивчаються

3	Вибіркова сукупність – це:
1	група рослин , яка потрапила в дослідження
2	мінливість ознак і властивостей, що вивчаються
3	теоретичне значення критерію Стюдента
4	вся група об'єктів, яка підлягає вивченню

(ДСТУ 3768-98; САС/GL 40-2003)

3.6. Тема: Особливості планування польових дослідів із селекції та імунітету сільськогосподарських культур

Надійним, ефективним та економічно вигідним методом захисту рослин від шкідливих організмів є створення і впровадження у виробництво стійких сортів. Значна кількість факторів і велика кількість сортів, ліній і гібридів рослин, які використовують у селекційному процесі на ознаку їх стійкості проти хвороб і шкідників, викликає багато труднощів при плануванні та проведенні дослідів.

Імунологічну оцінку сортів і гібридів здійснюють на всіх державних сортостанціях і дільницях в конкурсному, виробничому та інших видах державних випробувань. Для цього проводять регулярні спостереження протягом вегетації, а з багаторічних культур – протягом всього циклу – від постановки до завершення дослідів. Імунологічну оцінку сортів і гібридів, вивчення реакцій рослин на проникнення патогенів проводять у спеціальних дослідах на штучних або провокаційних інфекційних фонах ентомологічних та фітопатологічних сортодільниць. При цьому користуються спеціальними методиками.

Залежно від особливостей прояву хвороб і пошкоджень шкідниками обліки проводять за поширенням або ступенем ураження (пошкодження), а деяких об'єктів за поширенням і за ступенем ураження (пошкодження). Поширення обраховують за відсотком уражених (пошкоджених) рослин, колосся, волотей, качанів, плодів, коренеплодів і т. ін.

Ступінь ураження (пошкодження) визначають, як правило, у відсотках (балах) ураженої (пошкодженої) поверхні листків, стебел, пагонів тощо.

Пильну увагу приділяють особливостям поведінки сортів після ураження (пошкодження), що дозволяє виявити толерантні сорти. Для цього необхідно, насамперед, звернути увагу на динаміку проявлення захворювання, тому що більш пізнє ураження сорту порівняно з іншими свідчить про більш слабку сприйнятливість. Чим довше сорти зберігають несприйнятливість, тим менше на них діє шкідливість захворювання, навіть при значному їх ураженні наприкінці вегетації.

Реакція сортів на ураження і пошкодження може мінятися з роками залежно від різних факторів. Найбільше значення з них мають: погодні умови, якість насіннєвого матеріалу (схожість, енергія проростання), агротехнічні умови (строки сівби, норми висіву) та ін. Щоб отримати об'єктивну характеристику сортів за стійкістю до шкідливих організмів, необхідно проаналізувати всі ці фактори і взаємодію між ними.

При постановці дослідів з імунологічної оцінки сортів і гібридів сільськогосподарських культур до необхідно усвідомити значення заздалегідь запланованої похибки дослідів для порівняння варіантів (сортів). При цьому слід досконало вивчити вимоги, що стосуються похибки і достовірності дослідів на різних етапах селекційного процесу.

При плануванні селекційних досліджень має бути таке сполучення елементів польового дослідження, яке дає змогу швидко порівняти варіанти (сорти) за ознакою їх стійкості проти шкідливих організмів.

Основні принципи планування базуються на закономірностях зміни характеру варіювання цієї ознаки залежно від кількості дослідних сортів (варіантів), строкатості родючості ґрунту. Як правило, ці дані визначають заздалегідь. Планування польового дослідження у селекції рослин на стійкість проти хвороб і шкідників передбачає також використання емпірично установлених залежностей між розміром ділянки або кількістю повторень і похибкою дослідження.

Установлено, що при збільшенні або зменшенні площі ділянки в n разів похибка дослідження на однакових за родючістю ділянках збільшується або зменшується в межах від $\sqrt[3]{n}$ до $\sqrt[5]{n}$ разів залежно від строкатості родючості ґрунту. На більш однорідних за родючістю ділянках ефект від збільшення або зменшення площі ділянки вищий. При збільшенні або зменшенні кількості повторень похибка дослідження змінюється відповідно у n разів.

На різних етапах селекційного процесу вимоги до похибки дослідження неоднакові. На ранніх етапах селекції (конкурсний розсадник, часткове попереднє сортопробування) основне завдання полягає у відборі з великої кількості матеріалу найперспективніших форм, які характеризуються сприйнятливістю або підвищеною стійкістю проти шкідливих організмів. На цих етапах похибка дослідження має знаходитись у межах 5-6 %, що забезпечує достовірну оцінку різниці врожаю між сортами (10-12 %).

В основному (конкурсному) сортопробуванні, в результаті якого виявляються найперспективніші сорти, п'яти-шестикратна різниця врожаїв між сортами і стандартом вважається цілком суттєвою, при цьому максимальна допустима похибка дослідження не може перевищувати 2,5 %.

З урахуванням цих вимог при плануванні польового дослідження у селекції особливо важливо встановити найбільш раціональну його структуру і похибку. Для заданої похибки дослідження сполучення площі ділянки і кількості повторень з відомим рівнем строкатості родючості ґрунту визначають за допомогою номограм.

Розглянемо одну із них (рис. 11). Номограма складається з двох частин. Перша частина (шкали А і В) дозволяє за допомогою емпіричного коефіцієнта варіації, знайденого одним із способів обліку строкатості родючості ґрунту, визначити коефіцієнт варіації для ділянок будь-яких розмірів. При цьому коефіцієнт варіації (V) знаходять шляхом статистичної обробки даних урожаїв у досліді, проведеному в попередні роки. При відсутності таких відомостей для визначення коефіцієнта варіації користуються показниками статистичної обробки, яку проводили на цій ділянці раніше. Знаючи похибку дослідження ($S_{\bar{x}}$) і кількість повторень (n), визначають $V = S_{\bar{x}} \sqrt{n}$.

Друга частина номограми (шкали С, Д, Е) дає можливість визначити співвідношення елементів польового дослідження для досягнення потрібної

точності спостережень або знайти заплановану точність при використанні раніше вибраної структури дослідів. Шкали номограми такі:

шкала А - коефіцієнт варіації фіксованих ділянок, які знайдені при аналітичному визначенні строкатості родючості даної дослідної дільниці;

шкала В - значення величини $\sqrt[4]{n}$, яка виражає середню залежність коефіцієнта варіації даних урожайності від площі ділянки. При зміні площі ділянки в n раз, коефіцієнт варіації зміниться в $\sqrt[4]{n}$ раз. Величину n знаходять за спеціальними таблицями (див. додаток 1);

шкала С - коефіцієнти варіації для ділянок бажаного розміру (площі);

шкала Д - з лівого боку нанесені показники відносної похибки дослідів ($S\bar{x}$), з правого - найменша суттєва різниця (НСР,%) при порівнянні варіантів із середнім урожаєм у досліді. При необхідності порівняння зі стандартом значення НСР на шкалі Д необхідно помножити на коефіцієнт 1,47;

шкала Е - кількість повторень.

Приклади користування номограмою:

Задача 1. Необхідно визначити оптимальну кількість повторень у досліді з ділянками різних площ (10, 25, 50 і 100 м²). Коефіцієнт варіації врожайності (V) за даними обліку на ділянці площею 50 м² дорівнював 8. Похибка дослідів не має перевищувати 4 %. Схема користування номограмою подана на рис. 12 а.

Раніше, ніж приступати до рішення задачі, за допомогою номограми знаходять значення величини шкал для запланованих ділянок. Для цього за таблицею (додаток 1) визначають величину $\sqrt[4]{n}$, яка відповідно дорівнює: для ділянок 10 м² (зменшення у 5 разів) - 1,49; для ділянок 25 м² (зменшення в 2 рази) - 1,19; для ділянок 50 м² (без змін) - 1,00; для ділянок 100 м² (збільшення в 2 рази) - 0,84.

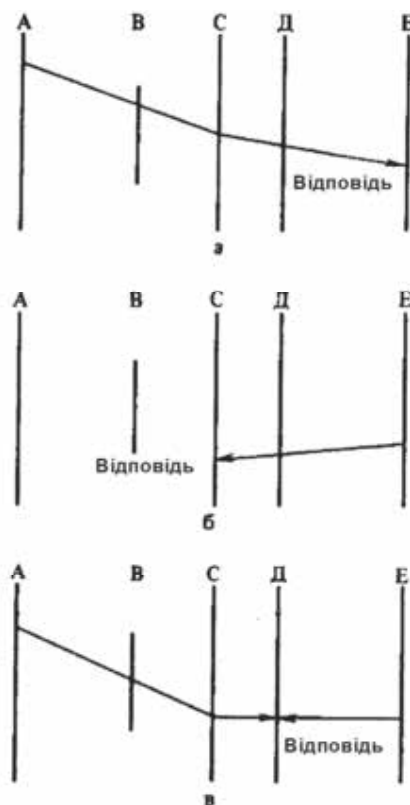
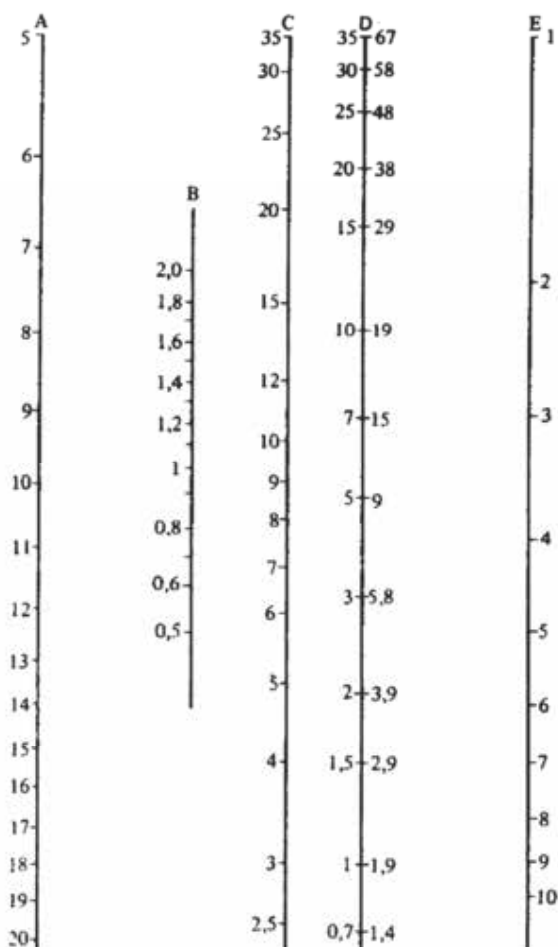


Рис. 11. Номограма для планування.

Рис. 12. Приклади користування підбору структури дослідів номограмою

Знаючи $\sqrt[4]{n}$ величини для запланованих розмірів ділянок, на номограмі за допомогою лінійки з'єднуємо мітку 8 на шкалі А з міткою 1,49 на шкалі В і фіксуємо точку перетину лінії на шкалі С - мітку 11 (це для ділянки площею 10 м^2). Далі точку 11 на шкалі С з'єднуємо лінійкою з міткою 4 (задана похибка дослідів) на шкалі Д і в точці перетину прямої на шкалі Е знаходимо відповідь - 6. Це означає, що при плануванні експерименту на ділянках площею 10 м^2 для проведення дослідів з похибкою, рівною 4 %, достатньо взяти 6 повторень.

Подібним чином, розраховуємо необхідну кількість повторень і для ділянок інших розмірів (25; 50 і 100 м^2). У підсумку отримуємо відповіді на поставлені завдання у вигляді 4-х комбінацій площ ділянок і кількості повторень за умови коефіцієнта варіації урожайності -8% і похибці дослідів 4%, а саме: для ділянок площею 10 м^2 дослід слід проводити в 6-ти

повтореннях, для ділянок 25 м^2 – в 5-ти, для ділянок 50 м^2 – в 4-х, для ділянок 100 м^2 – в 3-х повтореннях.

Слід відмітити, що кожна із запланованих площ відповідає поставленій задачі відносно величини похибки дослід, виходячи з конкретної для даної земельної ділянки і строкатості родючості ґрунту. Дослідник вибирає найбільш придатну структуру польового дослід.

За допомогою номограми можна також визначити коефіцієнт варіації і похибку дослід.

Задача 2. Визначити коефіцієнт варіації за даними статистичної обробки дослід, який проводився в попередні роки на даній ділянці. Площа ділянки 100 м^2 , похибка дослід $3,5\%$ при чотирикратній повторності.

Схема використання номограми для рішення цієї задачі подана на рис. 12б. З'єднуючи лінійкою мітку 4 (4-х кратна повторність) на шкалі Е із $3,5$ (похибка дослід $-3,5\%$) на шкалі Д (зліва), знаходимо точку перетину прямої на шкалі С, яка дорівнює 7. Таким чином, ми отримали відповідь, що коефіцієнт варіації для ділянок площею 100 м^2 за умовами задачі дорівнює $V = 7\%$.

Задача 3. Визначити похибку дослід, якщо планується його провести на ділянках площею 10 м^2 у чотирикратній повторності. Відомо, що коефіцієнт варіації на дослідному полі дорівнював 6% для ділянок площею 100 м^2 . Схема користування номограмою для даного типу задач подана на рис. 12в).

Спочатку визначаємо величину $\sqrt[4]{n}$ (дод. 1). За умовами задачі вона дорівнює $1,49$. З'єднуючи лінійкою мітку 6 на шкалі А з міткою $1,49$ на шкалі В знаходимо точку перетину прямої з шкалою С, яка відповідає мітці 8.

Знайдену мітку 8 на шкалі С із міткою 4 (4-х кратне повторення) на шкалі Е, знаходимо точку перетину прямої на шкалі Д, яка співпадає зліва з міткою 4, справа – з міткою 7. Це означає, що при такій структурі польового дослід на даному полі одержимо очікувану похибку дослід -4% , доказану різницю при порівнянні із середнім урожаєм НСР -7% , а при порівнянні із стандартом НСР $= 7 \times 1,47 = 10,3\%$.

ЗАВДАННЯ № 6

Розв'яжіть задачу з планування польового дослід з використанням номограми за варіантами:

Варіант 1. Визначте необхідну кількість повторень для ділянок різної площі (10 , 25 , 50 і 100 м^2). Дослід провести з похибкою до 3% . Коефіцієнт варіації врожайності за даними обліку на ділянках площею 50 м^2 дорівнює 6% .

Варіант 2. Похибка досліду (конкурсне сортовипробування) на ділянці площею 100 м^2 при чотирикратній повторності дорівнювала $2,5 \%$. Визначити за допомогою номограми коефіцієнт варіації.

Варіант 3. Для оцінки різних сортів озимої пшениці на стійкість проти борошнистої роси планується провести дослід на ділянках різної площі (25 , 50 і 100 м^2). Визначте необхідну кількість повторень, щоб похибка досліду не перевищувала 4% . Попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації врожайності на цьому полі визначений на ділянках 100 м^2 дорівнював 8% .

Варіант 4. При проведенні досліду з виявлення шкідливості озимої совки на ділянках площею 100 м^2 у чотирикратній повторності похибка дорівнювала $3,5 \%$. Визначте коефіцієнт варіації врожайності в межах цього дослідного поля.

Варіант 5. Планується провести дослід з вивчення дії лепідоциду проти капустяної білянки на ділянках площею 25 м^2 у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів досліду, який проводився в минулому році на цій ділянці, коефіцієнт варіації для ділянок площею 100 м^2 дорівнював 7% . Визначте похибку досліду.

Варіант 6. Похибка досліду при вивченні стійкості сортів пшениці проти клопа-черепашки дорівнювала $3,4 \%$. Визначте коефіцієнт варіації з використанням номограми. Ділянки площею 100 м^2 , повторність чотирикратна.

Варіант 7. Визначте необхідну кількість повторень для проведення досліду з вивчення вихідного селекційного матеріалу на ділянках 10 , 25 і 50 м^2 з похибкою $2,5 \%$. Коефіцієнт варіації врожайності (за даними попереднього обліку), визначений на ділянках площею 50 м^2 у чотирикратній повторності, дорівнював $5,5 \%$.

Варіант 8. Проведіть дослід з вивчення стійкості сортів картоплі проти колорадського жука з похибкою $3,0 \%$. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми, якщо відомо, що площа ділянок дорівнює 100 м^2 , повторність - чотирикратна.

Варіант 9. Коефіцієнт варіації врожайності (за даними попереднього обліку), визначений на ділянках розміром 50 м^2 , дорівнював $4,6 \%$. Розрахувати необхідну кількість повторень, якщо площа ділянок буде 25 , 50 і 100 м^2 . Допустима похибка досліду до 4% .

Варіант 10. Похибка досліду при вивченні стійкості томату до бактеріального раку не перевищувала $5,8 \%$. Визначити коефіцієнт варіації за

допомогою номограми, якщо площа ділянок дорівнює 100 м^2 . Повторність дослідів чотирикратна.

Варіант 11. При проведенні дослідів з вивчення шкідливості бактеріозу коренів озимого ріпаку на ділянках 100 м^2 у чотирикратній повторності похибка дослідів дорівнювала 6 %. Визначити коефіцієнт варіації врожайності ріпаку на цій ділянці.

Варіант 12. Планується здійснити дослідів з вивчення стійкості сортів винограду проти мілдью на ділянках площею 100 м^2 у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів попередніх дослідів, коефіцієнт варіації для ділянок площею 25 м^2 дорівнював 7 %. Визначте похибку дослідів.

Варіант 13. Похибка дослідів при вивченні стійкості сортів пшениці проти жука-кузьки дорівнювала 3,5 %. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми, якщо площа ділянок становила в попередніх дослідів 100 м^2 , повторність чотирикратна.

Варіант 14. Похибка дослідів з вивчення стійкості сортів гороху проти несправжньої борошнистої роси становила 5,5 %. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми, якщо відомо, що площа ділянок дорівнювала 50 м^2 , повторність дослідів - чотирикратна.

Варіант 15. Похибка дослідів при вивченні стійкості сортів озимого ріпаку до циліндропоріозу дорівнювала 2,7%. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми, якщо площа ділянок дорівнювала 50 м^2 , повторність чотирикратна.

Варіант 16. Визначте похибку дослідів дослідів з вивчення стійкості сортів соняшнику проти фомопсису на ділянках площею 100 м^2 у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів попередніх дослідів, коефіцієнт варіації для ділянок площею 25 м^2 дорівнював 7 %.

Варіант 17. Планується здійснити дослідів з вивчення стійкості сортів картоплі проти фітофторозу на ділянках площею 50 м^2 у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів попередніх дослідів, коефіцієнт варіації для ділянок площею 25 м^2 дорівнював 4 %. Визначте похибку дослідів.

Варіант 18. Визначте похибку дослідів дослідів з вивчення стійкості сортів кукурудзи проти шведської мухи на ділянках площею 100 м^2 у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів

попередніх дослідів, коефіцієнт варіації для ділянок площею 50 м² дорівнював 4,5 %.

Варіант 19. Планується здійснити досліди з вивчення стійкості сортів цукрового буряку проти ризоктоніозу на ділянках площею 100м² у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів попередніх дослідів, коефіцієнт варіації для ділянок площею 25 м² дорівнював 8 %. Визначте похибку дослідів.

Варіант 20. Визначте необхідну кількість повторень для ділянок різної площі (10, 25, і 100 м²). Дослід провести з похибкою до 2,5%. Коефіцієнт варіації врожайності за даними обліку на ділянках площею 50 м² дорівнює 8 %.

Варіант 21. Похибка дослідів на ділянці площею 50 м² при чотирикратній повторності дорівнювала 2,5 %. Визначити за допомогою номограми коефіцієнт варіації.

Варіант 22. Для оцінки різних сортів ярого ячменю на стійкість проти корневих гнилей планується провести дослід на ділянках різної площі (25 і 50 м²). Визначте необхідну кількість повторень, щоб похибка дослідів не перевищувала 3 %. Попередніми дослідженнями встановлено, що коефіцієнт варіації врожайності на цьому полі визначений на ділянках 100 м² дорівнював 8 %.

Варіант 23. При проведенні дослідів з вивчення стійкості сортів яблуні до парші на ділянках площею 100 м² у чотирикратній повторності похибка дорівнювала 4 %. Визначте коефіцієнт варіації врожайності в межах цього дослідного поля.

Варіант 24. Планується провести дослід з вивчення біологічної ефективності інсектициду Золон 35, к.е. проти ріпакового квіткоїда на озимому ріпаку на ділянках площею 10 м² у чотирикратній повторності. За даними статистичної обробки результатів дослідів, який проводився в минулому році на цьому полі, коефіцієнт варіації для ділянок площею 100 м² дорівнював 5 %. Визначте похибку дослідів.

Варіант 25. Похибка дослідів при вивченні стійкості сортів гороху проти горохової плодожерки дорівнювала 4 %. Дослід проводився на ділянках площею 100 м², повторність чотирикратна. Визначте коефіцієнт варіації з використанням номограми.

Варіант 26. Визначте необхідну кількість повторень для проведення дослідів з вивчення вихідного селекційного матеріалу на ділянках 10, 25 і 50 м²

з похибкою 3,0 %. Коефіцієнт варіації врожайності за даними попереднього обліку, визначений на ділянках площею 100 м² у чотирикратній повторності, дорівнював 6,0 %.

Варіант 27. Планується провести дослід з вивчення стійкості сортів цибулі проти цибулевої мухи з похибкою 4,0 %. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми, якщо відомо, що площа ділянок дорівнювала 25 м², повторність - чотирикратна.

Варіант 28. Коефіцієнт варіації врожайності за даними попереднього обліку, визначений на ділянках розміром 50 м², дорівнював 5,5 %. Розрахувати необхідну кількість повторень, якщо площа ділянок буде 25, 50 і 100 м². Допустима похибка дослідів до 3 %.

Варіант 29. Похибка дослідів при вивченні стійкості сортів сої до бобової (акацієвої) вогнівки дорівнювала 4,7 %, площа ділянок становила 100 м², повторність дослідів чотирикратна. Визначте коефіцієнт варіації за допомогою номограми.

Варіант 30. При проведенні дослідів з вивчення шкідливості люцернової товстонижки на люцерні (площа ділянок становила 100 м² повторність чотирикратна) похибка дослідів дорівнювала 6 %. Визначте коефіцієнт варіації урожаю насіння люцерни на цій ділянці.

Контрольні запитання і завдання

1. Які специфічні особливості планування і здійснення селекційних дослідів з імунітету сільськогосподарських рослин?
2. Яке значення і яка необхідність заздалегідь визначати заплановану похибку дослідів?
3. Які вимоги до похибки і достовірності дослідів на різних етапах селекційного процесу?
4. Що таке найбільш швидке порівняння сортів за ознакою стійкості проти шкідливих організмів?
5. Яка має бути похибка дослідів на ранніх етапах селекційного процесу?
6. Яка максимально допустима похибка дослідів прийнята в основному (конкурсному) сортовипробуванні?
7. Що таке раціональна структура дослідів у селекції?
8. Що таке номограма і з яких частин вона складається?
9. Як користуватись номограмою для визначення кількості повторень при плануванні дослідів?

10. Перелічіть засоби визначення коефіцієнта варіації за допомогою номограми.
11. Як визначити похибку дослідів за допомогою номограми?
12. З якою метою використовують рекогносцировані посіви?
13. Які статистичні показники необхідні для експериментатора при плануванні польового дослідів за допомогою номограми?
14. Які особливості планування польового дослідів у селекції сільськогосподарських культур на стійкість проти вірусів?

(CAC/GL 44-2008; ДСТУ ISO 874-2002; CODEX STAN 293– 2008)

3.7. Тема: Ведення дослідної документації, складання наукового звіту і рекомендацій виробництву

Початківцям – науковцям слід пам'ятати, що істотним елементом дослідної справи є своєчасне, якісне та охайне ведення документації і звітності за проведений дослід. Планування і проведення польового дослідження включає ряд послідовно виконаних операцій, передбачених методикою і програмою експерименту. Сюди потрібно віднести повний перелік робіт і операцій з технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі проведені заходи із захисту їх від шкідливих організмів, обліки і спостереження за розвитком рослин, за поширенням і розвитком хвороб, шкідників, бур'янів.

Об'єктивний аналіз і пояснення одержаних експериментальних даних можливі за умови суворого обліку всіх виконаних робіт, своєчасного фіксування результатів спостережень. Усе це вимагає від дослідника вміння грамотно вести наукову документацію, в якій необхідно робити докладні записи отриманих у досліді даних.

Слід ретельно вивчити основні документи, необхідні для здійснення польового дослідження, і вимоги, які пред'являються до їх ведення. Навчитися складати робочу програму, календарний план досліджень з захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Ознайомитися з правилами і вимогами щодо складання наукового звіту за проведену роботу і відповідних рекомендацій виробництву.

Документація з польового дослідження має бути повною за змістом, об'єктивною, точною, своєчасною і достовірною. Дуже важлива при цьому однотипність запису.

Для зручності контролю і полегшення подальшої обробки і використання матеріалів дослідження розроблені стандарти відповідних документів.

Обов'язкова документація. Основними документами польового дослідження вважаються:

- робочий план (програма);
- первинні поточні документи (щоденник польових робіт);
- допоміжні документи (робочі зошити і журнали);
- зведені документи (журнал польового дослідження);
- звіт про проведення польового дослідження.

Робочий план (програма) дослідження складається виконавцем на певний календарний рік і затверджується на засіданні кафедри або відділу. В робочому плані вказується назва теми (розділу), строки і місце проведення дослідження, посада, прізвище та ініціали керівника і виконавців, обґрунтування і завдання дослідження, а також методи здійснення експерименту (лабораторний, вегетаційний, лізіметричний, польовий або їх поєднання).

Робочий план включає схему дослідження, номер і назву варіантів, складові частини роботи та інші деталі, які характеризують: суть експерименту;

загальні умови проведення досліду (грунт, агротехніка тощо); параметри польового досліду (площа ділянок, кількість повторень, спосіб розташування варіантів на ділянці); перелік і методики обліків, спостережень і аналізів (строки проведення обліків розвитку хвороб або визначення чисельності шкідників, аналіз і взяття проб для проведення аналізів, інших видів робіт, визначення структури врожаю); очікувані результати (передбачена технічна та економічна ефективність), необхідні для проведення дослідів кошти, матеріали й обладнання. Приклад робочого плану НДР подано в додатку 2, календарного - в додатку 3.

Важливою складовою частиною робочої програми є календарний план з переліком усіх видів робіт, обліків, спостережень і аналізів, із вказівкою обсягів і строків їх виконання. Методику і робочу програму досліду підписують виконавці наукової роботи.

Щоденник польових робіт. При проведенні досліду дослідник у хронологічному порядку кожного дня записує всі виконані агротехнічні роботи, обліки і спостереження за умовами зовнішнього середовища і рослинами. Записи ведуть безпосередньо у полі чи лабораторії під час виконання роботи або після її закінчення, підчистки в тексті не дозволяються, при внесенні поправки або виправлення у щоденнику, слід робити відповідні роз'яснення.

Щоденник польових робіт має бути охайно оформлений. На перших сторінках щоденника вказуються тема експерименту, місце його проведення, ПБ виконавців і дата виконання досліджень. Далі описується схема досліду, наводяться креслення з конкретним планом розміщення варіантів на дослідній ділянці.

У щоденник польових робіт, робочі зошити і журнали вносять відомості за всі виконані заходи, дані спостережень і явищ, які можуть вплинути на точність досліду. Особливо слід звертати увагу на погодні фактори, коли проводили обприскування рослин хімічними препаратами проти хвороб, шкідників чи бур'янів.

У допоміжних документах, починаючи з моменту визначення земельної площі під дослід і закінчуючи збиранням урожаю, потрібно робити докладні записи, характеристики ґрунту, способів її обробітку, системи добрив, підготовки насіння до сівби, догляду за посівами, норм і строків застосування пестицидів. Необхідно систематично реєструвати фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин.

Спостереження й обліки за розвитком хвороб і шкідників проводять протягом всієї вегетації рослин з обов'язковою вказівкою дати первинного появи шкідливого організму. Записи цих даних здійснюють за спеціальною формою або довільно. Вести записи доцільно за певною схемою.

Журнал польового досліду (польовий журнал) є основним первинним документом, до якого заносять усі дані з проведених досліджень, в ньому зосереджений весь основний матеріал з польового досліду (текст, таблиці й

графіки), на підставі якого можна підготувати подальші узагальнення, попередній звіт та висновки.

Польовий журнал заводять до закладання досліду або відразу після нього і ведуть простим олівцем або кульковою ручкою аж до збирання врожаю. Результати всіх спостережень та обліків заносять до польового журналу в місцях їх проведення (в полі, на току, в лабораторії, в складі).

У польовий журнал заноситься наступна інформація: назва теми досліду; строки і місце проведення; ПІБ виконавців та керівника; мета і завдання досліду; схема і план розміщення досліду в природі; історія і характеристика дослідної ділянки; матеріали про особливості ґрунту і агротехніки, програма і методика досліджень; перелік усіх робіт, які проводились на дослідному полі (з вказівкою строків, засобів і якості виконаних робіт); оброблені результати обліків розвитку хвороби чи чисельності шкідників у вигляді таблиць, графіків, діаграм; дані ефективності засобів захисту проти хвороб, шкідників і бур'янів; обліки врожаю з кожної ділянки, перераховані на 1га; результати статистичної обробки даних.

За неточність записів у польових журналах автор-дослідник несе персональну відповідальність

Звіт про проведення польового досліду є заключним етапом експериментальної роботи. Оформляють його у вигляді річного або заключного звіту, оформленням наукової статті, курсової, дипломної чи дисертаційної роботи. Суть праці дослідника в цьому разі полягає в послідовному науково аргументованому викладенні зібраних і оброблених у процесі експерименту даних, у відповідних рекомендаціях виробництву тощо.

До основних вимог при складанні звіту належать також чіткість, логічна послідовність викладеного матеріалу, переконливість аргументації, короткість і точність формулювання, які виключають можливість суб'єктивного і неоднозначного тлумачення, фактична достовірність, конкретність викладених результатів роботи, доказовість висновків і обґрунтованість рекомендацій виробництву.

В основу вимог покладено два найважливіших принципи, які визначають особливості звіту як наукового документа і відрізняють його від наукових документів другого виду: вичерпно повне відображення змісту і результатів виконаної науково-дослідної роботи (її етапи) та доступна форма викладення. Завдяки цьому спеціаліст будь-якої категорії може легко знайти необхідну йому інформацію.

Звіт містить основні розділи:

- мету і завдання дослідження;
- стислу історію питання (за даними наукової літератури);
- схему методики й умови проведення експерименту;
- результати досліджень;
- висновки і рекомендації виробництву;
- список використаної літератури.

Структура і правила оформлення звітів про науково-дослідні роботи (НДР), виконаних науковими установами, підприємствами і організаціями України, мають відповідати вимогам ДСТУ 3008 - 95.

Науковий звіт і рекомендації виробництву підписує керівник і виконавець.

Наукові дослідження за конкретною темою із захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів завершуються створенням наукової продукції, яка незалежно від виду досліджень повинна мати прикладний або науковий характер для розвитку сільського господарства. Такою продукцією є теоретичні й науково-методичні положення, методики, рекомендації виробництву.

Найбільш раціональні форми впровадження прикладних досліджень: застосування результатів досліджень з технології захисту рослин в окремих господарствах, які стверджуються відповідним документом із вказівкою досягнутого ефекту і планів подальшого використання; дослідно-господарське апробування результатів досліджень із зазначенням строків подальшої реалізації та очікуваного ефекту; рішення організації, яка координує науково-дослідні роботи зі захисту рослин.

Закінчені науково-дослідні дослідження із захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів сільськогосподарських культур проходять виробничу перевірку в умовах господарства. Результати перевірки оформляються актом установленої форми і підписуються комісією.

У документах, що підтверджують впровадження, вказується об'єкт впровадження, перелік впроваджених досліджень, форма впровадження й отриманий економічний ефект.

Документація державного сортовипробування. Для зручності та контролю за своєчасністю проведення обліків і спостережень згідно вимог методик на дежсортостанціях та дільницях складають календарні плани обліків і спостережень для кожної культури і потім ретельно їх дотримуються. Особливу увагу приділяють щоб записи у всіх формах документації були акуратними і чіткими, підчистки і виправлення не допускаються; у всіх формах звітності необхідно записувати коди та повну назву випробуваних сортів; усі розділи і таблиці польового журналу, річного звіту, а також іншої документації повинні бути заповнені, якщо ж будь-які спостереження і обліки з тих чи інших причин не поводили, то обов'язково повинна бути вказана причина відсутності даних; усі форми наукової документації, що їх подають до держкомісії мають бути стверджені підписами осіб, відповідальних за проведення роботи та складання звітних матеріалів.

У таблицях польового журналу назви сортів і гібридів записують у такому порядку, в якому вони були висіяні в першому повторенні досліді. З багаторічних трав польовий журнал заводять в рік закладання, а потім на кожен наступний рік користування заводять новий. Первинні дані обліків ураження хворобами та пошкодження шкідниками, облік врожаю за кількох

зважувань з кожної ділянки, а також результати дегустаційної оцінки заносять до спеціальних форм та переносять потім до відповідних звітних документів.

Комплексні держсортостанції та дільниці, а також спеціалізовані з польових, технічних, кормових і овочевих культур, ведуть книгу історії полів, яка є первинним документом, що відображає фактичне розміщення дослідів і вирівнювальних посівів, технологічні операції, дози і строки внесення мінеральних та органічних добрив, рівень урожайності. Сортостанції та дільниці, які проводять випробування багаторічних культур, ведуть книгу сортових насаджень.

Результати державного випробування сортів і оцінку їх реакцій на елементи агротехніки (норми висіву, строки сівби та ін.) за рік досліджень кожної сільськогосподарської культури аналізують і записують до річного наукового звіту у вигляді форми №1 „Дані сортовипробування”.

Звіт складають про кожен дослід окремо незалежно від того, доведений він до кінця чи загинув з тієї чи іншої причини в будь якій фазі розвитку. До річного звіту заносять усі дані обліків та спостережень від висіву до моменту загибелі досліду, обов'язково відзначаючи її причину.

Річний звіт складають за даними: польового журналу та робочого зошиту, що є додатком до нього; даних оцінки сортів на якість врожаю, отриманих на сортостанціях; даних метеорологічних спостережень на сортостанціях і найближчих метеорологічних станціях.

Агротехнічні заходи, виконані в процесі проведення досліду, докладно описують за період від дати збирання попередника до закінчення досліду (дати збирання) з відзначенням глибини і способів основного і передпосівного обробітку ґрунту, моделей тракторів та сільськогосподарських машин, видів, доз та строків внесення добрив, пестицидів.

У звіті висвітлюють методичну витриманість проведеного досліду, достовірність його результатів, відмічають випадки відхилення від методики і агротехніки сортовипробування.

У разі бракування окремих ділянок або їх частин, наявності вилучок проводять відновлення даних, що випали, статистичним методом і відновлені дані заносять до звітних документів у дужках.

Залежно від біологічних та біохімічних особливостей сорти по різному реагують на однаковий ступінь ураження хворобами та пошкодження шкідниками, тому характеристика кожного сорту повинна враховувати його толерантність, тобто здатність компенсувати або зменшувати втрати від ураження чи пошкодження. Дуже важливо у звіті відмітити як позитивні, так і негативні особливості того чи іншого сорту, особливо в екстремальних умовах.

Надзвичайно важливо правильно, своєчасно і акуратно заповнити і подати до Держкомісії форму №1 „Дані сортовипробування”, яка є основним звітним документом. Занесені до неї дані підлягають комп'ютерному опрацюванню, тому обов'язково чітко і акуратно проставляють згідно кодифікатора коди: області, сортостанції або дільниці, культури, попередника,

виду випробування, ґрунту, фону, технології. Записують дату збирання, дату заповнення форми та завіряють підписом директора. Кожен лист у формі має свій номер. У графі №1 проставлено коди випробовуваних сортів та показники умовних стандартів.

Після опрацювання за продуктивністю та іншими, в т.ч. якісними показниками, фахівці Держкомісії готують „Підсумки державного випробування сортів росли України” для розгляду на засіданнях експертних Рад та наступного затвердження їх рішень.

Щороку держсортостанції та дільниці подають інспектурам і Держкомісії „Звіт про виконання науково-дослідної програми з сортовипробування” і „Звіт про розмноження насіння”. На держсортостанціях (дільницях) та інспектурах ведуть також наукову документацію у вигляді: „Книга обліку дослідів”, в якій реєструють усі випробувані сорти, варіанти сортової технології, методичних і інших дослідів з відзначенням строків їх проведення. На плодово-ягідних, субтропічних, виноградних і лісових станціях та дільницях ведуть „Книгу надходження і відпуску черенків і садивного матеріалу”. Запроваджені також такі форми оперативної звітності як: „Робоча форма для обліку рослин і стебел, пошкоджених злаковими мухами” у дослідях із зерновими культурами; „Дані про пошкодження сортів хворобами і шкідниками” та ін.

ЗАВДАННЯ №7

Складіть календарний план за темою досліджень з переліком видів робіт, необхідних обліків, спостережень і аналізів, приблизних строків їх виконання стосовно до умов конкретного господарства згідно з запропонованим варіантом:

Варіант 1. Оцінка перспективних і районованих сортів озимої пшениці на стійкість до борошнистої роси в умовах ВП НУБіП України ”Агрономічна дослідна станція”.

Варіант 2. Ефективність біологічних препаратів на малині проти шкідників у дослідному господарстві «Новосілки» Києво-Святошинського району Київської області.

Варіант 3. Вплив різних способів обробітку ґрунту на динаміку чисельності шведської та гессенської мух на озимій пшениці в агрофірмі «Україна» Врадіївського району Миколаївської області.

Варіант 4. Ефективність фунгіциду Бенлат, 50% з.п. на цукровому буряку проти церкоспорозу в селянському фермерському господарстві «Богатир» Ланівецького району Тернопільської області.

Варіант 5. Несправжня борошниста роса (мілдью) винограду та заходи щодо обмеження хвороби в СТОВ «Україна» Татарбунарського району Одеської області.

Варіант 6. Оцінка районованих і перспективних сортів гороху на стійкість проти аскохітозів на Уладово-Люлінецькій дослідній станції УААН.

Варіант 7. Ефективність інсектицидів на капусті проти совок, білянки, молі в умовах ФГ „Сатурн” Бобринецького району Кіровоградської області.

Варіант 8. Ефективність лепідоцида проти листогризучих шкідників яблуні в умовах СТОВ „Западинське” Васильківського району Київської області.

Варіант 9. Плямистості суниці та заходи щодо обмеження поширення і розвитку хвороб в умовах СТОВ „Рось” Городищенського району Черкаської області.

Варіант 10. Пероноспороз сої та заходи щодо обмеження поширення і розвитку хвороби в умовах СВК „Батьківщина” Черняхівського району Житомирської області.

Варіант 11. Фенологія клопа – шкідливої черепашки на озимій пшениці та заходи щодо обмеження чисельності шкідника в ФГ ”Лиманське” Татарбунарського району Одеської області.

Варіант 12. Фенологія злакових попелиць та заходи щодо обмеження чисельності шкідників на яромі ячмені в СТОВ ”Десна” Козелецького району Чернігівської області.

Варіант 13. Альтернативний озимого ріпаку та заходи щодо обмеження поширення хвороби в СВК „Прогрес” Миронівського району Київської області.

Варіант 14. Ефективність досходових гербіцидів у посівах соняшнику в СТОВ „Майське” Токмаківського району Запорізької області.

Варіант 15. Ефективність післясходових гербіцидів в посівах льону в ФГ „Зелений гай” Здолбунівського району Рівненської області.

Варіант 16. Оцінка перспективних і районованих сортів озимого ріпаку проти альтернarioзу в умовах ВП НУБіП України ”Агрономічна дослідна станція”.

Варіант 17. Ефективність застосування інсектициду Маршал 25, к.е. на картоплі проти колорадського жука у дослідному господарстві «Чабани» Києво-Святошинського району Київської області.

Варіант 18. Вплив різних способів обробітку ґрунту на динаміку чисельності пластинчастовусих жуків на цукровому буряку в агрофірмі «Синюха» Первомайського району Миколаївської області.

Варіант 19. Ефективність протруйника Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. на озимій пшениці проти кореневих гнилей в фермерському господарстві «Богатир» Жажківського району Черкаської області.

Варіант 20. Одіум винограду та заходи щодо обмеження хвороби в СТОВ «Первомайське» Джанкойського району АР Крим.

Варіант 21. Оцінка районованих і перспективних сортів сої на стійкість проти пероноспорозу в агрофірмі „Зернова” Обухівського району Київської області.

Варіант 22. Ефективність інсектициду Конфідор Максi, в.г. на томаті проти колорадського жука в умовах ФГ „Маневічі” Володимир-Волинського району Волинської області.

Варіант 23. Ефективність гербіциду Контакттвін, к.е. на цукровому буряку проти однорічних дводольних та злакових бур'янів в умовах СТОВ „Кобеляки” Машівського району Полтавської області.

Варіант 24. Парша яблуні та заходи щодо обмеження поширення і розвитку хвороби в умовах СТОВ „Рось” Токмакського району Запорізької області.

Варіант 25. Пероноспороз тютюну та заходи щодо обмеження поширення і розвитку хвороби в умовах СВК „Хлібодар” Тербовлянського району Тернопільської області.

Варіант 26. Фенологія соняшникового вусача на соняшнику та заходи щодо обмеження чисельності шкідника в ФГ ”Михайлівське” Синельниківського району Дніпропетровської області.

Варіант 27. Фенологія бурякової щитоноски та заходи щодо обмеження чисельності шкідників на цукровому буряку в СТОВ ”Троїцьке” Могилів-Подільського району Вінницької області.

Варіант 28. Циліндрспороз озимого ріпаку та заходи щодо обмеження поширення хвороби в СВК „Гречинці” Старокостянтинівського району Хмельницької області.

Варіант 29. Ефективність гербіциду Голіаф, в.р.к. на озимій пшениці проти однорічних та багаторічних дводольних бур’янів в СТОВ „Обухівський” Обухівського району Київської області.

Варіант 30. Фузаріоз колоса озимої пшениці та заходи щодо обмеження поширення хвороби ФГ „Аннушка” Борщівського району Тернопільської області.

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке методика експерименту?
2. Назвіть вимоги, які ставляться до складання програми досліджу.
3. Як правильно скласти календарний план досліджень із захисту рослин?
4. Назвіть документи, за якими звітують за виконану наукову роботу.
5. Які документи називають первинними і чому?
6. Які документи належать до допоміжних?

7. Які вимоги висуваються до ведення щоденника про виконання польових робіт?
8. Які вимоги ставляться до змісту звіту з польового досліджу?
9. Назвіть види наукових звітів за результатами проведення польового досліджу.
10. Які розділи включає звіт польового досліджу?
11. Назвіть форми впровадження результатів прикладних досліджень.
12. Як оформляються результати виробничої перевірки наукових досліджень в умовах господарства?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Горбатенко І.Ю., Івашина Г.О. Основи наукових досліджень /The principles of scientific experimentes. – К.: Вища школа, 2001. – 92 с.
2. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик, Г.І Васечко, В.П. Васильєв та ін.; За ред. М.П. Лісового. – К.: Урожай, 1999 – 744 с.
3. Деревицкий Н.Ф. Опытное дело в растениеводстве. - Кишинев: Штиинца, 1962.- 616 с.
4. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівєст Медіа, 2009 . – 304 с.
5. Кулєшов А.В., Білик М.О. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2008. 512 с.
6. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гєнтош Д.Т. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : навч. посіб. / за ред. І.Л. Маркова. Київ : Аграр Медіа Груп, 2012. 264 с.
7. Марков І.Л. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч. I. Планування експерименту. Методичні вказівки до вивчення дисципліни студентами ОКР „Бакалавр” зі спеціальності – 6.130104 „Захист рослин”. – К.: Вид. центр.НАУ, 2006. – 61 с.
8. Марков І.Л. Мікологічні та фітопатологічні методи експериментальних досліджень. Конспект лекцій із навчальної дисципліни для студентів ОКР „Магістр” із спеціальності 8.130104 – „Захист рослин”. – К.: Вид. центр НАУ, 2008. – 69 с.
9. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гєнтош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч.ІІ.Статистична обробка експериментальних даних.
- 10.Марков І. Л., Шелєстова В.С., Завада М. М., Гєнтош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Програма для вищих аграрних навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації спеціальності 7.130104-«Захист рослин».- К.:1997. – 9 с.

- 11.Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск перший / Вовкодав В.В., Андрущенко А.В., Пількевич А.В. та ін.; За ред. Волкодава В.В. – К.: ДКУ ПВТОСР, 2000. – 100 с.
- 12.Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Зернові та зернобобові культури. (Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин). – К., 2000. – 102 с.
- 13.Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Технічні культури. (Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин). – К., 2000. – 123 с
- 14.Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. –333 с.
- 15.Новак Ж.М. Основи насіннізнавства : методичні рекомендації. Умань, 2022. 10 с.
- 16.Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівест Медіа, 2008. – 448 с.
- 17.Пересипкін В.Ф., Марков І.Л., Шелестова В.С. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин. – К.: Вид. центр НАУ, 2000. – 178 с.
- 18.Секун М.П., Жеребко В.М., Лапа О.М., Ретьман С.В. Довідник із пестицидів. Київ : Колообіг, 2007. 360 с.
- 19.Сердюк та ін. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції : підручник. Мелітополь, 2020. 370 с.
- 20.Хоменко І.І. Захист зерняткових садів у Центральному Лісостепу України. – К.: Фенікс, 1996. – 240 с.

РОЗДІЛ 4. СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Варіаційна статистика (математична статистика, біометрія, біологічна статистика) - наука про способи застосування математичних методів у біології. Методи біометрії дають математичні характеристики сукупності і ґрунтуються на теорії ймовірностей - науці, що вивчає загальні закономірності у масових випадкових явищах різного походження.

Математична статистика вивчає сукупність, тобто групу однорідних об'єктів, об'єднаних для сумісного вивчення. Сукупністю є рослини на полі, популяції шкідників, збудники хвороб рослин тощо. Сукупність складається із членів або умовних одиниць. Для популяції колорадського жука на картопляному полі членом сукупності або умовною одиницею буде кожна особина колорадського жука, яка мешкає на даному полі. Кількість членів, які входять до сукупності, називається об'ємом сукупності і позначається літерою n .

Кожний член сукупності характеризується певними ознаками. Величину ознаки якоїсь одиниці сукупності називають варіантою і позначають ($x_1, x_2, x_3 \dots x_n$). Наприклад, при вивченні плодючості самиць капустиної совки одержані різні величини - 905, 737, 897 яець. Ці величини і будуть варіантами. Відміни між окремими варіантами називають мінливістю або варіацією (звичайно говорять, що ознака варіює, змінюється).

4.1. Тема: Генеральна сукупність. Кількісна та якісна мінливість, їх статистичні показники і графічне зображення

Мета заняття. Ознайомлення з генеральною та вибірковою сукупністю, різними типами розподілу ознак, обрахування основних показників кількісної мінливості, набуття навичок графічного зображення розподілу.

Методичні вказівки. За окремими ознаками не завжди можна вивчити всю сукупність особин. Тому вдаються до вивчення частини її, за якою роблять загальний висновок. Група об'єктів, яка підлягає вивченню, називається генеральною сукупністю, а частина об'єктів, включених до вивчення - вибірковою сукупністю, або вибіркою.

Група об'єктів, яка підлягає вивченню, називається *генеральною сукупністю*, а частина об'єктів, включених до вивчення, – *вибірковою сукупністю* або *вибіркою*.

У процесі спостережень отримують відомості про числову величину ознаки, яка вивчається в кожного члена даної вибіркової сукупності й відображається в абсолютних або відносних числах. Розташування ряду варіант у порядку зростання (або вибування) має назву *ранжування*.

Числа, які характеризують повторюваність кожного значення ознаки в даній сукупності, називають *частотами ознаки* і позначають буквою f .

Сума всіх частот $(\sum f)$ дорівнює об'ємові вибірки, тобто числу членів ряду n . У результаті такої обробки первинних спостережень одержують *варіаційний ряд, або ряд розподілу*. У варіаційному ряді за звичай вказують можливі значення варіюючої ознаки у порядку зростання або зменшення та відповідні їх частоти. Упорядковане розташування даних показує зміни ознаки від мінімального до максимального значення.

Група, в якій зустрічається найбільша кількість варіантів, називається *модальною*.

Для побудови варіаційного ряду необхідно:

- знайти для даної вибірки мінімальну і максимальну варіанту;
- визначити різницю між ними (розмах варіювання R);
- визначити кількість груп (класів), яка залежить від об'єму вибірки і орієнтовно дорівнює кореню квадратному з нього $(K = \sqrt{n})$, а також груповий (класовий) інтервал, поділивши різницю на кількість класів;
- визначити початок групового інтервалу додаванням до мінімального значення ознаки – величину групового інтервалу;
- визначити закінчення групового інтервалу, який має бути меншим наступного на величину, що дорівнює точності виміру ознаки;
- розкласти всі варіанти вибірки послідовно за групами, розпочавши з першої.

Графічно варіаційний ряд можна представити як ступінчасту криву, яка називається *гістограмою* і показує розподіл ознаки в даній сукупності.

Типи мінливості ознаки. Існує два типи мінливості: кількісна, яку можна виміряти, і якісна (атрибутивна), яка не піддається вимірюванню.

Кількісна мінливість – це та, при якій відміни між варіантами відображуються кількістю (масою, висотою, врожаєм, чисельністю шкідників тощо). Вона буває уривчастою (дискретною) і безперервною. При уривчастій кількісній мінливості ознаки варіюють і відрізняються одна від одної на певну величину, яка виражається цілими числами. При безперервній кількісній мінливості значення ознаки відрізняються одна від одної на будь-яку малу величину залежно від ступеня точності, який приймається для характеристики даної кількісної ознаки.

Якісна (атрибутивна) мінливість. У біологічних дослідженнях часто доводиться мати справу з якісною оцінкою явища, в цьому разі одні варіанти можуть мати той чи інший якісний показник, інші - ні. Окремим випадком атрибутивної мінливості є альтернативна, тобто така, коли ознаки, що варіюють, є однією з двох можливостей (альтернатив) наявності або відсутності ознаки (наприклад, здорові й пошкоджені шкідником рослини і т.д.).

Статистичні показники, які характеризують сукупність, представлені двома групами: середніми величинами (середня арифметична, середня

геометрична, мода і медіана) і показниками мінливості ознаки (ліміти, середнє квадратичне відхилення, дисперсія, коефіцієнт варіації).

Середні показники.

Середня арифметична - це узагальнена абстрактна характеристика сукупності в цілому. Якщо суму всіх варіант ($x_1 + x_2 + \dots + x_n$) позначити через $\sum x$, число варіантів - через n , то формула простої середньої арифметичної

буде
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}.$$

Зважена середня арифметична вираховується за формулою
$$\bar{x} = \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 + \dots + f_n x_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum f x}{n},$$

де x - значення ознаки, варіанта;

f - частота стрічання кожної варіанти, ознаки;

n - загальне число вимірних значень, сума всіх частот ($\sum f$).

Середня геометрична (\bar{x}_g) використовується для вивчення процесу в часі, наприклад, зміни чисельності популяції шкідника, фітопатогена, росту рослини і т.д. Вираховується за формулою
$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n},$$

де x_1, \dots, x_n - варіанти, тобто мінлива ознака;

n - загальна кількість членів сукупності, що вивчається, або шляхом логарифмування
$$\lg \bar{x}_g = \frac{\lg x_1 + \lg x_2 + \lg x_3 + \dots + \lg x_n}{n}.$$

Для знаходження середньої геометричної можна також користуватися формулою
$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{nx},$$

де nx - добуток всіх окремих приростів;

n - число періодів, а x_1, \dots, x_n - прирости за окремі періоди.

Оскільки середня геометрична характеризує середні розміри приростів маси, лінійних розмірів, середній приріст популяції за певні проміжки часу, вираховується вона не з абсолютних чисел, а з різниці або відношень. Цей показник особливо зручний, коли ознака, змінюючись у часі, відображується в долях одиниці.

Середню геометричну можна вирахувати і на основі даних вимірів у

перший і останній періоди за формулою
$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{\frac{x_n}{x_1}},$$

де x_n - значення останнього; x_1 - значення першого спостереження.

При логарифмуванні вживають вираз
$$\lg \bar{x}_g = \frac{\lg x_n - \lg x_1}{n}.$$

Середня квадратична (\bar{x}_q) використовується при визначенні середніх діаметрів, радіусів, площ (наприклад, діаметр формених елементів гемолімфи комах, об'єм клітинного ядра тощо). Вираховують цю величину за формулою

$$\bar{x}_q = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}, \text{ або } \bar{x}_q = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n}},$$

де \sum - знак суми (додавання); n - об'єм вибірки; f - частота.

Середня гармонічна (\bar{x}_h) використовується у випадках, коли ознака що вивчається, знаходиться в оберненій пропорціональності (залежності) до другого, пов'язаного з ним функціонально. Її вираховують за формулою

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_n}},$$

де $\frac{1}{x_n}$ - звернені значення варіант; n - об'єм вибірки.

Для згрупованих даних
$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum (f \frac{1}{x_n})}.$$

Структурними середніми є *мода* (M_o) - варіанта, яка найбільш часто зустрічається у вибірці, і *медіана* (M_e) - варіанта, що розташована в центрі варіаційного ряду і ділить його на дві рівні частини.

Показники мінливості. Ліміти (розмах варіювання) - мінімальне і максимальне значення ознаки в сукупності. Чим більша різниця між ними, тим мінливіша ознака.

Дисперсія s^2 ; *стандартне відхилення* s . Ці статистичні характеристики є основними вимірами варіації (розсіяні) ознаки, що вивчаються.

Дисперсія, або середній квадрат - це частка від ділення суми квадратів відхилень: $\sum (x - \bar{x})^2$ на число всіх вимірів без одиниці

$$(n-1):s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Стандартне, або середнє квадратичне відхилення одержують шляхом витягу кореня квадратного з дисперсії

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

Для згрупованих спостережень

$$s^2 = \frac{\sum f(x - \bar{x})^2}{n-1}; \quad s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum f(x - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Існує кілька способів обчислення дисперсії. Найбільш поширений із них такий: визначають відхилення всіх варіант від середнього арифметичного, кожне таке відхилення підводять до квадрата і суму квадратів ділять на число

вимірів без одиниці. Для обчислення стандартного відхилення беруть корінь квадратний з дисперсії.

Число ступенів свободи, або число ступенів свободи варіації, - це кількість вільно варіюючих величин у сукупності. Воно позначається ν і в простому випадку дорівнює $n - 1$.

Середнє квадратичне відхилення не є постійною величиною й обчислюється для кожної сукупності. Стандартне відхилення служить показником найбільш вірогідної середньої похибки окремого одиничного спостереження, взятого з даної сукупності. Його називають основним відхиленням варіаційного ряду.

Окремі варіанти певної сукупності можна представити як відхилення від середньої арифметичної і виразити в одиницях мінливості - s . Виражені таким чином відхилення від середньої арифметичної називають нормованим відхиленням і позначають літерою t . Обчислюють його за формулою

$$t = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

Якщо, $x - \bar{x}$ показник нормованого відхилення дорівнює $+1$, то це значить що ця варіанта більша \bar{x} на одне стандартне відхилення. Якщо показник нормованого відхилення іншої варіанти дорівнює -2 , то це значить, що вона менша \bar{x} на два стандартних відхилення. Середньоквадратичне відхилення є одиницею виміру нормованого відхилення.

У статистиці прийнято вважати, що діапазон мінливості в сукупностях достатньо великого об'єму, які знаходяться під постійним впливом різноманітних різноспрямованих факторів (біологічні явища), не виходить за межі $\pm 3s$ від середнього арифметичного значення. Про такі сукупності говорять що вони підлягають нормальному розподілу варіант.

Виходячи з того, що діапазон мінливості для кожної досліджуваної біологічної сукупності знаходиться в межах $\pm 3s$ від середньої арифметичної, то чим більша величина середнього квадратичного відхилення (s), тим більша мінливість ознаки в даній сукупності.

Величина середнього квадратичного відхилення є мірою мінливості ознаки в досліджуваних сукупностях. Середнє квадратичне відхилення використовується як самостійний показник і як основа для обчислення інших показників: коефіцієнта варіації (V), абсолютної похибки вибіркової середньої, коефіцієнтів кореляції та регресії тощо.

Це величина іменована і характеризує мінливість ознаки, що вивчається навколо центра розподілу - середньої арифметичної (\bar{x}) і є мірою ступеня впливу на ознаку різних другорядних причин його варіювання. Виражається в тих же одиницях що і мінлива ознака.

Коефіцієнт варіації (V) або (C_v). Часто виникає потреба в порівнянні мінливості різних біологічних показників, які вимірюються різними одиницями. З цією метою в статистиці введений коефіцієнт варіації, під яким розуміють стандартне або середнє квадратичне відхилення, виражене в процентах до середньої арифметичної даної сукупності

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% .$$

Коефіцієнт варіації показує, який процент від середньоарифметичної складає середньоквадратичне відхилення в досліджуваній сукупності. Отже, він є відносним показником мінливості. Мінливість вважають незначною, якщо коефіцієнт варіації не перевищує 10%, середньою - якщо він вище 10, і значною - якщо він більше 20%.

Коефіцієнт варіації не залежить від абсолютної величини ознаки і може використовуватися при порівнянні величини мінливості різних ознак однієї розмірності. Він відображує лише величину різномайття ознаки і може використовуватися при з'ясуванні багатьох біологічних закономірностей: явища мінливості, дії природного добору, впливу екологічних факторів тощо.

Похибка вибіркової середньої, або похибка вибірки (S_x). Група виконаних вимірів або спостережень ніколи не буває нескінченно великою і завжди є вибіркою більшого або меншого об'єму з теоретично можливої нескінченно великої генеральної сукупності. Однак саме на основі вибірових даних проводяться теоретичні узагальнення. Наприклад, аналіз гемолімфи в обмеженій групі комах дозволяє зробити висновок про співвідношення формених елементів у комах цього виду взагалі.

У всякому дослідженні не виключена ймовірність похибок, які перекручують істинну суть картини. Похибки, не дивлячись на дуже різноманітний характер, можуть бути поділені на дві основні категорії.

До першої категорії належать похибки, пов'язані з організацією і постановкою досліду: похибки методичного характеру, обумовлені неправильно обраною методикою; похибки точності, викликані використанням неперевіраних вимірювальних приладів; випадкові похибки, які виникають внаслідок описок, переплутування зразків тощо; похибки типовості, причиною яких є неправильне (без урахування всіх умов) відбирання об'єктів до вибірки. Таким похибкам можна запобігти або звести їх до мінімуму при ретельному проведенні досліджень.

Оскільки частина ніколи не може абсолютно повно характеризувати ціле, то при вибіровому методі дослідження існує особливий тип похибок, які витікають із самої суті такого способу досліджень. Вони називаються похибками репрезентативності (представництва) і свідчать, на скільки вибірові показники відрізняються від відповідних показників генеральної сукупності, тобто наскільки вони показові. Цим похибкам запобігти неможливо, але їх можна врахувати.

Існують різні способи розрахунку похибок. Слід зазначити, що при багаторазовому обстеженні кількість формених елементів та їхніх груп не буде однаковою у обстежених осіб. Інакше кажучи, одержані середні величини характеризуються мінливістю.

Мінливість середніх показників багаточисельних груп підпорядковується закону нормального розподілу, її можна виміряти за допомогою середнього квадратичного відхилення, яке характеризує величину

мінливості середніх арифметичних при багаторазовому груповому дослідженні. Вона є похибкою вибіркової середньої, або похибкою вибірки чи стандартною похибкою і позначається $S\bar{x}$. Стандартна похибка є мірою відхилення вибіркової середньої від середньої генеральної сукупності (μ).

Похибки вибірки виникають внаслідок неповної репрезентативності вибіркової сукупності, а також при перенесенні даних, одержаних при вивченні вибірки, на всю генеральну сукупність. Розмір похибки залежить від ступеня мінливості ознаки, що вивчається і об'єму вибірки.

Стандартна похибка прямо пропорційна вибірковою стандартному відхиленню (s) й обернено пропорційна кореню квадратному з кількості вимірювань (n)

$$S\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}.$$

Підставивши значення s , одержимо

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

де n - об'єм сукупності, тобто кількість проведених вимірів.

Похибки вибірки виражають у тих же одиницях, що і варіюючу ознаку, і приписують до відповідних середніх із знаком \pm , наприклад, $\bar{x} \pm S\bar{x}$. Згідно з законом нормального розподілу можна стверджувати з гарантією, яка відповідає значенню t_{05} в таблиці Стьюдента, що середня генеральної сукупності (μ) знаходиться в межах $\bar{x} \pm t_{05}S\bar{x}$.

Абсолютна похибка вибіркової середньої використовується для встановлення довірчої межі в генеральній сукупності, вірогідності вибірових показників і різниці, а також встановлення об'єму вибірок у науково - дослідних роботах.

Відносна похибка вибіркової середньої – це похибка вибірки, виражена в процентах від відповідної середньої

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Цей же показник може позначатися як C_s і обраховуватися за формулою

$$C_s = \frac{S\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100, \text{ або } C_s = \frac{V\%}{\sqrt{n}},$$

де $V\%$ - коефіцієнт варіації; n – об'єм вибірки.

Коефіцієнт C_s широко використовується в агрономії для оцінки результатів дослідів. Результати вважаються цілком задовільними, якщо C_s не перевищує 3 - 5%.

Статистичні показники якісної мінливості. Результати досліджень при якісній мінливості групуються шляхом розподілу сукупності об'єктів на групи (класи) з різними якісними ознаками. Статистична обробка одержаних даних при альтернативній якісній мінливості зводиться до вивчення кількісного

співвідношення між обома групами і встановлення процента наявності (p) і процента відсутності (q) досліджуваного явища.

Основні статистичні показники якісної мінливості: частка ознаки - p і q ; показник мінливості - s ; коефіцієнт варіації - V_p ; похибка вибіркової частки - S_p .

Частка ознаки. Цей показник характеризує відносну чисельність (частоту) окремої варіанти в даній сукупності і позначається через $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$. Виражається частка ознаки в частинах одиниці або в процентах. Сума всіх часток у межах сукупності або ряду розподілу дорівнює 1 (якщо p виражається в частках одиниці) або 100% (якщо p виражається в %).

Частка ознаки - це відношення чисельності кожного з членів ряду $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$, до чисельності сукупності N . Інакше кажучи, частка ознаки - це ймовірність появи даної ознаки у сукупності, що вивчається

$$p_1 = \frac{n_1}{N}; p_2 = \frac{n_2}{N}; p_3 = \frac{n_3}{N} \text{ і т.д.}$$

Оскільки при альтернативній мінливості частка однієї ознаки дорівнює p , другої - q , то ймовірність двох протилежних явищ може бути виражена рівністю $p + q = 1(100\%)$, а частка другої ознаки на підставі рівності буде: $q = 1 - p$.

Показник мінливості якісної ознаки (s), який характеризує варіювання величин ряду відносно один одного, визначається за формулою $s = \sqrt{pq}$.

Залежно від співвідношення p і q , значення s змінюється від 0 до 0,5. Якщо кількість градацій ознаки більше двох ($K > 2$), тоді s визначається за формулою

$$s = \sqrt[k]{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot \dots \cdot p_k}.$$

Коефіцієнт варіації якісних ознак (V_p) - це показник мінливості, виражений у % до максимальної мінливості

$$V_p = \frac{s}{s_{\max}} \cdot 100.$$

Коефіцієнт варіації характеризує відносний ступінь мінливості досліджуваних ознак і використовується для порівняльної оцінки різних сукупностей, максимальне значення рівне 100%, спостерігається при $s = s_{\max}$.

Похибка вибіркової частки (S_p) - це міра відхилення частки ознаки вибіркової сукупності (p) від частки його у всій генеральній сукупності (P) внаслідок неповного представництва вибірки. Обчислюється за формулою $S_p = S \cdot \sqrt{N}$,

де S - показник мінливості якісної ознаки; N - об'єм вибірки.

Підставляючи до формули значення $s = \sqrt{pq}$, то одержимо $S_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$.

Вірогідність зустрічаємості ознаки (p) або (q) в інтервалі ($p \pm S_p$) становить близько 68%, у інтервалі ($p \pm 2S_p$) - 95 та в інтервалі ($p \pm 3S_p$) - 99%, тобто як при кількісній мінливості, всі значення (p) з вірогідністю 99% вкладаються в межах потрійної похибки вибіркової частки.

Типи розподілу. Частота виявлення певних значень ознаки в сукупності називається *розподіленням*. Відрізняють емпіричне і теоретичне розподілення частот сукупності результатів спостережень.

Емпіричний розподіл - це розподіл результатів вимірів, одержаних при вивченні вибірки (наприклад, розподіл комах в популяції колорадського жука за масою).

Теоретичний розподіл передбачає розподіл вимірів на основі теорії ймовірностей. До них належать нормальний (Гаусовий) розподіл, розподіл Стюдента (t - розподіл), F - розподіл, розподіл Пуасона, χ^2 - розподіл Пірсона, біномінальний.

Найбільше значення в біологічних дослідженнях взагалі і в захисті рослин зокрема має нормальний (або Гаусовий) розподіл - це сукупність вимірів, у якому варіанти групуються навколо центру розподілу їх і частоти рівномірно відбуваються вправо і вліво від центру розподілу (\bar{x}). Окремі варіанти відхиляються від середньої арифметичної симетрично, і розмах варіації в обидві сторони не перевищує величину (3σ).

Нормальний розподіл характерний для сукупностей, на членів яких сумарно впливає безмежно велика кількість різноманітних і різнонаправлених факторів. Кожний фактор вносить певну частину в загальну мінливість ознаки. Безкінечні коливання факторів обумовлюють мінливість окремих членів сукупностей.

Графічне зображення цього розподілення носить назву Гаусової кривої, або кривої нормального розподілення. Дослідним шляхом встановлено, що така крива часто повторює форму гістограм, які одержують при великій кількості спостережень.

Крива нормального розподілення може бути записаною у вигляді формули:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2},$$

де y - ордината кривої, вірогідність; μ - генеральна середня; σ - стандартне відхилення генеральної сукупності; π і e - константи (відповідно: 3,14 і 2,718).

Форма кривої нормального розподілення та її положення визначаються двома величинами: генеральною середньою μ і стандартним відхиленням σ .

На практиці безпосередньо формулою не користуються, а звертаються за допомогою до таблиць. Максимум, або центр, нормального розподілення знаходиться в точці $x = \mu$; точка перегину кривої знаходяться при $x_1 = \mu - \sigma$ і $x_2 = \mu + \sigma$, при $n = \pm \infty$ крива досягає нульового значення (рис. 13).

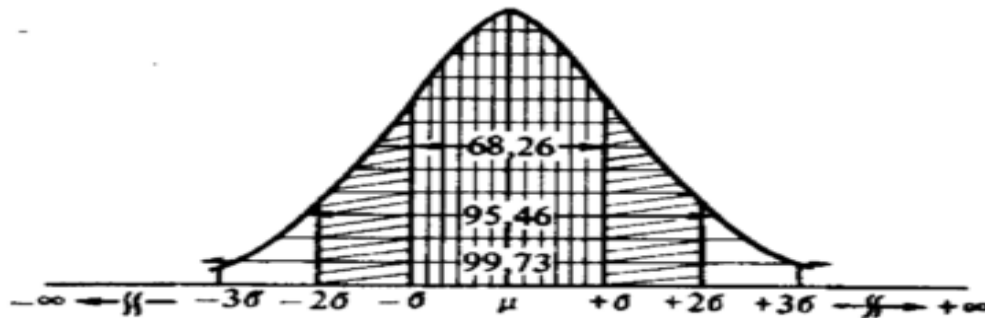


Рис. 13. Площа (процент спостережень), обмежена кривою нормального розподілу, для різних значень σ .

Розмах коливань від μ направо і наліво залежить від величини σ і укладається в межах трьох стандартних відхилень:

1. В області $\mu \pm \sigma$ знаходяться 68,26% (майже дві третини) всіх спостережень.

2. У середині меж $\mu = 2\sigma$ - 95,46% всіх значень випадкової величини.

3. В інтервалі $\mu = 3\sigma$ знаходиться 99,73%, практично всі значення ознаки.

Статистична надійність, або рівень ймовірності p , - це площа під кривою, обмежена від середнього на t стандартних відхилень, виражена в процентах всієї площі. Інакше кажучи, це ймовірність появи значення ознаки, яка знаходиться в межах $\mu \pm t\sigma$. Рівень значення p_1 - це ймовірність того, що значення ознаки, яка змінюється, знаходиться поза меж $\mu \pm t\sigma$, тобто рівень значимості показує вірогідність відхилень випадкової величини від встановлених меж варіювання $p_1 = 1 - p$. Чим більше рівень вірогідності, тим менше рівень значення, і навпаки.

У практиці досліджень із захисту рослин вважається можливим користуватися ймовірностями 0,95 - 95 і 0,99 - 99%, яким відповідають 0,05 - 5%-й та 0,01 - 1%-й рівні значимості. Ці ймовірності називаються довірчими, тобто такими, якими можна впевнено користуватися. Зокрема, при вірогідності 0,95 - 95% можливість зробити похибку становить 0,05 - 5%, або 1 на 20; при вірогідності 0,99 - 99% - відповідно 0,01-1%, або 1 на 100.

Вірогідність 0,95 - 95% і рівень значимості 0,05-5% вважають цілком об'єктивними в дослідженнях із захисту рослин.

Аналогічний підхід застосовується і при розподілі вибірових середніх, тому що кожне дослідження має на меті порівняння середніх величин, які підлягають закону нормального розподілу.

Середня μ ; дисперсія σ^2 ; стандартне відхилення σ - параметри генеральної сукупності при $n \rightarrow \infty$. Вибіркові спостереження дозволяють одержати оцінки цих параметрів.

Вибіркова середня \bar{x} є оцінкою генеральної середньої μ , вибірова дисперсія S^2 оцінкою σ^2 , вибірове стандартне відхилення s - оцінкою σ .

Для великих вибірок ($n > 20 - 30$, $n > 100$) закономірності нормального розподілу об'єктивні і для їх оцінок, тобто в області $\bar{x} \pm s$ знаходиться 68,26%, $\bar{x} \pm 2s$ - 95,46%, $\bar{x} \pm 3s$ - 99,73% всіх спостережень. Середня арифметична і стандартне відхилення відносять до основних характеристик, за допомогою яких завдається емпіричний розподіл вимірів.

Розподіл Стьюдента (t-розподіл) застосовують при роботі з малими вибірками, коли $n \leq 30 - 20$; для вибірових середніх користуються рівнянням

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{x} - \mu}{S\bar{x}},$$

де $\bar{x} - \mu$ означає відхилення вибірової середньої від середньої генеральної сукупності μ ;

$$\frac{s}{\sqrt{n}} = S\bar{x} - \text{стандартну похибку середньої генеральної сукупності.}$$

Таким чином, величина t вимірюється відхиленням вибірової середньої \bar{x} від середньої генеральної сукупності μ , вираженій у частках похибки вибірки $S\bar{x}$, прийнятій за одиницю.

На практиці для знаходження t -розподілу Стьюдента користуються таблицями. Ця величина дозволяє визначити довірчий інтервал, який накриває середню генеральної сукупності μ , і перевірити ту чи іншу гіпотезу відносно генеральної сукупності. При цьому не обов'язково знати показники генеральної сукупності μ і σ , достатньо мати їхні оцінки \bar{x} і s для об'єму вибірки n .

F-розподіл Фішера. Якщо з однієї і тієї ж сукупності, яка розподіляється за нормальним законом, відібрати випадковим повторюваним способом якусь кількість незалежних вибірок об'ємом $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$, то можна підрахувати дисперсії

$$s_1^2, s_2^2, s_3^2, \dots, s_n^2 \quad \text{із ступенями свободи} \\ v_1 = n_1 - 1; v_2 = n_2 - 1; v_n = n_n - 1 \quad \text{і потім визначити відношення дисперсій} \\ F = s_1^2 : s_2^2.$$

Відношення дисперсій беруть таким чином, щоб у чисельнику була більша дисперсія, тому F завжди більше або дорівнює одиниці (якщо дисперсії рівні). Воно залежить лише від числа ступенів свободи і не залежить від дисперсії у загальній сукупності.

Якщо дві вибірки, що порівнюються є випадковими, незалежними вибірками, що відібрані із загальної генеральної сукупності з генеральною середньою μ , то фактичне значення F не вийде за межі і не перевищить критичне для даних χ_1 і χ_2 теоретичне значення критерію F ($F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор.}}$). Якщо генеральні середні порівнюваних груп різні, то $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$

У практиці для визначення теоретичного значення F користуються таблицями (додаток 5).

Розподіл F використовується в дослідженнях, коли вибірка, на якій проводиться дослідження, потребує перевірки на однорідність.

χ^2 - розподіл П і р с о н а. Згідно з законом, відкритим у 1900 р. Пірсоном, теоретичні частоти, як правило, не збігаються з емпіричними частотами ряду. Тому виникає потреба в співставленні емпіричних (одержаних в експерименті) частот з теоретичними. Для цього використовується критерій χ^2 , який являє собою суму квадратів відхилень емпіричних частот (f) від теоретичних (F), віднесена до теоретичних частот

$$\chi^2 = \sum \frac{(f - F)^2}{F},$$

де f і F - відповідно фактичні і теоретичні частоти чисельності об'єктів вибірки;

χ^2 - це не квадрат якогось числа, а виражає лише вихідну величину, яка визначається даною формулою.

Вигляд кривої значною мірою залежить від числа ступенів свободи. Для малого числа ступенів свободи крива асиметрична. Із збільшенням числа ступенів свободи асиметрія зменшується і при $\nu \rightarrow \infty$ крива стає нормальною.

Розходження між даними емпіричного і теоретичного розподілу виникають з різних причин. В одних випадках вони виникають випадково внаслідок невеликої кількості спостережень, в інших - невідповідності емпіричного розподілу нормальному.

Завдання критерію χ^2 (узгодження, подібності, відповідності) полягає в тому, щоб визначити, чи є розходження даних емпіричного і теоретичного розподілу випадковими або закономірними.

З формули видно, що чим більша різниця між емпіричними теоретичними частотами ($f - F$), тим більша величина критерію χ^2 . Якщо емпіричні і теоретичні частоти рівні між собою, тобто $f - F = 0$, то χ^2 також дорівнює нулю, тобто межа коливань χ^2 - квадрат варіює від нуля до ∞ .

Нульова гіпотеза (H_0) відхиляється, якщо $\chi^2_{\text{факт.}} > \chi^2_{\text{теор.}}$, і не відхиляється, якщо $\chi^2_{\text{факт.}} \leq \chi^2_{\text{теор.}}$.

При повному збіганні фактичних і теоретичних очікуваних частот $\chi^2 = 0$. Для визначення критерію χ^2 також використовують таблиці (додаток б).

Критерій χ^2 застосовують при вивченні якісних ознак: ураженість хворобами, розщеплення гібридів, проростання насіння тощо.

Розподіл Пуасона, або розподіл рідкісних подій. Такими подіями є, наприклад, масові, розмноження шкідників і епіфітотії хвороб, розподіл насіння бур'янів у зерні та ін. При цьому розподілі значення p незначне, тому і подія виникає зрідка, а значення q наближається до одиниці.

Розподіл рідких подій характеризується одним показником - середньою арифметичною \bar{x} , тому що дисперсія (S^2) дорівнює або мало відрізняється від \bar{x} , тобто $S^2 = \bar{x}$. Значить, теоретичні розподілення можна побудувати на основі лише однієї вибіркової середньої.

За допомогою розподілу Пуасона можна оцінити точність результату в обліках чисельності шкідників, патогенів. За цим же законом, зокрема, йде явище: поліембріонії у рослин; кількість комах, які попадають у пастки. З цією метою використовують формулу:

$$P_x = \frac{a^x \cdot e^{-a}}{x!},$$

де P_x - вірогідність появи значення x ; x - кількість рідких подій, які виникли в кожній великій групі ($x = 0, 1, 2, 3$ і т.д.);

a - середня кількість рідких подій на кожен велику групу ($a = n \cdot p$, де p - вірогідність появи даної ознаки; n - кількість проведених спостережень);

$x!$ - добуток чисел від 1 до x (факторіал); вважається, що факторіал нуля дорівнює одиниці ($0! = 1$); e - основа натуральних логарифмів, $\sim 2,718\dots$

Якщо подія x підлягає закону Пуасона із середньою a , то вірогідності значень $x = 0, 1, 2, 3$ і т.д. будуть відповідно рівні

$$P_x = 0 = \frac{a^0 \cdot e^{-a}}{1} = e^{-a}; P_x = 1 = \frac{a^1 \cdot e^{-a}}{1} = a e^{-a};$$

$$P_x = 2 = \frac{a^2 \cdot e^{-a}}{2}; P_x = 3 = \frac{a^3 \cdot e^{-a}}{6}.$$

Обробка даних включає аналіз одержаних відомостей, їх первинну числову обробку і статистичну оцінку результатів досліджень.

Аналіз одержаних даних полягає в порівнянні фактичної методики досліджень з методикою, якої вимагають умови і мета досліджень.

Здійснюється критичний огляд даних про чисельність шкідника, шкідливість, особливостях розвитку шкідника і рослини - живителя, врожаю, співставлення їх із результатами польових спостережень.

Первинні дані звільняються від описок та інших неточностей. Досліди з порушенням методики і техніки постановки експерименту, з грубими похибками, які викривлюють суть явищ, що вивчаються, бракуються.

Після цього приступають до первинної обробки експериментальних даних, яка передбачає зведення громіздкого матеріалу до небагатьох показників, які наочно і повно відображують результати всього досліду і дозволяють зробити об'єктивні висновки.

Первинна обробка матеріалів передбачає:

- обчислення середніх показників, які характеризують біологічні особливості та екологічні умови розвитку шкідника, фітопатогена в період проведення досліду, із складанням таблиць, феноклімограм тощо;
- складання таблиць біологічної ефективності пестицидів; визначення ефективності по ділянках, повтореннях, варіантах, розрахунок середніх показників по варіантах;
- складання таблиці врожаю - визначення суми врожаю по повтореннях, розрахунок середніх урожаїв по варіантах.

При складанні таблиць, які використовуються при статистичній обробці, необхідно дотримуватися таких правил: основна маса чисел повинна бути тризначною; поділянкові і середні врожаї записують у таблицю з точністю до 0,1, а якщо вони виражаються сотнями центнерів - з точністю до 1 ц/га; (соті частки в першому випадку і десяті частки центнерів у другому округлюються).

Необхідно знати абсолютну похибку методів досліджень, що використовуються у досліді. Відповідно до похибки вихідних спостережень, які визначаються за величиною варіювання та за допомогою виміральної апаратури, повинна бути і точність обрахування результатів досліду.

ЗАВДАННЯ № 8

Обчисліть статистичні показники кількісної мінливості

В одержаному варіанті завдання необхідно виконати обробку експериментальних даних у такій послідовності:

- встановити розмах варіювання;
- встановити кількість груп у вибірці та груповий інтервал;
- рознести вихідні дані по групах і визначити частку;
- визначити статистичні показники вибірки;
- визначити довірчий інтервал для генеральної середньої;
- побудувати гістограму і полігон розподілу;

- визначити об'єм вибірки;

Приклад. При зважуванні 50 гусениць яблуневої плодожерки лабораторної популяції маса окремих гусениць (мг) становила: 20 40 45 50 45 30 55 40 51 53 35 60 50 45 50 55 75 55 60 35 49 63 62 65 45 45 35 39 60 49 40 49 36 46 45 45 60 45 54 36 62 55 65 50 55 60 70 68 69 67.

Розв'язання. В зв'язку з тим, що об'єм вибірки великий ($n \geq 28 - 30$), його необхідно згрупувати. Для цього потрібно:

1. Встановити кількість груп (класів), величину інтервалу, початок і кінець кожної групи, групові варіанти. Орієнтовно кількість класів дорівнює кореню квадратному із загальної кількості спостережень $K = \sqrt{n}$. У нашому прикладі $K = \sqrt{50} \approx 7$ груп.

Величину інтервалу (i) обчислюють шляхом ділення розмаху варіювання (R) на кількість груп (K):
$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{K} = \frac{R}{K} = \frac{55}{7} \approx 8 \text{ мг.}$$

Початок кожної групи знаходять послідовно, додаючи до x_{\min} величину інтервалу (i). Кінець попередньої групи мусить відрізнятися від початку наступної на величину, яка дорівнює точності виміру.

2. Скласти робочу таблицю і рознести вихідні дані по групах, використовуючи метод штрихів або конвертиків, визначити середнє арифметичне і суму квадратів відхилень (табл. 4).

4. Рознесення вихідних даних по групах. Обчислення середньої арифметичної та суми квадратів відхилень

Група	Спосіб рознесення	Частота (f)	Групові варіанти x	Обчислення суми квадратів відхилень за вихідними даними (x)		
				fx	x^2	fx^2
20-28	I	1	24	24	576	576
29-37	III I	6	33	198	1089	6534
38-46	III III III	13	42			
47-55	III III III	15	51			
56-64	III III	8	60			
65-73	III I	6	69			
74-82	I	1	78			
Σ	50	50	-	2505	-	132507

Після рознесення утворюється варіаційний ряд, який характеризує мінливість маси гусениць яблуневої плодожерки лабораторної популяції.

Необхідно встановити модальну групу (мода - ознака, яка найбільш часто зустрічається) і значення крайніх груп (ліміти, межі).

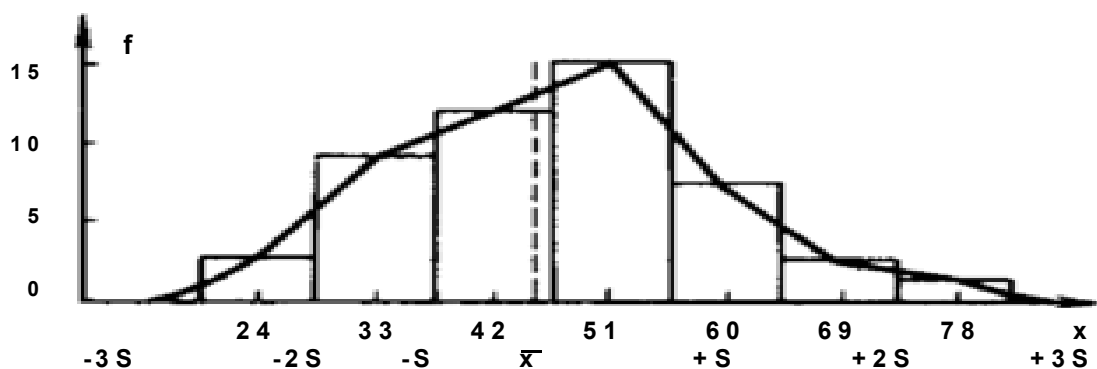
3. Визначити середнє арифметичне і суму квадратів відхилень.

4. Розрахувати статистичні характеристики варіаційного ряду і довірчий інтервал для генеральної середньої. Обчислення проводять у такій послідовності:

- середня арифметична (зважена): $\bar{x} = \frac{\sum f x}{n}$;
- сума квадратів відхилень: $\sum f(x-\bar{x})^2 = \sum fx^2 - \frac{(\sum fx)^2}{n}$;
- дисперсія: $S^2 = \frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n-1}$;
- стандартне відхилення (похибка окремого спостереження): $S = \sqrt{S^2}$;
- коефіцієнт варіації: $V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$;
- абсолютна похибка вибіркової середньої: $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$;
- відносна похибка вибіркової середньої: $S_{\bar{x}} \% = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100\%$;

5. Довірчий інтервал генеральної середньої для 5%-го рівня значимості при $n-1$ ступенях свободи встановлюємо за формулою: $\bar{x} \pm t_{0.05} S_{\bar{x}}$.

6. Побудувати гістограму і полігон розподілу 50 гусениць яблуневої плодожерки лабораторної популяції за масою (рис. 14).



20 -	29 -	38 -	47 -	56 -	65 -	74 -
28	37	46	55	64	73	82

Рис. 14. Гістограма і полігон розподілу 50 гусениць яблуневої плодожерки лабораторної популяції за масою

По осі абсцис нанести значення меж груп, а по осі ординат - частку f . Виходить ступінчастий графік у вигляді стовпчиків, заввишки пропорційно частотам f , завширшки, рівною інтервалу x .

Цей графік називається *гістограмою*. Сполучивши лініями серединні значення груп, одержимо полігон - криву розподілу. Співвідношення ширини і висоти графіка має бути близьким 1 : 2. Після виконання всіх операцій – роблять висновки.

7. Об'єм вибірки визначаємо за формулою:
$$n = \frac{t_{05}^2 \cdot S^2}{Sx^2}$$

Висновок. Середня арифметична всієї сукупності з 95%-м рівнем вірогідності знаходиться в інтервалі 46,7÷53,5 мг, абсолютна похибка вибіркової середньої - 1,68 мг, відносна – 3,35 %, коефіцієнт варіації маси гусениць яблуневої плодожерки лабораторної популяції – 23,0%.

Варіант 1. При обстеженні буряковища на заселеність звичайним буряковим довгоносиком в 50 ґрунтових пробах знайдена різна кількість комах (екземплярів): 5 6 3 2 8 7 10 5 7 9 13 4 5 7 9 14 6 8 9 3 2 5 6 8 8 11 14 6 3 6 9 4 3 7 9 5 3 4 9 6 4 1 9 7 6 4 9 7 12 1.

Варіант 2. При зважуванні 50 самок клопа-черепашки в місцях зимівлі восени маса окремих комах становила (мг): 67 89 132 126 89 79 124 107 108 99 96 88 124 145 123 154 136 137 138 146 142 135 127 138 97 120 111 120 107 108 236 147 149 134 126 99 97 86 109 86 98 87 137 126 90 96 95 102 111 133.

Варіант 3. При зважуванні самок колорадського жука в період початку виходу із ґрунту їхня маса (мг) дорівнювала : 110 230 135 179 123 178 196 197 123 145 167 186 210 234 246 247 126 176 198 136 158 210 231 207 211 222 123 111 145 138 127 133 111 108 103 101 129 219 231 189 146 135 111 213 109 124 128 130 105 125.

Варіант 4. При визначенні фізіологічного стану клопа-черепашки одеської популяції одержано такий відносний вміст жиру в тілі комах (% до сухої маси): 32,9 32,9 38,9 41,6 36,8 18,4 13,8 14,7 19,5 16,2 33,8 39,6 41,5 13,7 37,8 26,9 22,1 25,6 21,8 22,9 32,9 38,9 25,8 14,6 33,4 38,8 39,7 32,1 21,5 23,6 27,8 24,2 29,3 21,8 25,7 31,8 16,4 39,0 26,8 38,0 14,8 19,0 37,8 40,1 18,9 27,7 36,1 37,0 32,5 19,3.

Варіант 5. При вивченні фізіологічного стану клопа-черепашки залежно від способу збирання озимої пшениці встановлено, що вміст жиру у 54 самиць на початок збирання при прямому комбайнуванні становило (% до сухої речовини): 14,9 19,7 41,6 38,4 21,7 32,8 35,8 21,9 40,3 15,0 24,3 39,1 39,0 41,0 35,8 30,7 24,7 21,5 18,9 24,3 23,9 18,9 23,3 22,7 33,4 35,7 39,0 25,0 25,7 21,4 17,0 41,7 32,6 34,5 40,8 19,7 21,6 23,6 18,0 32,6 31,9 24,8 37,8 39,7 31,1 29,8 37,9 34,3 35,7 15,0 34,0 21,4 28,9 19,1.

Варіант 6. При визначенні рН гемолімфи у 40 гусениць яблуневої плодожерки в місцях зимівлі восени одержані такі дані: 4,04 4,09 4,78 4,88 5,03 4,86 5,43 4,98 4,98 4,45 4,89 5,87 4,87 4,92 5,32 5,12 4,99 4,67 4,96 4,89 5,09 5,32 5,11 4,68 5,01 4,94 4,67 4,89 4,77 4,12 4,11 4,91 4,96 5,49 4,87 4,98 4,13 4,95 4,88 5,97.

Варіант 7. При вивченні плодючості самиць яблуневої плодожерки кам'янської популяції в лабораторних умовах одержані такі показники (яєць у середньому на одну самицю): 46 87 32 58 56 26 86 94 107 100 56 38 95 64 34 57 85 39 97 67 75 45 89 87 67 54 44 87 68 93 22 54 65 98 73 28 33 45 34 46 78 34 54 77 98 76 54 43 27 98 94 100 56 79 91.

Варіант 8. При вимірюванні довжини 44 росткових гіф *Phytophthora infestans* через 12 годин після нанесення суспензії на листки сприйнятливого сорту картоплі одержані такі дані (мкм): 34,7 12,9 46,0 50,0 43,0 23,8 15,9 36,9 24,9 35,8 51,1 36,8 43,9 37,0 27,8 21,7 13,8 46,8 43,7 42,9 17,9 19,6 15,8 14,5 35,9 33,7 35,8 31,7 35,9 48,0 49,3 24,9 43,8 41,5 32,6 31,7 31,0 48,9 32,9 50,0 42,7 42,9 17,1 43,1.

Варіант 9. При вимірюванні довжини 35 конідій *Drechslera sorociniana*, відібраних із уражених тканин листків ячменю, одержані такі результати (мкм): 39,8 56,9 67,9 80,1 45,6 34,9 56,3 42,7 41,7 55,8 76,3 56,9 42,0 54,1 39,2 72,0 66,9 58,8 37,3 41,8 56,8 34,7 52,8 45,9 67,9 46,2 51,8 59,0 54,6 74,2 45,7 69,1 66,3 68,9 33,6.

Варіант 10. При обстеженні плодового саду на заселення зимуючими гусеницями яблуневої плодожерки на 60 деревах знайдена різна кількість гусениць (екз.): 56 78 97 43 23 54 32 12 78 98 94 32 54 55 76 87 88 12 32 67 96 54 32 31 65 111 12 35 78 65 34 54 76 87 98 54 23 25 56 87 98 67 54 32 65 78 98 92 50 63 98 45 87 54 23 87 87 66 45 32 51 68 54 43 87 77 85 99 32 14.

Варіант 11. При визначенні процента пошкодженості зерна озимої пшениці клопом-черепашкою одержані такі показники: 1,4 23,7 32,1 13,7

45,0 1,8 12,5 35,8 23,7 22,6 4,7 43,2 13,6 35,8 31,8 12,5 3,7 5,4
8,5 9,3 3,8 7,4 6,4 6,6 45,7 3,2 8,6 2,5 4,3 2,8 5,8 9,5 7,3 5,7 2,9
4,7 34,6 41,8 11,4 13,2 33,2 4,6 36,8 4,8 7,9.

Варіант 12. При зважуванні самиць колорадського жука восени виявлена різна маса жуків (мг): 99 123 136 176 198 132 165 132 168
132 189 199 111 154 130 134 121 154 123 156 176 142 154 159
156 175 186 132 134 127 154 179 124 176 197 199 127 185 133
126 187 154 176 198 112 133 167 155 176 177.

Варіант 13. При вивченні плодючості колорадського жука одержані такі дані (яєць/самицю): 245 876 543 236 786 876 900 234 567 983 126
578 874 354 234 657 987 675 765 453 876 453 234 512 500 764
343 879 537 980 267 298 342 432 457 654 324 759 560 587 765
546 879 238 567 879 879 856 678 345.

Варіант 14. При вивченні плодючості яблуневої плодожерки одержані такі дані (яєць/самицю): 65 8 54 65 23 13 24 53 65 34 23 22 16 78
65 43 54 23 27 39 40 56 52 13 16 39 40 31 14 46 53 42 32 11
6 32 43 23 19 13 45 30 43 32 41 12 33 12 14 42 31 44 53 32
9 43 52 35 68 23.

Варіант 15. При аналізі гемолімфи у гусениць яблуневої плодожерки виявлена така кількість мікронуклеоцитів (шт.): 54 67 53 15 18 34 67
74 32 11 32 45 45 32 50 21 65 78 65 66 34 22 19 65 43 33
25 29 39 48 76 34 27 45 52 41 63 76 45 55 32 34 36 39 46
53 65 55 76 34 33 40 54 34 25.

Варіант 16. При обстеженні посівів кукурудзи на заселеність мідяком кукурудзяним одержані такі показники (екз./м²): 2 5 1 3 6 4 11 7 5 12 2
1 5 7 4 3 8 10 6 8 12 4 5 7 9 4 14 9 7 8 3 2 4 6 5 6 8 7 3 5 11 8 9
6 4 10 8 9 4 7.

Варіант 17. При визначенні фізіологічного стану хрестоцвітного розмальованого клопа васильківської популяції одержано такий вміст жиру в тілі комах (% до сухої маси): 22,0 29,1 15,4 16,7 18,0 39,0 30,0 27,0 15,8
16,4 23,2 37,3 30,0 21,0 39,5 26,0 19,0 35,1 33,2 24,7 15,2 13,7 15,9 19,0
22,6 28,3 37,4 26,4 21,5 22,1 36,7 25,0 42,4 30,6 29,0 26,7 29,1 35,5 17,8
22,3 31,3 32,4 31,6 26,1 17,6 28,7 27,0 31,4 26,0 27,8 17,2 21,7 25,3 23,0
26,9 19,5 23,7 41,1 39,9 18,4.

Варіант 18. При зважуванні самок бурякових щитоносок на початку яйцекладки маса жуків становила (мг): 62 95 111 143 69 78 127 105 102
92 81 95 127 136 114 139 128 129 136 145 132 124 126 138 97 123 114

99 105 83 163 152 144 126 95 96 83 107 74 134 95 131 86 97 89 104
108 139 78 64.

Варіант 19. При обстеженні посівів озимої пшениці на заселеність п'явицями у фазу виходу в трубку знайдена різна кількість яйцекладок (екз.):
42 85 31 53 26 84 91 103 95 52 32 94 65 37 54 83 38 90 66 78 42 86
85 67 59 43 89 69 97 28 53 62 94 76 25 36 48 32 43 75 31 58 79 96
74 50 38 29 94 97 99 52 77 89 36.

Варіант 20. При вивченні плодючості білана жилкуватого одержані такі дані (яєць/самицю): 12 45 51 23 16 24 51 67 35 12 22 19 75 72 44 31
58 20 36 38 52 54 39 17 12 34 43 29 17 48 50 26 41 36 15 8 37 43 25
11 18 49 30 44 30 38 11 13 37 9 47 52 35 66 21.

Варіант 21. При вимірюванні довжини 45 конідій *Mycosphaerella graminicola*, відібраних із уражених тканин листків озимої пшениці, одержані такі результати (мкм): 27,0 39,3 45,4 56,5 38,0 39,9 35,6 47,1 55,8 36,4 38,2
47,4 31,0 41,7 39,8 26,3 59,0 45,1 33,7 44,7 35,6 37,7 47,9 39,0 27,6 28,8
37,2 29,4 46,5 39,1 36,7 28,3 42,8 31,6 29,8 46,7 29,7 35,3 37,8 32,8 31,4
32,4 46,2 36,1 27,2.

Варіант 22. При зважуванні самиць елії гостроголової перед виходом на зимівлю виявлена різна маса жуків (мг): 59 90 129 131 90 82 124 105 110
97 99 86 127 146 123 161 125 134 142 147 134 137 125 136 98 119 114
121 106 109 181 151 148 136 127 95 98 84 107 87 94 88 135 124 92 95
97 101 113 136.

Варіант 23. При аналізі гемолімфи у гусениць горохової плодожерки виявлена така кількість пролейкоцитів (шт.): 44 58 55 34 19 37 66 72 31 17
33 42 43 35 49 23 64 79 61 67 36 21 18 62 46 29 27 30 38 47 75 32
28 46 51 43 62 73 45 54 34 37 39 46 56 77 35 34 41 53 33 24 51 39 34
78 48 43 28 26.

Варіант 24. При весняному обстеженні посівів гороху на заселеність бульбочковими довгоносиками одержані такі показники (екз./м²): 6 9 15 13
16 8 17 27 25 12 24 11 5 7 34 31 18 10 26 28 15 35 19 33 9 8 22 29
16 18 37 26 24 16 9 29 11 32 35 15 14 8 9 17 19 31 26 14 17 9.

Варіант 25. При вивченні плодючості озимої совки одержані такі дані (яєць/самицю): 189 145 251 423 116 424 451 367 435 212 322 419 375
272 344 431 458 320 336 398 452 554 439 617 612 534 543 329 417 448
650 526 341 536 415 308 437 543 625 411 318 449 230 244 530 438 311
413 537 739 247 352 235 366 221.

Варіант 26. При вивченні фізіологічного стану личинок хлібних жуків, залежно від способу обробітку ґрунту встановлено, що вміст жиру в тілі комах при глибокій зяблевій оранці становив (% до сухої маси): 12,0 19,4 25,1 17,8 22,0 19,0 25,6 27,9 11,8 14,7 23,9 30,3 21,1 15,7 31,5 22,5 9,9 15,4 23,2 30,7 16,8 14,7 25,7 29,4 32,7 18,5 27,5 16,9 21,8 25,7 6,7 8,8 32,1 29,2 24,0 27,7 34,1 31,3 19,8 23,6 29,0 32,8 33,6 16,8 18,5 24,5 29,4 30,2 25,0 23,8 18,5 11,7 24,3 28,0 26,9 9,6 24,6 31,2 29,9 8,4.

Варіант 27. При визначенні відсотку пошкоженості зерна пізньостиглих сортів кукурудзи стебловим метеликом одержали такі показники (%): 2,3 9,4 14,4 15,7 28,0 8,7 10,0 17,3 16,7 16,4 25,6 27,3 4,0 5,0 7,5 16,3 22,4 15,9 23,8 4,8 5,2 3,7 5,6 11,4 21,1 8,5 7,7 16,5 8,1 2,9 6,2 5,4 2,8 17,3 14,3 6,7 9,2 5,6 4,5 12,7 18,4 22,3 1,6 6,4 5,6 2,3 3,6 13,4 26,5 14,2 17,7 4,3 15,3 3,9 24,8.

Варіант 28. При весняному зважуванні самиць бурякового довгоносика виявлена різна маса жуків (мг): 264 297 312 343 259 278 324 195 312 192 287 385 427 336 335 324 128 325 436 363 415 368 410 338 297 351 219 296 303 274 386 347 244 356 395 296 483 307 174 316 298 425 286 184 408 317 283 341 288 255 395 353 195 247 369.

Варіант 29. При визначенні рН гемолімфи кільчастого шовкопряда в місцях інтенсивної шкоди навесні одержані такі дані: 4,01 3,99 4,43 4,17 4,07 4,90 4,66 4,13 4,83 4,49 5,21 5,03 4,78 5,17 4,57 5,12 5,69 5,33 3,98 4,87 5,29 4,09 5,92 5,16 4,67 4,35 4,46 5,74 5,58 5,15 6,07 4,58 4,46 5,06 5,39 4,71 4,11 4,15 4,89 5,05 4,53 4,49 4,99 4,52 5,16 5,33 5,47 5,85 5,06 4,38 4,56 5,27 5,31 4,00 4,95 4,52 5,31 5,94 6,09 3,97.

Варіант 30. При осінньому обстеженні пшеничного поля на заселення личинками хлібних жуків знайдена різна кількість особин на одиницю площі (екз./м²): 2 5 6 4 11 8 9 13 15 21 4 19 8 14 17 3 18 16 2 25 18 5 19 20 9 6 14 12 17 21 7 8 23 13 10 22 27 12 15 26 14 9 7 18 28 4 25 13 12 8.

ЗАВДАННЯ № 9

Обчисліть статистичні показники якісної мінливості згідно варіанту

В одержаному варіанті завдання необхідно провести обробку даних в такій послідовності:

- визначити частку ознаки (p) ;
- визначити показник мінливості (s) ;
- обчислити коефіцієнт варіації якісних ознак V_p ;
- вирахувати похибку вибіркової частки S_p ;

- визначити довірчий інтервал частки для 5%-го та 1%-го рівнів значимості;
- визначити об'єм вибірки.

Приклад. При аналізі проби насіння гороху на ураженість хворобами виявилось, що з 200 насінин, 27 – уражені темно-плямистим аскохітозом, 10 – світло-плямистим і 13 – сірою гниллю.

Розв'язання. Об'єм вибірки $N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$.

1. Частка у сукупності насіння ураженого і здорового: темно-плямистим аскохітозом $p_1 = n_1 \div N$; світло-плямистим $p_2 = n_2 \div N$; сірою гниллю $p_3 = n_3 \div N$; здорового $p_4 = n_4 \div N$.

2. Стандартне відхилення частки при $K = 2$; $S = \sqrt{pq}$. Якщо $K > 2$, то показник мінливості обчислюється за формулою $S = \sqrt[k]{p_1 \times p_2 \times p_3 \times p_4}$;

$$\lg S = \frac{\lg p_1 + \lg p_2 + \dots + \lg p_4}{K}$$

3. Коефіцієнт варіації (при $K = 4$, $S = 0,250$) $V_p = \frac{S}{S_{\max}} \times 100$.

4. Похибка вибіркової частки: $S_p = \frac{S}{\sqrt{N}}$.

Довірчий інтервал для 1%-го (або 5%-го) рівня значимості для насіння, ураженого темно-плямистим аскохітозом, становить $p_1 \pm t_{01} \cdot S_p$; світло-плямистим – $p_2 \pm t_{01} \cdot S_p$; сірою гниллю – $p_3 \pm t_{01} \cdot S_p$; здорового – $p_4 \pm t_{01} \cdot S_p$.

Висновок. Результати вибіркового спостереження дозволяють вважати, що генеральна частка насіння, ураженого темно-плямистим аскохітозом, у досліджуваній сукупності з 95%-м рівнем вірогідності знаходиться в інтервалі $p_1 \pm t_{05} \cdot S_p$; світло-плямистим – $p_2 \pm t_{05} \cdot S_p$; сірою гниллю – $p_3 \pm t_{05} \cdot S_p$; здорового – $p_4 \pm t_{05} \cdot S_p$. Рівень значимості даного висновку становить 5%.

Варіант 1. При аналізі насіння гороху виявилося, що з 20 насінин 27 уражені темно-плямистим аскохітозом, 10 - світло-плямистим аскохітозом і 13 - сірою гниллю.

Варіант 2. При обстеженні 450 особин клопа-черепашки встановлено, що 112 із них були уражені білою мускардиною, 18 – різними бактеріальними хворобами.

Варіант 3. Дані обліку хвороб на посівах озимої пшениці показали, що з 1000 рослин 658 уражені бурюю листовою іржею, 102-борошнистою росюю і 60-септоріозом.

Варіант 4. Під час обліку хвороб картоплі було обстежено 500 кущів, 85 з них виявились ураженими фітофторозом, 34 - альтернаріозом, 15 - чорною ніжкою і 46 - вірусними хворобами.

Варіант 5. Лабораторний аналіз 1150 особин бурякового довгоносика показав, що 420 з них були уражені білою мускардиною, 110 – рожевою і 62 - зеленою мускардиною.

Варіант 6. Із 2000 облікованих листків ячменю уражених сітчастим гельмінтоспоріозом виявилось 720, смугастим - 600 і темно-плямистим - 180.

Варіант 7. При аналізі встановлено, що із 420 гусениць озимої совки 95 були уражені пелетіерією, 62 - банхусом.

Варіант 8. При лабораторному аналізі яйцекладок яблуневої плодожерки встановлено, що із 800 яєць 216 уражені жовтою трихограмою, а 314 – безсамцевою трихограмою.

Варіант 9. При фітопатологічному аналізі качанів кукурудзи встановлено, що біллю уражено 800 зернівок, бактеріозом - 400, діплодіозом – 150, здорових зерен 800.

Варіант 10. При аналізі 600 рослин озимої пшениці виявилось, що 280 із них уражені листовою бурю іржею і 200 - стебловою іржею.

Варіант 11. При лабораторному аналізі 750 гусениць непарного шовкопряду виявилось, що 215 уражені паразитичною мухою-фороцераю, а 112 - блефаріподою.

Варіант 12. При огляді 250 рослин томату 120 виявились уражені фітофторозом і 85 - септоріозом.

Варіант 13. При огляді 600 рослин льону виявлено 150 рослин уражених фузаріозом і 200 антракнозом.

Варіант 14. При обліку ураженості капустиного білана паразитами встановлено, що 50 гусениць уражені хіпозотером звичайним, 150 - апантелесом білановим і 79 - пімплею. Здорових комах 128 екз.

Варіант 15. При обліках чисельності непарного шовкопряду на яблуні сорту Джонатан виявлені 153 гусениці, уражені апантелесом шовкопрядним, 149 - апантелесом одиноким і 205 – здорових.

Варіант 16. При обстеженні 500 бульб картоплі виявилось, що 58 з них уражені звичайною паршею, 32 – чорною паршею і 17 порошистою паршею.

Варіант 17. При лабораторному аналізі 650 гусениць старшого віку золотогозу виявилось, що 139 із них уражені апантелесом хвилівковим, а 215 – личинками їздця теронії.

Варіант 18. Із 1500 облікових листків яблуні пошкодженими яблуневою міллю виявилось 520, плодовою – 235 і міллю-крихіткою – 140 листочків.

Варіант 19. При обстеженні 700 рослин розсади капусти 180 виявилися уражені чорною ніжкою, 95 – переноспорозом і 40 фомозом капусти.

Варіант 20. При лабораторному аналізі гусениць білана жилкуватого встановлено, що 105 личинок уражені теленомусом гладеньким, 94 – трихограмою пінтої і 206 – здорових.

Варіант 21. Лабораторний аналіз 1200 особин бурякової щитоноски показав, що 370 з них були уражені їдцем тетрастіхусом, 112 – ентедоном, а 75 – цикроном голубим.

Варіант 22. При ентомологічному аналізі яблуневого саду встановлено, що 35 дерев заселені розановою листокруткою, 41 – всеїдною, 39 – плодовою, а 45 здорових.

Варіант 23. При обліку ураженості горохової попелиці паразитами встановлено, що 60 попелиць уражені афідіусом ерві, 140 – дзюрчалкою перев'язано, 99 – сферофорією прикрашеною. Здорових попелиць 301 екземпляр.

Варіант 24. При весняному обстеженні 1000 рослин озимої пшениці виявлено 210 рослин уражених шведськими мухами, 125 – гессенською мухою і 75 – меромізою.

Варіант 25. При обліках чисельності шкідників люцерни було обстежено 600 кущів рослин, 80 з них виявились заселеними великим люцерновим довгоносиком, 55 – листовим, 35 – люцерновим клопом, 45 – люцерновою товстоніжкою, і 20 – жовтим тихіусом насіннеїдом.

Варіант 26. При лабораторному аналізі коренеплодів цукрових буряків встановлено, що буряковими довгоносиками уражено 85 коренеплодів, крихіткою – 65, буряковою нематодом – 70, здорових 180 коренеплодів.

Варіант 27. При огляді 400 рослин цибулі виявлено 110 рослин заселених цибулевою мухою, 55 – цибулевою дзюрчалкою, 30 – цибулевою міллю.

Варіант 28. При аналізі 300 насінин озимої пшениці на приховану заселеність шкідниками встановлено, що комірним довгонощиком уражено 68 зернин, рисовим – 36, іншими шкідниками 24 зернини.

Варіант 29. При аналізі встановлено, що із 550 гусениць лучного метелика 78 були уражені ентобактерином, 52 – бітоксубациліном, 45 – лепідоцидом.

Варіант 30. При лабораторному аналізі зразків на заселеність личинками дротяників встановлено, що із 1200 екземплярів личинок 310 були личинками посівного ковалика, 230 – смугастого, 105 – блискучого, 50 – широкого, а 505 екземплярів – представники інших видів.

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке варіаційна статистика (біологічна статистика, біометрія)?
2. Що називається сукупністю? Види сукупностей.
3. Що таке варіанта?
4. Що називається мінливістю, варіацією? Види мінливості.
5. Що таке ранжировка, частота ознаки?
6. Дайте визначення варіаційного ряду.
7. Що називається модою, медіаною?
8. Як визначається кількість класів при групуванні сукупності?
9. Що таке гістограма, крива розподілу, або полігон?
10. Назвіть статистичні показники кількісної мінливості?
11. Розкажіть про показники мінливості ознаки.
12. Як обчислюється дисперсія?
13. Які властивості дисперсії?
14. Як обчислити абсолютну похибку вибіркової середньої, що вона показує?
15. Які Ви знаєте теоретичні розподілення?
16. Назвіть показники якісної мінливості і формули для їх обчислення.
17. Що таке довірчий інтервал і статистична надійність?
18. Як визначити об'єм вибірки?

Тестові завдання

1	Узагальнена абстрактна характеристика сукупності це:
---	--

1	Дисперсія (S^2).
2	Середня арифметична (\bar{x}).
3	Мода (M_o)
4	Стандартне відхилення (S).
5	Медіана (M_e).

2	Розподіл результатів вимірів, одержаних при вивченні вибірки називається:
1	Теоретичним розподілом.
2	Емпіричним розподілом.
3	F-розподілом Фішера.
4	Розподілом Стьюдента.
5	Розподілом рідкісних подій.

3	Що показує коефіцієнт варіації (V)?
1	Який відсоток від середньоарифметичної складає середньоквадратичне відхилення в досліджуваній сукупності.
2	Кількість вільно варіюючих величин у сукупності.
3	Частоту зустрічаємості кожної варіанти.
4	Міру варіації ознаки що вивчається.
5	Розмах варіювання.

(CAC/RCP 53-2003; ДСТУ ISO 2002:2006; CODEX STAN 234 – 2009)

4.2. Тема: Статистичні методи перевірки гіпотез

Мета заняття. Засвоєння методів оцінки істотності різниці між середніми арифметичними двох вибірових сукупностей.

Методичні вказівки. Будь-яка різниця між середніми арифметичними двох генеральних сукупностей завжди істотна. У дослідженнях із захисту рослин, як правило, порівнюють середні величини не генеральних, а вибірових сукупностей. Тому майже завжди при постановці досліду виникає питання про відміни груп спостережень. Вирішення цього питання зводиться до порівняння статистичних характеристик, які оцінюють параметри законів розподілення, тобто до перевірки статистичних гіпотез.

Статистична гіпотеза - це наукове припущення про ті або інші статистичні закони розподілення випадкових величин які розглядаються, яке

може бути перевіреном на підставі вибірки. Майже завжди завдання полягає в перевірці нульової гіпотези (H_0) - про відсутність реальної різниці між фактичними і очікуваними спостереженнями. Якщо в результаті перевірки різниця між фактичними і теоретичними показниками близька до нуля або знаходиться в області припустимих значень, то нульова гіпотеза не відкидається. Якщо ж вона виявляється в критичній для даного статистичного критерія області, то нульова гіпотеза (H_0) відкидається.

Прийняття (H_0) - гіпотези показує, що дані не протирічать припущенню про відсутність різниці між фактичними і теоретичними або двома рядами фактичних розподілів. Відкидання гіпотези свідчить, що емпіричні дані несумісні з (H_0) і вірна інша, *альтернативна гіпотеза*. Справедливість (H_0) перевіряється обчисленням статистичних критеріїв перевірки для певного рівня значимості.

Для перевірки (H_0) використовують критерії двох видів: параметричні і непараметричні.

Параметричні критерії - це критерії, основані на припущенні, що розподіл ознаки в сукупності підлягає відомому закону (наприклад, закону нормального розподілу). До таких показників належать критерії t і F , використання яких передбачає обчислення оцінок параметрів розподілення.

Непараметричні критерії - це такі, використання яких не вимагає обчислення оцінок невідомих параметрів розподілення і наближеного значення розподілення ознаки. Цими критеріями користуються лише в попередніх дослідженнях.

Статистичні показники вибіркової сукупності - наближені оцінки параметрів генеральної сукупності. Оцінка їх може бути крапкова (представлена одним числом) або інтервальна. Наприклад, \bar{x} є крапковою оцінкою генеральної середньої μ , вибіркова дисперсія s^2 - крапковою оцінкою σ^2 .

Крапкову оцінку генеральної середньої можна записати так: $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, тобто \bar{x} - оцінка генеральної середньої μ з похибкою $S_{\bar{x}}$.

Інтервальна оцінка характеризується двома числами - кінцями інтервала, який покриває оцінюваний параметр.

Довірчий інтервал - це такий інтервал, який із заданою вірогідністю покриває оцінюваний параметр. Центр інтервалу - вибіркова оцінка крапки. Межі, або довірчі кордони, визначаються середньою похибкою оцінки і рівнем вірогідності.

Математично довірчий інтервал для генеральної середньої записується так: $\bar{x} - t_{05} \cdot S_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{05} \cdot S_{\bar{x}}$, або $\bar{x} \pm t_{05} \cdot S_{\bar{x}}$ де $t_{05} \cdot S_{\bar{x}}$ - межева похибка вибіркової середньої при даному числі ступенів свободи і прийнятому рівні значимості. Значення t - критерія Стюдента для різних рівнів значимості і числа ступенів свободи наводяться в таблицях.

Крайні крапки інтервала - початок $\bar{x} - t_{0.5} \cdot S_{\bar{x}}$ і кінець $\bar{x} + t_{0.5} \cdot S_{\bar{x}}$ - довірчі межі. Інтервальну оцінку використовують для статистичної оцінки перевірки гіпотез при порівнянні вибірових середніх.

Найменша істотна (суттєва) різниця (НІР) – величина, яка показує межу граничним випадковим відхиленням.

Якщо фактична різниця між вибіровими середніми $d > \text{НІР}$, то нульова гіпотеза відкидається, а якщо $d < \text{НІР}$ - не відкидається.

НІР використовується при побудові довірчих інтервалів і перевірці статистичних гіпотез. Довірчий інтервал для різниці генеральних середніх визначається за відношенням $d - \text{НІР} \leq D \leq d + \text{НІР}$ або $d \pm \text{НІР}$. В цьому співвідношенні $\text{НІР} = t_{0.5} \cdot S_d$ - гранична похибка різниці вибірових середніх при даній кількості ступенів свободи $V = n_1 + n_2 - 2$ та прийнятому рівні значимості.

За величиною стандартного відхилення s оцінюється інтервал для окремого значення x і всієї сукупності $\bar{x} - tS \leq \mu \leq \bar{x} + tS$, або $\bar{x} \pm tS$. В середині цього інтервалу будуть знаходитися з 95%-м або 99%-м рівнем вірогідності значення генеральної середньої μ і всі індивідуальні значення варіюючої величини. Величина ts - область розкидання індивідуальних значень.

При порівнянні середніх необхідно пам'ятати два моменти:

- 1) порівнюються середні двох незалежних вибірок, коли одиниці спостережень у першій і другій вибірках не зв'язані загальною умовою;
- 2) порівнюються дві сполучені вибірки, в яких одиниці спостережень однієї вибірки сполучаються якоюсь загальною умовою з одиницями спостереження другої вибірки.

При порівнянні середніх двох незалежних вибірок за t -критерієм Стюдента оцінюється істотність різниці середніх ($d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$), а при порівнянні двох сполучених вибірок - істотність середньої різниці ($\bar{d} = \sum d : n$).

Оцінка різниці середніх незалежних вибірок за t -критерієм і НІР_{0.5}. У теорії статистики похибка різниці або суми середніх арифметичних незалежних вибірок при однаковому числі спостереження ($n_1 = n_2$)

визначається за формулою $S_d = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}$,

де S_d - похибка різниці або суми;

$S_{\bar{x}_1}$ і $S_{\bar{x}_2}$ - похибки порівнюваних середніх арифметичних \bar{x}_1 і \bar{x}_2 .

Гарантією надійності висновку про істотність або неістотність різниці між \bar{x}_1 і \bar{x}_2 є відношення різниці до її похибки. Це відношення одержало назву критерію істотності різниці:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}} = \frac{d}{S_d}$$

Якщо $t_{\text{факт.}} \geq t_{\text{теор.}}$, нульова гіпотеза при відсутності істотності різниці між середніми відкидається, а якщо різниця знаходиться в межах випадкових коливань для прийнятого рівня значимості (тобто $H_0: d = 0$) - не відкидається. Теоретичне значення критерію t знаходять за таблицею (див. додаток 4), знаючи число ступенів свободи: $V = n_1 + n_2 - 2$ і прийнятий рівень значимості.

Перевірити H_0 можна і за величиною НІР, яка виражена в одиницях варіюючої ознаки. Коли різниця між середніми $d \geq \text{НІР}$ попадає в критичну область істотних різниць, вона визнається істотною і H_0 відкидається. Коли $d < \text{НІР}$ і знаходиться в області випадкових коливань, то H_0 не відкидається.

Оцінка істотності середньої різниці (сполучені вибірки). Оцінку різниці середніх для сполучених вибірок обчислюють різницевим методом. Суть його полягає в тому, що оцінюється не різниця середніх $d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$, а істотність середньої різниці \bar{d} (арифметично це одна і та ж величина).

Для знаходження $S_{\bar{d}}$ різницевим методом обчислюють різницю між сполученими парами спостережень d , визначають значення середньої різниці $\bar{d} = \sum d : n$ і похибку середньої різниці за формулами:

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n(n-1)}} \quad \text{або} \quad S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 : n}{n(n-1)}}$$

Критерій істотності обчислюють за формулою $t = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$.

Число ступенів свободи знаходять за рівнянням $v = n - 1$, де $n - 1$ - число сполучених пар. Прийоми визначення істотності різниці середніх двох сполучених рядів за допомогою t -критерія часто використовують для порівняльної оцінки методів аналізу.

Оцінку істотності різниці між вибірковими частками при якісній мінливості проводять так, як і при кількісній мінливості за критерієм

$$t = \frac{d}{S_d} = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{S_{p_1}^2 + S_{p_2}^2}},$$

де p_1 і p_2 - вибіркові частки; S_{p_1} і S_{p_2} - похибки часток.

Ця формула може використовуватися для порівняння двох сукупностей з рівним об'ємом вибірки, тобто при $n_1 = n_2$; якщо $n_1 \neq n_2$ або похибку часток не обчислювали, то похибку різниці визначають за формулою

$$S_d = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

ЗАВДАННЯ №10

Проведіть оцінку істотності різниці середніх незалежних вибірок

В одержаному варіанті завдання необхідно виконати порівняння двох вибірових середніх шляхом перевірки нульової гіпотези, згідно з якою між вибіровими середніми відсутні істотні відміни.

Приклад. На 7 облікових ділянках кожного з двох полів цукрових буряків, оброблених базудином, 60% к.е. (0,8 л/га) і фастаком, 10% к.е. (0,2 л/га), була підрахована загибель бурякової попелиці. Визначити 5%-ні довірчі інтервали для середньої загибелі комах і перевірити значимість відмін у дії препаратів.

Вирішення. Пробні ділянки для обліку комах не пов'язані загальною умовою. Тому одержані дані слід обробляти за типом несполучених вибірок (табл. 5).

5. Послідовність обрахунків при порівнянні середніх несполучених вибірок

Базудин			Фастак		
Загинуло попелиць, $x\%$	$x_1 = x - A_1$	x_1^2	Загинуло попелиць, $x\%$	$x_1 = x - A_2$	x_1^2
98			98		
93			77		
86			72		
96			87		
80			80		
78			73		
63			85		
$\sum x$	$\sum x_1$	$\sum x_1^2$	$\sum x$	$\sum x_1$	$\sum x_1^2$
\bar{x}_1			\bar{x}_2		

Розрахунки по кожній вибірці проводять у такому порядку:

- сума квадратів: $\sum (x - \bar{x})^2 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n}$;
- абсолютна похибка середньої: $S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$;
- відносна похибка середньої: $S_{\bar{x}} \% = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100$;

• довірчий інтервал для генеральної середньої: $\bar{x} \pm t_{05} \cdot S\bar{x}$. При ступенях свободи $V = n - 1$ за таблицею (див. додаток 4) знаходимо значення t_{05} ;

• критерій істотності $t_{\text{факт.}} = \frac{d}{Sd} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{Sx_1^2 + Sx_2^2}}$.

Одержаний критерій $t_{\text{факт.}}$ порівнюють із теоретичним, який знаходять за таблицею додатку при числі ступенів свободи, що дорівнює $V = n_1 + n_2 - 2$.

Нульову гіпотезу (H_0) перевіряють також за величиною найменшої істотної різниці, її виражають в одиницях варіюючої ознаки і обчислюють за формулою $НІР = t_{05} \cdot S_d$.

На підставі обчислення завдання робляться письмові висновки.

Варіант 1. На 7 облікових ділянках кожного з двох полів цукрових буряків, оброблених 60% к.е. базудином і 40% к.е. Бі-58 новим (по 1 л/га), було проведене визначення процента загибелі бурякової попелиці:

Базудин	98	93	86	96	90	88	93
Бі-58 новий	91	77	72	82	80	73	85

Варіант 2. На 10 облікових ділянках кожного з двох полів картоплі, оброблених 50% з.п. банколом (0,2 кг/га) і 25% к.е. шерпою (0,1 л/га), підрахована загибель колорадського жука на десятий день після обробки:

Банкол	91	94	89	85	87	97	95	98	89	98
Шерпа	50	76	80	73	84	85	79	77	65	67

Варіант 3. На двох полях капусти, на яких з метою боротьби з капустяною совкою була випущена бура трихограма в кількості 30 тис. і 10 тис. самок/га і підрахована на 100 облікових рослинах зараженість яєць на десятий день після трихограмування (%):

30 тис.самок/га	95	89	93	96	89	87	86	98	92	87
10 тис.самок/га	75	63	84	76	79	81	68	65	73	70

Варіант 4. При обстеженні двох полів картоплі (по 10 пробних ділянок на кожному) на заселеність їх колорадським жуком встановлена така чисельність шкідника в місцях зимівлі (екз/м²):

Поле 1	7	9	5	4	3	6	8	2	5	3
Поле 2	4	3	2	1	0	3	4	2	1	1

Варіант 5. При обстеженні двох полів цукрових буряків (по 10 пробних ділянок на кожному) на заселеність їх звичайним буряковим довгоносиком встановлена така чисельність шкідника в ґрунті (екз./м²):

Поле 1	1	2	0	3	2	4	1	1	3	4
Поле 2	5	4	1	0	2	4	2	1	4	4

Варіант 6. Для вивчення залежності плодючості самиць колорадського жука від їхньої маси було відважено по 10 самиць з різною масою. В результаті одержані такі дані (яєць/самицю):

Самиці масою 100-180 мг	322	366	308	264	273	332	201	413	363	317
Самиці масою 181-210 мг	468	461	620	558	215	472	685	755	685	634

Варіант 7. При вивченні плодючості колорадського жука, який виходить у різні строки із місць зимівлі, було відсаджено в марлеві садки по 10 самиць у відповідні строки. В результаті ними відкладена така кількість яєць:

На початку виходу із місць зимівлі	322	366	308	264	273	332	201	418	363	317
У період масового виходу із місць зимівлі	105	490	490	596	521	513	609	640	553	640

Варіант 8. Посіви озимої пшениці проти жужелиці оброблені 60 % к.е. базудином (1,5 л/га) та 50 % к.е. волатоном (2,0 л/га). Чисельність личинок після внесення пестицидів становила (екз.):

Базудин	1,0	0,5	0,3	0,9	1,2	0,3	0,7	0,7	0,6	1,1
Волатон	1,5	1,0	0,9	1,3	1,6	1,3	1,8	0,85	0,9	1,7

Варіант 9. Проти мишовидних гризунів використовували шторм (воскові брикети – 1,5 кг/га) і бактероденцид (2 кг/га). Восени на посівах багаторічних трав на десятий день після обробки визначена кількість житлових нірок мишоподібних гризунів на 1 га:

Шторм	15	13	10	20	18	15	10	11	10
Бактероденцид	5	8	10	11	7	9	10	5	4

Варіант 10. У боротьбі з комплексом сажкових грибів застосували протруєння насіння озимої пшениці вітаваксом 200, 75 % з.п. (3,0 кг/т) і термічну обробку. Ураженість летючою сажкою склала (%):

Вітавакс 200	0,05	0,07	0,5	0,3	0,1	0,5	0,2	0,05	0,2
Термічна обробка	1,5	0,6	1,0	0,5	0,3	0,5	0,8	0,3	0,5

Варіант 11. Проти личинок третього віку клопа-черепашки провели обробку 50 % к.е. актелліком (1,2 л/га) і 2,5 % к.е. бульдоком (0,25 л/га). Чисельність личинок через 10 днів після обробки становила (екз./м²):

Актеллік	3	2	5	4	3	2	5	3	2,5	3	1,2	3,7
Бульдок	0,7	1,0	1,2	0,9	0,5	0,9	1,0	1,2	0,6	0,7	0,4	0,3

Варіант 12. Проти стеблового метелика була використана буро-жовта трихограма з розрахунку 100 тис. самок на 1 га. Ураженість яєць становила (%):

З випусканням трихограми	79	83	65	62	68	72	83	65	45
Без випускання трихограми (контроль)	2	3	5	4	3	5	8	3	4

Варіант 13. Проти звичайного довгоносики сходи цукрових буряків обробили 60 % к.е. діазином (2,0 л/га) і 50 % к.е. волатоном (2,5 л/га). На десятий день після обробки чисельність шкідника становила (екз./м²):

Діазин	3,5	1,8	0,5	2,0	1,3	1,7	2,3	5,0	3,7	1,5
Волатон	1,8	1,5	1,0	1,2	2,3	2,0	1,7	1,3	1,8	2,0

Варіант 14. Проти аскохітозу вики було проведено протруювання насіння 50 % з.п. бенлатом (2 кг/т). В результаті процент ураження рослин (%):

На контролі	41	29	37	29	32	25	26	27	45	51
При обробці насіння бенлатом	10	11	9	5	5	11	10	11	0	4

Варіант 15. Проти лучного метелика провели обробку посівів цукрових буряків лепідоцидом (титр не менше 100 млрд. спор/г при нормі витрат 1 кг/га). Щільність шкідника становила (екз./м²):

Лепідоцид	2,0	1,7	2,1	3,2	1,5	2,0	1,9	1,8	2,1
Без обробки (контроль)	10	11	15	13	8	11	8	9,0	15

Варіант 16. На 7 облікових ділянках кожного з двох полів кукурудзи, оброблених децисом, 2,5% к.е. і штефесіном, 2,5% к.е. (по 0,5 л/га), було проведено визначення відсотка загибелі гусениць кукурудзяного стеблового метелика (%):

Децис	96	94	89	93	87	91	95
Штефесін	87	80	75	79	84	74	88

Варіант 17. На 10 облікових ділянках кожного з двох полів томатів, оброблених 35% к.е. золону (1,5 л/га) і 25% к.е. шерпою (0,24 л/га), підрахована загибель личинок карадриної совки на п'ятий день після обробки (%):

Золон	93	96	91	87	88	95	97	99	86	99
Шерпа	54	78	83	75	86	82	81	75	69	65

Варіант 18. На двох полях кавунів, з метою боротьби з городньою совкою була випущена жовта трихограма в кількості 40 тис. і 20 тис. самок/га і підрахована на 50 облікових рослинах зараженість яєць на сьомий день після випуску трихограми (%):

40 тис. самок/га	92	91	95	98	87	84	88	96	94	85
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

20 тис. самок/га	77	65	82	79	77	80	65	69	71	67
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Варіант 19. При обстеженні двох полів капусти (по 10 пробних ділянок на кожному) на заселеність їх вовчком звичайним встановлена така чисельність шкідника в місцях зимівлі (екз/м²):

Поле 1	5	8	4	2	6	4	5	3	9	1
Поле 2	3	5	1	2	3	2	2	3	7	0

Варіант 20. При обстеженні двох полів цукрових буряків (по 10 пробних ділянок на кожному) на заселеність їх буряковими блішками встановлена така чисельність шкідника в місцях нанесення інтенсивної шкоди (екз/м²):

Поле 1	3	5	2	6	3	6	2	1	5	7
Поле 2	7	6	4	3	0	5	2	1	4	5

Варіант 21. Для вивчення залежності плодючості самиць травневого хруща від їхньої маси було відважено по 10 самиць з різною масою. В результаті одержані такі дані (яець/самицю):

150-250 мг	319	369	305	266	275	336	204	415	361	319
260-350 мг	470	459	623	561	217	470	687	753	682	637

Варіант 22. При вивченні плодючості самиць звичайної хлібної п'явиці, які харчувалися у різних ценозах, було відсаджено по 10 самиць з кожної популяції. В результаті ними відкладена така кількість яець (яець/самицю):

Дикоростучі злаки	221	364	305	267	271	335	199	420	361	315
Ярий ячмінь	392	493	492	594	524	515	611	642	555	637

Варіант 23. Посіви конюшини першого укусу проти апіонів оброблені актелліком 500 ЕС, к.е. (1,5 л/га) та діазиноном, к.е. (2,5 л/га). Чисельність імаго жуків апіонів після застосування пестицидів становила (екз/м²):

Актеллік	1,2	0,7	0,5	0,8	1,0	0,5	0,4	0,4	0,8	1,4
Діазинон	1,7	0,9	0,7	1,5	1,4	1,1	1,6	0,6	1,1	1,8

Варіант 24. На овочевих культурах проти сітчастого та польового слимаків застосовували гранульований метальдегід (30-40 г/м²). На десятий день після обробки визначена загибель особин двох видів на одиницю площі (екз/м²):

Слимак сітчастий	13	11	8	18	19	17	9	14	12	11
Слимак польовий	3	6	8	9	5	11	8	8	6	9

Варіант 25. У боротьбі з корневими гнилями злакових культур застосовують протруєння насіння ярого ячменю сістаном, 40% з.п. (0,3 кг/т) і рак силом, 2% з.п. (1,5 кг/т). Ураженість звичайною кореневою гниллю складала (%):

Сістан	0,07	0,09	0,4	0,6	0,3	0,8	0,1	0,04	0,5
Раксил	1,3	0,9	1,2	0,7	0,5	0,6	1,0	0,2	0,8

Варіант 26. У фазу наливання зерна проти личинок злакових трипсів проводили обробку БІ-58 новим, 40% к.е. (1,5 л/га) і ф'юрі, 10% в.е. (0,07 л/га). Чисельність личинок через п'ять днів після обробки становила (екз./рослину):

БІ-58 новий	5	4	7	3	1	6	4	7	4,4	6	1,2	2,7
Ф'юрі	0,9	1,4	1,5	0,7	0,4	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0	0,5

Варіант 27. Проти щитівок провели обробку плодкових насаджень турінгіном (титр 100 млрд. спор/г при нормі витрати 0,3-0,4 кг/га). Щільність шкідника становила (екз/м²):

Без обробки	77	85	67	61	70	75	81	63	48
Турінгін	3	4	6	2	3	2	7	5	2

Варіант 28. Проти імаго хлібних жуків посіви озимої пшениці у фазу молочної стиглості обробили актарою 25, в.г. (0,1 кг/га) і карате 050 ЕС, к.е. (0,2 л/га). На десятий день після обробки чисельність шкідника становила (екз/м²):

Актара	4,5	2,9	0,3	1,8	1,5	2,7	1,3	4,2	3,9	1,9
Карате	1,7	2,5	2,0	2,2	2,7	2,4	1,5	2,3	2,1	3,0

Варіант 29. Проти пероноспорозу огірків рослини під час вегетації обробили акробатом МЦ, 69% з.п. (2,0 кг/га). В результаті відсоток ураження рослин становив (%):

Акробат	8	6	12	4	3	13	7	6	1	5
Контроль	39	27	39	31	30	27	24	29	43	53

Варіант 30. Проти гусениць зонтичної молі провели обробку посівів моркви лепідоцидом (1,0 кг/га) і ентобактерином (3,0 кг/га) (титр для двох препаратів 100 млрд. спор/г). Щільність шкідника на сьомий день після обробки становила (екз/м²):

Лепідоцид	3,1	2,7	2,5	3,6	1,7	1,8	2,1	1,5	3,2
Ентобактерин	8	13	14	15	6	9	5	12	16

ЗАВДАННЯ № 11

Проведіть оцінку істотності різниці середніх сполучень вибірок

В одержаному варіанті завдання необхідно дати оцінку істотності різниці середніх сполучень вибірок, тотожну до наведеного прикладу.

Приклад. Вивчали ефективність дії базудину 60 % к.е. проти звичайного і сірого бурякових довгоносиків на одному полі цукрових буряків. Обліки загібелі комах здійснювали на одних і тих же облікових ділянках. Необхідно визначити ефективність препарату за відношенням до кожного виду довгоносика. Вихідні дані наведені у таблиці 6.

Обчислення. Оскільки вибірки сполучені за t - критерієм необхідно оцінити істотність середньої різниці \bar{d} .

Розрахунки проводять у такому порядку:

1. Обчислюємо $S_{\bar{d}}$ і $t_{факт.}$ за формулами: $S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2}{n(n-1)}}; t_{факт.} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$.

2. При числі ступенів свободи $n = n-1$ визначаємо t_{05} .

3. Довірчий інтервал для генеральної різниці D визначають за формулою $\bar{d} \pm t_{05} \cdot S_{\bar{d}}$.

4. Обчислюємо НІР: $НІР_{05} = t_{05} \cdot S_{\bar{d}}; НІР_{01} = t_{01} \cdot S_{\bar{d}}$.

На підставі обчислення завдання робляться письмові висновки (табл. 6).

6. Ефективність 60% к.е. базудину проти бурякових довгоносиків

№ ділянки	Кількість загиблих комах, екз.		Різниця $d = x_1 - x_2$	Квадрат різниці d^2
	звичайний довгоносик (x_1)	сірий довгоносик (x_2)		
1	10	9		
2	11	17		
3	18	31		
4	14	18		
5	6	7		
6	7	8		
7	17	20		
8	5	10		

Сума $\sum d =$
 Середнє $\bar{d} =$
 x

На підставі обчислення даних завдання, роблять письмові висновки

Варіант 1. Проти твердої і летючої сажок пшениці застосовували передпосівне протруювання насіння вітаваксом 200 ФФ (2,5 кг/т). Обліки процента уражених рослин хворобами дали такі результати:

Тверда сажка	0,5	40	37	32	30	23	21	18	30
Летюча сажка	44	42	47	39	38	42	32	39	40

Варіант 2. Вивчали ефективність 60 % к.е. базудина (2,0 л/га) проти звичайного і сірого довгоносиків на посівах цукрових буряків. Обліки загібелі комах

проводилися на одних і тих же облікових ділянках. Процент загиблих комах по десяти облікових ділянках складав:

Звичайний довгоносик	10	11	18	14	6	7	17	5	17	10
Сірий довгоносик	9	17	31	18	17	18	20	10	17	10

Варіант 3. Відміни у стійкості до фітофторозу листків картоплі верхнього і нижнього ярусів пояснюють неоднаковою активністю окисно-відновного ферменту пероксидази. З метою перевірки цього був проведений спеціальний дослід. Результати дослідження активності пероксидази в листках нижнього і верхнього ярусів (мл 0,01 N. розчину на 1 г сирової речовини) по п'яти повтореннях були наступними:

Нижній ярус	6,5	6,9	7,0	6,8	6,8
Верхній ярус	7,2	7,9	8,4	8,4	8,0

Варіант 4. Вивчався вплив двох способів обробітку ґрунту на розвиток корневих гнилей пшениці. Варіанти досліду в кожному повторенні розташовували поряд на одному полі. Ураженість пшениці збудниками кореневої гнилі залежно від способу обробітку ґрунту по шести повтореннях була такою, (%):

Зяблева оранка	7,2	6,0	6,8	7,8	6,5	7,4
Лущення стерні – зяблева оранка	4,9	7,1	6,0	5,4	5,0	6,2

Варіант 5. У досліді з вивчення впливу опромінення гамма променями насіння гороху на стійкість рослин до корневих гнилей варіанти розташовувались поряд на одному полі. Ураження проростків гороху збудниками корневих гнилей по шести повтореннях було таким, (%):

Насіння опромінене	22	22	23	18	20	24
Насіння неопромінене (контроль)	24	28	20	25	28	32

Варіант 6. Вивчалася ефективність 35% к.е. золону (4 л/га) проти яблуневої і грушевої плодожерки. Обліки ефективності препарату проводилися на одних і тих же облікових деревах груші. В результаті одержані такі дані про пошкодженість плодів на десяти облікових деревах, (%):

Яблунева плодожерка	0,5	1,4	1,0	0,7	0,5	0,5	0,4	0,7	1,3	0,7
Грушева плодожерка	0,7	0,9	0,8	1,5	1,5	0,9	0,2	0,1	0,3	0

Варіант 7. Проти попелиць на насінневих посадках картоплі було проведено обприскування 40 % к.е. мітаком (3,5 л/га). Біологічна ефективність становила, (%):

Персикова попелиця	95,7	98,8	96,4	97,7	98,1	95,3	94,8	97,8	95,2
Картопляна попелиця	91,3	95,6	98,8	90,3	94,7	85,6	86,3	88,8	86,3

Варіант 8. Проведення обприскування соняшника 2,5 % децисом проти піщаного чорниша і сірого південного довгоносика. У результаті біологічна ефективність обробок становила, (%):

Піщаний чорниш	97,8	92,5	95,8	98,7	91,9	93,6	90,7	95,1	95,6
Сірий довгоносик	84,5	75,9	77,3	82,1	83,6	76,4	75,8	80,2	75,7

Варіант 9. Проти септоріозу і борошнистої роси проведено обприскування посівів пшениці 40 % к.е. райдером (1 л/га). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Септоріоз	66,0	66,5	68,8	60,3	62,7	66,7	67,3	63,4	64,8	63,0
Борошниста роса	51,3	55,1	53,4	50,5	51,7	53,0	52,7	54,7	54,2	50,1

Варіант 10. Проти снігової плісені і пліснявінням насіння проведено протруювання насіння озимої пшениці байтаном універсалом (2,0 кг/га). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Снігова плісень	71,2	50,7	47,8	49,4	70,3	50,2	68,8	63,3	49,3
Пліснявіння насіння	86,9	85,7	83,1	84,5	84,1	81,8	82,8	80,8	83,0

Варіант 11. Проти збудників твердої сажки і корневих гнилей насіння озимої пшениці було оброблено вітаваксом 75 % з.п. (2,5 кг/т). Біологічна ефективність становила, (%):

Тверда сажка	99,1	98,9	99,3	98,7	98,9	97,3	99,9	98,8	99,0	98,9
Кореневі гнилі	45,7	48,9	52,0	53,7	48,9	51,7	50,7	47,3	49,8	48,8

Варіант 12. Проти кліщів і попелиці було проведено обприскування хмелю 20% к.е. мітаком (3,0 л/га). Біологічна ефективність становила, (%):

Кліщі	95,3	93,7	98,8	94,6	95,9	93,8	94,6	97,9	96,6	95,6
Попелиці	83,4	86,5	70,7	81,3	78,6	79,3	60,4	84,6	85,9	78,8

Варіант 13. Для зниження ураження картоплі фітофторозом і альтернаріозом проведено обприскування рослин 80 % з.п. пенкоцебом (1,6 кг/га). Ураженість рослин становила, (%):

Фітофтороз	3,6	5,1	2,5	3,8	4,2	5,0	2,3	1,8	2,0	2,3
Альтернаріоз	9,9	11	8,4	9,3	9,8	10,7	15,8	3,3	10,6	5,8

Варіант 14. Проти попелиць на насінневих посадках картоплі було проведено обприскування 40 % к.е. БІ-58 новим (1,5 л/га). Біологічна ефективність становила, (%):

картопляна попелиця	95,7	98,8	96,4	97,7	98,1	95,3	94,8	97,8	95,2
персикова попелиця	91,3	95,6	98,8	90,3	94,7	85,6	86,3	88,8	86,3

Варіант 15. Для знищення колорадського жука і картопляної молі проведено обприскування картоплі 50 % з.п. банколом (0,3 кг/га). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Колорадський жук	97,8	98,3	95,6	98,8	96,7	94,8	98,9	98,8	95,7	98,3
Картопляна міль	92,3	87,6	85,9	85,7	86,3	81,2	83,4	84,6	83,7	85,4

Варіант 16. Проти стеблової і жовтої іржі жита обприскували посіви тілтом, 25% к.е. (0,5 л/га). Ураженість жита хворобами склала (%):

Стеблова іржа	31	36	39	30	33	25	19	21	32
Жовта іржа	46	40	50	41	36	44	29	37	42

Варіант 17. Вивчали ефективність 50% к.е. волатону 500 (2,0 л/га) проти хлібного жука-кузьки і хлібної жужелиці на посівах озимої пшениці. Обліки загибелі комах проводилися на одних і тих же облікових ділянках. Відсоток загиблих комах на десяти облікових ділянках складав:

Жук-кузька	8	12	15	11	7	10	14	8	19	13
Хлібна жужелиця	6	19	29	15	21	16	22	11	20	8

Варіант 18. Вивчали ефективність гомеліну (титр 90 млрд. спор/г) проти гусениць I-II віків зимового п'ядуна і золотогуза. Обліки уражених личинок проводилися на одних і тих же облікових деревах. Біологічна ефективність становила, (%):

Золотогуз	5,5	8,9	5,0	8,8	4,8
Зимовий п'ядун	7,5	8,3	7,4	6,5	7,3

Варіант 19. Вивчався вплив двох способів обробітку ґрунту на розвиток збудників сажкової хвороби кукурудзи. Варіанти досліду в кожному повторенні розташовували поряд на одному полі. Ураженість кукурудзи збудниками пухирчастої сажки залежно від обробітку ґрунту по семи повтореннях була такою, (%):

Плоскорізний обробіток	6,3	7,0	7,8	8,3	10,4	9,2	8,4
Зяблева оранка	5,1	5,4	4,9	5,2	5,7	4,6	4,2

Варіант 20. У досліді з вивчення впливу регулятора росту вермістиму (5,0 л/га) на стійкість рослин капусти проти хрестоцвітих блішок. Пошкодження листків капусти хрестоцвітими блішками по шести повтореннях було таким, (%):

Застосовували вермістим	19	18	15	16	22	21
Не застосовували вермістиму(контроль)	26	27	23	26	30	29

Варіант 21. Вивчалася ефективність 1% препарату ДНОК (15,0 кг/га) проти яблуневої і грушевої листоблішок (медяниці). Обліки ефективності препарату проводилися на одних і тих же облікових деревах. В результаті одержані такі дані про пошкодженість бутонів на десяти облікових деревах, (%):

Яблунева медяниця	0,7	1,4	1,5	1,0	0,4	0,4	0,6	0,9	1,6	0,5
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Грушева медяниця	0,9	1,1	0,6	1,7	1,6	0,5	1,3	0,4	0,8	1,3
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Варіант 22. На посівах гороху вивчалася ефективність парашуту 450, мк.с. проти гусениць горохової плодожерки і бобової вогнівки. Одержана така біологічна ефективність по облікових ділянках, (%):

Горохова плодожерка	95	93	99	96	89	97	88	95	91	94
Бобова вогнівка	79	78	80	81	88	82	83	77	76	75

Варіант 23. Проти личинок льонових блішок і шкідливої довгоніжки проведено протруювання насіння льону круїзером 350 FS, т.к.с. (0,5 кг/т). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Льонові блішки	95,8	94,6	97,8	99,3	93,9	95,6	94,7	92,5	97,6
Шкідлива довгоніжка	86,5	77,8	79,1	84,1	85,6	79,4	74,8	83,1	77,7

Варіант 24. Вивчалась ефективність 50% к.е. сумітйону (1,0 л/га) на посівах рису проти рисового комарика і ячмінного мінера. У результаті біологічна ефективність обробок становила, (%):

Рисовий комарик	64,2	68,5	67,8	63,3	61,7	68,7	65,3	61,4	67,8	60,0
Ячмінний мінер	53,3	57,1	55,4	51,4	54,7	55,3	51,7	57,7	55,2	52,1

Варіант 25. Проти збудників фузаріозу і антракнозу проведено протруєння насіння люпину бенлатом, 50% з.п. (3,0 кг/т). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Фузаріоз	57,3	69,2	53,7	61,3	49,8	47,4	73,4	53,2	70,3	51,3
Антракноз	85,5	88,9	83,7	81,8	85,1	86,5	82,1	83,8	85,8	86,0

Варіант 26. Проти антракнозу і борошнистої роси огірків рослини обприскували Топаз 100 ЕС (0,15 л/га). Біологічна ефективність становила, (%):

Кореневі гнилі	96,1	99,9	97,3	98,6	97,5	95,3	98,9	98,8	97,0	97,5
Борошниста роса	47,7	45,9	54,0	55,7	46,9	53,8	53,7	49,4	51,8	50,8

Варіант 27. Після розпускання бруньок проти листокруток і листомінуючих молей було проведено обприскування яблунь 25% к.е. антю (4,0 л/га). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Листокрутки	95,7	96,8	93,6	97,9	93,6	96,8	92,6	99,1	94,6
Листомінуючі молі	88,5	69,0	84,3	79,6	80,1	82,3	63,4	86,6	87,8

Варіант 28. Проти ураження бульб картоплі гнилями проведено десикацію рослин 20% в.р. реглоном (2,0 кг/т). Ураженість бульб становила, (%):

Мокра гниль	5,6	4,1	1,5	5,8	6,2	5,5	4,4	2,8	2,5	1,3
Кільцева гниль	7,9	9,3	6,4	11,3	9,8	8,7	12,8	5,3	8,6	7,8

Варіант 29. Проти цикадок і кліщів було проведено обприскування кущів малини 57% к.е. омайту (1,5 л/га). Біологічна ефективність становила, (%):

Цикадки	92,7	97,8	98,4	95,7	99,1	95,3	96,8	94,2	95,8
Кліщі	89,6	93,6	97,8	92,3	91,7	87,6	84,3	88,3	90,1

Варіант 30. Для знищення личинок капустяної молі і біланів проведено обприскування розсади капусти 25% к.е. шерпи (0,16 л/га). Одержана така біологічна ефективність, (%):

Капустяна міль	99,8	96,3	93,6	96,8	94,7	97,2	98,9	98,4	97,7	99,3
Капустяний білан	94,3	89,6	87,9	83,7	88,3	83,2	86,6	85,6	81,7	88,4

ЗАВДАННЯ № 12

Визначіть істотність різниці між вибірковими частинами

В одержаному варіанті завдання необхідно визначити істотність різниці між вибірковими частинами, тотожну в наведеному прикладі.

Приклад. Із 200 насінин кукурудзи, оброблених перед сівбою прометом 400 з метою захисту від пошкодження дротяниками і висіяних у польових умовах, зійшло 190, а з 200 звичайних (необроблених) насінин – 195. Потрібно встановити, чи пригнічує внесення препарату схожість насіння кукурудзи. Визначити критерій $t_{\text{факт.}}$ і 95% - й довірчий інтервал для різниці часток.

Обчислення. Згідно з нульовою гіпотезою, обробка насіння прометом 400 не впливає істотно на польову схожість насіння кукурудзи. Формули для розрахунків та їх послідовність наведені в таблиці 7.

7. Формули для обчислень та їх послідовність

Інсектицидом обробляли насіння	Інсектицид не застосовували
Перша вибірка	Друга вибірка
n_1	n_2
n_1	n_2
$p_1 = \frac{n_1}{N_1}$	$p_2 = \frac{n_2}{N_2}$
$q_1 = 1 - p_1$	$q_2 = 1 - p_2$
$Sp_1 = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{N_1}}$	$Sp_2 = \sqrt{\frac{p_2 q_2}{N_2}}$

$$\text{Похибка різниці часток: } Sd = \sqrt{Sp_1^2 + Sp_2^2}$$

$$\text{Довірчий 95\%-й інтервал для похибки часток: } p_1 \pm t_{05} \cdot Sd ; p_2 \pm t_{05} \cdot Sd .$$

$$\text{Критерій істотності різниці часток: } t_{\text{факт.}} = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{Sp_1^2 + Sp_2^2}} .$$

$$\text{Число ступенів свободи: } \nu = n_1 + n_2 - 2 .$$

За таблицею додатку 4 знаходимо значення $t_{\text{факт.}}$ при $v = n_1 + n_2 - 2$.

На підставі обчислення завдання конкретного варіанту зробити письмові висновки.

Варіант 1. Обстежено по 300 кущів суниці двох різних сортів. Кількість уражених вілтом становило відповідно 59 і 83.

Варіант 2. При обстеженні по 200 кущів картоплі двох різних сортів кількість уражених фітофторозом рослин склало відповідно 91 і 49.

Варіант 3. Кількість пошкоджених грушевою плодожеркою плодів двох сортів груші становило відповідно 156 і 190. Об'єм кожної вибірки по 500 плодів.

Варіант 4. При обстеженні плодів двох сортів яблуні (по 500 шт.), пошкоджених яблуневим пильщиком, виявилось 56 і 76 – відповідно.

Варіант 5. При обстеженні гороху на пошкодженість гороховою зернівкою виявилось, що в одного сорту з 500 зерен було пошкоджено 76, а у другого – 99.

Варіант 6. При монокультурі кукурудзи виявлено 43 уражених пухирчатою сажкою рослин, у сівозміні – 15. У кожній вибірці взято по 200 рослин.

Варіант 7. При обробці насіння кукурудзи фунгіцидом з 200 зерен було уражено плісенню 25, а без обробки – 50.

Варіант 8. При аналізі бульб картоплі встановили, що з 200 бульб 35 виявилися уражені стебловою нематодою і 73 – гусеницями картопляної молі.

Варіант 9. Аналіз 200 бульб картоплі показав, що 115 з них пошкоджені картопляною міллю і 39 – фітофторозом.

Варіант 10. При обліку пошкодженості плодів яблуні було виявлено, що з тисячі плодів 93 пошкоджені яблуневим пильщиком і 179 – яблуневою плодожеркою.

Варіант 11. При аналізі 500 плодів яблуні встановлено, що 53 з них пошкоджені паршою, 173 – яблуневою плодожеркою.

Варіант 12. При обліку ураженості яєць капустяної совки трихограмою (220 заражених яєць) встановлено, що з 119 яєць вилетіла *Tr. eupzactidis* і з 101 – *Tr. evanescens*.

Варіант 13. При аналізі 500 насінин гороху встановлено, що 79 з них заселені гороховою зернівкою, 53 – гороховою плодожеркою.

Варіант 14. При посіві озимої пшениці по стерньових попередниках 83 рослини було пошкоджено жужелицею хлібною, а по нестерньових – 15. На кожному полі було відібрано по 100 рослин.

Варіант 15. Згідно з даними обліку із 500 рослин цукрових буряків буряковими блішками було пошкоджено 237, буряковою крихіткою - 170.

Варіант 16. Обстежено по 150 рослин капусти двох різних сортів. Кількість уражених капустяною мухою становила відповідно 38 і 64.

Варіант 17. При обстеженні по 400 рослин конюшини двох різних сортів кількість уражених антракнозом рослин склало 138 і 189.

Варіант 18. Кількість пошкоджених вишневою мухою плодів двох сортів вишні становило відповідно 276 і 325. Об'єм кожної вибірки по 1000 плодів.

Варіант 19. При обстеженні ягід двох сортів малини (по 400 шт. кожної), пошкоджених малиновим жуком, виявилось 99 і 132 - відповідно.

Варіант 20. При обстеженні квасолі на пошкодженість квасолевою зернівкою виявилось, що одного сорту з 300 зерен було пошкоджено 59, а у другого - 85.

Варіант 21. При обстеженні по 250 рослин рису двох різних сортів кількість уражених пірикуляріозом рослин склало 45 і 87.

Варіант 22. При обробці насіння ячменю фунгіцидом з 350 зерен було уражено церкоспорильозною гниллю 45, а без обробки – 112.

Варіант 23. При аналізі коренеплодів цукрових буряків встановили, що з 500 коренеплодів 219 виявилися уражені буряковою нематодом і 69 – кореневою буряковою попелицею.

Варіант 24. Аналіз 300 рослин еспарцету показав, що 168 з них уражені рамуляріозом, а 48 пошкоджені еспарцетовим насіннієм.

Варіант 25. При обліку пошкодженості ягід суниці було виявлено, що з 700 плодів 153 пошкоджені полуничним листоїдом і 296 – суничним кліщем.

Варіант 26. При лабораторному аналізі 500 плодів слив встановлено, що 63 з них пошкоджені полістігмозом, 187 – сливовою плодожеркою.

Варіант 27. При обліку ураженості кров'яної попелиці афелінусом (заражено 300 попелиць) встановлено, що з 102 личинок вилетів афелінус, а з 183 бура трихограма.

Варіант 28. При аналізі 2000 насінин люцерни встановлено, що 458 з них заселені жовтим тихіусом насіннеїдом, 232 – люцерновою товстонишкою.

Варіант 29. При посіві соняшнику по ріпаку 146 рослин було пошкоджено соняшниковим вусачем, а по горосі – 82. На кожному полі відібрано по 200 рослин.

Варіант 30. За даними обстежень із 650 рослин кукурудзи південно-східним довгоносом було пошкоджено 327 рослин, кравчиком головачем – 134.

Контрольні запитання і завдання

1. Назвіть статистичні методи перевірки гіпотез.
2. Дайте визначення статистичної гіпотези.
3. Що таке нульова гіпотеза?
4. Які показники використовують при перевірці нульової гіпотези?
5. Назвіть параметричні критерії перевірки нульової гіпотези.
6. Що таке крапкова оцінка параметрів генеральної сукупності?
7. Назвіть крапкову оцінку генеральної середньої.
8. Що таке інтервальна оцінка параметрів генеральної сукупності?
9. Що таке довірчий інтервал?
10. Дайте визначення найменшої істотної різниці.
11. Як користуватися найменшою істотною різницею?
12. Що таке незалежні і суміщені вибірки?
13. Що називається t-критерієм?
14. Як визначається істотність різниці середніх незалежних вибірок?
15. Як обчислюється t - критерій при порівнянні середніх вибірок?
16. Як оцінюється істотність різниці між вибірковими частками?
17. Чому дорівнює число ступенів свободи при порівнянні середніх незалежних і суміщених вибірок?

Тестові завдання

1	Що таке статистична гіпотеза?
1	Параметричні критерії
2	Наукове припущення про ті або інші статистичні закони розподілення випадкових величин які розглядаються, що підлягають перевірці на підставі вибірки
3	Крапкова оцінка генеральної середньої
4	Непараметричні критерії

2	Прийняття нульової гіпотези (H_0) показує що:
1	Дані протирічать припущенню про відсутність різниці між фактичними і теоретичними розподілами.
2	Розподіл ознаки в сукупності підлягає відомому закону (наприклад, закону нормального розподілу).
3	Дані не протирічать припущенню про відсутність різниці між фактичними і теоретичними розподілами або двома рядами фактичних розподілів.
4	Емпіричні дані несумісні з H_0 .

3	Що таке суміщена (сполучена) вибірка?
1	Розподіл результатів вимірів, на основі теорії ймовірностей
2	Одиниці спостережень однієї вибірки сполучаються якоюсь загальною умовою з одиницями спостережень другої вибірки
3	Коефіцієнтом варіації якісних ознак V_p .
4	Одиниці спостережень у першій і другій вибірках не зв'язані загальною умовою
5	Груповий інтервал

(CODEX STAN 199 – 1995; ДСТУ 4525:2006; ДСТУ 4601:2006)

4.3. Тема: Дисперсійний аналіз результатів однофакторних дослідів

Мета заняття. Засвоєння методу дисперсійного аналізу і набуття навичок з використання цього методу при вирішенні питань в області захисту рослин.

У захисті рослин дисперсійний аналіз використовують при оцінці ефективності препаратів, які застосовують проти шкідливих організмів, при визначенні частки і достовірності впливу факторів зовнішнього середовища на

ознаку, що вивчається тощо. При цьому можливе як дослідження впливу кожного фактора зокрема, так і сумісної їх дії.

При підбиранні даних для дисперсійного аналізу необхідно виконувати такі вимоги:

- відбір і вибірку необхідно проводити за принципом випадковості;
- вибірка має об'єктивно відображати генеральну сукупність, частиною якої вона є;
- вибірки можуть бути малочисельними і багаточисельними.

Методичні вказівки. Мінливість ознак рослин і тварин визначають за дією численних факторів. Ознаки, які змінюються за дією тих або інших причин чи факторів, називаються *результативними*.

Ступінь впливу окремих чинників на зміну результативної ознаки неоднаковий: одні впливають більше, інші - менше. Чинники (фактори), які впливають на результативну ознаку, визначаються заголовними літерами латинського алфавіту (A, B, C), а показники ознаки, що враховуються, – через x, y, z. Фактори в досліді випробовуються серійно, тобто мають градації.

Градація фактора – це ступінь його впливу на результативну ознаку. Наприклад, різні норми витрати пестицидів, норми випуску трихограми та інші, тобто градації – це відособлені один від одного групи (класи). Позначаються вони тими ж літерами, що і фактори: наприклад, градації фактора A позначаються через A₁, A₂, A₃ і т.д.

Фактори (причини), які впливають на ступінь варіювання результативної ознаки, діляться на організовані та випадкові.

Організовані (або регульовані, систематичні) фактори викликаються дією фактора, що вивчається в експерименті, і якому в досліді надається декілька значень (градацій). Наприклад, декілька норм витрат пестициду і т.д. Відповідно до градацій ознак виділяється декілька варіантів досліду для порівняння. Оскільки ці фактори попередньо обумовлені, їх називають організованими в дослідженнях, тобто заданими, які залежать від умов (організації досліду). Значить, організовані фактори – це фактори, дія яких вивчається в досліді.

Випадкові фактори (причини) обумовлюються природним варіюванням всіх ознак біологічних об'єктів у природі. Це неорганізовані, неконтрольовані в даному досліді фактори. Вони мають випадковий вплив на результативну ознаку. До випадкових факторів належать, наприклад, мінливість, яка визначається похибками вимірів при постановці дослідів. При збільшенні числа спостережень (об'єму вибірки) роль випадкових факторів зменшується.

Середнє значення величини результативної ознаки, що вивчається, характеризується середнім арифметичним (\bar{x}), а ступінь варіювання ознаки в даній сукупності – дисперсією (s^2) і середнім квадратичним відхиленням (s). Останнє характеризує сумарний ступінь варіювання ознаки, але нічого не свідчить про вплив окремих факторів (чинників).

Відносна роль окремих факторів у загальній мінливості результативної ознаки, що цікавить нас, характеризується дисперсією І може бути вивчена за допомогою дисперсійного аналізу або аналізу розсіювання. Суть його полягає у вивченні статистичного впливу одного або декількох факторів на результативну ознаку. Поряд з цим метод дозволяє установити роль окремих факторів у мінливості ознаки, що вивчається, розчленувати загальну дисперсію на складові її частини, що викликані впливом окремих факторів або їхніх груп.

При статистичному вивченні якоїсь результативної ознаки за допомогою дисперсійного аналізу можна визначити його варіювання за повтореннями, варіантами, остаточним варіюванням всередині цих груп і загальним варіюванням результативної ознаки в досліді.

Відповідно до цього відрізняють три види дисперсій:

- загальну дисперсію результативної ознаки (s_y^2);
- міжгрупову, або часткову між вибірками (s_v^2);
- внутрішньогрупову, остаточну (s_z^2).

Отже, дисперсійний аналіз – це розчленування загальної суми квадратів відхилень і загальної кількості ступенів свободи на частини або компоненти відповідно до структури експерименту, і оцінка значимості дії та взаємодії факторів, що вивчаються за F-критерієм. Дисперсійний аналіз дозволяє одночасно обробляти дані кількох вибірок (варіантів), які складають єдиний статистичний комплекс, оформлений як спеціальна робоча таблиця.

Дисперсійний комплекс являє собою сукупність градацій із вимірними значеннями результативної ознаки. При вивченні одного фактора, комплекс називається *однофакторним*, а декількох з їх дією і взаємодією – *багатофакторним*.

Дисперсійний аналіз розроблений і введений у практику сільськогосподарських і біологічних досліджень англійським вченим Р.Фішером, який відкрив закон розподілення відношення середніх квадратів

(дисперсій):

$$\frac{S^2_1}{S^2_2} = F ,$$

де S^2_1 – середній квадрат вибірових середніх; S^2_2 – середній квадрат об'єктів.

При обробці однофакторних статистичних комплексів, які складаються із декількох незалежних вибірок (l -варіантів), загальна мінливість результативної ознаки, що вимірюється загальною сумою квадратів S_y розчленується на два компоненти: варіювання між вибірками (варіантами) S_v і всередині вибірок S_z . У загальній формі мінливість ознаки буде представлена виразом: $S_y = S_v + S_z$.

Варіація між вибірками (варіантами) представляє частину загальної дисперсії, обумовлену дією факторів що вивчаються. Дисперсія всередині

вибірок характеризує випадкове варіювання ознаки що вивчається, тобто похибку досліджу.

Загальне число ступенів свободи розчленується також на дві частини: ступені свободи для варіантів і для випадкового варіювання.

При обробці однофакторних суміщених статистичних комплексів, коли варіанти зв'язані між собою загальною контролюючою умовою – наявність організованих повторень, загальна сума квадратів розкладається на три частини, варіювання повторень C_p , варіантів C_v і випадкове варіювання C_z .

Мінливість і загальне число ступенів свободи можуть бути представлені виразами: $C_y = C_p + C_v + C_z$ і $(n-1) + (l-1) + (n-1)(l-1)$.

Суми квадратів відхилень за даними польового досліджу – статистичного комплексу з варіантами (l) і повторенням (n) , знаходять так. Спочатку за допомогою вихідної таблиці визначають суми по повторенням $-\Sigma p$, варіантам $-\Sigma v$ і загальну суму всіх спостережень $-\Sigma x$.

Далі обчислюють такі показники:

1. Загальне число спостережень $N = l \cdot n$.

2. Корегуючий фактор (поправку) $C = (\sum x_1)^2 : N$.

3. Загальну суму квадратів $C_y = \sum x_1^2 - C$.

4. Суму квадратів для повторень $C_p = \frac{\sum p^2}{l} - C$.

5. Суму квадратів для варіантів $C_v = \frac{\sum v^2}{n} - C$.

6. Суму квадратів для похибки (залишок) $C_z = C_y - C_v - C_p$

Одержані суми квадратів C_v і C_z ділять на відповідні їх ступені свободи варіації й одержують два середніх квадрати (дисперсії): варіантів $s_v^2 = \frac{C_v}{l-1}$

і похибки $s_z^2 = \frac{C_z}{(n-1)(l-1)}$.

Ці середні квадрати використовують у дисперсійному аналізі для оцінки значимості дії факторів, що вивчаються, шляхом порівняння дисперсії варіантів s_v^2 із дисперсією похибки s_z^2 за критерієм $F = s_v^2 : s_z^2$. За одиницю порівняння приймають середній квадрат випадкової дисперсії, який визначає випадкову похибку експерименту. Нульовою гіпотезою, яка перевіряється, є припущення – всі вибіркові середні є оцінками однієї генеральної середньої і відміни між ними неістотні. Якщо $F_{\text{факт}} = s_v^2 : s_z^2 < F_{\text{теор}}$, то нульова гіпотеза не відкидається: $H_0 : d = 0$. Між усіма вибілковими середніми відсутні істотні відміни і на цьому перевірка закінчується.

Нульова гіпотеза (H_0) відкидається при $F_{\text{факт}} = s_v^2 : s_v^2 \geq F_{\text{теор}}$. Після проводять оцінку істотності часткових відмін за НІР, ЗЕ або за D-критерієм.

Значення F-критерія для прийнятого в дослідженні рівня значимості знаходять за відповідною таблицею з урахуванням числа ступенів свободи для дисперсії варіантів і випадкової дисперсії. Зазвичай користуються 5 %-м рівнем значимості, а при більш суворому підході 1 %-м і навіть 0,1 %-м.

При наявності загальних принципів конкретні моделі або схеми дисперсійного аналізу можуть бути різними, тому що відображають умови і методику проведення досліджу.

Дисперсійний аналіз надає уяву про ступінь або частку впливу того або іншого фактора в загальній дисперсії ознаки, яка приймається за 1 або 100 %:

$$\eta_v^2 = \frac{Cv}{Cy} \text{ - вплив варіантів; } \eta_p^2 = \frac{Cp}{Cy} \text{ - вплив повторень; } \eta_z^2 = \frac{Cz}{Cy} \text{ - вплив}$$

випадкових факторів; $\eta_y^2 = \eta_v^2 + \eta_p^2 + \eta_z^2 = 1$ (або 100 %) – вплив всіх факторів.

Оцінка істотності різниці між середніми. Критерій F дозволяє встановити наявність різниці між середніми, але не вказує, між якими. У випадку, коли загальна оцінка за критерієм F виявляє наявність варіантів, які істотно відрізняються від інших ($F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$) і нульова гіпотеза про рівність середніх арифметичних сукупностей, що вивчаються, відкидається, визначають до яких варіантів відносяться істотні відміни. При $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ нульову гіпотезу не відкидають і оцінку часткових відмін не проводять, оскільки всі різниці між любимими парами знаходяться в межах похибки.

1. Оцінка значимості різниці між середніми за найменшою істотною різницею (НІР). Якщо в досліді l варіантів, то визначають різниці між

середніми $\frac{l(l-1)}{2}$, серед яких можуть бути істотні і неістотні відміни. Критерій

$HIP = t_{05} \cdot Sd$ показує граничну похибку для різниці двох вибірових середніх.

Якщо фактична різниця більше HIP_{05} ($d \geq HIP_{05}$), то вона значима, істотна, при $d < HIP_{05}$ – неістотна. Для визначення НІР необхідно за даними

дисперсійного аналізу обчислити узагальнену похибку: середньої $S\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$ і

$$\text{різниці середніх } Sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}}.$$

Частіше всього проводять попарні порівняння середніх за варіантами і обчислюють похибку різниці середніх за наведеною вище формулою. У випадку відсутності в досліді контрольного варіанту середні показники за варіантами порівнюють із середнім у досліді за формулою

$$Sd = \sqrt{s^2 \cdot \frac{(l-1)}{l \cdot n}} = S\bar{x} \sqrt{\frac{l-1}{l}}$$

Якщо порівнюють групи неоднакового розміру (нерівномірні комплекси) з нерівноточними середніми, то похибку обчислюють за формулою

$$Sd = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} = \sqrt{s^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}},$$

де S^2 – остаточний середній квадрат, який береться із таблиці дисперсійного аналізу; n_1 і n_2 – число повторень у порівнюваних групах.

При $n_1 = n_2$ формула прийме такий вигляд:

$$Sd = \sqrt{s^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}} = \sqrt{s^2 \frac{2n}{n^2}} = \sqrt{\frac{2s^2}{n}}$$

Підставляючи у формулу НІР значення t , одержимо:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \cdot Sd; \quad \text{НСР}_{05\%} = \frac{t_{05} \cdot Sd}{\bar{x}} \cdot 100;$$

$$\text{НСР}_{01} = t_{01} \cdot Sd; \quad \text{НСР}_{01\%} = \frac{t_{01} \cdot Sd}{\bar{x}} \cdot 100;$$

$$\text{НСР}_{001\%} = t_{001} \cdot Sd; \quad \text{НСР}_{001\%} = \frac{t_{001} \cdot Sd}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Значення t -критерію для прийнятого рівня значимості і числа ступенів свободи остаточної дисперсії беруть із таблиці додатків.

2. Оцінка значимості різниць між середніми за величиною потроєної похибки середньої, тобто $3 \cdot S\bar{x}$ або $3 \cdot E$.

Узагальнена похибка середньої \bar{x} визначається на основі остаточного середнього квадрата $S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$. Потроєна величина цієї похибки приймається за критерій істотності. При $d \geq 3 \cdot S\bar{x}$ фактичні різності істотні на 5 %-му рівні значимості, а при $d < 3 \cdot S\bar{x}$ – неістотні. Цю оцінку застосовують при чотирикратному повторенні і більшому числі варіантів (наприклад, при сортовипробуванні, коли $\nu > 16$).

Як виникає критерій $3 \cdot S\bar{x}$ або $3 \cdot E$? Дисперсійний аналіз дає узагальнення, однакову для всіх середніх похибку:

$$S\bar{x} = S\bar{x}_1 = S\bar{x}_2 = S\bar{x}_3 = \dots = S\bar{x}_n \quad \text{і} \quad \text{єдину похибку різниці середніх}$$

$$Sd = \sqrt{S\bar{x}_1^2 + S\bar{x}_2^2} = \sqrt{2S\bar{x}^2} = 1,414 \cdot S\bar{x}.$$

При числі ступенів свободи для залишку $\nu \geq 16$, коли $t_{05} = 2,12$, то найменша істотна різниця при 5 %-му рівні значимості дорівнює:

$$\text{НСР}_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,12 \cdot 1,414 S\bar{x} = 2,99 S\bar{x}, \text{ або } 3 S\bar{x}.$$

Потроєна похибка – це HP_{05} для дослідів з $\nu_2 \geq 16$. При меншому числі ступенів свободи рекомендується користуватися такими коефіцієнтами при $S\bar{x}$ (табл. 8).

3. *Оцінка істотності різниці за D-критерієм Тьюкі.* Дослідник Д. Тьюкі запропонував метод порівняння вибіркової різниці з величиною $D = Q \cdot S\bar{x}$. Цю величину одержують множенням похибки середньої на множник Q, який визначається за таблицею залежно від числа варіантів і числа ступенів свободи для остаточної дисперсії.

8. Коефіцієнти при $S\bar{x}$ для одержання критерію істотності при 5 %-му рівні значимості (за Перегудовим)

Остаточне число ступенів свободи	2	3	4	5	6-7	8-9	10-12	13-15	16 і >
Коефіцієнт при $S\bar{x}$	6,08	4,50	3,93	3,64	3,40	3,23	3,11	3,04	3,00

Похибку середньої $S\bar{x}$ визначають таким же чином, як відмічалось вище. Якщо фактична різниця між середніми за варіантами однакова або більше $D(d \geq D)$, то різниця вважається істотною при 4 %-му рівні значимості; при $d < D$ різниця між середніми, що порівнюються, неістотна.

Для дослідів з двома варіантами $Q = t_{05} \sqrt{2}$, тобто $D = t_{05} S\bar{x} \sqrt{2} = HP_{05}$. Якщо в досліді більше двох варіантів, то $D > HP_{05}$. Для дослідів з 6 - 15 варіантами при чотири-шестикратному повторенні значення D-критерію в 1,5-1,8 рази більше HP_{05} .

Критерій D значно чутливіший HP_{05} і $3 S\bar{x}$, тому що він базується на числі ступенів свободи і враховує кілька варіантів у досліді.

4. *Оцінка істотності часткової різниці за F-критерієм.* Про істотність часткової різниці між середніми судять за F-критерієм, який визначається для

кожної пари середніх, що порівнюються: $F = \frac{d^2}{s^2} \cdot \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$, де

d – різниця між середніми;

s^2 – дисперсія залишку (похибки);

n_1, n_2 – число повторень у порівнюваних групах.

При $n_1 = n_2$ формула набуває вигляду: $F = \frac{d^2 \cdot n}{2s^2}$.

Фактичне значення F порівнюють з теоретичним при числі ступенів свободи $\nu_1 = 1$ і $\nu_2 =$ числу ступенів свободи залишку. При $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$ різниця істотна, а при $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ неістотна і $H_0: d = 0$ не відкидається.

На практиці при використанні дисперсійного аналізу при обробці експериментальних даних істотні різниці між середніми частіше всього визначаються за HP_{05} .

Для орієнтовних розрахунків використовується спрощений критерій $3S\bar{x}$ або $3E$. При більш суворій оцінці, а також коли в досліді багато варіантів і мало повторень краще застосовувати D-критерій Тьюкі. Обчислення істотних різниць при $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$ не проводять, якщо в досліді лише два варіанти. У цьому випадку критерій F дає достатню інформацію для висновків.

ЗАВДАННЯ № 13

Проведіть дисперсійний аналіз даних однофакторного польового досліді щодо вивчення ефективності біологічних засобів захисту на капусті проти шкідників

Приклад. Обчислити дані польового досліді з вивчення ефективності бурожовтої трихограми проти капустяної совки на білокачанній капусті. Дані наведені у таблиці 9.

9. Ураженість яєць капустяної совки трихограмою, %

Випущено самок трихограми, тис./га	Ураженість яєць за повтореннями			
	I	II	III	IV
20	67	73	72	60
50	97	94	97	98
Контроль	5	3	2	2

Необхідно перевірити нульову гіпотезу (H_0): між середніми за варіантами істотні відміни відсутні, тобто

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_n \text{ або } \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = d = 0 ; H_0: d = 0 .$$

Для цього необхідно:

- визначити суму спостережень за варіантами;
- визначити загальну суму всіх спостережень;
- визначити кількість усіх спостережень за дослідом;
- визначити поправку або корегуючий фактор, якщо використовується умовна середня (A) або обчислення суми квадратів відхилення здійснюється без перетворення даних;
- визначити суму квадратів відхилень: загальну, за варіантами, випадкового варіювання;
- скласти таблицю дисперсійного аналізу за результатами досліді;
- обчислити дисперсію за варіантами, випадкового варіювання, критерій $F_{\text{факт}}$ і зіставити його з теоретичним ($F_{\text{теор}}$); установити, чи існують істотні відміни між варіантами досліді?

- обчислити похибку дослідів і похибку різниці середніх;
- визначити найменшу істотну різницю, скласти таблицю результатів дисперсійного аналізу й установити істотність різниці середніх за варіантами дослідів,

• зробити висновки на підставі результатів дисперсійного аналізу.

Обчислення. Різниця показників ураженості яєць капустиною совки трихограмою обумовлені нормою випуску яйцеїда на 1 га і причинами випадкового характеру. Це дозволяє загальне варіювання C_y розчленувати на три складові частини: варіювання варіантів - C_v , варіювання повторень - C_p і випадкове, або остаточне варіювання - C_z , тобто $C_y = C_v + C_p + C_z$.

Статистичний аналіз даних дослідів здійснюється в такому порядку: складається робоча таблиця ураженості яєць капустиною совки трихограмою, розташовуються вихідні дані у стовпчики, визначаються суми і середні за варіантами, загальна сума і середнє значення ознаки по досліді (табл. 10).

10. Ураженість яєць капустиною совки трихограмою залежно від норми випуску яйцеїда, %

Варіант дослідів (норма випуску, тис./га)	Ураженість яєць трихограмою за повтореннями				Сума ураженості трихограмою за варіантами ($\sum v$)	Середня ураженість (\bar{x})
	I	II	III	IV		
20	67	73	72	60	272	68
50	97	94	97	98	386	96,5
Контроль (без випуску)	5	3	2	2	12	3
($\sum p$)	169	170	160	160	$\sum x = 670$	$\bar{x}_0 = 55,8$

Обробку даних виконують у такому порядку:

- Визначаємо фактичне значення критерію $F_{факт}$.
- Визначаємо похибку дослідів й істотність часткових відмін.

1. У таблиці 10, де наведена ураженість яєць капустиною совки трихограмою, підраховують суми за варіантами ($\sum v$), суми за повтореннями ($\sum p$) і загальну ($\sum x$). Правильність підрахунків перевіряють за рівнянням: $\sum p = \sum x = \sum v = 670$. Потім обчислюють середню ураженість яєць капустиною совки трихограмою з кожного варіанта (\bar{x}) і в цілому по досліді (\bar{x}_0) за формулою

$$\bar{x}_v = \frac{\sum v}{n} \text{ і } \bar{x}_0 = \frac{\sum \bar{x}}{nl},$$

де n - число повторень; l - число варіантів.

Суми квадратів відхилень обчислюють за формулами (табл. 11).

11. Формули для обчислення сум квадратів відхилень, числа ступенів свободи, дисперсій і критерію $F_{\text{факт}}$.

Дисперсія	Сума квадратів відхилень	Число ступенів свободи	Середній квадрат (дисперсія) S^2	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{теор}}$ 05	$F_{\text{теор}}$ 01
Загальна C_y	$\sum x_1^2 - C$	$N-1$				
Повторень C_p	$\sum p^2 : l - C$	$n-1$			За таблицею додатків	
Варіантів C_v	$\sum v^2 : l - C$	$l-1$	$\frac{C_v}{l-1}$	$\frac{Sv^2}{Sz^2}$		
Залишок C_z	$C_y - C_p - C_z$	$(l-1)(n-1)$	$\frac{C_z}{(l-1)(n-1)}$			
$C = (\sum x_1)^2 : N$	або	$C = \bar{x} \sum x$	- корегуючий фактор, поправка			

2. Для обчислення сум квадратів визначають відхилення ураженості яєць трихограмою від \bar{x} або довільного початку. За довільний початок (A) беруть число, близьке за своїм значенням до середньої ураженості яєць трихограмою в досліді (\bar{x}_0) або величину x_0 .

Розрахунки виконують за співвідношенням: $x_1 = x - A$ або $x_1 = x - \bar{x}_0$.

3. Для визначення показників різних видів варіювання складають таблицю відхилень ураженості яєць капустяної совки трихограмою від довільного початку (табл. 12).

12. Відхилення ураженості яєць капустяної совки трихограмою від довільного початку

Варіант досліді (норма випуску самок, тис./га)	Відхилення за повтореннями, $(x_1 = x - A = x - 50)$				Сума за варіантами $(\sum v)$
	I	II	III	IV	
20	+17	+23	+22	+10	+72
50	+47	+44	+47	+48	+186

Контроль	- 45	- 47	- 48	- 48	- 188
Суми за повторенням ($\sum p$)	+19	+20	+21	+10	$\sum x = +70$

Обчислюють суми відхилень для повторень ($\sum p$) і варіантів ($\sum v$).

Правильність розрахунків перевіряють за рівнянням $\sum x_i = \sum v = \sum p$.

Обчислення сум квадратів відхилень проводять у такій послідовності:

- загальне число спостережень $N = \sum n$ або $N = l n$;
- корегуючий фактор $C = (\sum x_i)^2 : N$;
- загальна сума квадратів відхилень $C_y = \sum x_i^2 - C$;
- сума квадратів для повторень $C_p = \sum p^2 \cdot l - C$;
- сума квадратів для варіантів $C_v = \sum v^2 \cdot n - C$;
- остаточна сума квадратів, що відповідає випадковому варіюванню, знаходиться за різницею $C_z = C_y - C_p - C_v$.

Після обчислення сум квадратів відхилень заповнюють таблицю результатів дисперсійного аналізу (табл. 13).

13. Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів відхилень	Число ступенів свободи	Середній квадрат	$F_{факт}$	$F_{теор}$	
					05	01
Загальна (C_y)						
Повторень (C_p)						
Варіантів (C_v)						
Залишок (C_z)						

Теоретичне значення F знаходять за таблицею, виходячи з числа ступенів свободи для дисперсії варіантів (чисельник) і числа ступенів свободи для дисперсії залишку (знаменник).

При $F_{факт} \geq F_{теор}$ у досліді є істотні відміни за варіантами при 5 %-му рівні значимості і $H_0:d = 0$ відкидається.

Для оцінки істотності часткових відмін обчислюють такі величини:

- узагальнена похибка досліді $S \bar{x} = \sqrt{\frac{S_z^2}{n}}$;

•

- похибка різниці середніх $Sd = \sqrt{2 \frac{S_z^2}{n}}$;

-

- найменша істотна різниця для 5 % - го рівня значимості в абсолютних і відносних показниках $HIP_{05} = t_{05} \cdot Sd$; $HIP_{05\%} = \frac{t_{05} \cdot Sd}{x} \cdot 100$.

-

Значення критерію t_{05} береться з таблиці для числа ступенів свободи дисперсії залишку (похибки).

Результати статистичної обробки даних про ураженість яєць капустиної совки трихограмою при різних нормах випуску оформлюються у вигляді таблиці (табл. 14).

14. Ефективність трихограми проти капустиної совки

Варіант дослідження (норма випуску самок, тис./га)	Середня ураженість трихограмою, %	Відхилення (<i>d</i>)		Група
		абсолютне	%	
20	68			
50	96,5			
Контроль	3,0			
HIP 05				

На підставі результатів статистичної обробки даних однофакторного дослідження зробити письмові висновки про ефективність різних норм випуску трихограми проти капустиної совки.

Варіант 1. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності бурої трихограми проти капустиної совки на пізній капусті.

Варіант (норма випуску самок, тис/га)	Ураженість яєць капустиної совки бурою трихограмою по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
10	65	49	53	60
30	69	79	85	88
50	97	94	97	96
Контроль (без випуску)	5	3	2	2

Варіант 2. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження по вивченню ефективності дендробациліну проти капустиного білана.

Варіант досліджу	Загибель шкідників на 10-й день обліку за повтореннями, %			
	I	II	III	IV
Дендробацилін, 0,8 кг/га	80	75	78	82
Дендробацилін, 1,0 кг/га	98	95	97	99
Контроль (без випуску)	5	5	7	4

Варіант 3. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліджу щодо вивчення ефективності дендробациліну в суміші з інсектицидними добавками проти яблуневої молі.

Варіант досліджу	Смертність гусениць по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Дендробацилін, 1,5 кг/га	90	91	89	92
Те ж + сумітїон, 1,6 кг/га	100	100	100	98
Сумітїон, кг/га: 3,0	85	93	96	87
Сумітїон, кг/га: 1,6	14	16	13	17
Контроль (без обробки)	12	10	11	15

Варіант 4. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліджу з вивчення ефективності жовтої трихограми проти грушевої плодожерки.

Варіант досліджу (норма випуску 150 тис/га)	Загальна пошкодженість плодів по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
1 випуск	28	21	27	28
2 випуск	39	34	35	35
3 випуск	68	68	63	66
Контроль (без випуску)	2	6	3	5

Варіант 5. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліджу з вивчення ефективності інсектицидів при малооб'ємному обприскуванні проти звичайного бурякового довгоносика.

Варіант досліджу	Смертність жуків на 5-й день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Дурсбан, 48%к.е., 2,5 л/га	94	96	98	97
Базудин, 60% к.е., 2 л/га	91	89	98	96
Контроль (без обробки)	3	1	1	3

Варіант 6. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліджу з вивчення ефективності інсектицидів при малооб'ємному обприскуванні проти сірого бурякового довгоносика.

Варіант досліджу	Смертність жуків по повтореннях, %

	I	II	III	IV
Дурсбан, 48% к.е., 2,5 л/га	37	67	100	68
Децис, 2,5 к.е., 0,5 кг/га	95	98	93	97
Контроль (без обробки)	3	3	10	10

Варіант 7. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані з ефективності випуску різних норм хижого кліща фітосейулюса проти звичайного павутинного кліща на огірках в теплиці.

Варіант дослідження (норма випуску, особин /м ²)	Заселено павутинним кліщем рослин по повтореннях, %							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
60	2,00	2,15	2,56	2,70	2,40	2,25	2,36	1,99
70	1,50	1,15	2,65	2,00	1,65	1,84	2,10	1,11
80	1,95	1,99	2,30	2,55	2,00	1,84	1,99	2,18
100	0,25	0,30	0,50	0,45	0,28	0,36	0,42	0,40

Варіант 8. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності семерону, 25% з.п. проти однорічних бур'янів на капусті.

Варіант дослідження (норма витрати препарату, л/га)	Загибель бур'янів по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
1,6	87	84	85	87
2,0	89	87	88	89
2,4	96	97	98	95
Контроль (двократне прополвання).	2,0	3,0	1,5	4,0

Варіант 9. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані ефективності пестицидів проти зимуючих стадій кліщів на яблуні.

Варіант дослідження	Норма витрати, л/а	Загибель яєць по повтореннях, %					
		I	II	III	IV	V	VI
Апполо, 50% к.е.	0,4	90,5	91,6	91,8	90,9	92,0	90,4
Апполо, 50% к.е.	0,6	99,7	98,1	98,9	99,8	99,9	97,6
Бі - 58 новий, 40% к.е.	0,8	72,5	75,8	78,3	80,6	83,5	86,9
Бі - 58 новий, 40% к.е.	1,4	99,7	99,6	99,8	99,7	99,6	99,3
Демітан, 20% к.с.	0,6	70,5	72,6	61,4	65,0	69,5	70,2

Варіант 10. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення плодючості червоного плодового кліща на різних сортах яблуні.

Сорт	Середня кількість яєць на 1 самицю по повтореннях, %
------	--

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Антонівка звичайна	34,5	37,6	40,5	39,8	45,2	50,3	25,6	38,1	30,1	53,3
Боровинка	29,3	28,0	35,6	44,2	39,8	35,5	46,2	40,0	30,5	37,7
Грушівка московська	26,8	23,7	32,0	39,4	42,6	36,5	30,4	40,2	34,5	40,9

Варіант 11. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність гербіцидів на цукрових бур'яках.

Варіант досліду	Загибель бур'янів на плантації цукрового бур'яка по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Стемат, 20% к.е. (2,5 л/га)	76	76	71	70
Стефам, 15,7% к.е. (6,0л/га)	75	76	87	84
Стефамат, 19,5 к.е. (3,0л/га)	88	89	87	84
Тарга 10%, к.е. (2,0л/га)	79	91	94	92
Контроль (без гербіцидів)	3,0	2,8	3,5	4,0

Варіант 12. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність інсектицидів проти ріпакового квіткоїда.

Препарат	Норма витрати, л/га	Загибель жуків на 3-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Ф'юрі, 10% в.е.	0,1	97,3	98,6	98,5	99,3
Фастак, 10% к.е.	1,0	95,6	93,4	98,3	93,0
Контроль (без обробки)	–	5,4	2,9	3,5	6,7

Варіант 13. Здійснити дисперсійний аналіз даних про заселеність різних сортів яблуні червоним плодовим кліщем.

Сорт	Кількість кліщів в середньому на лист по повтореннях				
	I	II	III	IV	V
Папіровка	0,7	0,1	0,6	0,1	0,4
Боровинка	0,6	0,5	1,0	1,0	0,8
Антонівка звичайна	0,7	1,2	2,0	0,8	0,9
Пепін Литовський	3,5	3,0	0,8	2,2	2,5
Джонатан	3,6	2,2	2,6	2,5	2,7

Варіант 14. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліду з вивчення ефективності післясходових гербіцидів проти однорічних дводольних бур'янів на посівах кукурудзи.

Варіант досліду (норма витрати кг/га або л/га)	Кількість бур'янів перед збиранням по повтореннях, шт/м ²			
	I	II	III	IV
Банвел 4С, 48% в.р. (0,8л/га)	23	24	21	23
Бромотрил, 22,5%к.е. (1.0 л/га)	15	16	13	15
Бромотрил Р 25%в.к. (1,5 л/га)	20	22	20	19
Бюктрил Д, 45%к.е. (1,5 л/га)	16	14	15	16
2,4 -Д, 50% в.р. (1,7 л/га)	27	25	26	28

Варіант 15. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність інсектицидів проти клопів на насінневій люцерні. Дослід поставлений способом організованих повторень.

Варіант досліду	Біологічна ефективність по повтореннях, %									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Базудин, 60% к.е. (2,0 л/га)	97,4	96,8	98,6	97,2	97,5	97,0	98,3	94,8	98,5	98,0
Бі - 58 новий, 40% к.е. (1,0 л/га)	95,0	94,5	96,8	95,1	95,5	93,1	94,8	97,6	95,0	97,0
Карате, 5% к.е. (0,1л/га)	91,0	90,5	92,4	91,6	90,1	88,5	94,5	91,3	92,0	90,3

Варіант 16. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліду з вивчення ефективності трихограми теленги (*Trichogramma telengai* S.) проти лучного метелика на посівах конюшини.

Варіант (норма випуску самок, тис/га)	Ураженість личинок I-II віків лучного метелика трихограмою теленги по повтореннях,%			
	I	II	III	IV
20	67	52	55	62
40	71	77	82	91
60	94	92	94	98
Контроль (без випуску)	6	4	3	3

Варіант 17. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліду з вивчення ефективності бітоксубациліну проти американського білого метелика.

Варіант досліду	Загибель гусениць на сьомий день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Бітоксубацилін, 2,0кг/га	82	78	76	79
Бітоксубацилін, 3,0кг/га	96	93	95	97
Контроль (без обробки)	6	6	8	6

Варіант 18. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності бітоксикациліну в суміші з інсектицидними добавками проти павутинного кліща.

Варіант дослідження	Смертність кліщів по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Бітоксикацилін, 2,0 кг/га:	92	90	87	93
Те ж + талстар, 0,4 л/га	92	96	98	99
Талстар, 0,6 л/га	87	95	97	88
Талстар, 0,4 л/га	16	19	15	20
Контроль (без обробки)	14	12	13	17

Варіант 19. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності астуру проти гронової листовійки.

Варіант дослідження	Загибель шкідника на п'ятий день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Астур, 1,5 кг/га	27	19	26	27
Астур, 2,0 кг/га	36	31	32	32
Астур, 2,5 кг/га	65	65	61	63
Контроль (без обробки)	3	7	4	6

Варіант 20. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності інсектицидів проти великого люцернового довгоносика у фазу стеблуння люцерни.

Варіант дослідження	Смертність імаго на шостий день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Шерпа 25КЕ, к.е., 0,24л/га	92	94	96	95
Діазинон, к.е., 1,0 л/га	89	86	95	93
Контроль (без обробки)	4	2	2	4

Варіант 21. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослідження з вивчення ефективності інсектицидів проти матового бурякового мертвоїда у фазі змикання листків у рядках.

Варіант дослідження	Смертність жуків на десятий день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
Пірінекс, к.е., 2,5 л/га	39	65	93	66
Актеллік 500, к.е., 1,5 л/га	97	100	95	99
Контроль (без обробки)	5	5	9	9

Варіант 22. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані з вивчення ефективності випуску різних норм хижого клопа макролофуса проти тепличної білокрилки на салаті латук.

Варіант дослід (норма випуску, екз/м ²)	Заселено тепличною білокрилою рослин по повтореннях, %							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
50	4,00	4,16	4,56	4,71	4,39	4,25	4,37	3,99
60	3,50	3,15	4,26	4,00	3,64	3,83	4,20	3,10
70	2,94	2,98	3,30	3,54	3,00	3,83	2,98	1,20
90	1,26	1,30	1,52	1,43	1,30	1,36	1,41	1,39

Варіант 23. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослід з вивчення ефективності гербіциду агрітоксу, 50% в.р. проти однорічних та дворічних бур'янів на посівах картоплі до сходів.

Варіант дослід (норма витрати, л/га)	Загибель бур'янів на 14-ий день обліку по повтореннях, %			
	I	II	III	IV
0,9	89	86	84	89
1,3	87	84	85	88
1,7	99	97	100	98
Контроль (механічне прополвання)	3,0	4,0	2,6	5,1

Варіант 24. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані ефективності пестицидів проти першого і другого покоління попелиць на вишні на початку розпускання бруньок.

Варіант дослід	Норма витрати, л/га	Загибель попелиць по повтореннях, %					
		I	II	III	IV	V	VI
Золон, 35% к.е.	1,2	82,6	83,7	83,9	89,8	84,0	82,5
Золон, 35% к.е.	2,5	98,7	98	98	97,8	97,9	96,0
Сумітрон, 50%, к.е.	1,5	75,6	78,8	81,4	82,6	85,5	86,8
Сумітрон, 50%, к.е.	2,0	90,7	91,6	91,9	97,7	98,6	97,4
Карате 050 ЕС, к.е.	0,4	68,5	70,6	63,3	67,0	69,1	68,2

Варіант 25. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового дослід з вивчення заселеності різних сортів груші каліфорнійською щитівкою.

Сорт	Середня заселеність дерев шкідником по повтореннях, %									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Бере Боск	37,5	40,7	43,5	49,8	47,2	52,4	56,6	49,1	41,2	55,3
Лимонка	31,3	29,0	37,7	41,2	41,9	36,6	45,2	42,1	33,5	39,6
Кюре	24,8	26,8	31,1	22,4	35,7	29,4	33,5	33,2	23,5	22,9

Варіант 26. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність фунгіцидів на рослинах хмелю проти псевдопереноспорозу.

Варіант досліду (норма витрати, л/га)	Ураженість рослин хмелю хворобою, %			
	I	II	III	IV
Ридоміл, 25% з.п., 1,0 кг/га	47,9	37,4	45,6	41,2
Ридоміл, 25% з.п., 1,5 кг/га	38,2	24,9	33,5	28,2
Даконіл, 75% з.п., 3,0 кг/га	8,9	9,0	8,8	8,4
Альєт, 80% з.п., 4,0 кг/га	2,0	1,8	2,7	3,0
Контроль (без фунгіцидів)	82,0	93,0	97,0	95,0

Варіант 27. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність інсектицидів у період вегетації соняшнику проти вогнищ саранових.

Варіант досліду	Норма витрати, кг/га	Загибель імаго на 2-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Моспілан, р.п.	0,05	96,4	97,5	97,5	98,7
Дімілін, з.п.	0,09	94,6	91,4	94,2	91,0
Контроль (без обробки)	-	3,4	1,9	2,6	4,7

Варіант 28. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про заселеність різних сортів винограду листковою формою філоксери у період вегетації.

Сорт	Кількість гал на лист по повтореннях				
	I	II	III	IV	V
Аліготе	1,7	1,1	1,7	1,1	1,5
Ювілейний Магарача	1,6	1,4	2,2	2,3	1,9
Мускат дністровський	1,7	2,2	3,0	1,8	1,9
Семільон	4,9	4,3	1,6	3,2	3,5
Ізабелла	5,0	4,0	4,3	4,5	4,8

Варіант 29. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані польового досліду з вивчення ефективності післясходових гербіцидів проти однорічних дводольних бур'янів на посівах льону.

Варіант досліду (норма витрати, л/га)	Кількість загиблих бур'янів на посівах льону по повтореннях, шт/м ²			
	I	II	III	IV
Агрітокс, 50% в.р., 0,7 л/га	26	27	24	25
Дікопур, 75% в.р., 0,5 л/га	17	19	16	17
Дуал, 96% к.е., 1,5 л/га	18	21	18	16
Тарга, 10% к.е., 3,0 л/га	17	15	12	17
Трефлан, 48% к.е., 2,0 л/га	30	29	28	31

Контроль (одноразове прополювання)	30	28	32	26
------------------------------------	----	----	----	----

Варіант 30. Опрацювати методом дисперсійного аналізу дані про ефективність інсектицидів проти пильщиків на смородині.

Варіант досліджу	Біологічна ефективність по повтореннях, %								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Антіо, 25% к.е. 1,0 л/га	98,4	97,8	98,6	99,1	97,5	95,0	98,1	92,8	97,5
БІ-58 новий, 40% к.е. 1,5 л/га	97,0	96,5	98,9	93,1	92,6	90,1	96,8	99,5	94,0
Карате, 5% к.е. 0,4 л/га	92,0	90,5	94,4	92,6	90,7	89,7	97,6	92,3	94,1

4.4. Тема: Дисперсійний аналіз результатів багатофакторних дослідів

Мета заняття. Засвоєння дисперсійного аналізу і набуття навичок щодо використання цього методу в захисті рослин.

Методичні вказівки. У багатофакторному досліді вивчають дію і взаємодію декількох факторів на мінливість результативної ознаки, тому кожному фактору задають кілька градацій. Це дозволяє вивчити вплив кожного з них при кількох градаціях інших чинників.

Ефект взаємодії факторів становить ту частину загальної мінливості, яка викликана різним впливом одного фактора при різних градаціях іншого. У польовому досліді часто ефект від сумісного застосування факторів, що вивчаються, може бути вище (синергізм) або нижче (антагонізм) суми ефектів від

роздільного застосування кожного з них. У першому випадку має місце позитивна, а в другому – від’ємна взаємодія факторів. Якщо ж вони не взаємодіють, то ефект від сумісного застосування дорівнює сумі ефектів від роздільного їх застосування (адивітизм).

При дисперсійному аналізі даних багатофакторного дослідження використовують ті ж принципи і розрахунки дисперсій, що і при однофакторному. Однак при цьому дещо ускладнюється математична модель аналізу.

При обробці даних двофакторного дослідження сума квадратів розчленюється на такі компоненти: $S_y = (C_A + C_B + C_{AB}) + C_p + C_z$; для трьохфакторного дослідження загальна сума квадратів (математична модель аналізу даних) буде ще складніша: $S_y = (C_A + C_B + C_C + C_{AB} + C_{AC} + C_{ABC}) + C_p + C_z$. В дужках вказані суми квадратів для факторів А і В, що вивчаються, для трьохфакторного дослідження – А, В, С та їх взаємодії. Відповідно до вказаних компонентів розчленюється і загальне число ступенів свободи. Для двофакторного дослідження воно буде мати вигляд: $v = N - 1 = v_p + v_A + v_B + v_{AB} + v_z$

Порядок обробки даних двофакторного дослідження такий:

1. Складається таблиця вихідних даних, у якій визначаються суми і середні.

2. Визначаються загальне число спостережень (N), корегуючий фактор (C), суми квадратів відхилень: загальна сума (S_y), за повтореннями (C_p), за варіантами (C_v) і остаточна (C_z). Суми квадратів відхилень обчислюються за тими ж формулами, як і при аналізі результатів однофакторного польового дослідження. Лише при обчисленні загального числа спостережень потрібно врахувати число градацій всіх факторів і число повторень: $N = l_A \cdot l_B \cdot n$, де l_A – число градацій фактора А; l_B – число градацій фактора В, n – число повторень.

3. На відміну від однофакторного дисперсійного аналізу для визначення сум квадратів відхилень для факторів А і В та їх взаємодії АВ складається спеціальна таблиця, в якій градації фактора А вказуються в лівому крайньому стовпці, а фактора В – у заголовному горизонтальному рядку. У цій таблиці обчислюються суми за факторами А і В і суми квадратів за відповідними формулами: $C_A = \sum A^2 : l_B \cdot n - C$ при $v_A = l_A - 1$; $C_B = \sum B^2 : l_A \cdot n - C$ при $v_B = l_B - 1$; $C_{AB} = C_v - C_A - C_B$ при $v_{AB} = (l_A - 1)(l_B - 1)$.

4. Складається таблиця дисперсійного аналізу, в якій вказуються обчислені суми квадратів, ступені свободи для факторів А, В і взаємодії АВ, обчислюється середній квадрат і критерій $F_{\text{факт}}$, який порівнюють з $F_{\text{теор}}$, взятому з таблиці. Для відшукування $F_{\text{теор}}$ у таблиці для чисельника беруть число ступенів свободи для варіантів, як знаменник використовують ступені свободи для залишку. Якщо $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$, то ефект фактора (або взаємодії) істотний для 5 %-го або 1 %-го рівня значимості. Можна визначити також частку впливу фактора в заданій дисперсії ознаки $\eta^2 = \frac{C_v}{C_y} \cdot 100\%$.

5. Визначаються похибка вибіркової середньої і похибка різниці середніх для оцінки істотності часткових відмін, як це здійснюється при дисперсійному аналізі даних однофакторного польового досліду.

6. Насамкінець проводять оцінку істотності головних ефектів і взаємодії за НІР. При цьому часткові середні опираються на кількість повторень, а середні для головного ефекту А – на $n \cdot l_B$, а для В і взаємодії АВ – на $n \cdot l_A$ спостережень. Обчислюють похибку різниці середніх і НІР для головних

ефектів. Для фактора А - $Sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n \cdot l_B}}$ і $НІР_{05} = t_{05} \cdot Sd$;

Для фактора В і взаємодії АВ - $Sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n \cdot l_A}}$ і $НІР_{05} = t_{05} \cdot Sd$.

7. У кінці складають підсумкову таблицю, в якій наводяться дані по факторах і середні з кожної градації фактора, і порівнюють їх між собою за НІР. Складають також графік дії і взаємодії факторів, що вивчаються.

Позитивні сторони дисперсійного аналізу полягають у наступному:

замість індивідуальних похибок середніх з кожного варіанту, які спираються на незначну кількість спостережень, використовується узагальнена похибка середніх, яка спирається на більше число спостережень, а тому вважається більш надійною при оцінці різниці між варіантами;

за допомогою дисперсійного аналізу можна опрацьовувати дані простих і складних, однорічних і багаторічних, однофакторних і багатофакторних дослідів;

усуваються громіздкі обчислення при великому числі варіантів у досліді.

Перетворення даних. Обробка експериментальних даних за допомогою дисперсійного аналізу передбачає додержання двох вимог: однорідності дисперсій по варіантам досліду (вибіркам) і нормального (або близького до нього) розподілу результативної ознаки, значення яких одержують незалежно один від одного (незалежні вибірки). Досягається незалежність рендомізованим розміщенням варіантів, випадковим відбиранням проб у вибірку при обліках і спостереженнях.

При значному варіюванні ознаки за варіантами вихідні дані можна перетворювати (трансформувати). Це дозволяє зменшувати межі мінливості неоднорідності дисперсій по вибірках (варіантах), точніше провести порівняння результатів. Використовуються такі види перетворень:

перетворення (трансформація) даних про чисельність шкідників, бур'янів на облікових ділянках шляхом витягування квадратного кореня з x (\sqrt{x}) або ($\sqrt{x-1}$), якщо деякі спостереження дають нульові або дуже незначні значення;

перетворення x в "кут-арксинус $\sqrt{0\%}$ ". Цей прийом використовується в тому випадку, коли дані виражаються в процентах (пошкодженість рослин шкідниками, ураженість хворобами, ураженість шкідників ентомофагами тощо);

якщо вивчається сила дії вражаючих фактів на біологічні об'єкти (промениста енергія, інсектициди, мікробіологічні препарати тощо), то експериментальні дані перетворюються в пробіти і еквівалентні кути.

Перетворення відносних величин (%) можна не проводити, якщо всі значення знаходяться в межах між 15 і 85. При наявності значень, близьких до 0 і 100, перетворення даних необхідне.

Перетворені значення обробляють методом дисперсійного аналізу і після оцінки часткових відмін переходять до першочергових одиниць виміру.

ЗАВДАННЯ № 14

Проведіть дисперсійний аналіз експериментальних даних багатofакторного дослідження згідно варіанту

В одержаному варіанті завдання необхідно провести дисперсійний аналіз даних двофакторного польового дослідження.

Приклад. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних норм зрошення і різних доз фосфорно-калійних добрив на ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою (табл. 14).

У двофакторному дослідженні 3×3 , поставленому в 4-разовому повторенні, вивчали вплив різних норм зрошення і фосфорно-калійних добрив на розвиток пухирчастої сажки кукурудзи.

Дисперсійний аналіз двофакторного польового дослідження проводять у такій послідовності:

1. Скласти таблицю вихідних даних, на підставі яких визначити суми за повтореннями (C_p), за варіантами (C_v), середні за варіантами - \bar{x}_v (табл.11).

2. Визначити загальне число спостережень $N = l_A \cdot l_B \cdot n$ де l_A і l_B число градацій (варіантів) за факторами А і В; n - число повторень.

3. Визначити корегуючий фактор, поправку C .

14. Вплив зрошення і фосфорно-калійних добрив на ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою

Зрошення (фактор А)	Фосфорно-калійне добриво (фактор В)	Розвиток хвороби за повтореннями, %				Сума ($\sum V$)	Середнє (\bar{x}_v)
		I	II	III	IV		
Без зрошення	Не вносили	52	56	44	48		
	P ₄₅ K ₃₀	42	40	40	46		
	P ₉₀ K ₆₀	28	36	32	34		
	Не вносили	32	39	27	32		
	P ₄₅ K ₃₀	12	8	9	6		

Помірний полив (60% - від ПВ)	P ₉₀ K ₆₀	8	10	4	2		
Сильний полив (80% - від ПВ)	Не вносили	36	32	29	41		
	P ₄₅ K ₃₀	32	28	22	26		
	P ₉₀ K ₆₀	26	20	20	22		

Σp

4. Обчислити загальну суму квадратів відхилень C_y .
5. Обчислити суму квадратів за варіантами C_v і для залишку C_z .
6. Скласти таблицю для обчислення головних ефектів за факторами А і В та їх взаємодії.
7. Визначити суму квадратів відхилень для фактора А (C_A), фактора В (C_B) та їх взаємодії АВ (C_{AB}).
8. Скласти таблицю результатів дисперсійного аналізу. Визначити дисперсії за факторами А і В, їх взаємодії і для випадкового варіювання.
9. Визначити фактичні критерії $F_{факт}$ за факторами А і В та їх взаємодії й співставити їх з теоретичними, визначити наявність істотних відмін між варіантами дослідів.
10. Обчислити похибку різниці середніх HIP_{05} і HIP_{01} .
11. Скласти таблицю результатів дисперсійного аналізу, обчислити істотність різниці середніх за варіантами.
12. Накреслити графік дії і взаємодії факторів.
13. Зробити висновки.

Обчислення. Дисперсійний аналіз двофакторного дослідів з трьома градаціями фактора А - норм зрошення $l_A = 3$ і трьома градаціями фактора В - норм добрив $l_B = 3$ поставленого в чотирьох повтореннях, здійснюється поетапно.

1. Обчислюють суми і середні (див. табл. 15). Правильність обчислень перевіряють за співвідношенням $\Sigma p = \Sigma v = \Sigma x$.

2. Визначають суми квадратів відхилень: $N = l_A \cdot l_B \cdot n$; $C = (\Sigma x)^2 : N$; $C_y = \Sigma x^2 - C$; $C_p = \Sigma p^2 : l - C$; $C_v = \Sigma v^2 : n - C$; $C_z = C_y - C_p - C_v$.

3. Визначають суми квадратів відхилень для факторів А і В та їх взаємодії. Для цього складають допоміжну таблицю 3 x 3, в якій записують суми ураженості кукурудзи пухирчастою сажкою за варіантами й обчислюють необхідні для визначення головних ефектів суми за факторами А і В (табл. 15).

$$C_A = \Sigma A^2 : l_B \cdot n - C \text{ при } v_A = (l_A - 1) = 3 - 1 = 2 \text{ ступені свободи;}$$

$$C_B = \sum B^2 : l_A \cdot n - C \text{ при } \nu_B = (l_B - 1) = 3 - 1 = 2 \text{ ступені свободи};$$

$$C_{AB} = C_V - C_A - C_B \text{ при } \nu_{AB} = (l_A - 1) \cdot (l_B - 1) = 2 \cdot 2 = 4 \text{ ступені свободи}.$$

15. Визначення головних ефектів і взаємодій

Зрошення (фактор А)	Доза добрив (фактор В)			ΣA
	контроль	P ₄₅ K ₃₀	P ₉₀ K ₆₀	
Без зрошення				
Помірний полив				
Сильний полив				
ΣB				

4. Складають таблицю дисперсійного аналізу і визначають значимість факторів, що вивчаються, за F - критерієм (табл. 16). Значення F_{05} і F_{01} беруть з таблиці додатків, виходячи із ступенів свободи для дисперсій головних ефектів А і В та їх взаємодії АВ (чисельник) і числа ступенів свободи для залишку (знаменник).

16. Результати дисперсійного аналізу двофакторного дослідження 3x3

Дисперсія	Сума квадратів відхилень	Ступені свободи	Середній квадрат, s^2	$F_{факт}$	$F_{факт}$	
					05	01
Загальна (C_y)						
Повторень (C_p)						
Зрошення А						
Дози добрив В						
Взаємодія АВ						
Залишок (похибки)						

У нашому прикладі ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою залежно від норми зрошення і дози добрив істотна на 5 % - му рівні ($F_{факт} > F_{05}$).

5. Для оцінки часткових відмін між середніми за варіантами визначають:

узагальнену похибку вибіркової середньої $S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$;

похибку різниці середніх $Sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}}$ і $HIP_{05} = t_{05} \cdot Sd$.

6. Істотність головних ефектів визначають за HIP_{05} . У нашому прикладі часткові середні спираються на $n = 4$, а середні для головного ефекту А - на

$n \cdot l_B = 4 \cdot 3 = 12$ і середні для головного ефекту В і взаємодії АВ – на $n \cdot l_A = 4 \cdot 3 = 12$ спостережень. Для цього обчислюють Sd і HIP_{05} для головних ефектів:

$$\text{для фактора А - } Sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n \cdot l_B}}; HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd$$

Складають підсумкову таблицю (табл. 17) і представляють результати дослід у вигляді графіка (рис. 15). В таблиці наведені значення HIP_{05} : одне - для оцінки часткових відмін між середніми по варіантах, два інших - для оцінки істотності різниці середніх за факторами А і В, тобто оцінки головних ефектів норм зрошення і добрив.

16. Оцінка впливу різних норм зрошення і фосфорно-калійних добрив на ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою

Зрошення	Дози фосфорно – калійних добрив			Середнє по фактору А, $HIP_{05} = 2,97$
	контроль	P ₄₅ K ₃₀	P ₉₀ K ₆₀	
Контроль				
Помірний полив				
Сильний полив				
Середнє по фактору В ($HIP_{05} = 2,97$)				
HIP_{05} для порівняння часткових середніх = 5,15				

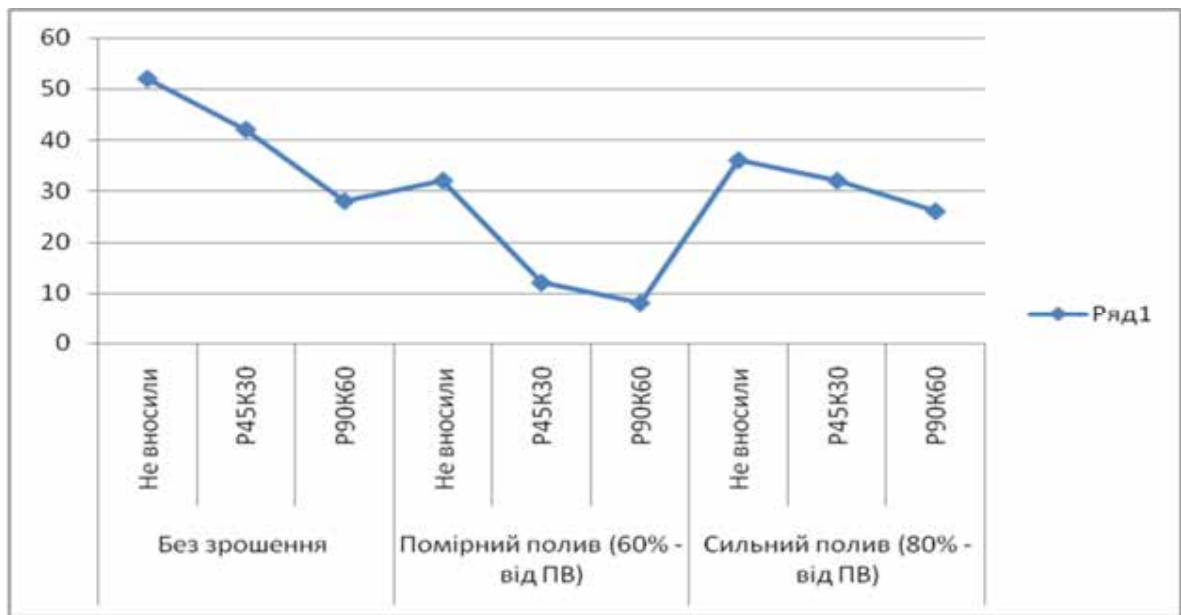


Рис. 15. Вплив різних норм зрошення і різних доз фосфорно-калійних добрив на ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою,

$НІР_{05} = 2,97 \%$.

На підставі результатів статистичної обробки даних двофакторного польового досліду записують висновки про ураженість кукурудзи пухирчастою сажкою (%) залежно від норм зрошення і доз добрив.

Варіант І. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив вапнування ґрунту і різних доз мінеральних добрив на ураженість бульб картоплі паршою звичайною.

Доза вапна, т/га, А	Доза мінераль- них добрив, В	Ураженість картоплі по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	40	36	32	34
	№ ₃₀ P ₆₀ K ₄₅	32	30	33	33
	№ ₃₀ P ₁₂₀ K ₉₀	32	26	20	20
0,5	Не вносили	46	48	40	46
0,5	№ ₃₀ P ₆₀ K ₄₅	38	32	30	32
0,5	№ ₃₀ P ₁₂₀ K ₉₀	18	2	20	24
1,0	Не вносили	58	60	66	64
1,0	№ ₃₀ P ₆₀ K ₄₅	36	42	30	32
1,0	№ ₃₀ P ₁₂₀ K ₉₀	30	28	29	28

Варіант 2. Провести дисперсійний аналіз даних про дію трьох градацій вапнування ґрунту і різних доз 0,5%-го розчину сечовини на ураженість картоплі раком.

Доза вапна, т/га, А	Доза 0,5%-ної сечовини, л/м ² , В	Ураженість картоплі по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	32	24	28	20
	2,5	28	22	22	24
	5,0	19	16	25	20
	10,0	6	8	10	8
0,5	Не вносили	22	18	16	14
0,5	2,5	12	12	15	19
0,5	5,0	8	5	4	3
0,5	10,0	3	4	3	2
1,0	Не вносили	10	16	12	8
1,0	2,5	8	4	6	2
1,0	5,0	4	2	2	4

1,0	10,0	1	2	2	3
-----	------	---	---	---	---

Варіант 3. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив розрізування насінневих бульб картоплі і передпосадкової обробки розчином гібереліну в суміші з тіосечовиною (2,0%) різної концентрації на ураженість рослин картоплі зморшкуватою мозаїкою.

Вигляд бульб, А	Обробка гібереліном, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Цілі	Не оброблені	74	70	65	63
	0,0001%-м	72	72	66	60
	0,0005%-м	44	40	44	44
	0,001%-м	22	26	28	26
Розрізані	Не оброблені	82	82	74	70
	0,0001%-?	65	60	68	65
	0,0005%-м	32	36	30	28
	0,001%-м	18	14	10	14

Варіант 4. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив органічних і мінеральних добрив на стійкість озимої пшениці до бурої листової іржі.

Доза органічних добрив, т/га, А	Доза мінеральних добрив, В	Розвиток хвороби по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	52	44	56	50
	№ ₃₀ Р ₄₅ К ₄₅	46	42	48	42
	№ ₆₀ Р ₉₀ К ₄₅	39	46	40	33
10	Не вносили	66	60	68	68
10	№ ₃₀ Р ₄₅ К ₄₅	48	44	40	44
10	№ ₆₀ Р ₉₀ К ₄₅	24	22	20	26
20	Не вносили	72	70	68	64
20	№ ₃₀ Р ₄₅ К ₄₅	48	51	53	52
20	№ ₆₀ Р ₉₀ К ₄₅	36	36	32	34

Варіант 5. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних норм зрошення і доз мінеральних добрив на стійкість озимої пшениці до корневих гнилей.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Без поливу	Не вносили	24	20	28	22
	Р ₃₀ К ₃₀	26	22	16	18
	Р ₆₀ К ₆₀	24	18	14	14

перший волого зарядковий полив	Не вносили	20	16	18	16
	P ₃₀ K ₃₀	16	14	12	14
	P ₆₀ K ₆₀	12	8	10	10
другий волого за рядковий полив	Не вносили	24	26	28	22
	P ₃₀ K ₃₀	14	18	15	19
	P ₆₀ K ₆₀	8	8	4	12

Варіант 6. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних доз вапна і фосфорно-калійних добрив на стійкість льону до бактеріозу.

Доза вапна, т/га, А	Доза мінеральних добрив, В	Уражено рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	42	36	40	42
	P ₄₅ K ₃₀	36	32	30	34
	P ₉₀ K ₆₀	28	22	26	22
1,0	Не вносили	30	34	32	30
1,0	P ₄₅ K ₃₀	24	22	18	22
1,0	P ₉₀ K ₆₀	16	12	12	14
1,5	Не вносили	65	54	59	50
1,5	P ₄₅ K ₃₀	46	42	42	40
1,5	P ₉₀ K ₆₀	24	26	20	24

Варіант 7. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив зрошення і різних доз мінеральних добрив на ураженість кукурудзи стебловими гнилями.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Без зрошення	Не вносили	38	30	36	36
	№ ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	36	42	44	44
	№ ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	48	46	48	52
	№ ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	42	56	52	50
Помірний полив	Не вносили	30	30	32	32
	№ ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	30	32	32
	№ ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	44	40	38	36
	№ ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	44	48	54	50

Варіант 8. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних норм зрошення і доз мінеральних добрив на стійкість яблуні до борошнистої роси.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
-------------	----------------------------	-------------------------------------	--	--	--

		I	II	III	IV
Без поливу	Не вносили	64	60	50	56
	№ ₆₀ P ₄₅ K ₃₀	40	42	32	30
	№ ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	45	46	49	52
I полив	Не вносили	48	44	40	42
	№ ₆₀ P ₄₅ K ₃₀	32	24	22	28
	№ ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	34	28	36	31
2 полив	Не вносили	46	49	55	54
	№ ₆₀ P ₄₅ K ₃₀	30	22	20	22
	№ ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	34	32	29	31

Варіант 9. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних норм зрошення і доз мінеральних добрив на стійкість цукрових буряків до церкоспорозу.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Розвиток хвороби по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Без поливу	Не вносили	18	20	21	25
	№ ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19	16	17	16
	№ ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	18	26	24	26
Помірний полив (60% від ПВ)	Не вносили	20	16	18	16
	№ ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15	17	14	16
	№ ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	17	19	21	21
Сильний полив (80% від ПВ)	Не вносили	16	18	12	14
	№ ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12	14	8	10
	№ ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	22	24	20	22

Варіант 10. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив сонячного освітлення на поглинання горохом актелліка.

Місце проведення досліду, А	Освітленість, В	Кількість актелліку в листках гороху через 1 добу після обприскування по повтореннях, мг/кг			
		I	II	III	IV
У природі	Пряме сонячне освітлення	8,0	7,9	6,9	7,2
	Тінь	1,9	2,1	3,0	2,2
У лабораторії	Пряме сонячне освітлення	11,	8,9	10,2	10,3

	Тінь	3,1	2,9	2,3	2,9
--	------	-----	-----	-----	-----

Варіант 11. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив концентрації Сумі - альфа, 5% к.е. і строків обробки на життєдіяльність колорадського жука.

Строк обробки, А	Концентрація препарату, %, В	Загибель жуків на 5-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
За I день до підсадки жуків	0	0,1	0,5	1,0	0,6
	0,01	4,2	5,6	3,8	6,4
	0,02	9,1	8,8	7,4	9,8
	0,05	99,7	98,9	98,8	99,7
За 5 днів до підсадки жуків	0	0,8	0,5	0,9	0,7
	0,01	0,5	3,9	2,8	3,7
	0,02	18,7	10,5	12,9	7,9
	0,05	43,1	37,5	31,4	31,3

Варіант 12. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив базудина, 60% к.е. на активність сахарози в кишечнику різних комах.

Варіант дослідку, А	Вид комах, В	Кількість цукру в середній кишці по повтореннях, мг %			
		I	II	III	IV
Контроль	Лучний метелик	50,0	42,1	54,2	47,7
	Капустяний білан	45,2	37,8	38,9	40,1
	Капустяна совка	41,0	32,4	35,9	36,7
Базудин	Лучний метелик	72,8	68,4	70,0	69,0
	Капустяний білан	50,5	55,8	49,1	49,3
	Капустяна совка	68,1	60,0	59,8	63,3

Варіант 13. Провести дисперсійний аналіз даних про ефективність біопрепаратів проти капустяної совки на капусті.

Досліджуваний препарат, А	Норма витрати препарату, кг/га, В	Загибель гусениць на 15-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Лепідоцид стабілізуючий, титр не менше 100 млрд. спор/г (3000 ОА/г)	1,0	65,3	63,8	70,4	70,4
	1,5	70,5	68,9	70,9	75,5
	2,0	89,5	95,8	96,3	98,3
Лепідоцид концентрований,	1,0	53,3	57,9	59,8	55,8

титр не менше 100 млрд. спор/г (3000 ОА/г)	1,5	65,7	68,8	74,6	64,7
	2,0	71,3	72,8	76,6	76,8
Дендробацилін, титр не менше 60 млрд. спор/г (2000 ОА/г)	1,0	78,5	76,4	73,1	77,6
	1,5	84,7	85,3	83,1	85,9
	2,0	97,8	99,6	96,7	98,8

Варіант 14. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив мінеральних добрив і золону, 35 % к.е. на поступання азоту в різні фази розвитку рослин сої.

Варіант досліджу, А	Час обробки, В	Вміст азоту в розрахунку на абсолютно суху речовину по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Контроль (без інсектициду і добрив)	Бутонізація	3,70	3,65	36,9	3,70
	Утворення зав'язі	2,42	2,38	2,40	2,45
N P K	Бутонізація	5,90	5,98	5,88	5,80
	Утворення зав'язі	3,98	4,30	4,06	4,10
0,3 кг/га ріпкорда	Бутонізація	4,53	4,59	4,53	4,50
	Утворення зав'язі	2,99	3,02	3,08	3,05
0,3 кг/га ріпкорда + NPK	Бутонізація	4,30	4,38	4,35	4,60
	Утворення зав'язі	4,01	3,87	3,87	3,80

Варіант 15. Провести дисперсійний аналіз даних про ефективність бактеріальних препаратів проти непарного шовкопряда. Перед обробкою вихідні дані потрібно перетворити через «кут-арксинус $\sqrt{\%}$ ».

Варіант досліджу, А	Концентрація робочої рідини, %, В	Загибель гусениць другого віку на 10-й день обліку по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Лепідоцид	0	6,0	16,0	10,5	11,3
	0,03	41,0	42,5	39,3	38,4
	0,3	65,0	68,3	69,4	70,8
	3,0	68,8	72,5	65,5	69,7
Бітоксисабацилін	0	5,8	6,0	10,8	16,0
	0,03	36,6	39,8	36,5	37,4

	0,3	59,3	60,8	66,7	69,4
	3,0	80,7	86,7	88,3	86,3
Дендробацилін	0	13,5	9,8	6,0	12,6
	0,03	45,3	44,8	47,6	50,7
	0,3	65,3	66,8	63,7	69,4
	3,0	84,7	79,4	89,7	88,8

Варіант 16. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив гіпсування ґрунту і різних доз мінеральних добрив на ураженість люцерни жовтою плямитістю.

Доза гіпсу, т/га, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість люцерни по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	39	35	31	33
	N ₂₀ P ₄₀ K ₃₅	30	28	32	32
	N ₂₀ P ₈₀ K ₇₀	29	23	21	21
2,0	Не вносили	44	47	41	44
	N ₂₀ P ₄₀ K ₃₅	35	30	28	30
	N ₃₀ P ₈₀ K ₇₀	20	5	22	26
5,0	Не вносили	53	62	68	63
	N ₂₀ P ₄₀ K ₃₅	37	45	33	31
	N ₂₀ P ₈₀ K ₇₀	27	24	25	24

Варіант 17. Провести дисперсійний аналіз даних про дію сапропелю і різних доз 0,3%-го розчину оксаміду на ураженість кукурудзи іржею.

Доза сапропелю, т/га, А	Доза 0,3%- ної оксаміду, л/м ² , В	Ураженість кукурудзи по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	30	22	29	19
	0,5	26	24	20	22
	1,5	17	13	27	18
	2,5	5	10	12	10
15,0	Не вносили	25	21	17	12
	0,5	10	10	17	21
	1,5	5	3	4	7
	2,5	4	5	4	3
30,0	Не вносили	12	14	10	9
	0,5	10	5	7	3
	1,5	6	3	3	5
	2,5	2	3	3	4

Варіант 18. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різної концентрації акробату МЦ на ураженість листя та зелених плодів томатів фітофторозом.

Органи рослини, А	Обробка акробатом МЦ, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Листки	Не оброблені	75	72	67	64
	0,001%-м	69	69	63	61
	0,005%-м	41	38	41	42
	0,01%-м	19	23	25	23
Зелені плоди	Не оброблені	79	79	66	69
	0,001%-м	63	59	67	63
	0,005%-м	35	38	29	28
	0,01%-м	15	11	9	14

Варіант 19. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив органічних і мінеральних добрив на стійкість озимої пшениці до септоріозу.

Доза органічних добрив, т/га, А	Доза мінеральних добрив, В	Розвиток хвороби по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не вносили	Не вносили	50	42	54	48
	N ₂₀ P ₃₅ K ₃₅	43	40	46	40
	N ₄₀ P ₇₀ K ₃₅	41	45	42	31
15	Не вносили	64	61	69	70
	N ₂₀ P ₃₅ K ₃₅	42	38	41	45
	N ₄₀ P ₇₀ K ₃₅	22	19	18	26
30	Не вносили	75	72	69	62
	N ₂₀ P ₃₅ K ₃₅	44	54	56	55
	N ₄₀ P ₇₀ K ₃₅	31	31	28	29

Варіант 20. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних способів обробітку ґрунту і доз мінеральних добрив на стійкість люпину до фузаріозного в'янення.

Обробіток ґрунту, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Не обробляли	Не вносили	26	22	29	21
	P ₃₀ K ₃₀	25	20	17	19
	P ₆₀ K ₆₀	26	19	15	15

Лущення, зяблева оранка	Не вносили	23	19	14	17
	P ₃₀ K ₃₀	14	12	10	12
	P ₆₀ K ₆₀	9	7	11	11
Весняна оранка	Не вносили	21	27	26	19
	P ₃₀ K ₃₀	11	15	14	18
	P ₆₀ K ₆₀	9	7	5	15

Варіант 21. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних строків сівби та фосфорно-калійних добрив на пошкодженість листя озимої пшениці у фазу куціння личинками хлібної жужелиці.

Строки сівби, А	Доза мінеральних добрив, В	Пошкодженість листя по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Ранні	Не вносили	40	35	38	41
	P ₄₅ K ₃₀	33	30	28	35
	P ₉₀ K ₆₀	27	21	25	19
Оптимальні	Не вносили	34	38	36	33
	P ₄₅ K ₃₀	21	20	17	20
	P ₉₀ K ₆₀	14	11	11	13
Пізні	Не вносили	63	52	61	49
	P ₄₅ K ₃₀	48	44	46	39
	P ₉₀ K ₆₀	23	27	21	23

Варіант 22. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив зрошення і різних доз мінеральних добрив на ураженість кукурудзи фузаріозом.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Ураженість рослин по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Без зрошення	Не вносили	36	32	33	38
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	34	40	45	46
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	50	48	47	54
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	44	58	55	49
Помірний полив	Не вносили	27	27	29	29
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	28	28	30	30
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	47	42	39	35
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	47	51	53	52

Варіант 23. Провести дисперсійний аналіз даних про ефективність інсектицидів проти хмельової попелиці на хмелі.

Досліджуваний препарат, А	Норма витрати препарату, л/га, В	Загибель попелиці на 3-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
БІ -58 новий, 40% к.е.	Не вносили	61	57	52	55
	0,7	38	40	34	31
	1,0	47	45	50	54
Мітак, 20% к.е.	Не вносили	49	42	39	41
	2,0	28	23	21	27
	3,0	32	26	38	33
Дурсбан, 40% к.е.	Не вносили	44	47	52	56
	1,0	26	19	22	24
	1,5	30	28	26	29

Варіант 24. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив різних норм зрошення і доз мінеральних добрив на стійкість капусти до альтернаріозу.

Зрошення, А	Доза мінеральних добрив, В	Розвиток хвороби по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Без поливу	Не вносили	15	19	22	27
	P ₃₀ K ₃₀	17	14	20	15
	P ₆₀ K ₆₀	16	24	23	27
Помірний полив (50% від ПВ)	Не вносили	23	18	19	15
	P ₃₀ K ₃₀	12	14	17	15
	P ₆₀ K ₆₀	21	18	22	24
Сильний полив (70% від ПВ)	Не вносили	14	22	11	13
	P ₃₀ K ₃₀	9	12	7	14
	P ₆₀ K ₆₀	25	28	19	26

Варіант 25. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив вологості повітря на виплодження личинок *Sitobion avenae* F. в різних умовах мешкання.

Місце проведення досліду, А	Вологість повітря, %, В	Кількість личинок на одну самицю на 10-й день обліків по повтореннях, екз.			
		I	II	III	IV
Контроль (пшеничне поле)	50%	2,9	3,1	3,7	2,1
	80%	6,0	8,9	9,5	7,7

У лабораторії	50%	5,5	3,9	4,7	4,5
	80%	15,0	11,6	17,3	18,5

Варіант 26. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив концентрації Карате, 5% к.е. і строків обробки на життєдіяльність звичайної хлібної п'явиці.

Строки обробки, А	Концентрація препарату, %, В	Загибель жуків на 7-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
3 3 день до підсадки жуків	0	0,4	0,7	1,2	0,3
	0,02	4,7	5,9	3,2	7,0
	0,04	9,7	8,3	7,1	10,1
	0,05	98,7	97,5	99,0	96,2
3 7 днів до підсадки жуків	0	0,3	0,4	0,7	0,9
	0,02	0,8	4,1	2,4	4,0
	0,04	19,8	11,4	13,8	6,9
	0,05	43,7	36,6	30,7	30,2

Варіант 27. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив весняної посухи, на заселеність озимої пшениці личинками різних видів мух.

Варіант досліду, А	Вид комах, %, В	Заселеність озимої пшениці личинками різних видів мух по повтореннях, мг %			
		I	II	III	IV
Контроль (оптимальні умови)	Опоміза пшенична	48,0	43,2	53,7	46,5
	Пшенична муха	45,1	38,6	37,4	39,9
	Шведські мухи	42,0	31,5	36,7	35,3
Весняна посуха	Опоміза пшенична	70,9	67,6	69,6	67,8
	Пшенична муха	49,5	53,7	48,6	47,2
	Шведські мухи	65,6	58,7	57,5	65,4

Варіант 28. Провести дисперсійний аналіз даних про ефективність біопрепаратів проти бавовникової совки на кукурудзі.

Досліджуваний препарат, А	Норма витрати препарату, кг/га, В	Загибель гусениць на 10-й день після обробки по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Дендробацилін, титр не менше 60 млрд. спор/г (2000 ОА/г)	1,0	65,6	62,8	70,7	70,7
	1,5	69,9	68,5	70,5	75,9
	2,0	89,1	94,8	96,5	98,0
Лепідоцид, титр не менше 100 млрд. спор/г	1,0	52,8	57,3	59,9	55,6
	1,5	65,3	68,6	74,3	64,9
	2,0	71,1	72,6	76,2	76,4

(3000 ОА/г)					
Бітоксубацилін, титр не менше 60 млрд. спор/г (2000 ОА/г)	1,0	78,8	76,1	73,8	77,3
	1,5	83,6	84,8	83,0	85,5
	2,0	97,4	98,7	95,9	98,7

Варіант 29. Провести дисперсійний аналіз даних про вплив мінеральних добрив і Актари 25 WG, в.г. на надходження калію в різні фази розвитку рослин гороху.

Варіант досліду, А	Час обробки, В	Вміст калію в розрахунку на абсолютно суху речовину по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Контроль (без інсектициду і добрив)	Бутонізація	3,65	3,57	3,63	3,72
	Утворення бобів	2,37	2,31	2,42	2,49
P ₄₅ K ₃₀	Бутонізація	5,85	5,92	5,90	5,74
	Утворення бобів	3,91	4,25	4,00	4,03
0,1 кг/га актари 25 WG, в.г.	Бутонізація	4,47	4,60	4,49	4,55
	Утворення бобів	2,88	3,07	3,11	3,03
0,3 кг/га актари 25 WG, в.г. + P ₄₅ K ₃₀	Бутонізація	4,27	4,35	4,31	4,62
	Утворення бобів	3,98	3,83	3,83	3,77

Варіант 30. Провести дисперсійний аналіз даних про біологічну ефективність ентомофагів проти клопа шкідливої черепашки.

Варіант досліду, А	Чисельність імаго мух на 1 м ² , В	Зараженість клопів личинками мух по повтореннях, %			
		I	II	III	IV
Фазія строката	0	6,3	16,7	10,3	11,6
	10,0	41,8	42,7	39,1	38,6
	20,0	65,1	68,5	69,8	70,9
	30,0	68,4	72,7	65,9	69,4
Фазія сіра	0	5,6	6,4	10,7	16,2
	10,0	36,8	39,5	36,4	37,0
	20,0	59,5	61,0	66,4	69,1
	30,0	80,8	86,3	88,5	86,6
Фазія золотиста	0	13,7	10,0	6,7	12,4
	10,0	45,0	44,9	47,4	51,0
	20,0	65,4	66,3	63,9	69,2
	30,0	84,3	79,6	89,8	88,2

Контрольні запитання і завдання

1. Які ознаки називаються результативними?
2. Що називається градацією фактора?
3. Розкажіть про організовані фактори, дія яких вивчається в експерименті.
4. Що таке випадкові фактори? Назвіть їх.
5. Що таке дисперсійний аналіз?
6. Який комплекс називається однофакторним?
7. Дайте визначення багатофакторного комплексу.
8. Що називається F-критерієм? Напишіть формулу, за якою він визначається?
9. На які компоненти поділяється загальна сума квадратів відхилень однофакторного дослідження? Запишіть їх.
10. Назвіть компоненти загального числа ступенів свободи однофакторного дослідження. Напишіть їх.
11. Чим відрізняється математична модель багатофакторного дослідження від однофакторного? Напишіть її формулу.
12. Як обчислити число ступенів свободи для варіантів у двофакторному дослідженні, що воно показує?
13. D-критерій Тьюкі. Його обчислення.

Тестові завдання

1	Обчислення загального числа спостережень двофакторного дослідження за формулою:
1	$N = l_A \cdot l_B \cdot n$
2	$\Sigma p = \Sigma v = \Sigma x$
3	$N = l \cdot n$
4	$l_A - 1$
5	$(l_A - 1) \cdot (l_B - 1)$

2	Обчислення загального числа спостережень однофакторного дослідження проводять за формулою:
1	$l_A - 1$
2	$\Sigma p = \Sigma v = \Sigma x$
3	$N = l \cdot n$
4	$N = l_A \cdot l_B \cdot n$
5	$(l_A - 1) \cdot (l_B - 1)$

3	Закон розподілення середніх квадратів (закон Фішера) це:
1	$N = l_A \cdot l_B \cdot n$
2	$\Sigma p = \Sigma v = \Sigma x$
3	$N = l \cdot n$

4	$S_1^2 : S_2^2$
5	$(l_A - 1) \cdot (l_B - 1)$

(ДСТУ 4694:2006; ДСТУ 4525:2006; CODEX STAN 229 – 2003; IСАС/GL 21-1997)

4.5. Тема: Використання методу хі-квадрат при обчисленні токсикологічних завдань у захисті рослин

Методичні вказівки. Критерій хі-квадрат (χ^2) використовують, коли необхідно встановити відповідність двох порівнюваних рядів розподілу - емпіричного і теоретичного або двох емпіричних. Цей показник використовується при вивченні якісних ознак для оцінки відповідності емпіричних даних теоретичній передумові, нульовій гіпотезі (H_0). Гіпотеза відкидається, якщо $\chi_{\text{факт.}}^2 > \chi_{\text{теор.}}^2$.

Коли фактичні і теоретичні очікувані частоти збігаються, $\chi^2 = 0$. Граничні значення χ^2 , при яких H_0 приймається, наведені в таблицях додатків.

Величина хі-квадрат залежить від числа ступенів свободи. У найбільш типових випадках число ступенів свободи визначається за формулою $(c-1)(K-1)$, де C – число строчок і K – число колонок таблиці, що аналізується.

ЗАВДАННЯ № 19.

Визначіть токсичну дію препарату за критерієм хі-квадрат згідно варіанту

В одержаному варіанті завдання необхідно виконати обробку експериментальних даних із визначення токсичної дії препаратів за критерієм хі-квадрат тотожно наведеного прикладу.

Приклад. Із 50 жуків бурякового довгоносика 30 шт. було оброблено 60% к.е. базудином (дослідні комахи), а 20 не обробляли (контроль). У дослідній групі загинуло 28 довгоносиків, у контрольній – 4.

Чи доводять результати досліду токсичну дію базудину і чи загибель жуків залежить від випадкових причин?

Обчислення. Обробку результатів досліду і розрахунки з визначення ефективності інсектициду проводять у такій послідовності (табл. 19 і 20).

19. Токсичність 60% к.е. базудину й обчислення очікуваної кількості комах по групах

Група комах	Кількість комах				Σ	%
	загинуло		здорових			
	<i>f</i>	<i>F</i>	<i>f</i>	<i>F</i>		
Дослідна	28	19,2 (F_1)	2	10,8 (F_2)	30	60
Контрольна	4	12,8 (F_3)	16	7,2 (F_4)	20	40
Σ	32	32	18	18	50	100
%	64	-	36	-	-	100

Примітка. f і F – (фактично) спостерігається очікувана кількість комах.

Кількість комах за групами розподілилася наступним чином:

$$\text{загинуло в дослідній групі} - F_1 = \frac{60 \cdot 32}{100} = 19,2 ;$$

$$\text{здорові в дослідній групі} - F_2 = \frac{60 \cdot 18}{100} = 10,8 ;$$

$$\text{загинуло в контрольній групі} - F_3 = \frac{40 \cdot 32}{100} = 12,8 ;$$

$$\text{здорові в контрольній групі} - F_4 = \frac{40 \cdot 18}{100} = 7,2$$

20. Відміни між фактичною і очікуваною кількостями комах у групах

$$(f - F)$$

Група комах	Кількість комах		Σ
	загинуло	здорових	
Дослідна	8,8	- 8,8	0
Контрольна	- 8,8	8,8	0
Σ	0	0	0

$$\chi^2 = \sum \frac{(f-F)^2}{F} = \frac{(8,8)^2}{19,2} + \frac{(-8,8)^2}{10,8} + \frac{(-8,8)^2}{12,8} + \frac{(8,8)^2}{7,2} = 28,0 ,$$

$$\text{при } \nu = (C-1)(K-1) = (2-1)(2-1) = 1 .$$

Теоретичне значення $\chi_{05}^2 = 3,84$

Висновок. Спостерігається істотне збільшення загибелі звичайного бурякового довгоносика при обробці жуків базудином ($\chi_{\text{факт.}}^2 > \chi_{05}^2$) і нульова гіпотеза про незалежність загибелі шкідника від базудину відкидається.

Варіант 1. На 170 полях визначена врожайність озимої пшениці і пошкодженість зерна клопом-черепашкою. За врожайністю поля розподілені на дві групи і за пошкодженістю – на чотири (табл.21). Чи залежить урожайність від ступеня пошкодженості зерна клопом-черепашкою?

21. Урожайність озимої пшениці залежно від пошкодженості клопом-черепашкою

Урожайність за групами, ц/га	Пошкодження зерна за групами, %			
	до 0,5	0,6–1,0	1,0–1,5	1,6–2,0
55	31	18	10	11
23	45	25	16	14

Варіант 2. На 210 полях визначена врожайність цукрових буряків і ураженість рослин церкоспорозом. Поля розподілені за урожайністю на три групи і за пошкодженістю - на чотири (табл. 22). Чи залежить урожай від ураженості рослин церкоспорозом?

22. Урожайність цукрових буряків залежно від ураженості рослин церкоспорозом

Урожайність за групами, ц/га	Ураженість рослин за групами, %			
	до 5	6–10	11–15	більше 15
350	15	8	6	5
140	79	31	15	15
250	9	8	5	3

Варіант 3. На 260 рослинах огірків у теплиці проведений облік урожаю і ураженості рослин кореневими гнилями. Рослини за урожайністю розподілені на дві групи і за ураженістю – на чотири (табл.23). Чи залежить урожайність огірків від ураженості кореневими гнилями?

23. Урожай огірка залежно від ступеня ураженості рослин кореневими гнилями

Урожай із однієї рослини за групами, кг	Урожайність рослин за групами, %			
	до 5	6–10	11–15	більше 15
15,0	20	32	58	20
25,0	56	37	25	13

Варіант 4. У лабораторних умовах із 50 мух 35 (дослідні комахи) були оброблені препаратом, решта 15 не оброблялися (контроль). У дослідній групі загинуло 25 мух, у контрольній - 3, здорових залишилось 12. Чи спостерігається токсична дія препарату, чи загибель мух залежить від випадкових причин?

Варіант 5. У лабораторних умовах з 50 кімнатних мух 37 (дослідні) були оброблені базудином. У дослідній групі загинуло 3 мухи. Чи спостерігається токсична дія базудину, чи загибель мух залежить від випадкових причин?

Варіант 6. У лабораторних умовах було проаналізовано 260 зразків зерна озимої пшениці, пошкоджених клопом-черепашкою, і визначена маса 1000 зерен. Зразки поділені на дві групи за пошкодженістю шкідником і на чотири - за ступенем зменшення маси зерна (табл.24). Чи залежить маса 1000 зерен від пошкодженості клопом-черепашкою ,чи це викликано іншими факторами?

24. Зменшення маси зерен залежно від пошкодженості клопом-черепашкою

Пошкодження зерен шкідником	Зменшення маси 1000 зерен, %			
	0,2–1,0	1,1–2,0	2,1–3,5	3,6–6,0
Непошкоджені	16	12	1	1
Пошкоджені	83	45	44	18

Варіант 7. У лабораторних умовах із 50 мух 40 було оброблено 0,015 %-м БІ-58 новим, решта 10 не оброблялися (контроль). У дослідній групі загинуло 36 мух, а в контрольній – одна. Чи спостерігається токсична дія БІ-58, чи загибель мух залежить від випадкових причин?

Варіант 8. У лабораторних умовах із 50 жуків бурякового довгоносика 38 оброблені 0,015 %-м БІ-58 новим, решта 12 не оброблялося. У дослідній групі загинуло 35 жуків, у контрольній – 2. Необхідно встановити, чи є загибель жуків наслідком токсичної дії БІ-58 чи випадкових причин?

Варіант 9. У лабораторних умовах із 50 жуків бульбочкового довгоносика 30 оброблені 0,5 %-м актелліком, решта 20 – контрольні. У

дослідній групі загинуло 28, у контрольній – 5. Чи спостерігається токсична дія актелліка, чи загибель жуків залежить від випадкових причин?

Варіант 10. Обстежено 119 полів озимої пшениці на ураженість кореневими гнилями (табл.25). Чи істотна різниця по ураженості озимої пшениці, яка розміщувалася після різних попередників, чи ні?

25. Ураженість озимої пшениці кореневими гнилями залежно від попередників

Попередник	Ураженість, %		
	слабка	середня	сильна
Чистий пар	45	10	5
Ярі зернові	12	32	15

Варіант 11. Обстежено 105 полів картоплі на ураженість фітофторозом. Картопля посаджена бульбами, які були прогріті і перебрані перед посадкою, так і без передпосадкової підготовки (табл.26). Чи існує залежність між ураженістю картоплі фітофторозом і різною підготовкою бульб до садіння?

26. Ураженість картоплі фітофторозом залежно від способу підготовки бульб до садіння

Вид бульб	Ураженість рослин, %		
	слабка	середня	сильна
Перебрані	35	15	5
Не перебрані	20	12	18

Варіант 12. У лабораторних умовах на жуках звичайного бурякового довгоносика досліджувалась токсичність 0,5 %-го волатона. Із 50 жуків було оброблено 38 (дослідні комахи) і 12 не оброблювалось (контрольні). У дослідній групі загинуло 37 осіб, у контрольній – одна. Чи викликана загибель звичайного бурякового довгоносика токсичністю волатона чи випадковими причинами?

Варіант 13. У лабораторних умовах із 50 гусениць білана жилкуватого 35 були оброблені бітоксисаціліном, решта 15 не оброблялися і були контрольними. У дослідній групі загинуло 28, у контрольній – 4. Чим пояснюється загибель гусениць дією біопрепарату чи викликана випадковими причинами?

Варіант 14. Обстежено 113 полів гороху, посіяного після різних попередників, на ураженість рослин аскохітозом (табл.27). Чи впливають попередники на ураженість гороху аскохітозом?

27. Ураженість гороху аскохітозом залежно від попередника

Попередник	Ураженість рослин, %		
	слабка	середня	сильна
Картопля	30	19	11
Горох	9	21	24

Варіант 15. Обстежено 100 полів люцерни, яка розміщувалася після різних попередників (табл.28). Чи впливають попередники на ураженість рослин іржею?

28. Вплив попередників на ураженість люцерни іржею

Попередник	Ураженість рослин, %		
	слабка	середня	сильна
Підсівання під ярі	30	15	15
Цукрові буряки	5	33	11

Варіант 16. На 150 полях визначена врожайність ярого ячменю і пошкодженість рослин п'явицями. За врожайністю поля поділені на дві групи і за пошкодженістю – на чотири (табл.1). Чи залежить врожайність від ступеня пошкодженості рослин ячменю п'явицями?

1. Урожайність ярого ячменю залежно від пошкодженості п'явицями				
Урожайність за групами, ц/га	Пошкодженість рослин ячменю за групами, %			
	до 0,5	0,6-1,0	1,1-1,5	1,6-2,0
47	27	16	11	7
21	38	25	16	10

Варіант 17. На 190 полях визначена врожайність кукурудзи і ураженість рослин пухирчастою сажкою. Поля розподілені за врожайністю на три групи і за ураженістю – на чотири (табл.2). Чи залежить врожайність від ураженості рослин кукурудзи пухирчастою сажкою?

2. Врожайність кукурудзи залежно від ураженості рослин пухирчастою сажкою				
Урожайність за групами, ц/га	Ураженість рослин за групами, %			
	до 0,5	6-10	11-15	більше 15
300	13	10	5	7
150	76	29	18	19
320	11	6	4	2

Варіант 18. На 250 рослинах перцю у теплиці проведений облік врожаю і заселеність рослин тепличною білокрилкою. Рослини за врожайністю розподілені на дві групи і за заселеністю – на чотири (табл.3). Чи залежить врожайність перцю від ступеня заселеності рослин тепличною білокрилкою?

3. Врожайність перцю залежно від заселеності рослин тепличною білокрилкою	
	Заселеність рослин за групами, %

Урожай з однієї рослини за групами, кг	до 0,5	6-10	11-15	більше 15
18	23	35	55	19
30	58	39	24	17

Варіант 19. У лабораторних умовах із 100 злакових попелиць 70 (дослідні комахи) утримувались при вологості 80%, решта 30 за різних умов (контроль). У дослідній групі загинуло 16 попелиць, у контрольній – 22, живих залишилось 62 особини. Чи спостерігається негативний вплив вологості повітря, чи загибель попелиць залежить від випадкових причин?

Варіант 20. В польових умовах відібрано 20 зразків насіння гороху, пошкоджених гороховим зерноїдом, і визначена маса 500 насінин. Зразки поділені на дві групи за пошкодженістю і на чотири – за ступенем зменшення маси насіння (табл.4). Чи залежить маса 500 насінин від пошкодженості гороховим зерноїдом, чи це викликано іншими факторами?

4. Зменшення маси 500 зерен залежно від пошкодженості гороховим зерноїдом				
Пошкодженість зерен шкідником	Зменшення маси 500 насінин, %			
	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0
Непошкоджені	19	14	3	4
Пошкоджені	81	47	41	15

Варіант 21. В польових умовах оглянуто 50 рослин капусти (насітники) на заселеність капустиною попелицею в залежності від умов освітлення (табл.5). Чи існує залежність між заселеністю капусти попелицями та різними умовами освітлення рослин?

5. Заселеність капусти капустиною попелицею залежно від умов освітлення			
Умови освітлення	Заселення рослин, %		
	Слабке	Середнє	Сильне
Сонячне освітлення	7	17	31
Тінь	14	35	48

Варіант 22. В саду обстежено 80 дерев яблунь на заселеність однорічних пагонів яблуневою комоподібною щитівкою (табл.6). Чи спостерігається істотна різниця за заселеністю однорічних пагонів різних сортів яблунь комоподібною щитівкою?

6. Заселеність різних сортів яблунь комоподібною щитівкою			
Сорт	Заселеність пагонів, %		
	Слабка	Середня	Сильна
Флоріна	23	35	58

Джонатан	9	17	26
----------	---	----	----

Варіант 23. У лабораторних умовах із 60 гусениць шовкопряда недопарки 30 годували листям дуба звичайного, решту 30 – листям дуба паркового. Середня маса гусениць першої вибірки становила 220 мг, а другої – 270 мг. Чи істотна різниця між середніми масами вибірок, в залежності від виду корму?

Варіант 24. У лабораторних умовах із 80 гусениць озимої совки 50 були оброблені Вірином-ОС, решта 30 не оброблялися і були контрольними. У дослідній групі загинуло 36, у контрольній – 7. Чим пояснюється загибель гусениць дією вірусного препарату чи викликана випадковими причинами?

Варіант 25. У польових умовах на посівах цукрових буряків вивчали ефективність трихограми виду *T. semblidis* проти яєць бурякової мінуючої мухи. Із 100 яєць бурякової мухи (випускали трихограму) виплодилося 40 личинок, з тієї ж кількості яєць на контролі - 87. Чи викликана загибель личинок бурякової мухи ураженістю трихограмою чи випадковими причинами?

Варіант 26. У лабораторних умовах на личинках хлібної жужелиці досліджувалась токсичність 0,5%-го базудину. Із 45 личинок було оброблено інсектицидом 34 (дослідні комахи) і 11 не оброблювалось (контрольні). У дослідній групі загинуло 32 особини, у контрольній – дві. Чи викликана загибель личинок хлібної жужелиці токсичністю базудину чи випадковими причинами?

Варіант 27. У лабораторних умовах на личинках гронової листокрутки досліджувалась дія інгібітору синтезу хітину Інсегару, 25% з.п. Із 55 личинок було оброблено 40 (дослідні комахи) і 15 не оброблювалось (контрольні). У дослідній групі загинуло 34 особини, у контрольній – 4. Чи викликана загибель личинок гронової листокрутки дією Інсегару чи випадковими причинами?

Варіант 28. У польових умовах на посівах насінневої люцерни вивчали ефективність метарізіну (30 кг/га) проти імаго люцернового довгоносика. Із 550 імаго фітофага було оброблено 400 (дослідні комахи) і 150 не оброблювалось (контрольні). У дослідній групі уражено грибним препаратом метарізіну 304 особини, у контрольній – 28. Чи викликана ураженість люцернового довгоносика дією метарізіну чи випадковими причинами?

Варіант 29. Обстежено 95 полів кукурудзи, посіяної за різних типів обробітку ґрунту, на пошкодженість рослин гусеницями стеблового метелика (табл.7). Чи впливає обробіток ґрунту на пошкодженість рослин кукурудзи гусеницями стеблового метелика?

7. Пошкодженість кукурудзи стебловим метеликом залежно від обробітку ґрунту			
Обробіток ґрунту	Пошкодженість рослин, %		
	Слабка	Середня	Сильна
Передпосівний	15	19	31
Зяблевий	9	13	22

Варіант 30. На 130 рослинах томатів у теплиці проведений облік урожаю і заселеність рослин тютюновим трипсом. Рослини за урожайністю розподілені на дві групи і за заселеністю – на три (табл.8). Чи залежить урожайність томатів від заселеності тютюновим трипсом?

8. Врожайність томатів залежно від заселеності рослин тютюновим трипсом			
Урожай з однієї рослини за групами, кг	Заселеність рослин за групами, %		
	до 10	11-20	більше 21
27	29	18	16
45	9	36	13

Контрольні запитання і завдання

1. В яких експериментальних дослідженнях використовують критерій хі-квадрат (χ^2)?
2. При яких значеннях χ^2 нульова гіпотеза (H_0) відкидається?
3. Від чого залежить величина критерія хі-квадрат (χ^2)?
4. При яких значеннях χ^2 нульова гіпотеза (H_0) приймається?
5. Як можна встановити відповідність двох порівнювальних емпіричних рядів розподілу?

Тестові завдання

1	Сума квадратів відхилень емпіричних частот (f) від теоретичних (F), віднесена до теоретичних частот являє собою:
1	D – критерій Тьюкі.
2	F – критерій.
3	t -критерій
4	НІР ₀₅

5	χ^2 – критерій.
---	----------------------

2	В якому інтервалі нормального розподілу знаходяться практично всі значення (99,73%) вивчаємої ознаки?
1	$\mu = \pm 2 \delta$
2	$\mu = \pm 5 \delta$
3	$\mu = \pm \delta$
4	$\mu = \pm 3 \delta$
5	$\mu = \pm 4 \delta$

3	Назвіть капкову оцінку генеральної середньої (μ).
1	S^2
2	δ
3	x
4	δ^2
5	V

(ДСТУ ISO 2002:2006; ДСТУ 4966:2008; CODEX STAN 201– 1995)

4.6. Тема: Кореляція і регресія

Мета заняття. Вивчення основ кореляційного і регресійного аналізів експериментальних даних і використання їх при вирішенні завдань в області захисту рослин.

Будь-яке дослідження можна з методологічної точки зору звести до вирішення трьох основних завдань:

- виявленню кількісних і якісних відмін між явищами, що вивчаються;
- визначенню причинно-слідчих зв'язків, які викликають ці відміни;
- наведеному використанню цих зв'язків.

Методичні вказівки. Кореляційно - регресійний аналіз використовують для вивчення зв'язків і залежності між явищами, що спостерігаються. Причинно-слідчі зв'язки при математичному аналізі можуть виражатися в двох формах: функціональної і кореляційної. При функціональній залежності кожному значенню незалежної мінливої x (аргумент) відповідає лише одне значення залежної змінної y (функції); при кореляційній – одному значенню аргументу відповідає кілька значень функцій.

Для більшості явищ природи, які служать об'єктами наукових досліджень і, зокрема в області захисту рослин, найбільш характерні кореляційні зв'язки.

Форми їх дуже різноманітні. Вони можуть бути прямими і зворотними, сильними і слабкими, лінійними і криволінійними, простими і множинними.

4.6. 1. Проста лінійна кореляція

Методичні вказівки. Це найбільш проста форма кореляції. Основний її показник – коефіцієнт кореляції (r), який визначає форму і тісноту зв'язку. Коефіцієнт кореляції – безрозмірна величина, яка змінюється в межах: $-1 < r < +1$. При $r = 0$ лінійний зв'язок відсутній, при $r = \pm 1$ кореляційний зв'язок перетворюється у функціональний. Модуль визначає тісноту зв'язку: $r < 0,3$ – зв'язок слабкий; $r = 0,3-0,7$ – зв'язок середній; $r > 0,7$ – зв'язок сильний. При позитивному значенні r – зв'язок прямий, при негативному – зворотний.

Коефіцієнт кореляції визначається за формулою

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x - \bar{x})^2) \sum (y - \bar{y})^2}} \quad \text{або} \quad r = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y) : n}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2 : n][\sum y^2 - (\sum y)^2 : n]}}$$

Для оцінки істотності коефіцієнта кореляції обчислюють його похибку (Sr) і критерій істотності (t_r) за формулами

$$Sr = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad \text{і} \quad t_r = \frac{r}{Sr},$$

де r - коефіцієнт кореляції; n - число парних значень показників, за якими обчислений r .

Якщо $t_r \geq t_{\text{теор}}$, то кореляційний зв'язок істотний. Теоретичне значення критерія Стюдента беруть з таблиць при рівнях вірогідності 95 і 99% і числі ступенів свободи $\nu = n - 2$.

Важливим показником кореляційного зв'язку є також коефіцієнт детермінації (d_{yx}), який показує частку (%) змін функції, яка залежить від впливаючого фактора (аргументу). Коефіцієнт детермінації визначається за формулою $d_{yx} = r^2$.

Третім основним показником кореляційного зв'язку є коефіцієнт регресії (b_{yx}), який показує, у якому напрямку і на яку величину в середньому змінюється функція (y) при зміні аргументу (x) на одиницю виміру. Коефіцієнт регресії вимірюється в тих же одиницях, що і функція і має той

же знак, що і його коефіцієнт кореляції. Обчислюється коефіцієнт регресії за

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

$$b_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad \text{або}$$

$$b_{yx} = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) : n}{\sum x^2 - (\sum x)^2 : n}.$$

Для визначення істотності коефіцієнта регресії обчислюють його похибку (Sb) і критерій істотності (t_b) за формулами:

$$Sb_{yx} = s_r \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}} \quad \text{або} \quad Sb_{yx} = s_r \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 : n}{\sum y^2 - (\sum y)^2 : n}}; \quad t_b = \frac{b}{Sb}.$$

При цьому слід пам'ятати, що $t_b = t_r$ і $b_{xy} \cdot b_{yx} = r^2$. Це може служити для перевірки правильності розрахунків.

Після установлення істотності коефіцієнта регресії складають рівняння регресії, тобто математичну формулу для даного кореляційного зв'язку.

У простій лінійній кореляції рівняння має вигляд: $y = \bar{y} + b_{yx}(x - \bar{x})$.

За допомогою рівняння регресії кореляційний зв'язок зображується графічно в системі координат у вигляді лінії регресії.

Для побудови теоретичної лінії регресії у формулу рівняння підставляють значення \bar{y} , \bar{x} , b_{yx} . Після цього беруть два екстремальних значення x (x_{\min} і x_{\max}) і обчислюють відповідні їм значення y . Будують систему координат у масштабі, відповідному змінним значень x і y . У цій системі знаходять дві екстремальні крапки ($x_{\min}; y_{\min}$) і ($x_{\max}; y_{\max}$), по яких і будують лінію регресії.

Для побудови лінії регресії в цій же системі координат наносять у вигляді крапок фактичне експериментальне значення x і y . Якщо розкид крапок проходить навкруг теоретичної лінії, розрахунок виконано вірно і збудований графік може бути використаним для наукової або практичної мети.

4.6.2. Множинні лінійні кореляції

Методичні вказівки. Множинною лінійною кореляцією називається така, коли на величину результативної ознаки одночасно впливає кілька факторіальних.

Проста форма множинної кореляції, наприклад, залежність між трьома ознаками, коли один із них (плодючість шкідника) розглядається як функція (Y), а інші – як аргументи (X і Z). Мірою тісноти лінійного зв'язку трьох ознак є часткові коефіцієнти кореляції, які визначаються: r_{xyz} , r_{xzy} , r_{yzx} і множинні: R_{xyz} , R_{xzy} , R_{yzx} .

Частковий коефіцієнт кореляції – це показник, який вимірює ступінь сполученості двох ознак при постійному значенні третього.

Часткові коефіцієнти розраховуються за формулами

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xy}^2)(1 - r_{yz}^2)}}; \quad r_{xz.y} = \frac{r_{xz} - r_{xy} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xy}^2)(1 - r_{yz}^2)}};$$

$$r_{yz.x} = \frac{r_{yz} - r_{xy} \cdot r_{xz}}{\sqrt{(1 - r_{xy}^2)(1 - r_{xz}^2)}},$$

де: $r_{xy.z}$, $r_{xz.y}$, $r_{yz.x}$ - парні коефіцієнти кореляції.

В індексах літери r перед крапкою вказують ознаки, між якими вивчається залежність, літера після крапки-ознака, вплив якої виключається. Похибку і критерій значимості часткової кореляції визначають за тими ж

формулами, що і для парної кореляції: $Sr_{xy.z} = \sqrt{\frac{1 - r_{xy.z}^2}{n - 2}}$; $t_r = \frac{r}{Sr}$.

Теоретичні значення t беруть із таблиць додатків для прийнятого рівня значимості і $n - 3$ ступенів свободи. Часткові коефіцієнти можуть приймати значення між -1 і $+1$. Часткові коефіцієнти детермінації знаходять шляхом

віднесення у квадрат часткових коефіцієнтів кореляції: $d_{xy.z} = r_{xy.z}^2$;

$$d_{xz.y} = r_{xz.y}^2; \quad d_{yz.x} = r_{yz.x}^2.$$

Множинний коефіцієнт кореляції трьох змінних - показник тісноти лінійного зв'язку між однією з ознак (літера індексу перед крапкою) і сукупністю двох інших ознак (літери індексу після крапки):

$$R_{x.yz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{xz} \cdot r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}}; \quad R_{y.xz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{yz} \cdot r_{xz}}{1 - r_{xz}^2}};$$

$$R_{z.xy} = \sqrt{\frac{r_{xz}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{xz} \cdot r_{yz}}{1 - r_{xy}^2}}.$$

Коефіцієнт R - завжди знаходиться в межах від 0 до 1. При наближенні R до одиниці ступінь лінійного зв'язку трьох ознак збільшується. Кожен з парних коефіцієнтів (r_{yx} і r_{yz}) не може перевищувати за абсолютною величиною $R_{y.xz}$.

Квадрат коефіцієнта множинної кореляції називається коефіцієнтом множинної детермінації. Він показує частку варіацій залежної змінної під впливом факторів, що вивчаються. Значимість множинної кореляції оцінюється F -критерієм за формулою

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \left(\frac{n - k}{k - 1} \right),$$

де n - об'єм вибірки; k - число ознак.

Теоретичне значення F -критерія беруть з таблиці для $\nu_1 = k - 1$ і $\nu_2 = n - k$ ступенів свободи і прийнятого рівня значимості. Нульова гіпотеза про рівність множинного коефіцієнта кореляції в сукупності нулю ($H_0 : R = 0$) приймається, якщо $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ і відкидається, якщо $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$.

Математичне рівняння для прямолінійної залежності між змінними називається множинним рівнянням площини регресії. Воно має вигляд: $Y = a + b_1 X + b_2 Z$, де Y - залежна змінна; X і Z - незалежні змінні; a - початок відрахунку; b_1 і b_2 - коефіцієнти часткової регресії. Коефіцієнт b_1 показує, на яку величину збільшується Y при кожному збільшенні на одну одиницю X при постійному значенні Z ; коефіцієнт b_2 показує, на яку величину збільшується Y при постійному значенні X . Інколи використовують визначення $b_1 = b_{yx.z}$ і $b_2 = b_{yz.x}$, які прийняті для часткових коефіцієнтів кореляції.

Параметри a ; b_1 і b_2 обчислюють методом найменших квадратів. Для визначення параметрів рівняння використовують співвідношення:

$$b_1 = \frac{\sum (Z - \bar{z})^2 \cdot \sum (X - \bar{x})(Y - \bar{y}) - \sum (X - \bar{x})(Z - \bar{z}) \cdot \sum (Y - \bar{y})(Z - \bar{z})}{\sum (X - \bar{x})^2 \cdot \sum (Z - \bar{z})^2 - [\sum (X - \bar{x})(Z - \bar{z})]^2};$$

$$b_2 = \frac{\sum (X - \bar{x})^2 \cdot \sum (Y - \bar{y})(Z - \bar{z}) - \sum (X - \bar{x})(Z - \bar{z}) \cdot \sum (X - \bar{x})(Y - \bar{y})}{\sum (X - \bar{x})^2 \cdot \sum (Z - \bar{z})^2 - [\sum (X - \bar{x})(Z - \bar{z})]^2};$$

$$a = \bar{y} - b_1 \bar{x} - b_2 \bar{z}.$$

Залежність ознак, що корелюються, зображують графічно у вигляді ліній і поверхні регресії.

4.6.3. Криволінійна кореляція

Методичні вказівки. При криволінійній кореляції основним показником тісноти зв'язку є кореляційне відношення - η . Значення кореляційного відношення знаходяться в межах $0 < \eta < 1$. При $\eta=1$ кореляційний зв'язок перетворюється у функціональний, при $\eta = 0$ зв'язок відсутній.

Кореляційне відношення обчислюється за формулами

$$\eta_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 - \sum (y - \bar{y}_x)^2}{\sum (y - \bar{y})^2}} \text{ - для малих вибірок;}$$

$$\eta_{yx} = \sqrt{\frac{\sum f(\bar{y}_x - \bar{y})^2}{\sum f(y - \bar{y})^2}} \text{ для великих вибірок,}$$

де $\sum (y - \bar{y})^2$ - сума квадратів відхилень варіант від їхньої середньої - \bar{y} ;

$\sum (y - \bar{y}_x)^2$ - сума квадратів відхилень варіант від часткових групових середніх \bar{y}_x .

Істотність кореляційного відношення визначають за допомогою його похибки (S_η) і критерія істотності (t_η), які знаходяться за формулами

$$S_\eta = \sqrt{\frac{1 - \eta^2}{n - 2}}; \quad t_\eta = \frac{\eta}{S_\eta}$$

4.6.4. Коваріація

Методичні вказівки. У дослідженнях із захисту рослин часто доводиться стикатися з неоднорідністю умов досліду і неможливістю контролювати це явище. Неоднорідні, наприклад, щільність популяції живих організмів на рослинах, густина рослинного покриття; на плодкових культурах різко відрізняються фізіологічні особливості та плодоношення одного дерева від іншого. Ця строкатість природних умов може призвести до викривлення результатів експерименту. Запобігти цьому можна шляхом використання коваріаційного аналізу, який дозволяє визначити істотність зв'язку між вихідним варіюванням фактора, що вивчається, і кінцевими результатами досліду. При необхідності вносять відповідні виправлення.

Коваріаційний аналіз є поєднанням дисперсійного, кореляційного і регресійного аналізів. Він застосовується під час вивчення варіювання двох

незалежних змінних, з яких одна може виявитися залежною від іншої. Наприклад, біологічна і господарська ефективність захисних заходів на сільськогосподарських культурах може залежати від варіації щільності популяції шкідників, густоти стояння рослин та інших умов досліду. Коваріаційний аналіз дозволяє відкоригувати одержані дані відповідно до тих, якими вони мають бути, якби умови досліду були однорідними.

Таким чином, коваріаційний аналіз у деяких випадках дозволяє математично вирівняти умови досліду, які не контролюються практично.

Суть коваріації – одночасний аналіз сум квадратів і сум добуток відхилень декількох змінних від їхніх середніх.

Аналіз включає три послідовних етапи:

1. Дисперсійний аналіз рядів x , y і xy .

2. Розкладання суми квадратів випадкового варіювання ряду $y - Cz_{(y)}$ (залишок I) на суму квадратів, пов'язаного з регресією y по x , які визначаються Cb , і суму квадратів випадкового варіювання з виключеною регресією - (залишок II), який дорівнює $Cz_{(y)} - Cb$.

3. Сума квадратів відхилень, пов'язаних з регресією y по x , визначається за формулою

$$Cb = \frac{[\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})]^2}{\sum(x - \bar{x})^2} \text{ або } Cb = \frac{C^2 z_{(xy)}}{Cz_{(x)}}.$$

Коефіцієнт регресії знаходять за формулою

$$b_{yx} = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \text{ або } b_{yx} = \frac{Cz_{(xy)}}{Cz_{(x)}},$$

а істотність відхилення від регресії - за критерієм Фішера.

У випадку виявлення істотності впливу регресії фактичні дані (ряд y) корегуються за формулою $y_1 = y + b_{yx}(\bar{x} - x)$.

ЗАВДАННЯ № 15

Проведіть кореляційний і регресивний аналізи експериментальних даних згідно свого варіанту

У запропонованому варіанті провести кореляційний і регресивний аналіз даних за такою схемою:

1. Скласти допоміжну таблицю (табл. 15) і обчислити середні арифметичні (\bar{x} і \bar{y}) по ряду x і y , суми $\sum x^2$, $\sum y^2$, $\sum xy$.

2. Обчислити суми квадратів відхилень по ряду x , y і суму їхніх здобутків.

3. Обчислити коефіцієнт кореляції, детермінації, регресії, рівняння регресії.

4. Обчислити похибку, критерій істотності, довірчі інтервали для коефіцієнта кореляції та регресії, відхилення від регресії.

5. Зробити висновок про тісноту зв'язку між x і y і побудувати теоретичну лінію регресії за рівнянням, визначити довірчу зону для теоретичної лінії регресії.

6. Провести дисперсійний аналіз регресії та зробити висновки.

Приклад. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних плодючості клопа-черепашки (табл. 18).

18. Розрахунок допоміжних величин для обчислення кореляції і регресії

Номер пари	Значення ознак		x^2	y^2	xy
	x (маси)	y (яець/самку)			
1					
.					
20					
Σ	Σx	Σy	Σx^2	Σy^2	Σxy
$\bar{x} = (\Sigma x) : n ;$					
$\bar{y} = (\Sigma y) : n ;$					
$\Sigma(x - \bar{x})^2 = \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 : n ;$					
$\Sigma(y - \bar{y})^2 = \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2 : n ;$					
$\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \Sigma xy - (\Sigma x \cdot \Sigma y) : n ;$					

n - число парних ознак.

Визначити коефіцієнти кореляції та регресії

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

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

Рівняння регресії $y = \bar{y}_1 + b_{yx}(x - \bar{x})$.

Обчислити похибку, критерії значимості, довірчі інтервали

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}; S_b = S_r \sqrt{\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{\sum(x-\bar{x})^2}}.$$

Похибка відхилення від регресії: $S_{xy} = S_r \sqrt{\sum(y-\bar{y})^2}$; $t_r = \frac{r}{S_r}$;

$$r \pm t_{05} \cdot S_r; b_{yx} \pm t_{05} \cdot S_b.$$

Розрахувати усереднені теоретичні значення y (плодючості) для екстремальних значень x (маси самиць). За рівнянням регресії будується теоретична лінія регресії y по x . За одержаними крапками (x_{\min} , x_{\max} , і y_{\min} , y_{\max}) будується графік і теоретична лінія регресії y по x . На графіку потрібно вказати рівняння регресії у сукупності.

Для обмеження довірчої зони вгору і донизу від теоретичної лінії регресії слід відкласти величину однієї або двох (68 і 95% зони) похибок відхилення від регресії, тобто $\pm S_{yx}$ або $\pm 2S_{yx}$, і знайдені крапки з'єднати пунктирними лініями. Область, яка знаходиться між цими лініями, називається *довірчою зоною регресії* (рис. 16).

Одержані фактичні дані плодючості нанести на графік. Якщо їхні значення вкладаються всередині довірчої зони, побудована лінія регресії статистично достовірна.

Оцінку лінійності регресії можна провести за допомогою дисперсій за критерієм Фішера. З цією метою загальна сума квадратів ряду y ($C_y = \sum(y-\bar{y})^2$) розкладається на два компоненти: суму квадратів для регресії C_b і суму квадратів відхилення від регресії $C_{b_{xy}}$.

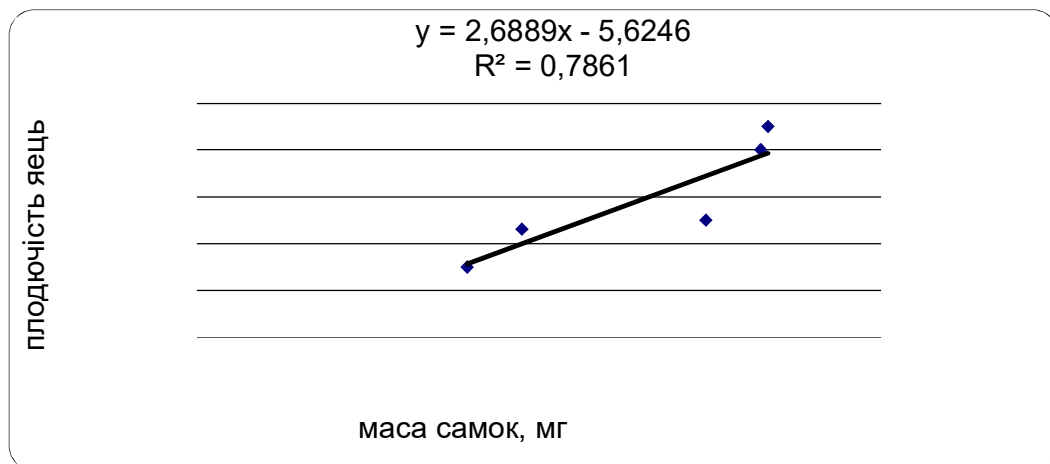


Рис 16. Крапковий графік і теоретична лінія регресії при прямолінійній кореляції між масою тіла самиць клопа-черепашки і їх плодючістю

Суму квадратів для регресії визначають за формулою

$$C_b = \frac{[\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2}{\sum(x-\bar{x})^2} = \frac{[\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}]^2}{\sum x^2 - (\sum x)^2 : n}$$

Суму квадратів відхилення від регресії визначають за різницею $C_{b_{xy}} = C_y - C_b$.

Суми квадратів ділять на відповідні їм ступені свободи і одержують дисперсії, за якими обчислюється критерій $F_{факт}$ (табл. 18).

Якщо $F_{факт} \geq F_{05}$, то відхилення одержаних даних від лінійності обумовлене випадковим вибірковим варіюванням і гіпотеза про відсутність лінійного зв'язку між x і y у відкидається.

18. Дисперсійний аналіз плодючості самок клопа-черепашки

Джерело варіювання	Сума квадратів	Число ступенів свободи	Дисперсія	$F_{факт}$	$F_{теор}$
Загальне					
Регресії					
Відхилення від регресії					

На підставі обчислення записати висновки про характер і вірогідність залежності плодючості самок шкідливої черепашки від маси тіла.

Варіант I. Визначити залежність між масою тіла далекосхідної полівкою тривалістю її виживання після обробки бактероденцидом

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса тіла, г	58	58,5	58	60	60	68	72	74	88	93
Тривалість виживання, діб	7	4	6	5	7	4	9	6	4	4
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Маса тіла, г	59	62	60	60	69	59	72	76	84	89
Тривалість виживання, діб	8	6	9	7	9	6	4	6	8	6

Варіант 2. Провести кореляційний і регресивний аналізи пошкодженості зерна клопом-черепашкою і зменшення маси 1000 зерен озимої пшениці.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, пошкодженість	18,8	9,4	3,0	3,8	1,4	0,9	1,2	3,6	10,2	

У, зменшення маси зерна, %	3,3	1,6	0,6	0,8	0,3	0,2	0,3	0,8	2,0	
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, пошкодженість	11,0	21,7	7,4	13,6	6,3	5,9	19,0	22,1	29,9	35,1
У, зменшення маси зерна, %	2,1	3,5	1,4	2,5	1,1	3,2	3,2	3,6	5,0	6,1
Показники	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
Х, пошкодженість	31,5	15,3	2,3	4,4	4,1	3,5	2,2	13,7	13,6	19,2
У, зменшення маси зерна, %	5,4	2,4	0,3	0,7	0,7	0,5	3,5	2,4	2,2	3,3

Варіант 3. Провести кореляційний і регресивний аналізи даної залежності між середньодобовою температурою за період розвитку і тривалістю ембріонального розвитку колорадського жука.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, середньодобова температура, 0°С (t)	12,7	17,6	19,2	18,4	18,6	19,7	20,7	21,0	21,5	25,2
У, тривалість ембріонального розвитку, дні	6	7	6	8	6	5	5	5	4	3
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, t, 0°С	24,2	22,3	23,1	23,1	25,7	14,5	14,4	19,1	21,0	22,0
У, тривалість ембріонального розвитку, дні	3	4	4	3	3	15	16	7	6	5
Показники	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
Х, t, 0°С	22,3	22,2	19,4	19,8	21,4	22,6	23,5	21,1	18,5	18,4
У, тривалість ембріонального розвитку, дні	5	5	6	5	5	5	4	5	8	6

Варіант 4. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних зниження врожаю і вмісту клейковини озимої пшениці від пошкоджень клопом- черепашкою.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, пошкодженість зерна, %	1,8	2,3	1,2	0,6	0,9	0,4	0,2	1,6	1,1	1,1
У, зменшення вмісту клейковини, %	23	20	27	28	27	28	28	24	24	26
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Х, пошкодженість зерна, %	5,2	1,4	2,7	2,7	4,1	0,6	0,6	0,1	2,0	1,7
У, зменшення вмісту клейковини, %	18	37	22	22	20	28	27	28	23	24
Показники	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
Х, пошкодженість зерна, %	1,5	0,9	1,4	1,0	1,6	1,5	0,2	1,3	2,2	4,4
У, зменшення вмісту клейковини, %	25	26	25	27	24	24	28	26	22	20

Варіант 5. Провести кореляційний і регресійний аналіз даних плодючості колорадського жука. Визначити залежність між масою самиць та їхньою плодючістю.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, маса жуків, мг	157	170	150	150	155	160	100	180	170	158
У, плодючість шт./самиць	322	366	388	264	273	332	201	418	363	317
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, маса жуків, мг	185	168	200	195	120	187	205	210	205	250
У, плодючість шт./самиць	468	361	620	558	215	472	685	756	634	963

Варіант 6. Провести кореляційний і регресійний аналізи даних плодючості яблуневої плодожерки в залежності від маси самиць.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, маса жуків, мг	40	28	32	25	40	50	35	41	50	45
У, плодючість шт./самиць	17	4	7	2	16	37	11	20	38	26
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, маса жуків, мг	43	57	60	45	43	40	41	63	52	60
У, плодючість шт./самиць	23	41	51	23	24	16	18	50	38	58
Показники	21	22	23	24	25					
Х, маса жуків, мг	50	67	51	40	46					
У, плодючість шт./самиць	36	63	37	22	24					

чість шт./самиць										
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Варіант 7. Провести кореляційний і регресійний аналізи даних пошкодженості зерна клопом-черепашкою і зниження маси 1000 зерен озимої пшениці.

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, пошкодженість, %	9,4	2,9	3,8	1,3	0,9	1,1	3,6	10,1	3,9	10,9
У, зменшення маси зерна, %	1,5	0,6	0,7	0,3	0,2	0,3	0,7	2,0	0,6	2,1
Показники	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, пошкодженість, %	21,6	7,4	13,6	6,3	5,9	18,9	22,1	29,8	35,0	31,2
У, зменшення маси зерна, %	3,5	1,5	2,4	1,1	1,0	3,2	3,5	5,0	6,0	5,3
Показники	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
X, пошкодженість, %	15,3	2,3	4,4	4,1	3,6	20,8	13,7	13,6	18,8	18,2
У, зменшення маси зерна, %	2,5	0,3	0,7	0,7	0,6	3,5	2,3	2,2	3,3	3,3

Варіант 8. Визначити залежність урожаю насіння льону-довгунця від ураженості його фузаріозом.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ураженість фузаріозом, %	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	3,0	3,2	4,1	5,0	10,2
Урожай насіння, т/га	0,46	0,45	0,44	0,42	0,36	0,40	0,32	0,31	0,30	0,30

Варіант 9. Визначити залежність зміни маси качана капусти від заселеності рослини капустяною попелицею.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заселеність рослини, бали	0	1,0	2,0	2,5	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Зміна маси качана по відношенню до контролю, %	100	98,6	85,4	89,1	60,0	63,9	45,2	36,1	34,5	30,8

Варіант 10. Визначити залежність між заселеністю саджанців яблуні червоним плодовим кліщем і товщиною штамба.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

Заселеність, бали	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Товщина штамба, мм	73	70	68	65	68	66	66	65	63	62
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Заселеність, бали	4,0	4,2	4,5	4,8	0,7	0,8	1,0	1,5	4,2	4,5
Товщина штамба, мм	62	60	61	59	68	65	68	66	60	61

Варіант 11. Визначити залежність смертності діапаузуючих особин каліфорнійської щитівки від негативних температур.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура в камері морозильника, °С	-19,0	-20,0	-21,0	-22,0	-23,0	-24,0	-25,0	-27,0	-28,0	-29,0
Кількість осіб, що загинули, %	1,0	4,5	6,0	8,5	20,8	41,5	55,1	73,4	85,6	92,1

Варіант 12. Визначити залежність урожайності кукурудзи від засміченості посівів бур'янами.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість бур'янів, шт/м ²	12,0	18,0	25,2	30,0	32,5	40,0	45,4	50,6	51,0	71,6
Урожай, т/га	6,6	6,4	6,3	6,3	6,2	5,8	6,0	5,9	4,8	4,1

Варіант 13. Визначити залежність урожайності малини від ураженості її антракнозом.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розвиток хвороби, %	5,1	6,4	8,0	10,2	12,8	14,1	16,1	20,2	23,8	36,6
Урожай, кг/м ²	0,98	0,95	0,90	0,90	0,92	0,90	0,89	0,75	0,81	0,3

Варіант 14. Визначити залежність урожайності капусти від ураженості її килюю.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розвиток хвороби, %	33,5	34,2	36,0	39,3	39,9	40,5	42,3	45,8	49,7	52,8
Урожай, т/га	53,1	53,0	51,5	52,3	49,6	45,0	36,5	37,2	33,4	29,0

Варіант 15. Визначити залежність урожаю насіння озимого ріпака від ураженості його альтернаріозом.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ураженість альтернаріозом, %	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	3,0	3,2	4,1	5,0	10,2
Урожай насіння, т/га	0,26	0,25	0,24	0,22	0,26	0,20	0,18	0,16	0,14	0,11

Варіант 16. Визначити залежність між масою тіла самиць італійського пруса та їхньою плодючістю.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, маса тіла, мг	59	59,5	59	62	62	67	74	75	86	90
У, плодючість, шт./самицю	9	6	8	7	9	6	11	8	6	6
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, маса тіла, мг	61	64	62	62	71	61	75	78	87	91
У, плодючість, шт./самицю	10	8	12	9	12	8	6	8	10	8

Варіант 17. Провести кореляційний і регресивний аналізи пошкодженості зерна смугастою цикадкою і зменшення маси 1000 зерен ярого ячменю.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, пошкодженість, %	16,7	7,4	2,0	2,8	1,1	0,6	1,0	2,6	8,2	2,0
У, зменшення маси зерна, %	2,3	1,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,4	1,8	0,4
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, пошкодженість, %	9,1	23,7	9,4	11,6	5,3	3,8	16,0	24,1	27,9	33,2
У, зменшення маси зерна, %	1,1	2,5	1,1	1,7	0,8	2,8	2,8	2,6	4,6	5,1
№ пп	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
X, пошкодженість, %	33,2	29,5	12,3	1,3	3,2	3,1	2,5	1,2	11,6	17,3
У, зменшення маси зерна, %	5,1	4,4	2,4	0,1	0,5	0,5	0,3	2,1	1,2	2,2

Варіант 18. Провести кореляційний і регресивний аналізи даної залежності між середньодобовою вологістю повітря (лабораторні умови) і тривалістю життя великої злакової попелиці на пшениці.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Х, середньодобова вологість повітря, %	15,7	20,6	24,6	21,9	19,6	22,7	25,8	26,0	23,5	28,2
У, тривалість життя , дні	1	2	4	3	2	3	5	6	4	7
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, середньодобова вологість повітря, %	25,3	25,2	22,4	22,9	23,4	25,6	26,5	23,1	21,5	21,3
У, тривалість життя , дні	5	4	3	4	3	5	6	3	2	2
№ пп	21	22	23	24	25	26	26	28	29	30
Х, середньодобова вологість повітря, %	27,2	24,3	25,1	25,1	28,8	17,5	17,4	22,1	24,1	25,0
У, тривалість життя , дні	5	4	6	5	5	1	1	2	3	4

Варіант 19. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних зниження врожаю та утворення пустозерності колоса озимої пшениці від пошкоджень гессенською мухою у фазі виходу рослин у трубку-виколювання.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, пошкодженність, %	3,8	4,2	3,4	2,6	2,9	2,3	2,2	3,7	3,1	3,1
У, пустозерність колоса, %	26	23	26	30	29	30	30	27	27	25
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, пошкодженність, %	7,2	3,4	4,5	4,5	6,2	2,5	2,5	2,0	3,9	3,7
У, пустозерність колоса, %	21	36	25	25	19	25	26	25	20	21
№ пп	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Х, пошкодженність, %	3,5	2,9	3,4	3,1	3,7	3,5	2,2	3,3	4,2	6,5
У, пустозерність колоса, %	22	23	22	24	21	21	26	24	21	19

Варіант 20. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність плодючості хлібного жука-кузьки від маси самиць.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, маса імаго, мг	160	174	153	153	154	162	103	177	172	155
У, плодючість, шт./самицю	325	369	385	261	276	330	204	414	360	314
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, маса імаго, мг	188	165	203	193	123	190	202	207	208	252
У, плодючість, шт./самицю	466	364	624	555	213	476	687	759	637	960

Варіант 21. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних плодючості яблуневої горностаєвої молі в залежності від маси самиць.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, маса самиць, мг	38	25	29	27	37	52	33	38	52	47
У, плодючість, шт./самицю	15	7	5	4	18	39	9	17	41	23
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, маса самиць, мг	45	60	57	47	41	38	44	61	55	63
У, плодючість, шт./самицю	20	43	54	20	21	19	15	53	34	61
№ пп	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X, маса самиць, мг	47	64	55	42	43	37	52	33	38	52
У, плодючість, шт./самицю	33	65	36	25	21	18	39	9	17	41

Варіант 22. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних пошкодженості насіння люцерни жовтим тихіусом-насіннеїдом і зниження маси 1000 насінин (наважка 5 г).

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, пошкодженість, %	11,4	4,9	5,8	3,3	2,9	3,2	5,7	13,1	2,9	13,9
У, зменшення маси насіння, %	2,5	1,6	1,8	1,5	1,2	1,5	1,8	3,1	1,7	3,5
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X, пошкодженість, %	24,6	9,4	11,6	8,3	7,9	21,8	25,1	32,8	38,0	33,2

У, зменшення маси насіння, %	4,5	2,5	3,5	2,2	2,0	4,2	4,6	6,0	7,1	6,3
№ пп	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Х, пошкодженість, %	17,3	5,3	3,4	3,1	4,7	22,8	15,7	11,6	15,8	15,2
У, зменшення маси насіння, %	3,5	1,4	1,7	2,7	1,6	4,5	3,4	3,3	4,5	4,5

Варіант 23. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність урожаю гороху від пошкодженості його гороховим зерноїдом.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Х, пошкодженість, %	4,0	4,2	4,3	3,5	5,0	5,0	6,2	7,1	4,0
У, урожай гороху, т/га	0,45	0,41	0,39	0,40	0,33	0,37	0,29	0,30	0,33

Варіант 24. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність урожаю томатів від ураженості їх фузаріозним в'яненням.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, ураженість, %	0	3,6	5,1	5,5	5,9	5,0	5,6	6,1	6,5	7,0
У, зміна маси урожаю томатів по відношенню до контролю, %	100,0	94,5	88,4	91,1	57,0	60,9	49,2	39,7	31,5	27,7

Варіант 25. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність між заселеністю кущів малини малиною стебловою мухою та річним приростом пагонів.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, заселеність, бали	1,3	1,6	1,9	1,8	2,1	2,5	3,0	5,2	5,5	5,9
У, річний приріст пагонів, мм	66	74	67	62	65	61	62	63	62	56
№ пп	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Х, заселеність, бали	3,5	4,2	4,5	5,3	5,2	5,5	5,9	1,8	2,1	2,5

У, річний приріст пагонів, мм	69	67	59	59	63	62	56	62	65	61
-------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Варіант 26. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність смертності діапазуючих гусениць непарного шовкопряда від низьких температур.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7
Х, температура повітря, °С	-17,0	-22,0	-23,0	-25,0	-26,0	-17,0	-22,0
У, смертність гусениць, %	3,0	5,7	9,0	11,5	17,7	3,0	5,7
№ пп	8	9	10	11	12	13	14
Х, температура повітря, °С	-23,0	-25,0	-26,0	-25	-29	-27	-28
У, смертність гусениць, %	9,0	11,5	17,7	81,6	95,2	93,2	70,0

Варіант 27. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність урожайності насіння соняшника від засміченості посівів бур'янами.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, кількість бур'янів, шт./м ²	15,0	19,1	22,2	29,7	36,5	42,0	47,4	53,6	49,1	67,7
У, урожай, т/га	8,1	8,5	8,3	8,3	8,2	7,9	8,0	7,8	5,4	5,1

Варіант 28. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність плодючості морквяної мухи від ГТК.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, плодючість, шт./самицю	3,7	4,4	6,2	11,2	14,8	17,1	19,2	22,2	25,8	28,7
У, ГТК	0,95	0,93	0,88	0,88	0,94	0,88	0,85	0,71	0,84	0,4

Варіант 29. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність урожаю огірків в закритому ґрунті протягом вегетаційного періоду від пошкодженості їх огірковим комариком.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Х, пошкодженість рослин, %	35,5	32,2	38,1	41,3	44,9	45,5	47,3	46,8	49,9	50,7

У, урожай огірків, т/10 м ²	50,1	50,0	54,5	55,3	51,6	47,0	43,5	44,3	41,7	38,3
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Варіант 30. Провести кореляційний і регресивний аналізи даних та визначити залежність урожаю насіння ярого ріпаку від пошкодженості його ріпаковим квіткоїдом.

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X, пошкодженість рослин, %	2,5	2,6	2,8	3,1	3,5	4,5	4,8	5,3	6,9	9,2
У, урожай насіння ріпаку, т/га	0,22	0,20	0,21	0,25	0,29	0,17	0,12	0,14	0,15	0,10

ЗАВДАННЯ № 16

Проведіть багатфакторний кореляційний аналіз експериментальних даних багатфакторного дослідження згідно варіанту

Відповідно до запропонованого варіанта провести багатфакторний кореляційний аналіз даних за наступною схемою.

1. Побудувати таблицю багатфакторного кореляційного аналізу за зразком:

№ варіанта	x	y	z	x^2	y^2	z^2	xy	xz	yz
Всього	$\sum x$	$\sum y$	$\sum z$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum z^2$	$\sum xy$	$\sum xz$	$\sum yz$

2. Обчислити окремі елементи для формул парних коефіцієнтів кореляції:

- $\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$;
- $\sum xz - \frac{\sum x \sum z}{n}$;
- $\sum yz - \frac{\sum y \sum z}{n}$;
- $\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$;
- $\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$;
- $\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n}$.

3. Обчислити парні коефіцієнти кореляції:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) : n}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}};$$

$$r_{xz} = \frac{\sum xz - (\sum x \sum z) : n}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n} \right]}};$$

$$r_{yz} = \frac{\sum yz - (\sum y \sum z) : n}{\sqrt{\left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right] \left[\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n} \right]}}.$$

4. Відповідно до змісту експерименту обчислити часткові коефіцієнти кореляції:

$$r_{xyz} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{yz}^2)(1-r_{xy}^2)}}; \quad r_{xzy} = \frac{r_{xz} - r_{xy} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)(1-r_{yz}^2)}};$$

$$r_{yzx} = \frac{r_{yz} - r_{xy} \cdot r_{xz}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)(1-r_{xz}^2)}};$$

5. Обчислити похибки часткових коефіцієнтів кореляції:

$$Sr_{xyz} = \sqrt{\frac{1-r_{xyz}^2}{n-2}}; \quad Sr_{xzy} = \sqrt{\frac{1-r_{xzy}^2}{n-2}}; \quad Sr_{yzx} = \sqrt{\frac{1-r_{yzx}^2}{n-2}}.$$

6. Визначити критерій значимості часткової кореляції: $t_r = \frac{r}{Sr}$.

7. Обчислити часткові коефіцієнти детермінації:

$$d_{xyz} = r_{xyz}^2; \quad d_{xzy} = r_{xzy}^2; \quad d_{yzx} = r_{yzx}^2.$$

8. Відповідно зі змістом експерименту обчислити множинні коефіцієнти кореляції:

$$R_{xyz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{xz} \cdot r_{yz}}{1-r_{yz}^2}}; \quad R_{yzx} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy} \cdot r_{yz} \cdot r_{xz}}{1-r_{xz}^2}};$$

$$R_{zxy} = \sqrt{\frac{r_{xz}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xz} \cdot r_{yz} \cdot r_{xy}}{1-r_{xy}^2}}.$$

9. Визначити значимість множинної кореляції за F - критерієм:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \left(\frac{n-k}{k-1} \right).$$

10. Обчислити коефіцієнти множинної детермінації:

$$d_{xyz} = R_{xyz}^2; d_{yxz} = R_{yxz}^2; d_{zxy} = R_{zxy}^2.$$

11. Зробити висновки про характер, тісноту та істотність зв'язку між явищами, що вивчаються.

Варіант 1. Визначити залежність маси качана капусти від ступеню заселеності її капустиною попелицею та відносної вологості повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5	6
Заселеність рослин попелицею, бали	0,5	0,8	1,2	1,5	2,0	2
Відносна вологість повітря, %	95	90	92	91	86	88
Маса качана за відношенням до контролю, %	100	98,5	90,1	90,0	85,9	84
№ п/п	7	8	9	10	11	12
Заселеність рослин попелицею, бали	3,0	3,2	3,5	4,0	4,4	4,8
Відносна вологість повітря, %	83	85	74	82	73	75
Маса качана за відношенням до контролю, %	75,2	76,0	60,5	49,2	45,0	39,0

Варіант 2. Визначити залежність приросту пагонів чорної смородини від ступеню заселеності павутинним кліщем та відносної вологості повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Кількість особин з розрахунку на один лист	0	5	20	30	75	101	120
Відносна вологість повітря, %	100	98	95	92	96	88	85
Приріст пагона, см	51,5	51,2	51,0	51,4	50,9	46,8	44,5
№ п/п	8	9	10	11	12	13	14
Кількість особин з розрахунку на один лист	180	225	280	381	470	500	5
Відносна вологість повітря, %	83	81	79	76	84	70	6
Приріст пагона, см	45,2	42,1	40,5	39,6	38,0	32,5	35

Варіант 3. Визначити залежність ураження рослин пшениці летючою сажкою від середньомісячної (червень) температури повітря і кількості опадів у Лісостепу України.

№ п/п	1	2	3	4	5	
Хворих рослин, %	0,13	0,13	0,15	0,15	0,19	
Середня температура повітря, °С	20,2	16,4	21,5	17,5	17,2	
Число днів з опадами <5 мм	1,5	2,5	3,0	3,2	3,5	
№ п/п	6	7	8	9	10	11
Хворих рослин, %	0,21	0,31	0,40	0,41	0,49	0,50
Середня температура повітря, °С	17,5	18,1	16,8	16,9	16,7	18,8
Число днів з опадами <5 мм	2,5	3,5	3,6	6,0	7,5	5,5

Варіант 4. Визначити залежність ураження рослин пшениці летючою сажкою від середньомісячної (травень) температури повітря і кількості опадів у Степу України.

№ п/п	1	2	3	4	5
Хворих рослин, %	0,10	0,15	0,33	0,40	0,40
Середня температура повітря, °С	16,8	18,8	17,3	16,5	19,2
Число днів з опадами <5 мм	4	5	6	5	7
№ п/п	6	7	8	9	10
Хворих рослин, %	0,40	0,42	0,45	0,73	0,75
Середня температура повітря, °С	18,1	17,1	18,2	18,0	17,3
Число днів з опадами <5 мм	6	6	7	8	9

Варіант 5. Визначити залежність виживання діапаузуючих особин каліфорнійської щитівки від температури повітря і довжини світлового дня.

№ п/п	1	2	3	4	5
Кількість живих особин, %	99,0	95,5	94,0	92,0	79,2
Середня температура повітря в камері, °С	-18	-20	-22	-24	-26
№ п/п	6	7	8	9	10
Кількість живих особин, %	58,5	44,9	26,6	14,4	7,9

Середня температура повітря, °С	-28	-29	-30	-31	-32
Довжина світлового дня в період реактивації, годин	14	13	12	12	10

Варіант 6. Визначити залежність висоти штамба сіянців яблуні від чисельності зеленої яблуневої попелиці і відносної вологості повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5
Висота штамба, см	52,1	50,0	46,2	42,0	40,5
Середня кількість особин на 10 см пагона	0,5	2,0	6,6	4,2	18,
Відносна вологість повітря, %	85	90	86	80	75
№ п/п	6	7	8	9	10
Висота штамба, см	36,7	36,0	30,5	21,2	15,4
Середня кількість особин на 10 см пагона	16,1	19,0	28,1	42,0	64,8
Відносна вологість повітря, %	75	78	68	64	65

Варіант 7. Визначити залежність поширення летючої сажки пшениці від ураженості рослин у попередньому році і кількості днів з опадами < 5 мм.

№ п/п	1	2	3	4	5
Поширення хвороби, %:					
у поточному році	0,03	0,05	0,06	0,018	0,019
у попередньому році	0,13	0,06	0,32	0,42	0,25
Число днів з опадами <5 мм	1,3	2,3	3,0	2,0	3,0
№ п/п	6	7	8	9	10
Поширення хвороби, %:					
у поточному році	0,25	0,31	0,32	0,42	0,56
у попередньому році	0,3	0,56	0,53	0,39	0,48
Число днів з опадами <5 мм	3,6	4,3	3,3	4,6	4,8

Варіант 8. Визначити залежність розвитку насінневої інфекції озимої пшениці від температури повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5
Кількість уражених рослин, %	53,2	52,1	43,8	43,8	41,0
Середня температура повітря, °С, серпень	15,2	15,4	15,6	15,4	16,7

серпень-вересень	27,3	28,7	28,1	28,9	30,3
№ п/п	6	7	8	9	10
Кількість уражених рослин, %	40,3	37,3	36,0	34,2	30,5
Середня температура повітря, °С, серпень	16,9	16,8	16,2	16,6	18,0
серпень-вересень	30,4	29,8	30,1	30,6	30,8

Варіант 9. Визначити залежність урожайності огірка від норм випуску хижої галиці (проти попелиць) і кількості внесених фосфорних добрив

№ п/п	1	2	3	4	5
Урожай в перерахунку на 1 м ² , кг	16,2	16,5	17,0	18,9	19,2
Норма випуску галиць, екз/м ²	50	50	60	60	70
Доза Р ₂ О ₅ , г/м ²	30	30	45	45	50
№ п/п	6	7	8	9	10
Урожай в перерахунку на 1 м ² , кг	23,1	24,0	26,3	28,5	30,1
Норма випуску галиць, екз/м ²	70	80	80	90	100
Доза Р ₂ О ₅ , г/м ²	55	55	50	55	60

Варіант 10. Визначити залежність площі листової поверхні саджанців яблуні від чисельності зеленої яблуневої попелиці і кількості внесених азотних добрив.

№ п/п	1	2	3	4	5
Площа листової поверхні, мм ²	100,0	85,1	82,0	66,5	63,2
Середня кількість особин на 10 см пагона	0,2	1,8	1,5	1,9	4,9
Доза азотних добрив (за діючою речовиною), кг/га	45	45	40	40	35
№ п/п	6	7	8	9	10
Площа листової поверхні, мм ²	60	52,1	28,8	20,5	16,3
Середня кількість особин на 10 см пагона	8,8	16,4	15,6	33,8	46,1
Доза азотних добрив (за діючою речовиною), кг/га	35	30	30	28	30

Варіант 11. Визначити залежність розвитку снігової плісені на озимій пшениці від висоти снігового покриву.

№ п/п	1	2	3	4	5
Ступінь розвитку хвороби, %	53,2	52,1	48,8	43,8	41,9

Висота снігового покриву в грудні, мм, I декада	9	9	10	10	12
II декада	3	4	5	5	8
№ п/п	6	7	8	9	10
Ступінь розвитку хвороби, %	40,3	37,5	36,0	34,1	32,0
Висота снігового покриву в грудні, мм, I декада	14	12	15	13	15
II декада	10	9	12	13	12

Варіант 12. Визначити залежність розвитку снігової плісені на озимій пшениці від кількості днів з відлигами.

№ п/п	1	2	3	4	5
Ступінь розвитку хвороби, %	55,2	54,0	46,2	41,4	39,0
Кількість днів з відлигами: грудень-березень	60	58	59	57	46
лютий	14	13	13	12	10
№ п/п	6	7	8	9	10
Ступінь розвитку хвороби, %	35,5	34,0	33,2	32,0	30,8
Кількість днів з відлигами: грудень-березень	47	47	45	40	42
лютий	8	7	7	7	6

Варіант 13. Визначити залежність тривалості розвитку гусениць непарного шовкопряду від температури і відносної вологості повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5
Тривалість розвитку гусениць, діб	80	78	72	65	60
Середньомісячна температура повітря, °С	13,5	15,7	16,4	16,0	16,8
Відносна вологість повітря, %	86,2	84,0	75,2	75,0	78,5
№ п/п	6	7	8	9	10
Тривалість розвитку гусениць, діб	54	51	46	42	36
Середньомісячна температура повітря, °С	17,1	18,4	19,8	20,6	23,0
Відносна вологість повітря, %	70,4	68,2	74,0	66,0	58,2

Варіант 14. Визначити залежність тривалості розвитку гусениць золотогузки від температури і відносної вологості повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5
Тривалість розвитку гусениць, діб	46	44	41	40	39
Середньомісячна температура повітря, °С	17,9	18,5	20,0	20,5	20,1
Відносна вологість повітря, %	58,2	50,1	45,0	60,4	55,0
№ п/п	6	7	8	9	10

Тривалість розвитку гусениць, діб	37	35	32	31	30
Середньомісячна температура, °С	23,0	25,1	28,2	29,0	29,5
Відносна вологість повітря, %	73,4	48,5	72,0	65	75,0

Варіант 15. Визначити залежність поширення летючої сажки пшениці від відносної вологості повітря і середньомісячної температури червня.

№ п/п	1	2	3	4	5	
Поширення хвороби, %	0,12	0,15	0,20	0,30	0,33	
Відносна вологість повітря, %	45,4	61,6	69,1	63,5	66,1	
Середньомісячна температура, °С	17,9	18,4	16,4	16,8	16,5	
№ п/п	6	7	8	9	10	11
Поширення хвороби, %	0,36	0,40	0,40	0,58	0,83	1,1
Відносна вологість повітря, %	71,9	67,0	77,5	71,1	87,9	80,5
Середньомісячна температура, °С	15,8	15,9	16,1	15,3	15,6	14,7

Варіант 16. Визначити залежність маси коренеплоду столового буряка від ступеню заселеності рослини буряковою мінуючою міллю та відотною вологістю повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Заселеність рослин мінуючою міллю, бали	1,5	1,8	2,3	2,5	3,1	3,0	4,0
Відносна вологість повітря, %	93	89	94	95	87	86	84
Вага коренеплоду за відношенням до контролю, %	100	96,5	88,5	88,0	86,9	82,0	78,2
№ п/п	8	9	10	11	12	13	14
Заселеність рослин мінуючою міллю, бали	4,2	4,6	5,1	5,4	5,9	2,3	2,5
Відносна вологість повітря, %	88	79	80	76	77	94	95
Вага коренеплоду за відношенням до контролю, %	75,0	72,5	65,2	60,0	51,7	88,5	88,0

Варіант 17. Визначити залежність приросту пагонів малини від ступеню заселеності малиною стебловою галицею та відотною вологістю повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Кількість особин на один пагін, екз.	2	7	18	27	71	95	118

Відносна вологість повітря, %	99	96	94	90	95	84	86
Приріст пагона, см	49,5	49,3	49,0	49,4	48,9	43,8	41,5
№ п/п	8	9	10	11	12	13	14
Кількість особин на один пагін, екз.	177	227	288	376	462	493	8
Відносна вологість повітря, %	81	80	77	75	78	70	4
Приріст пагона, см	43,2	40,1	39,5	37,6	35,0	33,5	37,0

Варіант 18. Визначити залежність щільності діапазуючих гусениць яблуневої плодожерки першого покоління від середньомісячної (липень) температури і чисельності неоплектопса (муха-тахіна).

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість гусениць, %	0,1 1	0,1 1	0,1 3	0,1 4	0,1 7	0,1 9	0,2 8	0,3 7	0,3 9	0,4 3
Середня температура повітря, °С	18, 2	15, 1	19, 3	16, 5	16, 3	16, 5	17, 1	18, 8	18, 9	18, 7
Чисельність ендопаразита, %	6,5	5,1	5,8	4,7	4,5	4,6	3,5	3,8	3,9	3,4

Варіант 19. Визначити залежність пошкодження плодів сливи казаркою від середньомісячної (червень) температури і ГТК.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пошкодженість плодів, %	0,1 3	0,1 8	0,3 1	0,3 7	0,3 8	0,3 8	0,4 0	0,4 3	0,7 0	0,7 4
Середня температура повітря, °С	18, 8	20, 7	19, 4	18, 5	21, 2	20, 1	19, 2	16, 6	16, 0	15, 7
ГТК	3,7	2,8	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6

Варіант 20. Визначити залежність ураження саранових грибковими хворобами (червень) від щільності популяції на одиницю площі і кількості опадів у південному лісостепу України.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ураженість грибковими хворобами, %	96,0	92,5	91,0	89,0	88,3	68,5	41,9	29,6	17,4	10

Кількість особин на м ²	32	29	28	25	23	24	23	26	28	29	30
Число днів з опадами <5мм	14	13	12	12	10	9	7	5	4	4	2

Варіант 21. Визначити залежність приросту виноградної лози від ступеню пошкодження бруньок скосарем кримським та середньодекадної (II декада квітня) температури повітря.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приріст лози, см	55,1	53,2	49,2	39,0	43,5	0,9	0,8	0,7	0,5	0,6
Середня кількість особин на 1м пагона	0,8	1,1	0,9	0,5	0,7	14,1	16,0	25,2	0,3	0,2
Середня температура повітря, °С	15	14	13	9	10	12	11	10	9	8

Варіант 22. Визначити залежність врожайності суниці садової від ступеню пошкодження листя суничним кліщем і кількості внесених фосфорно-калійних добрив.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожай в перерахунку на 1 м ² , кг	3,5	3,9	4,0	2,5	3,7	4,2	4,6	3,9	4,3	4,4
Пошкодженість листя, %	0,1 1	0,0 9	0,1 2	0,6 4	0,2 3	0,2 9	0,5 3	0,5 0	0,4 1	0,4 2
Доза добрив К ² О і Р ² О ⁵ (за д.р.), г/ м ²	23	35	40	30	40	46	55	42	56	59

Варіант 23. Визначити залежність пошкодження сходів соняшнику чорнишем піщаним від температури повітря в Степу України.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пошкодженість сходів, %	57, 2	56, 1	47, 8	46, 8	44, 0	43, 2	40, 2	38, 0	35, 7	32, 4
Середня температура повітря, °С в травні	17, 2	17, 4	17, 9	17, 2	17, 8	17, 9	17, 8	17, 7	17, 6	18, 6

Середня температура повітря, °С в червні	24,3	25,7	25,2	25,9	27,3	27,6	26,8	27,3	27,2	27,0
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Варіант 24. Визначити залежність урожайності озимого ріпаку від норм внесення бактеріального препарату Бактофіл А 10 (проти ріпакового квіткоїда) і кількості внесених органічних добрив.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожай насіння, ц/га	19,2	19,6	20,1	21,9	22,2	26,1	27,0	29,4	31,5	33,7
Бактофіл А 10, л/га	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	9,0
Органічні добрива, т/га	20	20	35	35	40	45	45	40	45	50

Варіант 25. Визначити залежність заселеності скелетних гілок яблуні гусеницями яблуневої склівки від ступеню травмованості кори дерева (морозобоїни, сонячні опіки, рани) і норми внесення Дурсбану 480, к.е.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заселеність гілок, %	98,0	87,1	80,0	68,6	65,2	62,0	57,1	31,8	23,5	19,3
Травмованість кори, %	41,1	30,7	19,4	13,6	3,7	11,9	2,9	2,4	2,6	0,4
Дурсбан 480, к.е, л/га	2,0	1,9	1,6	1,7	1,5	1,8	1,4	1,6	1,7	1,8

Варіант 26. Визначити залежність смертності личинок вовчка звичайного від ступеню ураженості ектопаразитом ларою анафемською і кількістю внесеної аміачної селітри.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Загибель шкідника, %	51,2	50,1	45,8	41,9	39,9	38,3	34,5	33,0	31,2	29,5
Ураженості личинок, %	77,4	72,9	61,5	59,3	55,1	53,6	49,2	45,1	41,7	38,4
Доза NH_4NO_3 (за д.р.), г/м ²	20	25	30	33	38	43	48	53	55	57

Варіант 27. Визначити залежність життєздатності клопів щитників черепашок під час зимівлі від кількості днів з від'ємними температурами нижчими за -15 °С.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість жи-вих особин, %	51,2	50,0	42,3	37,4	35,0	31,5	30,1	29,2	28,3	26,8
К-ть днів з температурами нижчими за -15 °С: листопад - січень	63	61	62	60	49	45	45	41	39	40
лютий	17	16	15	11	7	6	5	5	5	4

Варіант 28. Визначити залежність тривалості діапаузи личинок букарки в зоні Полісся України від вологозабезпеченості ґрунту.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тривалість діапаузи букарки, діб	132	143	142	147	150	161	163	176	182	184
Вологозабезпеченість ґрунту, %: липень - жовтень поточного року	11,5	13,7	14,5	14,0	14,9	15,1	16,4	17,8	18,6	21,0
травень-липень наступного року	83,2	81,0	72,3	73,0	75,6	67,4	65,3	71,2	63,0	56,3

Варіант 29. Визначити залежність тривалості розвитку гусениць білана жилкуватого від температури і відносної вологості повітря.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тривалість розвитку гусениць, діб	49	47	43	42	38	35	33	30	28	29
Середньомісячна температура повітря, °С	19,9	20,5	22,1	22,6	22,3	25,0	27,1	30,2	31,0	31,4
Відносна вологість повітря, %	61,2	53,2	48,0	63,4	58,3	76,4	51,5	75,0	68,8	72,0

Варіант 30. Визначити залежність заселення посівів цукрових буряків кореневою буряковою попелицею від відносної вологості повітря і середньомісячної температури червня.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Заселення посівів, %	0,9	0,12	0,17	0,26	0,30	0,34	0,37	0,37	0,54
Відносна вологість повітря, %	47,4	63,6	71,1	65,6	68,2	73,9	69,0	79,6	73,1
Середньомісячна температура, °С	19,9	20,3	18,4	18,7	18,3	17,8	17,9	18,2	17,3

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке кореляційний зв'язок, у яких випадках він зустрічається в захисті рослин?
2. Що таке коефіцієнт простої лінійної кореляції та які значення він може приймати?
3. Що показують часткові й множинні коефіцієнти кореляції, чи завжди їх можна використовувати?
4. У чому зміст коефіцієнтів детермінації?
5. Що показує коефіцієнт регресії?

Тестові завдання

1	Довірча зона регресії це:
1	Величина однієї (68% зони) похибки від теоретичної лінії регресії.
2	$\pm S_{yx}$ або $\pm 2S_{yx}$ вгору і донизу від теоретичної лінії регресії
3	Величина трьох похибок від теоретичної лінії регресії.
4	Теоретична лінія регресії у по х.
5	Величина п'яти похибок від теоретичної лінії регресії.

2	У простій лінійній кореляції рівняння має вигляд:
1	$y = a + b_1X + b_2Z$
2	$y = f(x)$
2	$y = y + b_{yx}(x-x)$
4	$y = f(x, z...)$

5	$b_{xy} \cdot b_{yx} = r^2$
---	-----------------------------

3	Вкажіть межі коефіцієнта кореляції:
1	$N = l \cdot n$
2	$\Sigma p = \Sigma v = \Sigma x$
3	$-1 < r < +1$
4	$C_Y = C_P + C_P + C_Z$
5	$S_1^2 : S_2^2$

ЗАВДАННЯ 17. Статистично вирівняйте неконтрольовані умови дослідів за допомогою коваріаційного аналізу.

Завдання вирішувати згідно варіанту за наступною схемою.

1. Скласти таблицю для обробки вихідних даних за зразком:

Варіант	Обліки	Середні значення даних по повторенням				V_x	\bar{x}_y
		I	II	III	IV	V_y	\bar{y}_y
	x						
	y						
	P_x						
	P_y						

2. Визначити загальне число всіх спостережень $- N = l.n$, де l – число варіантів; n – число повторень.

3. Обчислити і занести в таблицю суми значень ряду x і ряду y по варіантам

$$V_x \text{ і } V_y \text{ (суми по горизонтальним рядам).}$$

4. Обчислити і занести в таблицю суми значень ряду x і ряду y по повторенням P_x і P_y (суми по вертикальним стовпцям).

5. Обчислити загальну суму всіх спостережень $\sum x$ і $\sum y$.

6. Перевірити: $\sum x = \sum P_x = \sum V_x$; $\sum y = \sum P_y = \sum V_y$.

7. Обчислити середні значення по варіантам \bar{x}_v і \bar{y}_v :

$$\bar{x}_v = \frac{\sum V_x}{n}; \quad \bar{y}_v = \frac{\sum V_y}{n}.$$

8. Обчислити середні значення по досліді \bar{x} і \bar{y} :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}; \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{N}.$$

9. Обчислити суму квадратів для ряду x :

поправку – $C_{(x)} = (\sum x)^2 : N$;

загальну суму квадратів – $C_{y(x)} = \sum x^2 - C$;

суму квадратів повторень – $Cp_{(x)} = \frac{\sum P_x^2}{l} - C$;

суму квадратів по варіантам – $Cv_{(x)} = \frac{\sum V_x^2}{n} - C$;

суму квадратів випадкового варіювання – $Cz_{(x)} = C_{y(x)} - Cp_{(x)} - Cv_{(x)}$.

10. Обчислити суму квадратів для ряду xy :

поправку – $C_{xy} = \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}$;

загальну суму квадратів – $C_{y(xy)} = \sum xy - C_{xy}$;

суму квадратів повторень – $Cp_{(xy)} = \frac{\sum P_x \cdot P_y}{l} - C_{xy}$;

суму квадратів по варіантам – $Cv_{(xy)} = \frac{\sum V_x \cdot V_y}{n} - C_{xy}$;

суму квадратів випадкового варіювання –
 $Cz_{(xy)} = C_{y(xy)} - Cp_{(xy)} - Cv_{(xy)}$.

11. Обчислити суму квадратів для ряду y :

поправку – $C_{(y)} = (\sum y)^2 : N$;

$$\text{загальну суму квадратів} - C_{y(y)} = \sum y^2 - C_{(y)};$$

$$\text{суму квадратів повторень} - C_{p(y)} = \frac{\sum P^2_y}{l} - C_{(y)};$$

$$\text{суму квадратів по варіантах} - C_{v(y)} = \frac{\sum V^2_y}{n} - C_{(y)};$$

$$\text{суму квадратів випадкового варіювання} - C_{z(y)} = C_{y(y)} - C_{p(y)} - C_{v(y)}.$$

$$12. \text{Визначити коефіцієнт регресії} - b_{yx} = \frac{C_{z(xy)}}{C_{z(x)}}.$$

$$13. \text{Обчислити суму квадратів регресії} - Cb = \frac{C_{z^2(xy)}}{C_{z(x)}}.$$

$$14. \text{Визначити залишок II} - \text{за різницею } C_{z(y)} - Cb.$$

Скласти таблицю коваріаційного аналізу за зразком:

Джерела варіювання	Сума квадратів			Число ступенів свободи	Коефіцієнт регресії	Дисперсія $S^2_{(y)}$	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{теор}}$
	x	xy	y					
Загальне	C_y	C_y	C_y	$N - 1$	—	—	—	—
По повтореннях	C_p	C_p	C_p	$n - 2$	—	—	—	—
По варіантах	C_v	C_v	C_v	$l - 1$	—	S^2_v	F_v	F_{05}
Випадкове (залишок I)	C_z	C_z	C_z	$(n-1)(l-1)$	—	S^2_z	—	F_{01}
Регресії	—	—	Cb	I	b_{yx}	S^2_b	Fb	
Залишок II	—	—	Зал. II	$(n-1)(l-1)-1$		$S^2_{\text{зал. II}}$		

16. Обчислити дисперсії ряду y по варіантам — S^2_v , випадкового варіювання — S^2_z , регресії S^2_b і залишку II — $S^2_{\text{зал. II}}$:

$$S^2_v = \frac{Cv}{l-1};$$

$$s^2_z = \frac{Cz}{(p-1)(l-1)}; \quad s^2_b = Cb;$$

$$s^2_{\text{зал.П}} = \frac{3a.П}{(p-1)(l-1) - 1}.$$

17. Обчислити критерії Фішера по варіантам і регресії – F_v і F_b :

$$F_v = \frac{s^2_v}{s^2_{3a.П}}; \quad F_b = \frac{s^2_b}{s^2_{3a.П}}.$$

18. Порівняти фактичні критерії Фішера з теоретичними і визначити істотність різниці середніх по варіантах і по регресії.

19. У випадку істотності критерія Фішера регресії скласти таблицю для внесення поправок з метою корегування результатів на вирівняння умов дослідів (за зразком). Кореговані значення y_1 обчислюють за формулою

$$y_1 = \bar{y} + b_{yx}(\bar{x} - \bar{x}_v).$$

п/п	\bar{x}_v	$\bar{x} - \bar{x}_v$	$b_{yx}(\bar{x} - \bar{x}_v)$	Результати дослідів	
				фактичні y_v	кореговані $y_1 = \bar{y} + b_{yx}(\bar{x} - \bar{x}_v)$

20. Обчислити усереднену похибку різниці: $Sd = \sqrt{\frac{2s^2_{3a.П}}{n}}$.

21. Обчислити НІР: $НІР_{05} = t_{05} \cdot Sd$; $НІР_{01} = t_{01} \cdot Sd$.

22. Визначити істотність часткових відмін відкоригованих даних по варіантам за допомогою НІР.

Варіант 1. Визначити істотність впливу різних доз азотних добрив на чисельність червоного плодового кліща на яблуні (x – чисельність кліща до закладання дослідів; y – збільшення чисельності кліща у кінці сезону порівняно з контролем).

Варіант дослідів	Доза азоту за д. р., кг/га	Показник	Середня кількість особин на 1 см ² поверхні листа по повторенням			
			I	II	III	IV
1	60	x	7,5	6,0	6,61	6,0
		y	10,0	9,9	9,8	9,8
2	70	x	6,0	5,6	5,9	5,8
		y	9,6	9,6	9,6	9,5
3	80	x	5,6	5,7	5,4	5,3
		y	9,4	9,4	9,3	9,2
4	90	x	5,5	5,4	5,4	5,0
		y	9,3	9,2	9,61	7,0

Варіант 2. Провести оцінку ефективності різних норм випуску хижої галиці проти баштанної попелиці на огірках у теплиці (х – середня кількість попелиці на 1 лист до випускання; у – зменшення кількості попелиці через 7 днів після випуску хижака, %).

Варіант досліджу	Норма випуску на 1 м ² , екз.	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	15	х	40,5	38,5	33,0	56,0
		у	62,6	60,1	56,5	71,1
2	25	х	28,3	43,4	59,1	58,6
		у	61,0	69,0	87,4	80,7
3	35	х	38,8	49,2	66,0	68,0
		у	70,1	78,4	93,0	97,4
4	45	х	87,0	71,5	87,1	97,0
		у	87,0	71,5	87,1	97,0
5	55	х	30,0	30,6	30,0	56,0
		у	80,9	85,9	89,2	82,2

Варіант 3. Дати оцінку ефективності фунгіцидів проти парші яблуні (х і у – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліджу і в досліді, кг).

Варіант досліджу	Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Делан, 70%в.г.	х	47,0	40,8	45,1	49,2
		у	90,3	86,9	99,9	99,9
2	Імпакт, 25%к.с.	х	52,3	62,6	60,0	51,3
		у	98,1	95,8	93,2	79,6
3	Рубіган, 12%к.е.	х	50,8	54,6	53,3	46,2
		у	98,0	87,5	94,3	87,2

Варіант 4. Провести оцінку ефективності різних норм випуску фітосейулюса проти павутиного кліща на огіркові (х – середня кількість особин павутиного кліща на 1 лист перед випусканням хижака; у – зменшення чисельності шкідника через 10 днів після випускання хижака, %).

Варіант досліджу	Норма випускання на 1 м ²	Показник	Дані по повтореннях				
			I	II	III	IV	V
1	60	х	41,2	28,5	35,5	24,3	37,5
		у	90,0	81,4	73,4	65,0	66,6
2	70	х	28,0	27,0	45,2	39,2	35,0
		у	74,5	98,4	82,5	73,0	63,6
3	80	х	37,0	26,3	62,0	55,1	29,1
		у	91,2	93,5	97,1	91,4	60,0
4	90	х	56,2	52,0	65,5	54,5	50,0
		у	99,9	96,2	99,9	87,4	77,1

Варіант 5. Порівняти ефективність різних способів обробітку ґрунту проти гусениць сірої зернової совки (x і y – відповідне число гусениць на 1 м² до і після обробітку).

Варіант досліджу	Спосіб обробки	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Ранній зяб	x	30,3	34,0	31,3	4
		y	24,7	27,3	21,7	3
2	Пізній зяб	x	37,3	34,7	49,3	4
		y	29,7	19,7	38,0	3
3	Рання культивуація весняна	x	44,7	38,3	52,7	55
		y	32,6	26,7	42,0	44
4	Пізня культивуація весняна	x	40,7	49,3	48,0	55
		y	21,6	28,3	33,0	39
5	Безвідвальна оранка	x	48,3	44,6	49,3	51
		y	21,0	22,7	20,0	36

Варіант 6. Порівняти біологічну ефективність хімічного і біологічного методів захисту яблуні від шкідників (x і y – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліджу і під час його проведення, кг).

Варіант досліджу	Засоби захисту	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Випуск трихограми 100 тис/га	x	99	85	65	118
		y	144	148	122	166
2	150 тис/га	x	62	68	63	110
		y	148	134	145	154
3	Інсегар, 25% з.п.	x	114	59	89	112
		y	148	104	112	142

Варіант 7. Порівняти біологічну ефективність різних фунгіцидів проти борошнистої роси яблуні (x і y – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліджу і в досліді, кг).

Варіант досліджу	Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Вектра, 10% к.с.	x	80	71	75	92
		y	94	102	91	126
2	Каратан ЕЦ, 35%к.е.	x	114	59	89	112
		y	148	104	112	142
3	Сістан, 40% з.п.	x	99	85	65	118
		y	144	148	122	166

Варіант 8. Порівняти біологічну ефективність різних норм випуску трихограми проти капустиної совки (х – кількість яєць на 1 м² до випускання трихо-грами; у – заселеність яєць паразитами, %).

Варіант досліджу	Норма випуску, тис/га	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	30	х	57,7	36,1	45,5	41,1
		у	70,0	52,2	56,6	55,5
2	40	х	62,2	63,3	32,7	49,4
		у	78,8	82,8	57,7	62,2
3	50	х	74,4	70,0	44,4	54,4
		у	92,7	87,7	68,3	74,4
4	60	х	65,5	55,0	47,2	36,1
		у	92,2	80,0	82,2	67,7
5	70	х	61,1	34,4	37,7	35,0
		у	85,5	82,2	74,4	80,5

Варіант 9. Порівняти ефективність інсектицидів проти шкідливої чере-пашки (х – кількість клопів на 10 м² до обробки; у – смертність, %).

Варіант досліджу	Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Актеллік, 50% к.е.	х	48,7	46,5	51,2	52,5
		у	99,8	82,2	96,1	89,5
2	Базудин, 60% к.е.	х	48,1	47,3	50,3	53,0
		у	89,6	76,9	93,8	96,6
3	Базудин, 60% в.е.	х	54,4	51,2	57,1	59,8
		у	96,0	79,5	95,9	97,6
4	Карате, 5% к.е.	х	47,1	49,2	47,5	43,7

Варіант 10. Порівняти біологічну ефективність різних інсектицидів проти капустианих блішок (х – число жуків на 1 м² до обробки; у – смертність).

Варіант досліджу	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Базудин, 60 % к.е.	х	48,8	46,6	51,3	52,6
	у	100,0	82,3	96,3	89,6
Децис, 2,5% к.е.	х	48,2	47,4	50,4	53,1
	у	89,7	77,1	93,9	96,8
Волатон 500, 50% к.е.	х	54,3	51,3	57,2	59,6
	у	96,1	79,6	96,0	97,8
Актеллік, 50% к.е.	х	47,2	49,3	47,6	43,8
	у	90,1	99,8	97,4	83,8

Варіант 11. Порівняти біологічну ефективність різних захисних заходів проти яблуневої плодожерки (x і y – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліду і в досліді, кг).

Варіант досліду	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Випускання трихоррами: 150тис.шт./га	x	102	60	83	72
	y	128	99	100	93
200 тис.шт./га	x	108	115	60	90
	y	146	147	102	111
Данітол, 10%к.е.	x	130	125	81	96
	y	171	158	114	136
БІ-58 новий, 40 % к.е.	x	115	99	85	65
	y	170	145	146	121

Варіант 12. Порівняти біологічну ефективність різних фунгіцидів проти парші груші (x і y – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліду і в досліді, кг).

Варіант досліду	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Рубіган, 12% к.е.	x	60	90	112	110
	y	103	110	150	144
Сапроль, 19% к.е.	x	80	90	125	134
	y	115	136	159	167
Скор, 25% к.е.	x	68	60	64	112
	y	134	148	146	152
Хлорокис міді, 90%з.п.	x	70	89	80	89
	y	99	90	110	116

Варіант 13. Провести порівняльну оцінку ефективності різних норм випуску трихограми проти озимої совки (x – середнє число яєць на 1 м²; y – % заселених паразитом яєць).

Норма випуску, тис.шт./га	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
30	x	28,0	52,0	36,8	33,4
	y	61,6	75,1	66,3	65,2
40	x	55,1	54,5	24,0	39,4
	y	91,3	84,8	65,3	74,1
50	x	62,1	65,4	34,8	45,2
	y	97,0	99,8	74,2	82,5
60	x	46,0	56,2	40,0	26,7
	y	91,3	99,9	91,1	75,7

Варіант 14. Порівняти біологічну ефективність інсектицидів проти колорадського жука (х – кількість особин на 1 м²; у – смертність, %).

Варіант досліджу	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Банкол, 50 % 3.п.	х	44,3	49,1	38,9	62,3
	у	54,5	61,7	56,3	75,4
Децис, 2,5 % к.е.	х	53,3	35,3	68,3	67,1
	у	67,1	62,3	88,6	85,0
Бульдок, 2,5% к.е.	х	58,7	47,9	75,4	80,2
	у	80,2	68,9	94,6	100,0
Волатон 500, 50% к.е.	х	38,9	50,9	59,3	70,5
	у	73,1	88,6	86,2	99,4
Кінмікс 5% к.е.	х	37,7	40,7	37,1	65,9
	у	86,8	80,2	88,6	92,2

Варіант 15. Провести порівняльну оцінку ефективності різних норм випуску хижої галиці проти картопляної попелиці в теплицях (х – кількість особин попелиці на 1 лист до випускання галиці; у – зменшення чисельності через 6 діб після випускання галиці, %).

Норма випуску на 1 м ² , екз.	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
10	х	53,0	31,1	36,0	40,1
	у	74,2	58,4	61,5	63,0
15	х	55,5	59,1	38,4	23,3
	у	83,7	87,4	75,0	69,0
20	х	70,5	62,2	43,2	30,8
	у	95,0	97,1	84,4	78,1
25	х	62,2	48,2	25,0	39,1
	у	94,0	89,1	78,5	92,0
30	х	56,1	25,0	24,6	24,0
	у	92,1	94,2	91,9	86,9

Варіант 16. Визначити істотність впливу різних доз калійних добрив на чисельність грушевої листоблішки на груші (х – чисельність листоблішки до закладання досліджу; у – збільшення чисельності листоблішки у кінці сезону порівняно з контролем).

Варіант досліджу	Доза калію за діючою речовиною, кг/га	Показник	Середня кількість особин на 5 облікових листках по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	50	х	9,5	8,0	8,8	8,0
		у	12,0	11,9	11,8	11,8

2	60	х	5,0	4,6	4,9	4,8
		у	8,6	8,6	8,7	8,5
3	70	х	7,6	7,7	7,4	7,3
		у	10,4	10,5	10,3	10,2
4	80	х	4,5	4,4	4,4	4,1
		у	8,3	8,2	8,6	6,1

Варіант 17. Провести оцінку ефективності різних норм випуску макролофуса проти оранжерейної білокрилки на помідорах у теплиці (х – середня кількість білокрилки на 1 лист до випускання; у – зменшення кількості білокрилки через 5 днів після випуску хижака, %).

Варіант досліджу	Норма випуску на 1 м ² , екз.	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	10	х	43,5	41,5	36,0	53,0
		у	60,6	58,1	54,5	69,1
2	20	х	25,3	40,4	56,2	55,6
		у	63,0	71,0	89,3	82,7
3	30	х	39,8	50,3	67,6	69,8
		у	68,1	76,4	90,0	99,4
4	40	х	89,0	73,5	89,2	98,0
		у	89,3	69,5	85,1	95,0
5	50	х	33,0	33,6	32,3	54,0
		у	82,9	83,9	91,7	81,2

Варіант 18. Дати оцінку ефективності інсектицидів проти вишневої мухи на черешні (х і у – відповідно урожай ягід з 1 дерева до закладання досліджу і в досліді, кг).

Варіант досліджу	Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Золон, 35% к.е.	х	49,0	43,8	44,1	51,2
		у	93,3	84,9	97,9	97,8
2	Сумітрон, 50% к.е.	х	51,2	61,9	61,0	49,3
		у	95,1	97,8	92,2	81,6
3	Актеллік 500 ЕС, к.е.	х	47,8	56,6	55,3	48,2
		у	99,0	89,5	93,3	85,3

Варіант 19. Провести оцінку ефективності різних норм випуску амблісейуса проти тютюнового трипса на зонтичних культурах у теплиці (х – середня кількість тютюнового трипса на 1 рослину перед випусканням

хижака; у – зменшення чисельності фітофага через 7 днів після випускання хижака, %).

Варіант досліджу	Норма випуску на 1 м ² , екз.	Показник	Дані по повтореннях				
			I	II	III	IV	V
1	55	х	43,2	30,5	33,5	22,3	39,5
		у	92,0	84,4	71,4	63,3	69,6
2	65	х	25,7	25,5	47,2	41,2	33,0
		у	73,5	95,4	84,5	71,8	65,5
3	75	х	40,0	29,3	61,0	58,2	31,1
		у	94,2	91,5	96,2	89,4	57,1
4	85	х	54,2	51,0	68,6	56,5	51,6
		у	98,8	95,3	98,7	85,4	78,2

Варіант 20. Порівняти ефективність різних попередників озимої пшениці проти личинок хлібних жуків (х і у – середня кількість личинок на 1 м² для попередника і для озимої пшениці).

Варіант досліджу	Попередник	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Горох	х	22,7	29,3	22,7	36,3
		у	28,3	36,0	33,4	41,2
2	Вико-вівсяна суміш	х	31,6	21,7	39,0	35,8
		у	35,3	36,7	51,3	45,7
3	Кукурудза на силос	х	43,7	36,3	54,8	53,8
		у	33,6	28,7	44,2	47,3
4	Чистий пар	х	19,6	31,3	32,0	37,7
		у	39,2	47,3	51,4	58,5
5	Багаторічні трави	х	45,3	41,6	51,2	54,4
		у	19,7	25,7	18,0	38,9

Варіант 21. Порівняти біологічну ефективність хімічного і біологічного методів захисту сливи від сливової плодожерки (х і у – відповідно урожай плодів з 1 дерева до закладання досліджу і під час його проведення, кг).

Варіант досліджу	Засоби захисту	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Пециломін, 3 кг/га	х	101	87	68	115
		у	143	145	118	163
2	Пециломін, 5 кг/га	х	59	66	60	107
		у	151	135	142	157
3	Конфідор, в.р.к. 0,25 л/га	х	111	57	91	115
		у	151	101	108	145

Варіант 22. Порівняти біологічну ефективність різних інсектицидів проти гусениць дволітньої й гронової листокруток у період розрихлення суцвіть винограду (x і y – відповідно врожай винограду з 1 куща до закладання досліду і під час його проведення, кг).

Варіант досліду	Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	Інсегар, 25 WP з.п.	x	78	69	78	95
		y	96	100	94	123
2	Талстар, к.е.	x	117	62	91	110
		y	150	101	115	146
3	Штефесін, 2,5% к.е.	x	96	89	63	116
		y	147	149	123	169

Варіант 23. Порівняти біологічну ефективність різних норм ентобактирину проти гусениць лучного метелика (1-2-го віків) на посівах цукрових буряків (x – кількість личинок на 1 м² до застосування препарату; y – зараженість гусениць, %).

Варіант досліду	Препарат, кг/га	Показник	Дані по повтореннях			
			I	II	III	IV
1	1,0	x	59,7	34,1	47,5	43,1
		y	73,0	55,2	53,6	52,5
2	1,5	x	65,2	60,3	35,7	51,4
		y	81,9	85,8	54,6	63,2
3	2,0	x	76,4	71,0	47,4	57,4
		y	95,7	89,7	69,3	77,4
4	2,5	x	68,5	58,0	45,2	34,1
		y	94,3	81,0	85,2	69,7
5	3,0	x	64,1	36,4	35,7	33,0
		y	89,5	85,2	73,4	84,5

Варіант 24. Порівняти ефективність інсектицидів проти бульбочкових довгоносиків на посівах гороху (x – кількість імаго довгоносиків на 5 м² до обробки; y – смертність, %).

Препарат	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Карате, 5% к.е.	x	49,7	48,5	53,3	54,5
	y	97,8	85,2	95,1	90,6
Парашут 450, мк.с.	x	51,1	48,3	52,3	56,0
	y	91,6	77,9	95,8	98,8
Блискавка, 10% к.е.	x	56,4	54,2	60,1	61,9
	y	93,0	82,5	94,9	95,6
Волатон, 50% к.е.	x	49,1	50,2	49,5	41,7
	y	90,2	78,5	88,5	72,9

Варіант 25. Порівняти біологічну ефективність різних інсектицидів проти гусениць картопляної молі на насінних посівах картоплі (х – кількість личинок на 50 кущах до застосування препарату; у – смертність, %).

Варіант досліджу	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Данадим, 40% к.е.	х	45,8	48,6	53,3	55,6
	у	99,5	85,3	93,3	91,6
Штефесін, 2,5% к.е.	х	51,2	49,4	52,4	55,1
	у	91,7	79,1	90,9	98,8
Арриво, 25% к.е.	х	57,3	53,3	55,2	61,6
	у	98,1	77,6	94,0	99,8
Шерпа, 25% к.е.	х	45,2	51,3	50,4	41,8
	у	92,1	97,3	96,2	81,8

Варіант 26. Порівняти біологічну ефективність різних захисних заходів проти дротяників на посівах кукурудзи (х і у – відповідно урожай насіння з 1 га до закладання досліджу і в досліді, ц).

Варіант досліджу	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Метарізін, 20 кг/га	х	100	58	85	71
	у	130	97	103	89
Метарізін, 30 кг/га	х	105	117	63	92
	у	149	145	99	109
Космос 250, т.к.с. 4 л/га	х	133	122	84	98
	у	174	161	111	135
Круїзер 350 FS, т.к.с. 4 л/га	х	118	96	83	68
	у	171	143	148	125

Варіант 27. Порівняти біологічну ефективність різних інсектицидів проти морквяної мухи на посівах моркви (х і у – відповідно урожай коренеплодів на 10 м² до закладання досліджу і під час його проведення, кг).

Варіант досліджу	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
Волатон 500, 50% к.е.	х	58	93	115	112
	у	101	112	153	143
Децис, 2,5% к.е.	х	83	91	123	137
	у	118	137	162	165
Штефесін, 2,5% к.е.	х	66	63	67	110
	у	133	151	148	155
Бі-58 новий, к.е.	х	73	93	82	87
	у	96	93	112	118

Варіант 28. Провести порівняльну оцінку ефективності різних норм витрати Вірину-КШ проти гусениць кільчастого шовкопряда (першого-третього віків) на плодкових культурах (х – середнє число личинок на 1 дерево; у – зараженість гусениць, %).

Препарат, кг/га	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
0,05	х	26,0	51,0	38,8	35,4
	у	65,6	73	69,3	67,2
0,10	х	53,1	53,5	22,0	41,4
	у	94,3	87,8	63,3	77,1
0,15	х	65,1	67,4	37,8	47,2
	у	99,0	97,7	76,2	80,5
0,20	х	49,2	58,3	41,0	27,9
	у	94,3	97,8	89,9	77,6

Варіант 29. Порівняти біологічну ефективність післясходових гербіцидів проти однорічних дводольних бур'янів на посівах озимої пшениці у фазу весняного кушення (III органогенезу) (х – кількість бур'янів шт. /м² до обробки; у – загибель бур'янів, %).

Препарат, кг/га	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
2,4 Д, 68,5% в.р.	х	42,3	51,1	35,9	65,3
	у	57,5	63,7	54,3	73,4
Дікопур Ф, 60,0 % в.р.	х	55,4	37,4	71,3	69,2
	у	65,1	59,3	89,7	83,0
Діален С, 40,0 % в.р.	х	61,7	45,9	73,4	82,2
	у	83,3	71,8	95,6	99,4
Агритокс, 50,0 % в.р.	х	35,9	53,9	57,4	72,4
	у	75,2	90,7	88,3	100,0

Варіант 30. Провести порівняльну оцінку ефективності різних норм випуску трисолькуса великого проти хрестоцвітних клопів на капусті в польових умовах (х – середня кількість яєць трисолькуса на 1 м²; у - % заселених паразитом яєць).

Норма випуску, екз./м ²	Показник	Дані по повтореннях			
		I	II	III	IV
15	х	51,0	33,1	37,8	44,3
	у	71,2	60,5	63,6	61,0
20	х	57,5	61,9	35,5	21,3
	у	81,6	89,4	73,2	66,0
25	х	73,5	65,2	45,3	33,9
	у	97,1	95,2	86,4	77,1

30	x	65,1	50,2	27,0	41,3
	y	96,5	91,2	79,5	94,0
35	x	58,1	27,1	27,6	26,4
	y	95,1	96,3	94,8	89,2

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке коваріація ?
 2. Для чого використовується коваріаційний аналіз у захисті рослин ?
 3. Складіть таблицю коваріаційного аналізу згідно вашого завдання.
 4. Визначіть істотність часткових відмін відкорегованих даних по варіантах за допомогою НІР.
 5. Чи потрібно корегувати одержані дані, якщо фактичні регресії більше теоретичного ?
- (CODEX STAN 299– 2010; САС/RCP 1-2003)

4.7 Тема: Пробіт-аналіз

Методичні вказівки. Цей вид статистичної обробки експериментальних даних використовується під час вивчення сили дії шкідливих факторів (пестициди, іонізуючі випромінювання, мікробіологічні препарати) на комах, кліщів, слимаків та ін.

Чутливість шкідника до пестицидів характеризується дозою, яка викликає повну їх загибель. Установлення летальної дози (LD , CD) для кожної особини практично неможливе, тому що загибель настає через певний проміжок часу (доба, кілька діб і навіть кілька тижнів). Якщо доза недостатня, то це можна визначити через деякий час.

Точно встановити LD_{100} при порівняльній оцінці факторів важко і пов'язано із значними витратами об'єкта, що вивчається, та пестицидів. Практично достатньо встановити LD_{50} , яку приймають за усереднену характеристику летальної дії пестициду.

Критерій LD_{50} , який характеризує дозу препарату (випромінювання) необхідну для загибелі 50% особин популяції, визначають статистичним шляхом. Для цього піддослідну сукупність розбивають на групи і на кожну з них впливають досліджуваним препаратом у різних зростаючих дозах.

У першій групі, обробленій мінімальною дозою, гинуть (хворіють) найменш стійкі особини; у другій групі при більшій дозі препарату загинуть найменш стійкі особини і частина більш стійких і т.д. В результаті одержують статистично наростаючий ряд, в якому загибель особин шкідника збільшується з підвищенням дози препарату.

Чисельні експериментальні дані в області токсикології, мікробіології, радіобіології свідчать, що залежність між часткою, що негативно або позитивно реагують на біологічно активний препарат, зображується кривою, яка має складну S - подібну форму. Крива несиметрична - крутизна згинання верхньої і нижньої кривої різна. Математична обробка даних у такій формі дуже складна.

Щоб зробити можливою лінійну інтерпретацію і графічно визначити LD_{50} (LD_{93} , LD_{99}), необхідно підібрати таке перетворення координатних осей, після якого графік буде мати вигляд прямої лінії.

Існує кілька методів трансформації S-подібної кривої в пряму лінію. Одним з них є пробіт-аналіз.

На осі абсцис відкладають логарифм доз препарату, що вивчається (або дози опромінювання), а на осі ординат - процентний вираз загибелі піддослідних особин, трансформований в умовно вірогідні величини, які мають назву пробіт (від англійської *probability unit* - вірогідна величина).

Значення пробіт, які відповідають даному відсотку загибелі особин, знаходять у таблиці для перетворення процента частоти загибелі особин у пробіти (див. додатки).

ЗАВДАННЯ № 18.

Перетворіть відсотки у пробіти і обчисліть LD_{50} досліджуваного препарату згідно варіанту

На підставі обчислення даних свого варіанта вирахувати LD_{50} і зробити висновок про те, який препарат є токсичнішим.

Приклад. Препарати базудин, 60 % к.е. і волатон 500, 50% к.е. випробували в різних концентраціях як контактні інсектициди на мухах, розміщених у чашках по 20 - 25 шт. Кожну концентрацію випробовували в дев'яти чашках, які одночасно обробляли розчином інсектициду в органічному розчиннику. Загибель мух визначали в кожній чашці, далі вираховували середню для кожної дози за даними загибелі мух у дев'яти чашках.

Дані про середню загибель мух залежно від концентрації інсектициду наведені в таблиці 19.

Необхідно визначити, чи існує різниця в токсичності випробуваних препаратів і наскільки вона достовірна.

Спочатку необхідно заповнити допоміжну таблицю 20 з додатковими даними для пробіт – аналізу в такій послідовності:

1. За таблицею логарифмів або лічильної лінійки знайти логарифми концентрацій інсектицидів, перетворити їх у пробіти і внести в таблицю.
2. Накреслити лінію регресії.
3. Знайти очікувані проценти загибелі по лінії регресії і відповідні їм пробіти, записати їх у таблицю.
4. Очікувані по лінії регресії пробіти перетворити в очікувані проценти загибелі за таблицею.
5. Обчислити різницю між очікуваним й експериментально знайденим процентом загибелі по кожному варіанту досліду.

6. Знайти критерії збіжності експериментальних процентів загибелі з очікуваними по лінії регресії, користуючись номограмою.

7. За графіком знайти концентрації, при яких очікується загибель комах, рівна 14, 50 і 84%.

8. Знайти показник нахилу лінії регресії й обчислити смертельну дозу і смертельну концентрацію.

9. Зробити висновки.

19. Загибель мух від препаратів різної концентрації

Показники	Базудин, 60% к.е.			Волатон 500, 50% к.е.					
	250	1000	4000	250	500	1000	2000	4000	8000
Концентрація, мг/л	250	1000	4000	250	500	1000	2000	4000	8000
Середня загибель, %	31	57	80	13	15	22	39	52	66
Загибель мух у контролі – 9%									

20. Вихідні дані для обчислення результатів досліду

Препарат	Кількість комах у варіантах досліду	Концентрація інсектициду		Загибель комах у досліді		Загибель комах, очікувана по лінії регресії		Різниця між графами 5 і 7	Критерій схожості й очікуваний % загибелі
		мг/л	lg	%	пробіт	%	пробіт		
Базудин	210	250		31	4,50				
	240	1000		57	5,18				
	218	4000		80	5,84				
Волатон	218	250		13	3,87				
	240	500		15	3,96				
	210	1000		22	4,23				
	212	2000		39	4,73				
	240	4000		52	5,05				
	220	8000		66	5,41				

Обчислення проводять у такій послідовності:

1. У графу 2 вносять число комах кожного варіанта (кожної групи), у графу 3 - концентрації емульсії або розчинів, узяті для обприскування комах у тому чи іншому варіанті досліду. В таблицю включають дані по варіантах, де загибель комах знаходилася в межах від 0 до 100%. Якщо 100%-на загибель одержана в кількох варіантах, то в таблицю заносять варіант з найменшою концентрацією, а при нульовій загибелі - з найбільшою.

2. За таблицею логарифмів або за лічильною лінійкою знаходять логарифми концентрацій і записують їх у графу 4. При цьому достатньо брати

мантису з точністю до третього знака.

3. Проценти загибелі мух, одержані від відповідних концентрацій інсектициду, записують у графу 5. Користуючись таблицею, перетворюють проценти загибелі комах, одержані у варіантах, у відповідні їм умовні одиниці - пробіти і записують у графу 6. Пробіти достатньо брати з точністю до другого знака.

4. На міліметровому папері креслять осі координат. По осі Y (ордината) відкладають пробіти, по осі X (абсциса) - логарифми концентрацій (рис.17). Масштаб за обома осями береться однаковий, 1 см = 1,0 мм або 0,2 пробіта, або логарифма концентрації. Дані граф 3 і 5 наносять на графік звичайним способом.

За допомогою прозорої лінійки проводять по нанесених крапках пряму лінію регресії так, щоб кожна крапка відхилилася від неї по вертикалі і горизонталі на найменшу величину. Дуже важливо дотримуватися цієї вимоги для крапок, відповідних пробітам від 4,00 до 6,00 (14-18 % загибелі).

Може бути так, що крапки, які знаходяться нижче пробіта 4,00 або вище 6,00, різко відхиляються від прямої (перші - вправо, другі - вліво). Лінія проведена лише по крапках, відповідно пробітам 4,00 – 6,00, екстрапольована доверху, приблизно до пробіта 8,0 і донизу - до пробіта 2,7. У цьому разі для знаходження $СК_{50}$ накреслюють лінію регресії тільки по крапках, розташованих у межах пробітів 4,00 - 6,00. Решту варіантів виключають з таблиці і не беруть до уваги при наступних обчисленнях. При нерівному відхиленні вказаних верхніх і нижніх крапок проводять лінію регресії, беручи до уваги і ці крапки.

5. Для логарифма кожної концентрації (графа 4) по лінії регресії знаходять очікувані проценти загибелі мух. З цією метою відшукують на осі абсцис відповідний логарифм, поновлюють у цій крапці перпендикуляр так, щоб він пересікав лінію регресії (на рис. 17, його показано тонкою пунктирною лінією). Далі з крапки пересікання проводять пряму, паралельну осі абсцис, її також показують тонкою пунктирною лінією. Останню проводять до перетину з віссю ординати, на якій виконують підрахунок і записують у графу 6 знайдений пробіт, відповідний вихідному логарифму. Очікувані пробіти знаходять для логарифмів концентрацій, записаних у графі 4.

Очікувані по лінії регресії пробіти можна знайти шляхом обчислення. Для цього для однієї з верхніх і нижніх крапок лінії регресії (відповідних, наприклад, 6,00 - 7,00 і 3,00 - 4,00) знаходять точні пробіти y і y_1 та відповідні їм логарифми концентрацій x і x_1 , прийомом, який описаний вище. Потім

знаходять параметри a і b лінії регресії за формулами: $a = y \cdot bx$ і $b = \frac{y \cdot y_1}{x - x_1}$

Очікуваний пробіт загибелі y для кожного будь-якого заданого логарифму концентрації x буде дорівнювати $y = z - bx$. Це рівняння з конкретними

цифровими параметрами a і b , знайденими викладеним шляхом за експериментальними даними, характеризує взаємозв'язок між концентрацією (або дозою) речовини і одержаним від неї ефектом, наприклад, загибеллю комах.

6. Очікувані по лінії регресії пробіти (графа 8) перетворюють в очікувані проценти загибелі за таблицею переведення процентів загибелі у пробіти.

7. Обчислюють різницю між очікуваними (графа 7) й експериментально знайденими (графа 5) процентами загибелі по кожному варіанту досліду з більшої величини віднімають меншу. Різницю записують у графу 9.

8. Знаходять критерії схожості $\chi^2(\chi^2)$ експериментальних процентів загибелі з очікуваними по лінії регресії, користуючись номограмою.

На лівій лінії номограми знаходять крапку, яка відповідає очікуваному проценту загибелі (графа 7), на середній лінії - відповідну йому різницю (графа 9). За допомогою лінійки з'єднують ці крапки на прямій так, щоб пряма перетинала крайню лінію номограми. Крапка перетинання на прямій лінії дає величину χ^2 , яку заносять у графу 10 з точністю третього знака.

Таким чином, критерій схожості χ^2 дорівнює відношенню квадрата різниці між процентом загибелі комах у варіанті (графа 5) і процентом очікуваної її загибелі (графа 7) до різниці між процентом очікуваної загибелі комах, помноженому на 100, і процентом очікуваної її загибелі.

9. Знаходять суму $\chi^2(\sum \chi^2)$, яку записують у графу 10.

10. З точністю до другого десяткового знака знаходять критерій схожості (χ^2) для лінії регресії.

Якщо знайдена величина χ^2 (хі – квадрат) для накресленої лінії регресії менша табличної, то це свідчить, що експериментально одержані дані неістотно відрізняються від очікуваних по лінії регресії, остання викреслена правильно і добре відображає взаємозв'язок між концентрацією інсектицидів і загибеллю мух. При цьому число ступенів свободи дорівнює числу варіантів, зменшеному на 2,

тобто $V_1 = 3 - 2 = 1$ і $V_2 = 5 - 2 = 3$.

11. За графіком (рис. 17) відшукують концентрації, при яких очікується загибель комах, яка дорівнює 14; 60; 84 %. Від пробіта 4,00 (відповідного загибелі 14%) проводять пряму, паралельну осі абсцис, до перетинання її з лінією регресії; з крапки перетинання опускають пряму на абсцису і здійснюють відрахунок. Потенціюючи, знаходимо логарифми, відповідні концентрації препаратів при загибелі комах 50 і 84 % (пробіти 5,00 і 6,00).

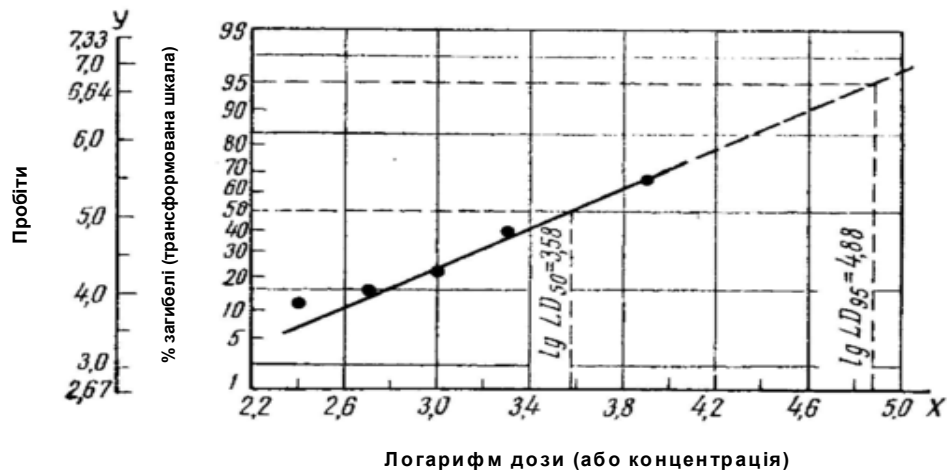


Рис. 17. Обробка результатів дослідів за допомогою пробіт - аналізу (розрахунок LD_{50} і приблизна оцінка LD_{95}).

12. Знаходимо показник нахилу лінії регресії S за формулою

$$S = \frac{CK_{84} \cdot CK_{50} - CK_{50} \cdot CK_{14}}{2}$$

Підставляємо значення CK_{84} , CK_{50} і CK_{14} знайдені в п. 12, і одержуємо S .

На підставі обчислення вираховують LD_{50} і роблять висновок про те, який препарат є більш токсичним.

Варіант 1. Випробували на кімнатних мухах ефективність контактних інсектицидів базудину, 60% к.е. і волатону 500, 50 % к.е. У результаті одержані такі дані про середню загибель комах залежно від концентрації інсектицидів:

Показники	Базудин, 60% к.е.			Волатон 500, 50 % к.е		
	250	1000	4000	250	500	1000
Концентрація, мг/л	250	1000	4000	250	500	1000
Середня загибель мух, %	31	57	80	13	15	22
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло мух у контролі, 9%						

Варіант 2. В лабораторних умовах визначали токсичність різних концентрацій препаратів ЕШ -16 і Бі - 58 новий на кімнатних мухах. Одержані такі дані:

Показники	Препарат ЕШ - 16			Бі - 58 новий		
	0,1	0,05	0,025	0,25	0,05	0,025
Концентрація, %	0,1	0,05	0,025	0,25	0,05	0,025
Середня загибель мух, %	59	53	39	88	66	21
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло мух у контролі, 7 %						

Варіант 3. У лабораторних умовах на кімнатних мухах вивчали токсичність різних концентрацій препаратів ЕШ - 20 і Бі - 58 новий. Одержані такі дані:

Показники	Бі - 58			ЕШ - 20		
Концентрація, %	0,015	0,008	0,004	0,1	0,05	0,025
Середня загибель мух, %	98	85	50	70	59	53
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло мух у контролі, 8 %						

Варіант 4. У лабораторних умовах на кімнатних мухах визначали токсичність препаратів ЕШ - 27 і ЕШ - 24 у різних концентраціях. Одержані такі дані:

Показники	ЕШ - 27			ЕШ - 24		
Концентрація, %	0,1	0,05	0,025	0,2	0,1	0,05
Середня загибель мух, %	99	97	78	42	30	22
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло у контролі, 7%						

Варіант 5. У лабораторних умовах на кімнатних мухах вивчали токсичність препаратів ЕШ - 18 і НШ - 32. Одержані такі дані про їх загибель:

Показники	ЕШ-18			НШ-32		
Концентрація, %	0,1	0,05	0,025	0,2	0,1	0,05
Середня загибель мух, %	93	89	65	86	72	35
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло у контролі, 4%						

Варіант 6. У лабораторних умовах вивчали токсичність препаратів НШ - 39 і ЕШ - 28 на кімнатних мухах. Одержані такі дані про їх загибель:

Показники	НШ-39			ЕШ-28		
Концентрація, %	0,015	0,004	0,002	0,5	0,05	0,025
Середня загибель мух, %	80	25	19	93	76	51
Кількість мух у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загинуло у контролі, 5%						

Варіант 7. У лабораторних умовах досліджували токсичність інсектицидів на жуках звичайного бурякового довгоносика. Одержані такі дані:

Показники	Бі-58 новий			Базудин		
Концентрація, %	0,015	0,008	0,004	0,5	0,25	0,005
Середня смертність жуків, %	88	75	50	97	88	66
Кількість жуків у досліді, екз.	50	50	50	50	50	50
Загибель жуків у контролі, 5 %						

Варіант 8. При обробці жуків бульбочкового довгоносика шерпою отримані такі результати:

Концентрація робочого розчину, %	0,01	0,02	0,04	0,08	0,1	0,2
Смертність, %	5,0	7,0	34,0	45,0	95,0	99,8
Загибель у контролі, 5%						

Варіант 9. При обробці трихограми безсамцевої децисом отримані такі результати:

Концентрація, %	0,0031	0,0062	0,0125	0,025	0,05
Смертність, %	31,5	65,0	81,0	97,0	99,9
Загибель у контролі, 9 %					

Варіант 10. При обробці гусениць капустяної совки ф'юрі отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0062	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2
Смертність, %	23,0	45,2	50,0	69,1	79,6	98,3
Загибель у контролі, 11 %						

Варіант 11. При обробці гусениць яблуневої плодожерки сумітюном отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0063	0,0125	0,025	0,05	0,01	0,2
Смертність, %	25,0	35,0	47,5	75,0	85,0	98,3
Загибель у контролі, 9 %						

Варіант 12. При обробці молодих клопів шкідливої черепашки фастика отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2
Смертність, %	15,4	35,0	55,1	85,0	98,5
Загибель у контролі, 7 %					

Варіант 13. При обробці гусениць капустяного білана волатоном отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0007	0,003	0,006	0,0125	0,25	0,05	0,1
Смертність, %	10,2	33,1	48,4	73,5	80,0	89,0	99,7
Загибель у контролі, 9 %							

Варіант 14. При обробці гусениць білана жилкуватого дендробацилюмом отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Смертність, %	1,6	8,3	26,6	41,6	93,5
Загибель у контролі, 9 %					

Варіант 15. Вивчалась токсична дія альто 400 проти збудника септоріозу пшениці. Отримані такі результати:

Концентрація, %	0,5	0,1	0,01	0,001	0,0001
Проросло конідій, %	0	0,8	13,4	41,0	86,7
Проросло конідій у контролі, 96 %					

Варіант 16. Випробували на вишневому слизистому пильщику ефективність контактних інсектицидів Золону, 35% к.е. і Сумітіону, 50% к.е. У результаті одержані такі дані про середню загибель комах залежно від концентрації інсектицидів:

Показники	Золон, 35% к.е.			Сумітіон, 50% к.е.		
Концентрація, мг/л	200	350	1000	200	400	800
Середня загибель пильщика, %	30	48	81	9	22	31
Кількість комах у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло комах у контролі, 7%						

Варіант 17. В лабораторних умовах визначили токсичність різних концентрацій Конфідору, в.р.к. і Данадиму, 40% к.е. на сливовій товстонижці. Одержані такі дані:

Показники	Конфідор, в.р.к.			Данадим, 40% к.е.		
Концентрація, %	0,2	0,1	0,05	0,5	0,25	0,05
Середня загибель товстонижок, %	68	55	51	96	85	63
Кількість товстонижок у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло комах у контролі, 8 %						

Варіант 18. В лабораторних умовах на личинках грушевої плодожерки вивчали токсичність різних концентрацій препаратів Арриво, к.е. і Матч 050, к.е. Одержані такі дані:

Показники	Арриво, к.е.			Матч 050, к.е.		
Концентрація, %	0,015	0,008	0,004	0,05	0,025	0,01
Середня загибель личинок, %	95	83	56	52	49	37
Кількість гусениць плодожерок у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло личинок у контролі, 6%						

Варіант 19. В лабораторних умовах на личинках яблуневої листокрутки визначали токсичність препаратів Гаупсин і Пеціломін у різних концентраціях. Одержані такі дані:

Показники	Гаупсин			Пеціломін		
Концентрація, %	0,1	0,05	0,025	0,2	0,1	0,05
Середня загибель личинок, %	96	94	73	40	33	25
Кількість листокруток у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло гусениць у контролі, 5%						

Варіант 20. В лабораторних умовах на гусеницях кільчастого шовкопряда визначали токсичність препаратів Дипел і Вірин КШ. Одержані такі дані про їх загибель:

Показники	Дипел			Вірин КШ		
	Концентрація, %	0,1	0,05	0,025	0,2	0,1
Середня загибель шовкопряда, %	89	85	63	88	75	37
Кількість комах у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло гусениць у контролі, 6%						

Варіант 21. В лабораторних умовах на личинках колорадського жука I-III віків визначали токсичність препаратів Турингін і Новодор. Одержані такі дані про їх загибель:

Показники	Турингін			Новодор		
	Концентрація, %	0,015	0,008	0,004	0,5	0,25
Середня загибель личинок, %	78	55	28	90	87	75
Кількість личинок у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло личинок у контролі, 3%						

Варіант 22. В лабораторних умовах досліджували токсичність інсектицидів на жуках ковалика смугастого. Одержані такі дані:

Показники	Маршал, к.е.			Флагман, к.е.		
	Концентрація, %	0,015	0,008	0,004	0,5	0,25
Середня смертність жуків, %	84	71	55	96	84	63
Кількість імаго у досліді, екз.	60	60	60	60	60	60
Загинуло жуків у контролі, 4%						

Варіант 23. При обробці жуків кукурудзяного чорниша Круїзером 350 FS отримані такі результати:

Концентрація робочого розчину, %	0,01	0,02	0,04	0,08	0,1	0,2
Смертність жуків, %	5,4	6,8	33,7	45,9	95,3	99,6
Загибель жуків у контролі, 3%						

Варіант 24. При обробці листкової форми філоксери Актелліком 500 ЕС, к.е. отримані такі результати:

Концентрація, %	0,0031	0,0062	0,0125	0,025	0,05
Смертність, %	30,7	63,5	79,2	94,3	98,8
Загибель у контролі, 10%					

Варіант 25. При обробці личинок акацієвої несправжньої щитівки Фуфаномом 570, к.е. отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0062	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2
Смертність личинок, %	21,8	43,0	52,7	66,7	73,3	96,0
Загибель у контролі, 12%						

Варіант 26. При обробці імаго яблуневої листоблішки Біммером, к.е. отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0063	0,0125	0,025	0,05	0,01	0,2
Смертність комах, %	21,4	29,3	43,1	69,8	87,5	96,0
Загибель комах у контролі, 8%						

Варіант 27. При обробці імаго бурякових клопів Парашутом 450 отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2
Смертність клопів, %	15,0	35,3	55,6	84,7	98,2
Загибель комах у контролі, 6%					

Варіант 28. При обробці гусениць яблуневої склівки Дурсбаном отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,0007	0,003	0,006	0,0125	0,25	0,05	0,1
Смертність личинок, %	15,0	32,7	44,1	58,2	69,6	76,4	89,5
Загибель у контролі, 9%							

Варіант 29. При обробці імаго горохового зерноїда Циклоном, к.е. отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Смертність жуків, %	5,3	14,0	32,2	53,8	78,1
Загибель у контролі, 7%					

Варіант 30. При обробці імаго конюшинного насіннеїда Волатоном 500, к.е. отримані такі результати:

Доза, мг/г	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Смертність жуків, %	19,0	26,6	39,8	65,5	86,3
Загибель у контролі, 6%					

Контрольні запитання і завдання

1. Що таке пробіт - аналіз і для чого він використовується в захисті рослин?
2. Як трансформуються дослідні дані в пробіт - аналізі?
3. Як за допомогою пробіт - аналізу визначити LD і CD ?
4. Що означає критерій LD_{50} ?
5. Як обчислюється різниця між очікуваним і експериментально знайденим процентом загибелі комах з кожного варіанта досліджу в пробіт - аналізі?
6. Яким методом знаходять критерії збіжності експериментальних процентів загибелі комах з очікуваними?

7. Як знаходять концентрації пестицидів, при яких очікується загибель комах, рівна 14, 50 і 84% ?

8. Як обчислюється смертельна доза і смертельна концентрація пестициду, що вивчається в досліді?

Тестові завданн

1	Трансформація S-подібної кривої в пряму лінію є:
1	Теоретична лінія регресії.
2	Пробіт-аналіз.
3	Гістограма.
4	Крапковий графік при прямолінійній кореляції.

2	За якою формулою встановлюють довірчий інтервал генеральної середньої для 5%-го рівня значимості при n-1 ступенях свободи?
1	$y \pm t_{05} \cdot Sx$
2	$x \pm t_{05} \cdot Sx$
3	$y \pm t_{01} \cdot Sx.$
4	$s = \sqrt{s^2}.$
5	$x \pm t_{01} \cdot Sx.$

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Авраменко Р.А., Кірсанова Г.В. Визначення біологічного врожаю основних сільськогосподарських культур : навч. посіб. Дніпропетровськ, 2004. 84 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985.- 416 с.
3. Кулешов А.В., Білик М.О. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2008. 512 с.
4. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : навч. посіб. / за ред. І.Л. Маркова. Київ : Аграр Медіа Груп, 2012. 264 с.
5. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч.ІІ.Статистична обробка експериментальних даних.
6. Марков І. Л., Шелестова В.С., Завада М. М., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Програма для вищих аграрних навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації спеціальності 7.130104-«Захист рослин».- К.:1997. – 9 с.
7. Марков И. Л., Шелестова В. С., Коваленко С. Н. Методические указания по изучению дисциплины «Методика опытного дела» и задания к

- лабораторно - практичним заняттям для студентів факультета захисту рослин. – К.: УСХА, 1978.- 96 с.
8. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. –333 с.
 9. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Омелюта, І.В. Григорович, В.С. Чабан та ін.; За ред. В.П. Омелюти. – К.: Урожай, 1986. – 296 с.
 10. Пересипкін В.Ф., Марков І.Л., Шелестова В.С. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин. – К.: Вид. центр НАУ, 2000. – 178 с.
 11. Сердюк та ін. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції : підручник. Мелітополь, 2020. 370 с.
 12. Хоменко І.І. Захист зерняткових садів у Центральному Лісостепу України. – К.: Феннікс, 1996. – 240 с.
 13. Gentosh D.T., Hlymiazny V.A., Bashta O.V., Voloshchuk N.M., Shmyhel T.S., Kovalyshyna H.M., Makarchuk O.M., Dmytrenko Y.M., Stankevych S.V., Shapetko E.V. Prognosis of the harmfulness of barley rust. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. No 3.P. 65-69.

РОЗДІЛ 5. ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

5.1. Загальні положення

Бакалаврська кваліфікаційна робота* (далі – кваліфікаційна робота) – самостійна індивідуальна робота аналітичного, технологічного, конструкторського, експериментального, розрахункового, бізнесового або організаційно-економічного характеру, що містить рішення завдань узагальненого характеру. Кваліфікаційна робота відображає рівень теоретичних знань і практичних навичок випускника в рамках обов’язкової та вибіркової складових освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів, його здатність до самостійної професійної діяльності як фахівця освітнього ступеню «Бакалавр».

Підготовка і захист кваліфікаційної роботи є завершальним етапом навчання студентів за освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів та формою атестації здобувачів вищої освіти. Метою виконання кваліфікаційної роботи є систематизація знань та розширення навичок щодо вирішення завдань відповідно до професійного спрямування. Основними завданнями виконання кваліфікаційної роботи є:

- розвиток навичок самостійної роботи, закріплення та поглиблення теоретичних і практичних знань;

- набуття вмінь систематизувати та аналізувати літературу з питань, що вивчаються;

- засвоєння методів формування завдань та вибору підходів щодо їх вирішення і шляхів реалізації в конкретних виробничих умовах;

- оволодіння сучасними методиками розрахунку і аналізування отриманих результатів з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.

У кваліфікаційній роботі студент має показати:

- її відповідність реальним умовам виробництва (стану суспільних відносин – для робіт суспільно-гуманітарних спеціальностей);

- логічність побудови та викладення матеріалу;

- лаконічність формулювань та їх зрозумілість для сприйняття;

- переконливість аргументації та доказовість висновків;

- обґрунтованість прийнятих рекомендацій виробництву (суспільним відносинам – для робіт суспільно-гуманітарних спеціальностей).

За прийняті у кваліфікаційній роботі рішення і за достовірність усіх даних відповідає її автор. Кваліфікаційна робота виконується в умовах освітнього процесу під організаційно-методичним керівництвом науково-педагогічного працівника випускової кафедри університету. Основними етапами підготовки та виконання кваліфікаційної роботи є:

– вибір теми і об'єкта дослідження, затвердження теми наказом ректора університету;

– розробка завдання на кваліфікаційну роботу та складання календарного плану її виконання;

– опрацювання літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи;

– проведення наукових досліджень, пов'язаних з темою випускної роботи;

– детальне вивчення об'єкту дослідження, збирання фактичного матеріалу, зокрема, під час проходження виробничої практики;

– обробка результатів досліджень та фактичного матеріалу із застосуванням сучасних методів аналізу;

– написання першого варіанту тексту пояснювальної записки, подання його на ознайомлення керівникові;

– усунення недоліків, визначених керівником, написання остаточного варіанту тексту, оформлення кваліфікаційної роботи;

– отримання відгуку керівника;

– подання зброшурованої завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру;

– рецензування кваліфікаційної роботи;

– попередній захист кваліфікаційної роботи на засіданні випускової кафедри;

– подання електронної версії кваліфікаційної роботи для перевірки на наявність плагіату;

–захист кваліфікаційної роботи на засіданні екзаменаційної комісії (далі – ЕК).

Етапи підготовки кваліфікаційної роботи фіксуються у плані її виконання. До захисту кваліфікаційної роботи на засідання ЕК допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчального плану – успішно склали заліки та екзамени, захистили курсові роботи (проекти), пройшли практики та захистили звіти про них, склали атестаційний екзамен (якщо це передбачено навчальним планом), успішно пройшли попередній захист кваліфікаційної роботи на кафедрі та її перевірку на наявність плагіату.

5.2. Тематика кваліфікаційних робіт

Підготовка кваліфікаційної роботи передбачає:

–систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних, виробничих та інших завдань;

–розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння методами дослідження, пов'язаних з темою кваліфікаційної роботи. Вибір напряму досліджень для виконання кваліфікаційної роботи не обмежується окремими галузями економіки, видами діяльності, організаційно-правовими формами та формами власності підприємств, установ та організацій, на матеріалах яких буде ґрунтуватися випускна робота.

Як правило, вибір студентом теми в кваліфікаційної роботи зумовлений виконанням окремих індивідуальних робіт з елементами попередніх наукових досліджень. Такий підхід до організації процесу підготовки кваліфікаційної роботи є ефективним, адже у процесі поточного навчання студенти вже набули певних знань з обраної проблеми досліджень, тому здатні більш професійно вирішувати питання удосконалення практичної діяльності. Студенту надається право самостійного вибору теми кваліфікаційної роботи в межах орієнтовної тематики, яка розробляється випусковою кафедрою, що забезпечує реалізацію вибіркової складової освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з урахуванням пропозицій і потреб установ, підприємств та організацій. При виборі теми кваліфікаційної роботи слід керуватися власними навчальними та науководослідними інтересами, наявністю теоретичної бази та власних розробок, можливістю отримання необхідних матеріалів під час проходження виробничої практики, орієнтацією на характер майбутньої професійної діяльності.

Тематика кваліфікаційних робіт на випусковій кафедрі оновлюється щороку. Оновлюючи її, випусковим кафедрам необхідно дотримуватись такої структури тем:

75% – теми узагальненого характеру (базові теми, що відповідають проблемам практики);

25% – теми інноваційного характеру. Виконання кваліфікаційної роботи базується на матеріалах обраного об'єкту. Якщо подібну тему кваліфікаційної роботи виявило бажання готувати кілька студентів, остаточне рішення приймає завідувач кафедри, виходячи з термінів подання заяв студентами на кафедру. Обрана студентом тема кваліфікаційної роботи закріплюється за ним на підставі його письмової заяви на ім'я декана факультету (додаток 10). Заява погоджується з керівником та завідувачем кафедри, на якій вона буде виконуватися.

Студентам заочної форми навчання пропонується обирати тему кваліфікаційної роботи з урахуванням потреб виробництва, зокрема підприємств, установ, організацій де вони працюють.

Закріплення за студентами тем кваліфікаційних робіт і керівників оформлюється наказом ректора університету за поданням деканату факультету упродовж перших двох місяців від початку останнього року навчання на бакалавраті. Тема кваліфікаційної роботи може бути уточнена за заявою студента на засіданні відповідної кафедри, але не пізніше, ніж за два місяці до визначеного терміну подання завершеної кваліфікаційної роботи до захисту. Зміна теми кваліфікаційної роботи оформлюється наказом ректора університету за поданням деканату факультету після узгодження з навчальним відділом університету.

Для керівництва студентами, які готують кваліфікаційні роботи, за поданням кафедр наказом ректора університету призначаються керівники – професори і доценти (старші викладачі), коло наукових і фахових інтересів яких відповідає тематиці кваліфікаційної роботи.

Студенти-іноземці та студенти, які навчаються в академічних групах з викладанням ряду дисциплін англійською мовою, можуть виконувати кваліфікаційну роботу англійською мовою з обов'язковим написанням реферату до роботи українською мовою. Керівником такої кваліфікаційної роботи призначається науково-педагогічний працівник (доцент, професор, завідувач кафедри), який вільно володіє англійською мовою. За одним керівником закріплюється не більше восьми студентів бакалаврату на навчальний рік згідно з вимогами «Положення про планування та облік роботи науково-педагогічних працівників НУБіП України».

Рекомендована тематика кваліфікаційних робіт

1. Моніторинг грибних хвороб сільськогосподарських культур.
2. Вплив агротехнічних заходів на ураженість пшениці та ячменю збудниками хвороб.
3. Оцінка ефективності протруйників насіння проти хвороб зернових і зернобобових культур.
4. Ефективність фунгіцидів проти хвороб зернових, зернобобових і технічних культур.
5. Застосування біопрепаратів проти хвороб плодово-ягідних культур.

6. Сортова стійкість ячменю ярого до збудників грибних хвороб.
7. Оцінка стійкості сортів квітникових рослин проти хвороб.
8. Мікрофлора насіння зернових і зернобобових культур.
9. Хвороби лікарських рослин і заходи їх контролю.
10. Захист квітnikово-декоративних рослин від хвороб.
11. Контроль бактеріальних хвороб рослин.
12. Еколого-біологічні особливості збудників хвороб рослин.
13. Захист овочевих культур від хвороб.
14. Особливості розвитку хвороб винограду та заходи їх контролю.
15. Діагностика хвороб ягідних культур і заходи обмеження їх розвитку.
16. Особливості біології шведської мухи на пшениці озимій та контроль її шкідливості.
17. Особливості розвитку звичайного бурякового довгоносіка на буряках цукрових і заходи його контролю.
18. Фенологія яблуневої попелиці у насадженнях яблуні.
19. Біотехнологічні особливості виробництва та використання біологічних засобів захисту рослин.
20. Особливості розвитку ентомопатогенних нематод.
21. Біологічні особливості та шкідливість кукурудзяного стеблового метелика.
22. Особливості розвитку листової бурякової попелиці на посівах цукрових буряків.
23. Внутрішньостеблові шкідники смородини та заходи їх контролю.
24. Біологічні особливості та заселеність плодових насаджень кільчастим шовкопрядом.
25. Фенологія та чисельність яблуневої молі в плодових насадженнях.
26. Особливості розвитку золотоочки звичайної та заходи щодо її використання.
27. Фенологія і короткостроковий прогноз появи звичайного хлібного пильщика на пшениці озимій.
28. Особливості розвитку та шкідливості трипсів на пшениці озимій.
29. Особливості розвитку та шкідливість хлібних жуків.
30. Поширення та біологічні особливості фітопаразитичних нематод основних сільськогосподарських культур.
31. Особливості розвитку та шкідливості доміантних видів шкідників квітково-декоративних культур відкритого та закритого ґрунту.

32. Особливості динаміки чисельності основних видів кліщів плодовогоїдних культур і заходи їх контролю.

33. Видовий склад та динаміка чисельності найбільш поширених видів гризунів агрофітоценозів та складських приміщень.

34. Аналіз видового складу регульованих шкідливих організмів.

35. Видовий склад та особливості формування бур'янових угруповань польових (зернових, зернобобових, технічних) агрофітоценозів.

36. Формування ентомокомплексу інтродукованих рослин ботанічних садів та оранжерей.

5.3. Функції керівника і студента

Науково-педагогічний працівник кафедри – керівник студента, який готує кваліфікаційну роботу – виконує такі функції:

–пропонує студентам теми кваліфікаційних робіт відповідно до напрямку своєї наукової діяльності, спеціальності освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів і потреб установ, підприємств, організацій;

–формує разом зі студентом завдання на виконання кваліфікаційної роботи;

–надає допомогу студенту у складанні плану підготовки кваліфікаційної роботи та контролює його виконання;

–рекомендує студенту необхідну методику, нормативну, навчальну, довідкову літературу та інші джерела для самостійного опрацювання;

–надає консультативну допомогу студенту під час виконання ним кваліфікаційної роботи за нормативами, згідно з вимогами «Положення про планування та облік роботи науково-педагогічних працівників НУБіП України»;

–залучає студентів до наукової роботи;

–допомагає студенту підготувати наукові публікації за результатами досліджень і сприяє їх опублікуванню у фахових та інших виданнях, матеріалах

наукових конференцій, симпозіумів, круглих столів та ін.;

–рекомендує студенту бази проходження виробничої практики;

–несе відповідальність за випадки виявлення академічного плагіату у кваліфікаційній роботі студента, у разі підписання ним кваліфікаційної роботи без наявності у студента довідки про перевірку її на плагіат;

–готує об'єктивний відгук на кваліфікаційну роботу перед її попереднім захистом на кафедрі;

–бере участь у засіданні кафедри під час попереднього захисту кваліфікаційної роботи та у засіданні екзаменаційної комісії під час захисту

кваліфікаційної роботи. Керівник несе особисту відповідальність за повноту і якість виконання вищезазначених функцій.

Студент – автор кваліфікаційної роботи – виконує наступне:

– визначається з темою кваліфікаційної роботи відповідно до спеціальності, за якою він навчається, та освітньо-професійної програми;

– разом з керівником формує завдання кваліфікаційної роботи;

– складає план підготовки кваліфікаційної роботи і відповідає за його вчасне виконання;

– добирає і опрацьовує законодавчі і нормативні документи, навчальну, наукову й довідкову літературу та інші джерела, зокрема ресурси мережі Інтернет; – аналізує позиції різних авторів щодо проблем, які мають безпосереднє відношення до теми його кваліфікаційної роботи;

– використовує набуті в процесі навчання теоретичні знання і практичні навички;

– самостійно приймає обґрунтовані рішення;

– під час проходження виробничої практики на основі теоретичних положень та методики досліджень ґрунтовно і всебічно вивчає стан справ у реальних умовах об'єкта досліджень та добирає фактичний матеріал;

– на основі теоретичних положень та зібраного фактичного матеріалу готує розділ, що містить детальну розробку однієї із задач, вирішуваних у кваліфікаційній роботі, з використанням результатів опублікованих чи власних досліджень;

– готує висновки і подає кваліфікаційну роботу керівнику на перевірку; – усуває недоліки, які виявлені у процесі попереднього захисту кваліфікаційної роботи на кафедрі;

– отримує відгук керівника;

– використовуючи сучасні інформаційні технології, готує презентацію кваліфікаційної роботи, яку демонструє під час попереднього захисту на кафедрі, а в подальшому на засіданні ЕК;

– подає кваліфікаційну роботу разом з відгуком керівника завідувачу кафедри, який засвідчує своїм підписом її допуск до розгляду на засіданні ЕК;

– отримує рецензію на кваліфікаційну роботу від науково-педагогічного працівника іншої кафедри факультету (ННІ) та готує відповіді на зауваження;

– подає електронний варіант завершеної кваліфікаційної роботи керівнику чи відповідальному від факультету за перевірку робіт на плагіат не пізніше ніж за 10 днів до захисту на засіданні ЕК;

– несе персональну відповідальність за наявність плагіату у кваліфікаційній роботі;

– доповідає зміст кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК відповідно до графіку, встановленого деканатом факультету. Студент несе особисту відповідальність за якість кваліфікаційної роботи та своєчасність її виконання.

5.4. Зміст та орієнтовна структура кваліфікаційної роботи

Структура й зміст кваліфікаційної роботи, співвідношення розділів визначаються її темою.

У картці кваліфікаційної роботи (додаток 11) розміщується така інформація: код кафедри (наприклад, 06.01); літери КР – кваліфікаційна робота; номер та дата підписаного ректором університету наказу про затвердження тем кваліфікаційних робіт; порядковий номер студента в наказі про затвердження тем кваліфікаційних робіт; літери ПЗ – пояснювальна записка. Титульний аркуш (додаток 12) містить повну назву університету, факультету, кафедри, тему кваліфікаційної роботи, код і назву спеціальності, прізвище та ініціали автора, прізвище, ініціали керівника та його науковий ступінь і вчене звання, відомості щодо допуску завідувачем випускової кафедри роботи до захисту, календарний рік захисту. Завдання до виконання кваліфікаційної роботи видається в місячний термін з дня реєстрації наказу про затвердження тем. Зразок завдання наведено у додатку 13.

Зміст подається на початку кваліфікаційної роботи і містить найменування та номери перших сторінок усіх розділів, підрозділів та пунктів (якщо вони мають заголовки), зокрема вступу, розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У вступі до кваліфікаційної роботи:

- обґрунтовуються актуальність обраної теми, мета та зміст поставлених завдань; □ визначається об'єкт досліджень для вирішення завдань узагальненого характеру;
- зазначається метод чи методи досліджень;
- за наявності зазначається участь студента у науковій роботі (конкурси наукових робіт), участь у наукових конференціях, науковому гуртку та виконанні науково-дослідних тем випускаючою кафедрою;
- окреслюються положення, винесені на захист.

Для обґрунтування актуальності обраної теми необхідно сформулювати мету дослідження та виділити ті завдання, що потрібно вирішити для досягнення поставленої мети.

Завдання, що будуть вирішуватися відповідно до визначеної мети, зазначаються у формі перерахунку (вивчити..., описати..., встановити..., ідентифікувати..., виявити... тощо).

Об'єктом для вирішення завдань узагальненого характеру може бути процес, сорти рослин, породи тварин, підприємство чи група підприємств, певна галузь виробництва тощо.

Методи дослідження як інструмент одержання фактичного матеріалу – обов'язкові елементи вступу до кваліфікаційної роботи.

Практична значущість кваліфікаційної роботи свідчить, що знання та розробки, отримані студентом в ході її виконання, можуть бути використані на конкретному підприємстві.

На завершення вступу, за умови відсутності реферату, доцільно подати структуру роботи, тобто навести перелік її структурних елементів і обґрунтувати послідовність їх розміщення, зазначити, скільки сторінок займає основний текст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи, додатки, зазначити кількість таблиць, рисунків, використаних літературних джерел.

Вступ до кваліфікаційної роботи пишеться в останню чергу, після того як підготовлено весь текст пояснювальної записки.

Основна частина кваліфікаційної роботи складається з розділів, які, в свою чергу, можуть поділятися на підрозділи, пункти, підпункти. Кожен розділ необхідно починати з нової сторінки.

У розділах основної частини наводять:

- огляд літератури та первинних матеріалів;
- методи вирішення поставлених завдань
- теоретичні обґрунтування (положення);
- результати наукових досліджень;
- аналіз і узагальнення одержаних результатів.

У першому розділі розкриваються основні теоретичні положення, проблеми, що існують стосовно питань, які досліджуються, огляд літератури. Загальний обсяг огляду літератури не повинен перевищувати 20 відсотків обсягу основної частини кваліфікаційної роботи.

У другому розділі обґрунтовується вибір напряму досліджень, наводяться методи вирішення задач, розробляється загальна методика проведення досліджень.

У наступних розділах наводяться результати досліджень із зазначенням нового, що вносить автор у вирішення проблеми. Оцінюється повнота вирішення поставлених завдань, достовірність отриманих результатів (характеристик, параметрів), порівняння їх з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних авторів.

Обробка отриманої інформації виконується з використанням прикладного програмного забезпечення (Microsoft Excel, статистичні пакети тощо).

У кваліфікаційній роботі може бути розділ, що містить детальну розробку однієї із задач, вирішуваних у кваліфікаційній роботі, з використанням результатів опублікованих чи власних досліджень.

За результатами виконання роботи після кожного розділу слід зробити висновки в контексті завдань, які розглядалися в його підрозділах.

У висновках наводяться практичні результати, отримані в процесі проведеного дослідження, формулюються розв'язані наукові проблеми та їх значення для науки і практики, наводяться висновки й рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів.

Список використаних джерел має містити навчальні та наукові праці стосовно об'єкту дослідження та інші інформаційні документи, на які обов'язково мусять бути посилання в тексті кваліфікаційної роботи. До їх складу включаються назви законодавчих та інших нормативних документів,

наукових статей (у т.ч. наявні публікації результатів дослідження студента) та практичних публікацій, монографій, підручників, навчальних посібників, веб-сайтів, інформацією яких користувалися під час роботи. Список використаних джерел має оформлюватися з урахуванням Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

До додатків за необхідності включаються такі допоміжні матеріали:

- проміжні математичні доведення, формули та розрахунки;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- протоколи й акти випробувань, впровадження, розрахунки економічного ефекту;
- допоміжні ілюстрації.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи – 50-55 сторінок. Для завершення підготовки кваліфікаційної роботи студентам надається час згідно із затвердженим графіком освітнього процесу.

Орієнтовний зміст основної частини кваліфікаційних робіт

Відповідно до специфіки кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипікіна орієнтовний зміст кваліфікаційної роботи може бути представлений у такому вигляді:

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Народногосподарське значення культури

1.2. Історії вивчення шкідливого об'єкта

1.3. Поширення та шкідливість

1.4. Зовнішні симптоми проявлення хвороб

1.5. Біологічні особливості збудника хвороби. Систематичне положення патогену, його класифікація та спеціалізація. Стадії спороношення. Джерела інфекції. Прогнозування хвороби

1.6. Система заходів захисту від хвороби. Селекційно-насінницькі заходи.

Агротехнічні заходи (система обробітку ґрунту, підготовка посівного і садивного матеріалу, сівба і збирання, внесення добрив). Фітосанітарні заходи. Організаційно-господарські заходи. Хімічні заходи. Біологічні заходи. Фізико-механічні заходи.

Розділ 2. Умови та методика проведення експериментальних досліджень

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

2.2. Методика проведення досліджень

Розділ 3. Експериментальна частина.

3.1. Особливості симптоматики та шкідливість хвороби

- 3.2. Вплив метеорологічних факторів на поширення та розвиток хвороби
- 3.3. Видовий склад та патогенні властивості збудників хвороби
- 3.4. Стійкість перспективних сортів та гібридів культури до хвороби
- 3.5. Заходи з обмеження розвитку хвороби

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

Вступ

Текст вступу повинен бути коротким. У ньому необхідно показати значимість культури, навести дані з урожайності та втрат її від хвороб, відмітити значення захисту культури від шкідливих організмів. Перелічуються найголовніші хвороби та їх економічне значення, а також наводяться конкретні дані, які характеризують досягнення науки і передового досвіду із захисту культури від хвороб.

Розділ I. Огляд літератури

1.1. Народногосподарське значення культури

Вказати райони вирощування культури і використання її в народному господарстві. Коротко описати технологію вирощування стосовно відповідної зони або області, назвати найшкідливіші хвороби культури, зазначити шкідливість хвороби та втрати врожаю від неї.

1.2. Історії вивчення хвороби

З літературних джерел ознайомитися з першими повідомленнями щодо виявлення хвороби на культурі та вказати автора, рік і країну. Потім описати послідовність у виявленні хвороби в Україні та інших країнах; назвати форми прояву її. Особливо треба відзначити ступінь вивчення хвороби в Україні.

1.3. Поширення і шкідливість хвороби

Детально вивчити поширеність хвороби в Україні та інших країнах. Якщо спостерігались епіфітотії хвороби, необхідно зазначити їх історію і причини виникнення з необхідним обґрунтуванням. Навести цифрові дані про шкідливість хвороби (її збудники) в Україні та інших країнах світу. Визначити ступінь шкідливості для культури, вказати причини погіршення якості насіння та іншої продукції, а також зниження кількості врожаю.

1.4. Зовнішні симптоми проявлення хвороби

Після зараження рослини з'являються зовнішні ознаки або симптоми. Патологічний процес супроводжується порушенням фізіологічних, біохімічних і анатомоструктурних особливостей рослин, внаслідок чого спостерігається різноманітність форм прояву хвороби. Необхідно описати симптоми хвороби на окремих органах рослини протягом усього вегетаційного періоду, включаючи збирання, зберігання врожаю (подати кольорові рисунки уражених органів рослин). При цьому потрібно зазначити патологічні зміни в рослині під впливом збудника, тобто тип хвороби (плямистість, наліт, пустули тощо). Зазначити строки виявлення хвороби і вказати, в якій фазі розвитку рослин спостерігається максимальне ураження. Чітко описати його початкову і кінцеву стадії. Розкрити взаємовідносини між рослиною-господарем і збудником хвороби залежно від умов зовнішнього середовища (температури, кількості опадів тощо).

1.5. Біологічні особливості збудника хвороби. Систематика патогену, його класифікація та спеціалізація

Спочатку визначити збудника хвороби на культурі. Якщо це гриб (грибоподібний організм), вказати його систематику в класифікації: клас, підклас, порядок і родину. Відзначити спеціалізацію паразиту. Якщо в нього відомий расовий склад або біотип, зазначити, які з них є агресивнішими і в яких екологогеографічних районах. Обґрунтувати значення спеціалізації паразитичних організмів при виведенні високостійких проти хвороб сортів для відповідної місцевості, а також при здійсненні агротехнічних заходів захисту.

Стадії спороношення. При описі грибів – збудників хвороб необхідно відобразити цикл розвитку паразита; тобто послідовне проходження всіх стадій спороношення. Охарактеризувати нестатеве і статеве розмноження. Зміну ядерних фаз, а також показати перевагу однієї стадії розвитку над іншою. Зарисувати всі стадії спороношення. Описати проростання спочиваючих спор збудника хвороби, які слугують для збереження виду. Занотувати, чи є паразит одно- чи різногосподарним. Розглянути фактори зовнішнього середовища, які сприяють проростанню спор (вологість, температура, кисень, освітлення та ін.), а також описати розмноження фітопатогенних бактерій і вірусів залежно від цих умов. Шляхи поширення та умови, які сприяють розвитку патогена. Описати всі можливі шляхи і способи поширення грибів, бактерій і вірусів. Показати значення вітру, води, бур'янів і людини в поширенні інфекційного початку в період вегетації, а також важливу роль комах як переносників патогенів. Відзначити шляхи і способи проникнення патогенів в рослину (через продихи, кореневі волоски тощо). Показати, що на процес зараження і його подальший розвиток значно впливають умови зовнішнього середовища (вологість, температура, освітлення тощо), велика кількість інфекційного початку та активні захисні реакції рослин.

Джерела інфекції. Вказати джерела інфекції та місце зберігання збудника хвороб. Описати і зарисувати спочиваючі форми паразита. Обґрунтувати роль насіння, садивного матеріалу і заражених живих рослин, рослинних рештків, ґрунту, комах, бур'янів та інших факторів у зараженні інфекційного початку. Розкрити вплив умов зовнішнього середовища на стан зимуючих форм паразита. Доцільно мати на увазі, що накопичення в ґрунті збудників, які розвиваються сапротрофно, призводить до посилення хвороби, зниження врожаю на одних і тих же ділянках (особливо за беззмінної культури). Показати роль мікробівантагоністів у довготривалості збереження інфекційного початку в ґрунті та при очищенні його від збудників хвороб.

Прогнозування хвороби. Обґрунтовано визначити і здійснити заходи захисту від хвороби допомагає прогнозування її розвитку в певному екологогеографічному районі. Важливе значення для прогнозування розвитку хвороби має знання кількісного коливання в популяції її збудників, які викликаються формоутворюючими процесами і змінами в складі сортів рослин, а також погодними умовами (особливо температурою і вологістю). Тому для прогнозування розвитку хвороб необхідно мати дані про склад популяції збудника в даній місцевості, розмір запасу інфекційного початку і можливостей його зберігання, про сортовий склад культури і ступінь стійкості різних сортів проти хвороби, а також погодні умови, які складають для району (області) за прогнозом метеорологічної служби. Для складання короткострокового прогнозу важливо знати виникнення первинної інфекції та розвиток повторних заражень, тобто необхідно з'ясувати можливість зараження рослин і періоди прояву хвороби. Визначити практичне значення короткострокового прогнозу, який може запобігти появі хвороби і значно зменшити недобір урожаю в господарстві. За необхідності можна описати довгостроковий прогноз-передбачення появи хвороби та її розвиток, а також можливі втрати за кілька років на значній території.

1.6. Система заходів захисту від хвороби

Система, яка передбачає профілактичні, лікувальні та винищувальні заходи (головним чином профілактичні), повинна включати різноманітні методи захисту від хвороби, (чи хвороб) на певній сільськогосподарській культурі та їх послідовність, починаючи з підготовки насіння до сівби і закінчуючи збиранням та зберіганням урожаю. Планування заходів у системі записують послідовно за періодами року: осінньо-зимовий, ранньовесняний, весняний і літній. Строки застосування хімічних і біологічних засобів захисту необхідно пристосовувати до певних фаз розвитку рослин, пов'язувати з погодними умовами, агротехнікою вирощування культури і біологією збудника. По відношенню до карантинних об'єктів слід висвітлити також комплекс карантинних заходів.

Селекційно-насінницькі заходи. Вони передбачають впровадження у виробництво сортів, стійких проти хвороб. Особливо цінні сорти, які мають груповий імунітет. Показати роль вітчизняної селекції при виведенні стійких

сортів, які проводять на насінневих ділянках для підтримання породних властивостей сорту. Насінництво стійких проти хвороб сортів вимагає особливої уваги. За несприятливих для розвитку рослин умов, беззмінного вирощування одних і тих же сортів у господарстві, відсутності фітопатологічного контролю стійкість останніх може знижуватися. У природі нагромаджуються нові, агресивні раси, які уражують раніше стійкі сорти. Для підтримання стійкості культури необхідно у визначені строки проводити сортозаміну з урахуванням рекомендацій земельних селекційних установ. У сівозміну впроваджують попередники, які не уражуються тими збудниками хвороб, що й подальша культура. Насінневі ділянки для підтримання породних властивостей сортів необхідно обробляти відповідно до вимог даної культури. Ці питання слід висвітлити в роботі.

Агротехнічні заходи. Вони значно підвищують стійкість рослин проти хвороб і зменшують нагромадження інфекційного початку. Зазначити, який захід найефективніший.

Сівозміна. Обґрунтоване чергування культур значно зменшує запас інфекційного початку і є ефективним заходом проти багатьох збудників хвороб. Для деяких збудників, які зберігаються нетривалий період у ґрунті, важливе значення має розміщення культур у полях сівозміни (особливо проти збудників іржі та борошнистої роси зернових, несправжньої борошнистої роси буряків та ін.).

Система обробітку ґрунту. За умілого поєднання різних способів обробітку ґрунту можна значною мірою захистити рослини від хвороби. Для деяких збудників (іржа зернових) важливе значення має лущення стерні після збирання врожаю, а глибока зяблева оранка викликає загибель багатьох збудників, які зберігаються на рослинних залишках або безпосередньо в ґрунті. Неабияке значення має передпосівний обробіток ґрунту та в період вегетації, що дає змогу знищити бур'яни, які є джерелом інфекції для багатьох збудників хвороб. Необхідно описати способи обробітку ґрунту та їх значення проти збудника хвороби у дипломній роботі.

Підготовка посівного і садивного матеріалу. Разом з насінням і садивним матеріалом передається багато хвороб. У зв'язку з цим необхідно очищати і сортувати насіння для видалення щуплого і рослинних залишків, на яких зберігаються спори грибів та насіння бур'янів. Перед садінням обов'язково перебирають і вибраковують уражені бульби, коренеплоди, цибулини та розсаду. Усі процеси, які необхідно здійснити при підготовці посівного матеріалу, слід відобразити в роботі згідно з темою.

Сівба і збирання. Практика сільськогосподарського виробництва свідчить, що сівба, садіння та збирання в оптимальні строки найбільше стримують розвиток хвороби.

Внесення добрив. Обґрунтований підбір добрив і своєчасне їх внесення посилюють інтенсивність розвитку рослин, підвищують їх стійкість проти хвороб. Внесення органічних і мінеральних добрив з мікроелементами під основний або передпосівний обробіток ґрунту, а також підживлення в період

вегетації зменшують ураження сходів і рослин у інших фазах. Підвищені норми азоту часто подовжують вегетацію і посилюють розвиток надземної маси, що призводить до масового ураження рослин різними збудниками хвороб. Калійні та фосфорні добрива в більшості випадків підвищують стійкість рослин і стримують розвиток хвороби. Для деяких збудників хвороб при внесенні вапна створюються несприятливі умови для їх розвитку (наприклад, коренеїд, чорна ніжка, кила капусти тощо). Показати роль макро- і мікроелементів у підвищенні стійкості рослин проти хвороб.

Фітосанітарні заходи. Знищення рослинних залишків у полі після збирання, в місцях обмолоту, парниках і теплицях, обрізання сухих гілок, систематичне збирання опалих плодів, осіннє згрібання і знищення листя в саду, просушування бульб і коренеплодів після їх копання, підготовка приміщень, сховищ, тари, інвентаря і машин – важливі профілактичні заходи, які знижують запас інфекційного початку. Звернути увагу на фактори стосовно даного об'єкта.

Організаційно-господарські заходи. Вони враховують правильне чергування культур у полях сівозміни, розміщення культури, яку вирощують, після найліпших попередників. Важливе значення має збереження просторової ізоляції (наприклад, між озимою і ярою пшеницею), оскільки суміжне їх розміщення сприяє поширенню багатьох хвороб (іржі, борошнистої роси тощо). Слід зберігати певну відстань між полями минулого і нинішнього року. Насінневі ділянки розміщують не ближче 1 км від товарних посівів цієї культури. Передбачається правильне районування сортів і періодична заміна їх, а також агрохімічний стан ґрунту при внесенні органічних і мінеральних добрив та мікроелементів.

Хімічні заходи. Хімічні заходи полягають у застосуванні спеціальних хімічних препаратів (фунгіцидів і бактерицидів). У деяких випадках вони спрямовані на те, щоб не допустити первинного зараження і появи хвороби, запобігти або обмежити повторне зараження. Фунгіциди можуть бути різними за фізичним станом і застосовуються у вигляді протруювання, обприскування, обпилювання і дезінфекції. За способом і характером дії на патогенні мікроорганізми і рослини вони поділяються на протруювачі, фунгіциди захисної дії та ґрунтові препарати викорінюючої та імунізуючої дії. Коротко описати фізико-хімічні властивості, механізм дії, норми витрати, строки і способи застосування фунгіцидів. Передбачити перспективність хімічної імунізації та вказати препарати комплексної системно-імунізуючої дії. Звернути увагу на запобіжні заходи при використанні хімічних препаратів.

Біологічні заходи. У системі захисту важливого значення набувають біологічні заходи проти хвороб сільськогосподарських культур. Розробка цих «заходів» проводиться в таких основних напрямках: використання паразитів другого порядку (гіперпаразитів), антагоністів і антибіотиків. Необхідно зупинитися на біологічних засобах, які застосовуються проти хвороб рослин, а також перспективних (паразитах другого порядку, антагоністах, антибіотиках і фітонцидах).

Фізико-механічні заходи. Сюди відносяться термічна обробка насіння та ґрунту, специфічні способи для очистки насіння (зернових, зернобобових, льону, конюшини, люцерни тощо), видалення уражених збудниками хвороб частин рослин шляхом обрізування тощо. Заходи рекомендуються в тому випадку, якщо їх можна застосовувати проти хвороб рослин, наведених у дипломній роботі.

Розділ 2. Умови та методика проведення експериментальних досліджень

Вказується місце проведення роботи, подається характеристика ґрунтів та метеорологічні дані за період проведення досліджень. Робиться висновок щодо придатності біокліматичного потенціалу регіону дослідження для одержання сталого врожаю сільськогосподарських культур. Обліки і спостереження повинні відповідати темі дипломної роботи.

Детально описується методика проведення польових і лабораторних досліджень.

Розділ 3. Експериментальна частина

Аналізуються і узагальнюються результати власних експериментальних даних автора, формулюються висновки за кожним напрямом досліджень. Результати досліджень наводяться у вигляді таблиць та супроводжуються їх аналізом, доповнюються рисунками, графіками. Обов'язковим є проведення математичної обробки результатів досліджень.

Висновки

Коротко (за пунктами) викладається основний зміст кваліфікаційної роботи.

Список використаних джерел

Список використаної літератури подають в алфавітному порядку авторів, спочатку розміщують вітчизняних, а потім іноземних за латинським алфавітом. Бібліографічний матеріал (список використаної літератури) оформлюють згідно з вимогами державного стандарту. Орієнтовно список повинен містити близько 35-40 джерел.

Відповідно до специфіки кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин орієнтовний зміст дипломної роботи може бути представлений у такому вигляді:

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

- 1.1. Пшениця озима, її біологічні особливості та господарське значення
- 1.2. Історія вивчення комах-фітофагів та бурянів
- 1.3. Систематичне положення, морфологічні особливості
- 1.4. Біологічні особливості фітофагів і домінуючих видів бурянів
- 1.5. Сучасний стан захисту сільськогосподарських культур (культури) від фітофагів і бурянів

Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

- 2.1. Місце розташування господарства та його спеціалізація
- 2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов
- 2.3. Методика досліджень

Розділ 3. Експериментальна частина

- 3.1. Видовий склад фітофагів і бурянів в умовах конкретного господарства
- 3.2. Фенологія поширеного в господарстві фітофага
- 3.3. Чисельність та заселеність шкідником (шкідниками) культури (культур) і формування бурянових угруповань за фазами розвитку та його (їх) шкідливість
- 3.4. Оцінка стійкості сортів (гібридів) проти фітофагів
- 3.5. Заходи контролю чисельності фітофага (фітофагів) і бурянів

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

Вступ до випускної роботи займає 1-3 сторінки. В ньому коротко розкривається сутність питання, його актуальність і новизна, мета досліджень, вказується участь студента в дослідженнях і його право на використання наукового матеріалу.

Розділ 1. Огляд літератури

На 15-20-ти сторінках дається аналіз публікацій, які стосуються теми випускної роботи. Цей розділ можна назвати по-різному: Огляд літератури, Коротка історія і стан питання, або по суті огляду літератури.

Розділ «Огляд літератури» може включати такі підрозділи, наприклад:

1. Коротка історія вивчення шкідника (шкідників) і бурянів передбачена темою роботи (3-5 с.).

2. Систематичне положення, морфологія, біологія та екологія шкідників (шкідника) і бурянів (10-12 с.).

3. Огляд найефективніших сучасних прийомів і методів з обмеження (регуляції) чисельності шкідників (шкідника) і бурянів та їх ефективність (з наведенням прикладів) (3-5 с.).

4. Методи обліку й прогнозування розмноження видів (виду), які вивчаються (2-3 с.).

5. Система заходів щодо захисту культур від шкідника (шкідників), зумовлені темою з урахуванням рівнів ефективності ентомофагів та бурянів економічних порогів шкідливості (3-5 с.). У кінці огляду літератури формулюється робоча гіпотеза.

Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

Коротко, на 4-5 сторінках подається місце розташування господарства, характеристика ґрунту: назва, тип, морфологічні ознаки, основні показники родючості, оцінка ґрунту за продуктивністю в балах, структура посівних площ тощо. Описуються погодні умови за роки досліджень, порівнюючи їх з багаторічними даними. Наводяться методики проведення досліджень (визначення показників чисельності, шкідливості, заселеності, облік врожаю тощо), відомості про схему досліду, кількість і перелік варіантів, які входять до схеми досліду, розмір площ посівної і облікової ділянок, їх повторність.

Розділ 3. Експериментальна частина

Викладається послідовно на 10-15 сторінках весь експериментальний матеріал. Цей розділ включає декілька основних підрозділів, назва яких відповідає сутності питань, визначених програмою досліджень. Як приклад, ці підрозділи можуть бути такими: включати особливості біології бурянів та шкідників в умовах конкретного господарства з наведення фенограми розвитку та аналізом ділапауз фітофага; заселеність ним посівних площ чи насаджень; шкідливість; вплив основних екологічних факторів на розмноження фітофагів з аналізом закономірностей змін чисельності досліджуваного виду; короткостроковий прогноз появи шкідливої стадії розвитку певного виду комах залежно від факторів зовнішнього середовища (значення ГТК, суми ефективних температур та ін.); вивчити анатомію і фізіологію комах із аналізом функції окремих систем в організмі фітофагів і зокрема у виживанні під час зимівлі; заходи контролю фітофагів. Морфологічно-фізіологічні аспекти в контролі бурянів.

Висновки

Висновки доцільно формулювати за результатами досліджень і включати 35 невеликих за обсягом, але конкретних (із зазначенням цифрових значень), чітких за редакцією пунктів. За необхідності та можливості останнім пунктом висновків або окремим абзацом викладаються пропозиції виробництву (рекомендації).

При виконання кваліфікаційної роботи, об'єктами досліджень якої є буряновий компонент судент розкриває питання, наведені у розділі 1 та 2. В експериментальній частині (розділ 3) вивчається: характеристика бур'янового

компоненту агрофітоценозу; вплив забур'яненості на ріст, розвиток рослин та урожайність культур; гербокритичний період шкідливості бур'янів у посівах культури; заходи контролю рівня присутності бур'янового компоненту (сівозміна, механічні прийоми обробітку ґрунту, застосування хімічних гербіцидів та ін.).

5.5. Оформлення кваліфікаційної роботи. Загальні вимоги

Текст кваліфікаційної роботи друкується на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210×297 мм), через півтора інтервали – з використанням шрифту текстового редактора Word – Times New Roman, 14-й кегль. За необхідністю допускається використання формату аркушів А3 (297×420 мм).

Текст кваліфікаційної роботи друкується з дотриманням таких відступів від краю сторінки: лівий – 30 мм, верхній, нижній – 20 мм, правий – 10 мм.

Під час оформлення кваліфікаційної роботи необхідно дотримуватися рівномірної щільності, контрастності та чіткості зображення впродовж усього документу.

Прізвища, назви підприємств, установ, організацій у випускній роботі наводяться мовою оригіналу.

Скорочення слів і словосполучень виконуються відповідно до чинних стандартів з бібліотечної і видавничої справи. Заголовки структурних частин кваліфікаційної роботи “ЗМІСТ”, “ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ”, “ВСТУП”, “РОЗДІЛ”, “ВИСНОВКИ”, “СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ”, “ДОДАТКИ” друкуються великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів – маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапка в кінці заголовку не ставиться. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці у підбір тексту. У кінці надрукованого таким чином заголовку ставиться крапка. Відстань між заголовком (за винятком заголовка пункту) та текстом має дорівнювати 2-3 інтервалам (6-9 мм).

Абзацний відступ має бути однаковим впродовж усього тексту та дорівнювати п'яти знакам.

Кожну структурну частину кваліфікаційної роботи починають з нової сторінки.

Мова і стиль. Кваліфікаційна робота повинна виконуватися державною мовою.

Студенти-іноземці та студенти, які навчаються в академічних групах з викладанням ряду дисциплін англійською мовою, можуть виконувати кваліфікаційну роботу англійською мовою з обов'язковим написанням реферату до роботи українською мовою.

Стиль оформлення роботи визначається такими особливостями: – формально-логічний спосіб викладення матеріалу, наявність міркувань, що

сприяють обґрунтуванню основних висновків дослідження; – змістова завершеність, цілісність та зв'язність думок; – цілеспрямованість, відсутність емоційного забарвлення тексту; – об'єктивність викладу, змістова точність, стислість, ясність; – необхідність використання спеціальної термінології.

Завдяки спеціальним термінам досягається можливість в короткій формі давати розгорнуті визначення та характеристики наукових фактів, понять, процесів, явищ. Слід уважно підходити до вибору наукових термінів та визначень, посилаючись при цьому на авторитетні джерела (монографії, підручники, довідкові та нормативні видання тощо).

Щоб уникнути суб'єктивних суджень й акцентувати основну увагу на предметі висловлювання, в тексті застосовують переважно виклад від третьої особи (“...автор рекомендує”) або від першої особи множини (“...на нашу думку”, “...зазначимо, що”), часто використовують безіменну форму подачі інформації (“...як було зазначено”).

Текст кваліфікаційної роботи слід старанно вчитати та перевірити на наявність помилок.

Написання числівників. Прості кількісні числівники, якщо при них немає одиниць виміру, пишуться словами (п'ять випадків, п'ять підприємств). Складні числівники пишуться цифрами, за винятком тих, якими починається абзац. Числа із скороченим позначенням одиниць вимірювання пишуться цифрами (24 кг, 125 грн.). При перерахуванні однорідних чисел (величин, відношень) скорочена назва одиниць вимірювання ставиться після останньої цифри. Числівники, які входять до складних слів, у наукових текстах пишуться цифрою (наприклад, 30відсотковий обсяг).

При перерахуванні кількох порядкових числівників відмінкове закінчення ставиться тільки один раз після останнього числівника, наприклад, товари 1 та 2го сорту. Після порядкових числівників, позначених арабськими цифрами, якщо вони стоять після іменника, до якого відносяться, відмінкові закінчення не ставляться, наприклад, у розділі 3, на рис. 2. Так само без відмінкових закінчень записуються порядкові числівники римськими цифрами для позначення порядкових номерів століть, кварталів, томів видань тощо. Наприклад, ХХ століття, а не ХХ-е століття.

Дробові числа рекомендовано наводити у вигляді десяткових дробів. За неможливості виразити значення у вигляді десяткового дроби допускається запис у вигляді звичайного дроби в один рядок через похилу риску, наприклад, $5/32$.

Нумерація. Сторінки нумеруються арабськими цифрами, з дотриманням наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляється при комп'ютерному друці кваліфікаційної роботи у правому верхньому куті без крапки в кінці.

Титульна картка є першою сторінкою кваліфікаційної роботи, але номер сторінки на ній не проставляється.

Розділи, підрозділи, пункти і підпункти кваліфікаційної роботи нумеруються арабськими цифрами. Розділи повинні мати порядкову

нумерацію в межах викладення суті випускної роботи та позначатися цифрами без крапки, номер ставиться після слова “РОЗДІЛ”. Заголовок розділу друкується з нового рядка. Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремленого крапкою. У кінці номера підрозділу ставиться крапка, наприклад “1.1.” (перший підрозділ першого розділу). Потім у тому ж рядку наводиться заголовок підрозділу.

Пункти нумеруються у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставиться крапка. У кінці номера ставиться крапка, наприклад, “2.3.2.”, потім у тому ж рядку розміщується заголовок пункту.

Підпункти нумеруються у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

Такі структурні частини кваліфікаційної роботи, як зміст, перелік умовних позначень, вступ, висновки, список використаних джерел не мають порядкового номера. Всі сторінки, на яких розміщені зазначені структурні частини кваліфікаційної роботи, нумеруються звичайним чином. Не нумеруються лише їх заголовки, тобто не можна друкувати: “1. ВСТУП”.

Ілюстрації. Ілюстрації (рисунок, схеми, графіки, карти, креслення тощо) розміщуються безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше або у додатках. На всі ілюстрації мають бути зроблені посилання в тексті пояснювальної записки. Якщо ілюстрація створена не автором кваліфікаційної роботи, необхідно дотримуватися вимог чинного законодавства про авторські права.

Креслення, рисунки, схеми, графіки, діаграми повинні відповідати вимогам стандартів «Системи конструкторської документації», «Системи проектної документації для будівництва» та ін. Номер ілюстрації, її назва та пояснювальні підписи розміщуються послідовно під ілюстрацією.

Ілюстрації позначаються словом “Рис.” і нумеруються послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках.

Номер ілюстрації складається з номера розділу та порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рис. 3.1. (перший рисунок третього розділу). Ілюстрації також можуть включати топографічні, географічні, кадастрові, геологічні та інші різновиди тематичних карт (планів). Складаються вони на креслярських аркушах стандартних розмірів із дотриманням умовних позначень. Вибір карт, їхній масштаб узгоджується з керівником випускної роботи. Графічні матеріали виконуються на креслярському або офсетному папері стандартної форми і розміру (А2, А1, А0) з дотриманням необхідних вимог до технічних кресленнях. Графічні додатки до випускної роботи повинні мати кутовий штамп встановленого зразка.

Таблиці. Цифровий матеріал, як правило, оформлюється у вигляді таблиць.

Таблицю розташовують безпосередньо після тексту, у якому вона наведена вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті випускної роботи. Нумерація таблиць здійснюється в межах розділу. Номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, наприклад, “Таблиця 2.1”. Таблиця повинна мати назву, котра розміщується над нею та друкується симетрично до тексту. Назва та слово “Таблиця” починаються з великих літер. Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або переносячи частину таблиці на наступну сторінку, при чому її головка та боковик повторюється у кожній частині таблиці.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово “Таблиця __” вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: “Продовження таблиці __” із зазначенням номера таблиці. Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуться з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставляться. Висота рядків повинна бути не меншою 8 мм.

Таблицю розміщують після першого звернення до неї в тексті, так, щоб її можна було читати без повороту переплетеної кваліфікаційної роботи або з поворотом за стрілкою годинника.

Таблиця (номер)

Назва таблиці					
Головка таблиці					Заголовки рядки
Рядки					

Боковик (головка рядків)
Графи (колонки)

Формули та рівняння. Формули та рівняння розташовуються безпосередньо після тексту, в якому на них посилаються, посередині рядка. Вище та нижче кожної формули має бути залишено не менше одного вільного рядка.

Формули та рівняння нумеруються порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу та порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою. Номер формули або рівняння слід зазначати у круглих дужках на рівні формули у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, наводяться безпосередньо під формулою у тій послідовності, у якій вони наведені у формулі.

Пояснення значення кожного символу слід давати з нового рядка. Перший рядок починають з абзацу словом “де” без двокрапки.

Приклад: “Відомо, що ...

$$R_x = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{N \times K},$$

де R_x – розвиток хвороби, %;

$\sum(a \times b) \times 100$ – сума добутку кількості хворих рослин на відповідний бал ураження;

N – загальна кількість облікових рослин (здорових і хворих), шт.;

K – найвищий бал шкали обліку.[15].

Перенесення формули чи рівняння в наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак на початку наступного рядка. Коли переносять формули на знакові операції множення, використовують знак “х”.

Формули, що слідуєть одна за одною та не розділені текстом, відокремлюють комою.

Цитування та посилання на використані літературні джерела. Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати. Слід точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Загальні вимоги до цитування такі: а) текст цитати починається і закінчується лапками та наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, зі збереженням особливостей авторського написання; б) цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту; в) кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело.

Посилання в тексті кваліфікаційної роботи на джерела зазначається у кінці речення згідно з їхнім переліком у квадратних дужках, наприклад: “...у роботах [1-7]...”.

Якщо використовуються відомості, матеріали з підручників, монографій, статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на які є посилання у кваліфікаційній роботі. Наприклад: “... [26, с. 37]”.

Скорочення слів. Всі слова у кваліфікаційній роботі слід писати повністю. Скорочення слів проводиться згідно з ДСТУ 3582:2013 “Інформація та документація. Бібліографічний опис скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила”.

У кваліфікаційній роботі допускаються лише загальноприйняті скорочення:

а) після перерахування (наприклад: та інше – та ін.; і так далі – і т.д.; і тому подібне – і т.п.); б) при посиланнях (наприклад: дивись – див.; рисунок – рис.; таблиця – табл.); в) при позначенні цифрами століть і років, одиниць виміру (наприклад: рік – р.; роки – рр.; тисяч гривень – тис. грн.); г) загальноприйняті літерні аббревіатури (наприклад: США, СОТ, ЄС). Не рекомендується скорочувати слова “наприклад”, “формула”, “рівняння” і т.д.

Інші скорочення та літерні аббревіатури, що наводяться у кваліфікаційній роботі при першому згадуванні автором вказуються у круглих дужках після повного найменування та узагальнюються у переліку умовних позначень, який подається перед вступом.

Переліки. У тексті кваліфікаційної роботи можуть бути наведені переліки, що складаються як із закінчених, так і незакінчених фраз.

Якщо перелік складається з окремих слів (або невеликих фраз без розділових знаків), вони пишуться в підбір з іншим текстом і відокремлюються один від одного комою.

Приклад: Продукція сільського господарства включає: продукцію рослинництва, продукцію тваринництва.

Якщо перелік складається із розгорнутих фраз із власними розділовими знаками, то перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс. Такі переліки подають з малої літери з абзацного відступу.

Після кожного з пунктів переліку ставиться крапка з комою, а після останнього – крапка.

Приклад: Для позареалізаційних доходів датою отримання доходу визнається: а) дата підписання сторонами акту прийому-передачі – для доходів; б) дата надходження грошових коштів на поточний рахунок; в) дата визнання боржником або дата набрання законної сили рішення суду; г) останній день звітного (податкового) періоду – за доходами; д) дата виявлення доходу (отримання і (або) виявлення документів, що підтверджують наявність доходу).

Коли елементи переліку є закінченими фразами, їх пишуть з абзацними відступами, починаються з великих літер і відокремлюють один від іншого крапкою.

Список використаних джерел. Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно до вимог міжнародних і державного стандартів з обов’язковим наведенням назв праць. Зокрема, потрібну інформацію можна одержати з таких документів:

ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ, 2016. 16 с. (Інформація та документація).

Додатки. Додатки оформлюються як продовження кваліфікаційної роботи на наступних її сторінках та розміщуються у порядку появи і посилань у тексті випускної роботи.

Кожен додаток починають з нової сторінки, додатки повинні мати заголовки, надруковані угорі малими літерами з першої великої симетрично стосовно тексту сторінки. Праворуч над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово “Додаток ___” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Ґ, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Один додаток позначається як додаток А. Нумерація додатків здійснюється в межах кожного розділу. Наприклад, додатки до першого розділу: А.1, А.2 і т. ін.; додатки до другого розділу: Б.1, Б.2, Б.3 і т. ін.; додатки до третього розділу: В.1, В.2, В.3 і т. ін. У разі посилання у тексті на додатки, вказується їх номер, наприклад додаток А.1.

Додатки, розміри яких більше формату А4, враховують як одну сторінку і згортають за форматом листків кваліфікаційної роботи.

Якщо у кваліфікаційній роботі як додаток використовується документ, що має самостійне значення і оформлюється згідно з вимогами до документів цього виду, його копію вміщують до кваліфікаційної роботи без змін в оригіналі. Перед копією вміщують аркуш, на якому посередині друкують слово “Додаток ___” і його назву, праворуч у верхньому куті проставляють порядковий номер сторінки. Сторінки копії документа нумерують, продовжуючи наскрізну нумерацію.

5.6. Відгук керівника та рецензія на кваліфікаційну роботу

Завершену кваліфікаційну роботу студент подає керівникові для ознайомлення та підготовки відгуку на неї.

Відгук керівника на кваліфікаційну роботу (додаток К) висвітлює рівень використання студентом: теоретичних знань для розв’язання поставлених завдань; аналіз методики дослідження; оцінку якості вирішення завдань роботи; аналіз та оцінку запропонованих пропозицій; участь у науково-дослідній роботі впродовж навчання в університеті; можливість використання пропозицій студента в практиці роботи суб’єкта господарювання; наявність професійних навичок зі спеціальності; відношення до виконання роботи; недоліки кваліфікаційної роботи; загальні висновки та оцінку кваліфікаційної роботи.

Керівник оцінює кваліфікаційну роботу записом: “Рекомендується до захисту”, а в разі негативної оцінки – “До захисту не рекомендується”. У випадку негативного висновку щодо допуску студента до захисту, це питання виноситься на розгляд засідання кафедри за участю керівника.

Кожна кваліфікаційна робота направляється на внутрішню рецензію на суміжну кафедру відповідно до розпорядження декана факультету). До рецензування залучаються провідні науково-педагогічні працівники університету.

Для студентів, які навчаються без відриву від виробництва, рецензентом може бути фахівець підприємства, установи, організації тощо, де працює

студент. Коло наукових та фахових інтересів рецензентів має відповідати тематиці кваліфікаційної роботи.

Рецензія подається у письмовому вигляді за формою (додаток Л) і має містити такі складові: – значення теми кваліфікаційної роботи для практики та її актуальність; – аналіз відповідності змісту кваліфікаційної роботи її меті та завданням; – визначення глибини висвітлення студентом реального стану справ у відповідній галузі; – висновки щодо використання у кваліфікаційній роботі сучасних емпіричних і теоретичних методів дослідження; – позитивні сторони кваліфікаційної роботи та її недоліки, інші питання на розсуд рецензента; – оцінку загальних вражень від кваліфікаційної роботи (оформлення, стиль і грамотність викладання тощо); – висновок і рекомендацію щодо допуску до захисту та свою оцінку кваліфікаційної роботи за чотирибальною шкалою (“відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”).

Рецензент має підписати рецензію із зазначенням свого прізвища, імені, по батькові, місця роботи і посади, яку займає.

5.7. Порядок перевірки кваліфікаційних робіт на наявність плагіату

Завершена кваліфікаційна робота, підписана автором, разом з відгуком керівника та рецензією подається на випускову кафедру, де проводиться її попередній захист. За результатами попереднього захисту складається протокол засідання кафедри, який передається до деканату факультету.

Після успішного попереднього захисту кваліфікаційної роботи на кафедрі студент надає її електронний варіант разом із заявою щодо самостійного виконання випускної роботи (додаток М) відповідальному від факультету (ННІ) для перевірки на наявність плагіату і розміщення в університетському репозиторії не пізніше ніж за 10 днів до захисту кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії (ЕК).

Порядок перевірки кваліфікаційних робіт на наявність плагіату регламентується вимогами «Положення про порядок перевірки наукових, навчально-методичних, дисертаційних, магістерських, бакалаврських та інших робіт у НУБіП України на наявність плагіату», затвердженого вченою радою НУБіП України 22.12.2020 р. протокол № 5.

Отриманий електронний варіант кваліфікаційної роботи відповідальний від факультету розміщує у спеціальному розділі «Документи» в «Персональний акаунт» для подальшої перевірки системою «Unіcheck» на наявність плагіату в лабораторії цифрових освітніх послуг згідно з інструкцією.

Співробітники лабораторії цифрових освітніх послуг вносять електронний варіант кваліфікаційної роботи в систему «Unichек» та перевіряють її на наявність плагіату.

Після перевірки кваліфікаційної роботи студента на наявність плагіату керівнику надається довідка про результати перевірки.

Довідка видається протягом 5 днів після розміщення роботи в університетському репозиторії. Довідка додається до кваліфікаційної роботи та є обов'язковим документом для допуску її до захисту на засіданні ЕК.

Максимальний збіг за однією кваліфікаційною роботою не повинен перевищувати 40 %.

У разі виявлення низького відсотку нового матеріалу у кваліфікаційній роботі студента (на підставі довідки), керівник попереджає про це студента та ініціює рішення про не допуск його кваліфікаційної роботи до захисту без доопрацювання та повторної перевірки на наявність плагіату, а у випадку відмови автора – інформує про це службовою запискою завідувача кафедри.

Студенти – автори кваліфікаційних робіт – несуть відповідальність за несвоєчасне подання кваліфікаційної роботи для перевірки на наявність плагіату системою «Unichек», згідно з вимогами «Положення про порядок перевірки наукових, навчально-методичних, дисертаційних, магістерських, бакалаврських та інших робіт у НУБіП України на наявність плагіату», затвердженого вченою радою НУБіП України 22.12.2020 р. протокол № 5.

Керівник разом із завідувачем кафедри несуть відповідальність за допуск кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні ЕК.

Факт наявності плагіату у кваліфікаційних роботах студентів може бути констатований комісією, створеною за розпорядженням декана факультету (директора ННІ), згідно з вимогами «Положення про порядок перевірки наукових, навчально-методичних, дисертаційних, магістерських, бакалаврських та інших робіт у НУБіП України на наявність плагіату», затвердженого вченою радою НУБіП України 22.12.2020 р. протокол № 5.

Допуск до перегляду результатів перевірки кваліфікаційних робіт мають: ректор університету, перший проректор та проректор з навчальної і виховної роботи, декани факультетів (директори ННІ) та комісії, створені розпорядженням деканів факультетів.

5.8. Підготовка презентації до захисту кваліфікаційної роботи

Основна мета презентації – забезпечення стислого та наочного подання основних результатів кваліфікаційної роботи.

Її створення вирішує такі завдання: – розробити короткий анотований конспект свого виступу; – викласти результати досліджень та їх основні положення.

Презентацію до кваліфікаційної роботи рекомендується виконувати за допомогою програмного забезпечення MS POWERPOINT.

Структура презентації: 1-й слайд – тема кваліфікаційної роботи, прізвище доповідача та керівника, рік захисту; 2-й слайд – актуальність теми кваліфікаційної роботи та проблема дослідження; 3-й слайд – об’єкт, предмет дослідження; 4-й слайд – головна мета та задачі кваліфікаційної роботи.

На наступних слайдах відображається опис даних, які отримані в дослідженні, їх статистичне обґрунтування, в тому числі з використанням комп’ютерних програм. На останніх одному-двох слайдах відображаються загальні висновки та рекомендації до впровадження результатів кваліфікаційної роботи.

Кількість окремих слайдів презентації залежить від особливостей доповіді студента.

При розробці презентації рекомендується дотримуватися таких вимог: – тривалість доповіді 7-10 хв.; – рекомендована кількість слайдів 15-20; – текстовий матеріал подається у схемах та організаційних діаграмах, числовий – у таблицях або діаграмах (графік – демонстрація змін у часі, діаграма – демонстрація відношення частини до цілого, гістограма – демонстрація порівнянь); – матеріал має бути підкріплений графічними зображеннями, за потреби – відео фрагментами; – дотримана логіка викладання та грамотність; – доповідь студента доповнює інформацію на слайді, а не дублює її; – ефекти анімації не заважають сприйняттю, а акцентують увагу на потрібних моментах доповіді; – текст легко читається (мінімальний розмір шрифту 20, напівжирний); – фон, колір тексту та діаграм пасують і відповідають правилу 3 основних кольорів та їх відтінків; – шаблон оформлення однаковий для всіх слайдів презентації; – дотримується контраст між текстом, фоном і графікою.

Презентація повинна бути виконана на день попереднього захисту кваліфікаційної роботи на кафедрі.

Презентація надається студентом в роздрукованому вигляді членам ЕК під час проведення захисту кваліфікаційної роботи.

5.9. Захист кваліфікаційної роботи

Для захисту кваліфікаційних робіт щорічно створюються екзаменаційні комісії (ЕК), до складу яких входять голови та члени комісії. Головами ЕК призначаються провідні науково-педагогічні працівники – доктори наук і професори університету. Списки голів ЕК, сформовані деканатами факультетів (дирекціями ННІ) для всіх спеціальностей, за підписом проректора з навчальної і виховної роботи подаються для розгляду на засіданні вченої ради університету, після якої затверджуються ректором університету. Персональний склад членів ЕК затверджується наказом ректора університету не пізніше ніж за місяць до початку роботи ЕК. Кількість членів (включаючи голову ЕК) становить не більше чотирьох осіб (в окремих випадках кількість членів ЕК може бути збільшена до шести осіб).

Студенти-іноземці та студенти, які навчаються в академічних групах з викладанням ряду дисциплін англійською мовою, можуть виконувати

кваліфікаційну роботу англійською мовою з обов'язковим написанням реферату до роботи українською мовою. До складу Екзаменаційної комісії із захисту таких робіт повинні входити НПП, які вільно володіють англійською мовою. Здобувач вищої освіти, який виконав кваліфікаційну роботу англійською мовою, публічно захищає її перед ЕК англійською мовою.

Перед захистом студент зобов'язаний ознайомитися з відгуком і рецензією, проаналізувати їх та підготувати відповіді на зауваження.

Безпосередньо на захист студент готує доповідь, презентацію та ілюстративний матеріал у вигляді креслень, таблиць, рисунків, які унаочнюють результати дослідження, основні висновки, узагальнення й пропозиції, що містяться у кваліфікаційній роботі. Необхідну кількість та зміст ілюстративного матеріалу автор визначає самостійно, але погоджує його з керівником. Ілюстративний матеріал має бути забезпечений використанням технічних засобів унаочнення та ілюстрації. Рекомендується розробляти мультимедійні форми презентації результатів досліджень в порядку, наведеному у попередньому розділі. Захист кваліфікаційних робіт проводиться на відкритому засіданні ЕК при обов'язковій присутності голови та керівника кваліфікаційної роботи (у випадку відсутності керівника з поважних причин його може представляти завідувач кафедри) і передбачає доповідь випускника, яка структурно будується у послідовності від актуальності теми дослідження до висновків і пропозицій.

Перед початком захисту в кваліфікаційних робіт деканати відповідних факультетів (дирекції ННІ) подають до ЕК такі документи: – зведену відомість про виконання студентами навчального плану та отримані ними оцінки; – кваліфікаційну роботу студента; – відгук керівника; – рецензію на кваліфікаційну роботу; – довідку про перевірку кваліфікаційної роботи на плагіат.

До ЕК можуть бути подані також інші матеріали, що характеризують наукову та практичну цінність виконаної кваліфікаційної роботи: друквані статті за темою кваліфікаційної роботи, документи, що вказують на практичне застосування її результатів.

До захисту не допускаються студенти, які не виконали всі вимоги навчального плану і на момент подання до захисту кваліфікаційної роботи мають академічну заборгованість.

Дата захисту визначається графіком засідань ЕК, що затверджується ректором університету і доводиться деканом відповідного факультету (директором ННІ) до відома голови, членів ЕК та студентів за два тижні до дня початку роботи ЕК.

Проведення засідання ЕК при захисті кваліфікаційної роботи включає: - оголошення секретарем ЕК прізвища, імені та по батькові студента, теми його кваліфікаційної роботи; - оголошення здобутків студента (наукових, творчих, рекомендацій випускової кафедри); – наявність довідки про перевірку кваліфікаційної роботи на плагіат; - доповідь студента у довільній формі про сутність кваліфікаційної роботи, основні технічні (наукові) рішення, отримані

результати та ступінь виконання завдання. При цьому можуть використовуватися різні форми візуалізації доповіді: обов'язковий графічний матеріал, визначений завданням на виконання кваліфікаційної роботи, слайди, мультимедійні проектори, аудіо-, відеоапаратура тощо; - відповіді на запитання членів ЕК; - оголошення секретарем ЕК відгуку керівника або виступ керівника зі стислою характеристикою роботи випускника в процесі підготовки кваліфікаційної роботи; - оголошення секретарем ЕК рецензії на кваліфікаційну роботу; - відповіді студента на зауваження керівника кваліфікаційної роботи та рецензента; - оголошення голови ЕК про закінчення захисту.

Процедура захисту кваліфікаційної роботи протоколюється секретарем ЕК.

Результати захисту кваліфікаційних робіт оцінюються за 100-бальною шкалою і переводяться у національні оцінки "відмінно", "добре", "задовільно" і "незадовільно" згідно з таблицею.

Таблиця. Співвідношення між національними оцінками та балами студента за 100-бальною шкалою, отриманими при захисті кваліфікаційної роботи

Національна оцінка	Бали, отримані студентом
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

Рішення ЕК про оцінку захисту кваліфікаційних робіт, а також про видачу випускникам дипломів (дипломів з відзнакою) про закінчення університету, присудження ступеня вищої освіти «Бакалавр» та присвоєння відповідної кваліфікації приймається на закритому засіданні ЕК відкритим голосуванням звичайною більшістю голосів членів ЕК, які брали участь в її засіданні. При однаковій кількості голосів голова ЕК має вирішальний голос. Оцінки виставляє кожен член ЕК, а голова підсумовує їх результати по кожному студенту.

Результати захисту кваліфікаційної роботи оголошуються у день захисту після оформлення протоколів засідання ЕК.

Кваліфікаційні роботи, що містять особливо важливі рішення, пропозиції, можуть бути рекомендовані ЕК до опублікування у фахових виданнях.

Студент, який при захисті кваліфікаційної роботи отримав незадовільну оцінку, відраховується з університету і йому видається академічна довідка. За ним залишається право бути повторно допущеним до захисту кваліфікаційної роботи протягом наступних трьох років. Повторно кваліфікаційна робота виконується за наявності заяви студента про допуск до захисту, дозволу

ректора університету та рішення випускової кафедри про затвердження теми кваліфікаційної роботи і призначення керівника.

Якщо захист кваліфікаційної роботи не відбувся з поважних причин, про що студент має подати відповідні документи, ректор університету може продовжити термін його навчання до наступного терміну роботи ЕК із захисту кваліфікаційних робіт, але не більше ніж на один рік. Незалежно від причин, повторний захист кваліфікаційної роботи в той же рік не допускається.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про бакалаврську кваліфікаційну роботу в НУБіП України URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/polozhennya_bakalavrsku_kvalifikaciyu_robotu_2021.pdf
2. Положення про порядок перевірки наукових, навчально-методичних, дисертаційних, магістерських, бакалаврських та інших робіт на наявність плагіату в НУБіП України URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/28._polozhennya_pro_perevirku_na_plagiat.pdf
3. Стандарт вищої освіти України зі спеціальності 202 «Захист і карантин рослин», затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 22 грудня 2018 р. № 1442. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/12/26/202-zakhist-i-karantin-roslinbakalavr.pdf>
4. Наукова бібліотека НУБіП України URL: <https://nubip.edu.ua/structure/library>

Стислий покажчик символів:

μ – середня генеральної сукупності.

σ^2 – дисперсія генеральної сукупності.

σ – стандартне відхилення генеральної сукупності.

x – значення варіюючої ознаки.

\bar{x} – вибіркова середня, арифметична середня.

S^2 – вибіркова дисперсія, середній квадрат.

s – вибіркоче стандартне відхилення, середнє квадратне відхилення.

V – коефіцієнт варіації, мінливості.

$S\bar{x}$ – середня похибка вибіркової середньої.

$S\bar{x}_\%$ – відносна похибка вибіркової середньої.

d – різниця між вибірковими середніми.

Sd – похибка різниці між вибірковими середніми.

l – число варіантів.

n – повторення, об'єм вибірки.

N – загальне число спостережень у досліді.

ν – число ступенів свободи.

p – вірогідність.

P_1 – рівень значимості.

$t_{\text{факт}}$ – фактичне значення критерію Стьюдента.

t_{05}, t_{01} – табличні значення критерію t відповідно для 5 %-го і 1 %-го рівнів значимості.

$F_{\text{факт}}, F_{05}, F_{01}$ – фактичне значення критерію Фішера (F).

F_{05}, F_{01} – табличні значення критерію F відповідно для 5 %-го і 1 %-го рівнів значимості.

$\chi^2_{\text{факт}}$ – фактичне значення критерію Пірсона (χ^2 – квадрат).

χ^2_{05}, χ^2_{01} – табличні значення критерію χ^2 – квадрат для 5 %-го і 1 %-го рівнів значимості.

H_0 – нульова гіпотеза.

$НІР_{05}, НІР_{01}$ – найменша істотна різниця для 5 %-го і 1 %-го рівнів значимості.

C – корегуючий фактор (поправка) у дисперсійному аналізі.

C_v, C_p – суми квадратів відхилень для різних джерел варіювання в дисперсійному аналізі.

r – коефіцієнт лінійної кореляції.

r_s – коефіцієнт рангової кореляції Спірмана.

$S r$ – похибка коефіцієнта лінійної кореляції.

b_{yx} – коефіцієнт регресії y по x .

$S b$ – похибка коефіцієнта регресії.

$r_{xy.z}$ – часткові і лінійні коефіцієнти кореляції.

$R_{xy.z}, R_{yx.z}, R_{zx.y}$ – множинні лінійні коефіцієнти кореляції.

η_{yx} – кореляційне відношення Y по x .

$S\eta$ – похибка кореляційного відношення.

$S^2_{\text{ф}}, S^2_r, S^2_n$ – мінливість (дисперсія) фенотипова, генотипова і паратипова (модифікаційна).

h^2 – коефіцієнт успадкованості.

\sum – сума, знак підсумовування.

\div – довірчий інтервал.

Додатки

Додаток 1

1.1. Значення $\sqrt[n]{n}$ для визначення коефіцієнтів варіації площі ділянки.

Відношення площі запланованої ділянки (А) до фіксованої (В)	A<B	A>B	Відношення площі запланованої ділянки (А) до фіксованої (В)	A<B	A>B
1,5	1,11	0,90	5,0	1,49	0,67
2,0	1,19	0,84	6,0	1,56	0,64
2,5	1,26	0,79	7,0	1,63	0,61
3,0	1,32	0,76	8,0	1,68	0,60
3,5	1,37	0,73	9,0	1,73	0,58
4,0	1,41	0,71	10,0	1,78	
4,5	1,46	0,68			

1.2. Коефіцієнти (К) Пірсона для наближеного розрахунку стандартного відхилення по розмаху варіювання $s = KR$.

Кількість спостережень	Коефіціє нт, К	Кількість спостережень	Коефіціє нт, К	Кількість спостережень	Коефіціє нт, К
---------------------------	-------------------	---------------------------	-------------------	---------------------------	-------------------

2	0,886	8	0,351	18	0,275
3	0,591	9	0,337	20	0,268
4	0,468	10	0,325	30	0,245
5	0,430	12	0,307	40	0,231
6	0,395	14	0,294	60	0,222
7	0,370	16	0,283		

Додаток 2
РОБОЧИЙ ПЛАН НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
(схема відповідно ДСТУ 3008-95)

- * Підстава для проведення роботи (тема, керівник, строки виконання, розділи, виконавці).
- * Мета та вихідні дані для проведення робіт (наукове обґрунтування; що отримано в результаті досліджень у попередні роки; з якими науковими установами виконується робота).
- * Етапи науково-дослідної роботи (перелік питань, що вивчаються; календарний план виконання робіт; очікувані результати після виконання робіт).
- * Основні вимоги до виконання НДР (методика проведення досліджень; схеми дослідів; місце виконання робіт; перелік вимірювальних приладів, які будуть використані при виконанні робіт).
- * Способи реалізації результатів НДР (указується місце і час виробничої перевірки).
- * Перелік технічної документації, який вимагається після закінчення робіт (звіт і строки його подання; звіт про патентний пошук, а також первинна документація - щоденник польових спостережень і журнал польового дослідження).

- * Послідовність розгляду та приймання НДР (звіт про НДР розглядається на засіданні кафедри, проблемної ради факультету, експертних груп, вченої ради факультету).
- * Техніко-економічне обґрунтування (переваги нової продукції перед діючими вітчизняними та зарубіжними аналогами; орієнтована економічна ефективність від впровадження цієї продукції).
- * Витрати на виконання НДР, джерела фінансування.
- * Підписи виконавців.

Додаток 3
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ
РОБОТИ З ТЕМИ: «ЕФЕКТИВНІСТЬ НОВИХ ПРОТРУЙНИКІВ НА
ОЗИМІЙ ПШЕНИЦІ ПРОТИ ХВОРОБ»

Вид робіт	Стислий виклад методики виконання	Строки виконання	Дата виконання
1. Підготовка насіння до сівби	Визначення енергії проростання та лабораторної схожості згідно з ДСТУ	Серпень	15.08
2. Протруєння насіння перед висівом	Згідно з загальноприйнятою методикою на спеціальній машині ПС- 10А чи інших марках	Серпень	25.08
3. Сівба озимої пшениці	Згідно з прийнятою технологією для даної зони	Вересень	10.09
4. Визначення польової схожості	Згідно з загальноприйнятою методикою	При з'явленні сходів	23.09
5. Оцінка стану посівів перед початком зими	Визначають густоту рослин на 1 м ² (у чотирьох місцях поля по 0,25 м ²)	Листопад	9.11
6. Обліки ураженості рослин хворобами	Визначають ураженість рослин кореневими гнилями, борошнистою россою, іржею та іншими хворобами.	Листопад	3.11 - 8.11
7. Визначення густоти рослин, що перезимували, і числа відмерлих рослин	На кінцевих захисних смугах кожного варіанта визначають по 2 ділянки площею 0,25 м ² (ширина - 2 рядки, довжина - залежно від ширини міжрядь). Встановлюють кількість здорових і відмерлих рослин. Візуальна бальна оцінка посівів, що перезимували.	Перед весняним боронуванням посівів	26.03
8. Фенологічні спостереження	Початок поновлення вегетації рослин, повного кущення, початок і закінчення колосіння, стиглість зерна (молочна, воскова, повна)	Протягом вегетації рослин	26.03 - 20.07
9. Обліки ураженості рослин хворобами	На всіх варіантах згідно з загальноприйнятими методами обліку іржастих, сажкових хвороб, корневих гнилей, борошнистої роси, септоріозу, фузаріозу колоса та ін.	Протягом вегетації рослин	10.04 - 20.07
10. Відбір снопових зразків та їх аналіз	На всіх варіантах відбирають по 100 типових рослин. Проводять структурний аналіз рослин (заміряють довжину стебел і колоса, визначають число колосків, масу зерен у колосі і масу 1000 зерен)	Перед збиранням урожаю	22.07
11. Збирання врожаю	У кожному варіанті дослідів збирання урожаю прова-дять прямим комбайнуванням.	Фаза повної стиглості.	23.07

12. Визначення якості зерна	Якісні показники насіння визначають за методикою Держкомісії по сортовипробуванню і охороні сортів сільськогосподарських культур.	Очищення і сушка зерна до 13-14 %-ї вологості	30.07
13. Оцінка хлібопекарних якостей зерна	Із кожного варіанта дослідів відбирають по 5 кг зерна і в лабораторії визначають хлібопекарні якості	Після очищення зерна.	15.08
14. Підготовка та написання звіту з теми	Обробка отриманих експериментальних даних статистичними методами. Річний звіт	Після проведення досліджень	20.08 - 15.10

Виконавець теми------(підпис)

Додаток 4
Значення критерію t на 5, 1 і 0,1 %-му рівні значимості

Кількість ступенів свободи	Рівень значимості		
	0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	–
2	4,30	9,93	31,60
3	3,18	5,84	12,94
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,86
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,06	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,15	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,67
30	2,04	2,75	3,65
50	2,01	2,68	3,50
100	1,98	2,63	3,39
∞	1,96	2,58	3,29

Додаток 5
Значення критерію F на 5 %-му рівні значимості (вірогідність 95%)

Ступені свободи для меншої дисперсії, знаменник	Ступені свободи для більшої дисперсії, чисельник						
	1	2	3	4	5	6	7
1	161	200	216	225	230	234	237
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,27	4,21
7	5,59	4,74	4,36	4,12	3,97	3,87	3,79
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92
13	4,64	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77
15	4,54	3,60	3,29	3,06	2,90	2,70	2,70
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39
27	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20
100	3,49	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10

Продовження додатка 5

Ступені свободи для меншої дисперсії знаменник	Ступені свободи для більшої дисперсії, чисельник						
	8	9	10	12	14	50	100
1	239	241	242	244	249	252	253
2	19,37	19,38	19,39	19,41	19,15	19,47	19,49
3	8,84	8,81	8,78	8,74	8,64	8,58	8,56
4	6,04	6,00	5,96	5,91	5,77	5,70	5,66
5	4,82	4,73	4,74	4,68	4,53	4,44	4,40
6	4,15	4,10	4,06	4,00	3,84	3,75	3,71
7	3,73	3,68	3,63	3,57	3,41	3,32	3,28
8	3,44	3,39	3,34	3,28	3,12	3,03	2,98
9	3,23	3,18	3,13	3,07	2,90	2,90	2,76
10	3,07	3,02	2,97	2,91	2,74	2,64	2,59
11	2,95	2,90	2,86	2,79	2,61	2,50	2,45
12	2,85	2,80	2,76	2,69	2,50	2,40	2,35
13	2,77	2,72	2,67	2,60	2,42	2,32	2,26
14	2,70	2,65	2,60	2,53	2,35	2,24	2,19
15	2,64	2,59	2,55	2,48	2,29	2,18	2,12
16	2,59	2,54	2,49	2,42	2,24	2,13	2,07
17	2,55	2,50	2,45	2,38	2,19	2,08	2,02
18	2,51	2,46	2,41	2,34	2,15	2,04	1,98
19	2,48	2,43	2,38	2,31	2,11	2,00	1,94
20	2,45	2,40	2,35	2,28	2,08	1,96	1,90
21	2,42	3,37	2,32	2,25	2,05	1,92	1,87
22	2,35	2,40	2,30	2,23	2,03	1,91	1,84
23	2,38	2,32	2,28	2,20	2,00	1,88	1,82
24	2,36	2,30	2,26	2,18	1,98	1,86	1,80
25	2,34	2,25	2,24	2,16	1,96	1,84	1,77
26	2,32	2,27	2,22	2,15	1,95	1,87	1,76
27	2,29	2,24	2,19	2,12	1,91	1,78	1,72
30	2,27	2,21	2,12	2,09	1,89	1,76	1,69
40	2,18	2,12	2,07	2,00	1,79	1,66	1,59
50	2,13	2,07	2,02	1,95	1,74	1,60	1,52
100	2,03	1,97	1,92	1,85	1,63	1,48	1,39

Додаток 6
Значення критерія χ^2

Число ступенів свободи	Рівень значимості							
	0,99	0,95	0,75	0,50	0,25	0,10	0,05	0,001
	-	-	0,10	0,45	1,32	2,71	3,84	6,63
2	0,02	0,10	0,58	1,39	2,77	4,61	5,99	9,21
3	0,11	0,35	1,21	2,37	4,11	6,25	7,81	11,34
4	0,30	0,71	1,92	3,36	5,39	7,78	9,49	13,28
5	0,55	1,15	2,67	4,35	6,63	9,24	11,07	15,09
6	0,87	1,64	3,45	5,35	7,84	10,64	12,59	16,81
7	1,24	2,17	4,25	6,35	9,04	12,02	14,07	18,48
8	1,65	2,73	5,07	7,34	10,22	13,36	15,51	20,09
9	2,09	3,33	5,90	8,34	11,39	14,68	16,92	21,67
10	2,56	3,94	6,74	9,34	12,55	15,99	18,31	23,21
11	3,05	4,57	7,58	10,34	13,70	17,28	19,68	24,72
12	3,57	5,23	8,44	11,34	14,85	18,55	21,03	26,22
13	4,11	5,89	9,30	12,34	15,98	19,81	22,36	27,69
14	4,66	6,57	10,17	13,43	17,12	21,06	23,68	29,14
15	5,23	7,26	11,04	14,34	18,25	22,31	25,00	30,58
16	5,81	7,96	11,91	15,34	19,37	23,54	26,30	32,00
17	6,41	8,67	12,79	16,34	20,49	24,77	27,59	33,41
18	7,01	9,39	13,68	17,34	21,60	25,99	28,87	34,81
19	7,63	10,12	14,56	18,34	22,72	27,20	30,14	36,19
20	8,26	10,85	15,45	19,34	23,83	28,41	31,41	37,57
21	8,90	11,59	16,24	20,34	24,93	29,62	32,67	38,93
22	9,54	12,34	17,04	21,34	26,04	30,81	33,99	40,29
23	10,20	13,09	17,89	22,34	27,14	32,01	35,17	41,64
24	10,86	13,85	18,66	23,34	28,24	33,20	36,42	42,98
25	11,52	14,61	19,47	24,34	29,34	34,38	37,65	44,31
26	12,20	15,38	20,29	25,34	30,43	35,56	38,89	45,64
27	12,88	16,15	21,11	26,34	31,53	36,74	40,11	46,93
28	13,56	16,93	21,94	27,34	32,62	37,92	41,34	48,28
29	14,26	17,71	22,77	28,34	33,71	39,09	42,56	49,59
30	14,95	18,49	23,60	29,34	34,80	40,26	43,77	50,89
40	22,16	26,51	29,05	33,66	45,62	51,80	55,76	63,69
50	29,71	34,76	37,69	42,94	56,33	63,17	67,50	76,15
60	37,48	43,19	46,46	52,29	66,98	74,40	79,08	88,38
70	45,44	51,74	55,33	61,70	77,53	85,53	90,53	100,42
80	53,54	60,39	64,28	71,14	88,23	96,58	101,88	112,33
90	61,75	69,13	73,29	80,62	98,64	107,56	113,14	124,12
100	70,06	77,93	82,36	90,13	109,14	118,50	124,34	135,81

Додаток 7

Таблиця перетворення процентів загибелі комах у пробіти

% загибелі	Пробіт	% загибелі	Пробіт	% загибелі	Пробіт	% загибелі	Пробіт
1	2,674	26	4,357	51	5,025	76	5,706
2	2,946	27	4,387	52	5,050	77	5,739
3	3,119	28	4,417	53	5,075	78	5,572
4	3,249	29	4,447	54	5,100	79	5,806
5	3,355	30	4,476	55	5,126	80	5,842
6	3,445	31	4,404	56	5,151	81	5,878
7	3,524	32	4,532	57	5,176	82	5,915
8	3,595	33	4,560	58	5,202	83	5,954
9	3,959	34	4,587	59	5,227	84	5,994
10	3,718	35	4,615	60	5,253	85	6,036
11	3,773	36	4,642	61	5,279	86	6,080
12	3,825	37	4,668	62	5,305	87	6,126
13	3,874	38	4,695	63	5,332	88	6,175
14	3,920	39	4,721	64	5,358	89	6,227
15	3,920	40	4,747	65	5,385	90	6,282
16	4,006	41	4,772	66	5,413	91	6,341
17	4,046	42	4,798	67	5,440	92	6,405
18	4,085	43	4,824	68	5,468	93	6,476
19	4,122	44	4,849	69	5,496	94	6,555
20	4,158	45	4,874	70	5,524	95	6,645
21	4,194	46	4,900	71	5,553	96	6,751
22	4,228	47	4,925	72	5,583	97	6,881
23	4,261	48	4,950	73	5,613	80	7,054
24	4,924	49	4,975	74	5,643	99	7,326
25	4,326	50	5,000	75	5,674	99,99	8,719

Додаток 8

Кути, відповідні процентам: кут - арксинус $\sqrt{\%}$

%	Десяті частки процента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0	1,8	2,6	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4
1	5,7	6,0	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3	7,5	7,7	7,9
2	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3	9,5	9,6	9,8
3	10,1	10,1	10,3	10,5	10,6	10,8	10,9	11,1	11,2	11,4
4	11,5	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	12,4	12,5	12,7	12,8
5	12,9	13,0	13,2	13,6	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,1
6	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,	14,9	15,0	15,1	15,2
7	15,3	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0	16,1	16,2	16,3
8	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4
9	17,5	17,6	17,7	17,8	17,8	18,0	18,0	18,2	18,2	18,3
10	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2	19,3
11	19,4	19,5	19,6	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2
12	20,3	20,4	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21,0	21,0
13	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,6	21,7	21,8	22,0
14	22,1	22,1	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,6	22,7
15	22,8	22,9	23,0	23,0	21,1	23,2	23,3	23,3	23,4	23,5
16	23,6	23,7	23,7	23,8	23,9	24,0	24,0	24,1	24,2	24,3
17	24,4	24,4	24,5	24,6	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0	25,0
18	25,1	25,2	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,6	25,7	25,8
19	25,8	25,9	26,0	26,1	26,1	26,2	26,3	26,4	26,4	26,5
20	26,6	26,6	26,7	26,8	26,9	26,9	27,0	26,1	27,1	27,2
21	28,0	28,0	28,1	28,2	28,2	28,3	28,4	28,4	28,5	28,6
22	28,0	28,0	28,1	28,2	28,2	28,3	28,4	28,4	28,5	28,6
23	28,7	28,7	28,8	28,9	28,9	29,0	29,1	29,1	29,2	29,3
24	29,3	29,4	29,5	29,5	29,6	29,7	29,7	29,8	29,9	29,9
25	30,0	30,1	30,1	30,2	30,3	30,3	30,4	30,5	30,5	30,6
26	30,7	30,7	30,8	30,9	30,9	30,9	31,0	31,0	31,0	31,2
27	31,2	31,3	31,4	31,5	31,6	31,6	31,7	31,8	31,8	31,9
28	32,0	32,0	32,1	32,1	32,2	32,3	32,3	32,3	32,4	32,5
29	32,6	32,6	32,7	32,8	32,8	32,9	33,0	33,0	33,1	33,2
30	33,2	33,3	33,3	33,4	33,5	33,5	33,6	33,6	33,7	33,8
31	33,8	33,9	34,0	34,0	34,1	34,1	34,2	34,3	34,3	34,3
32	34,4	34,5	34,6	34,7	34,8	34,8	34,8	34,9	35,0	35,0
33	35,1	35,1	35,2	35,2	35,3	35,4	35,4	35,5	35,6	35,6
34	35,7	35,7	35,8	35,9	35,9	36,0	36,0	36,1	36,2	36,2
35	36,3	36,3	36,4	36,5	36,5	36,6	36,6	36,7	36,8	36,8

Продовження додатку 8										
36	36,9	36,9	37,0	37,0	37,1	37,2	37,2	37,3	37,4	37,4
37	37,5	37,5	37,6	37,6	37,7	37,8	37,8	37,9	37,9	38,0
38	38,1	38,1	38,2	38,2	38,3	38,4	38,4	38,5	38,5	38,6
39	38,6	38,7	38,8	38,8	38,9	38,9	39,0	39,1	39,1	39,2
40	39,2	39,3	39,4	39,4	39,5	39,5	39,6	39,6	39,7	39,8
41	39,8	39,9	39,9	40,0	40,0	40,1	40,2	40,2	40,3	40,3
42	40,4	40,5	40,5	40,6	40,6	40,7	40,7	40,8	40,9	40,9
43	41,0	41,0	41,1	41,2	41,3	41,3	41,4	41,4	41,4	41,5
44	41,6	41,6	41,7	41,7	41,8	41,8	41,9	42,0	42,0	42,1
45	42,1	42,2	42,2	42,3	42,4	42,4	42,5	42,5	42,6	42,6
46	42,7	42,8	42,8	42,9	42,9	43,0	43,1	43,1	43,2	43,2
47	43,3	43,3	43,4	43,4	43,5	43,6	43,6	43,7	43,7	43,8
48	43,8	43,9	44,0	44,0	44,1	44,1	44,2	44,3	44,3	44,4
49	44,4	44,5	44,5	44,6	44,7	44,7	44,8	44,8	44,9	44,9
50	45,0	45,0	45,1	45,2	45,2	45,3	45,3	45,4	45,5	45,5
51	45,6	45,6	45,7	45,8	45,8	45,9	45,9	46,0	46,1	46,1
52	46,2	46,2	46,3	46,3	46,4	46,4	46,5	46,6	46,6	46,7
53	46,7	46,8	46,8	46,9	47,0	47,0	47,1	47,1	47,2	47,2
54	47,3	47,4	47,4	47,5	47,6	47,6	47,6	47,7	47,7	47,8
55	47,9	47,9	48,0	48,0	48,1	48,2	48,2	48,3	48,3	48,4
56	48,4	48,5	48,6	48,7	48,7	48,7	48,8	48,8	48,9	49,0
57	49,0	49,1	49,1	49,2	49,3	49,3	49,4	49,4	49,5	49,5
58	49,6	49,7	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,1	50,1
59	50,2	50,2	50,3	50,4	50,4	50,5	50,5	50,6	50,6	50,7
60	50,8	50,8	50,9	50,9	51,0	51,1	51,1	51,2	51,2	51,3
61	51,4	51,4	51,5	51,5	51,6	51,6	51,7	51,8	51,8	51,9
62	51,9	52,0	52,1	52,1	52,2	52,2	52,3	5,3	52,4	52,5
63	52,5	52,6	52,6	52,7	52,8	52,8	52,9	53,0	53,0	53,1
64	53,1	53,2	53,3	53,3	53,4	53,4	53,6	53,6	53,6	53,7
65	53,7	53,8	53,8	53,9	54,0	54,0	54,1	54,2	54,2	54,3
66	54,3	54,4	54,4	54,5	54,6	54,6	54,7	54,8	54,8	54,9
67	54,9	55,0	55,1	55,1	55,2	55,2	55,3	55,4	55,4	55,5
68	55,6	55,6	55,7	55,7	55,8	55,9	55,9	56,0	56,0	56,1
69	56,2	56,2	56,3	56,4	56,4	56,5	56,5	56,6	56,7	56,7
70	56,3	56,8	56,9	57,0	57,0	57,1	57,2	57,2	57,3	57,4
71	57,4	57,5	57,5	57,6	57,7	57,7	57,8	57,9	57,9	58,0
72	58,0	58,1	58,2	58,2	58,3	58,4	58,4	58,5	58,6	58,6
73	58,7	58,8	58,8	58,9	59,0	59,0	59,1	59,2	59,2	59,3
74	59,3	59,4	59,5	59,5	59,6	59,7	59,7	59,8	59,9	59,9
75	60,0	60,1	60,1	60,2	60,3	60,3	60,4	60,5	60,5	60,6
76	60,7	60,7	60,8	60,9	60,9	61,0	61,1	61,1	61,2	61,3

77	61,3	61,4	61,5	61,6	61,6	61,7	61,8	61,8	61,9	62,0
Продовження додатку 8										
78	62,0	62,1	62,2	62,2	62,3	62,4	62,4	62,5	62,6	62,6
79	62,7	62,8	62,9	62,9	63,0	63,1	63,2	63,2	63,3	63,4
80	63,4	63,5	63,6	63,6	63,7	63,8	63,9	63,9	64,0	64,1
81	64,2	64,2	64,3	64,4	64,4	64,5	64,6	64,7	64,8	64,8
82	64,9	65,0	65,0	65,1	65,2	65,3	65,4	65,5	65,5	65,6
83	65,6	65,7	65,8	65,9	66,0	66,0	66,1	66,2	66,3	66,3
84	66,4	66,5	66,6	66,7	66,7	66,8	66,9	67,0	67,0	67,1
85	67,2	67,3	67,4	67,4	67,5	67,6	67,6	67,6	67,9	67,9
86	68,0	68,1	68,2	68,3	68,4	68,4	68,5	68,6	68,7	68,8
87	68,9	69,0	69,0	69,1	69,2	69,3	69,4	69,5	69,6	69,6
88	69,7	69,8	69,9	70,0	70,1	70,2	70,3	70,4	70,4	70,5
89	70,6	70,7	70,8	70,9	71,0	71,1	71,2	71,3	71,4	71,5
90	71,6	71,7	71,8	71,8	72,0	712,0	72,2	72,2	72,3	72,4
91	72,5	72,6	72,7	72,8	73,0	73,0	73,2	73,3	73,4	73,5
92	73,6	73,7	73,8	73,9	74,0	74,1	74,2	74,3	74,4	74,6
93	74,7	74,8	74,9	75,0	75,1	75,2	75,4	75,5	75,6	75,7
94	75,8	75,9	76,1	76,2	76,3	76,4	76,6	76,7	76,8	77,0
95	77,1	77,2	77,3	77,5	77,6	77,8	77,9	78,0	78,2	78,3
96	78,5	78,6	78,8	78,9	79,1	79,2	79,4	79,5	79,7	79,9
97	80,0	80,2	80,4	80,5	80,7	80,9	81,1	81,3	81,5	81,7
98	81,9	82,1	82,3	82,5	82,7	83,0	83,2	83,4	83,7	84,0
99	84,3	84,6	84,9	85,2	85,6	86,0	86,4	86,9	87,4	88,2
100	90,0	-	-	-	-	-	-			-

Додаток 9

Технологічні операції по захисту рослин при вирощуванні окремих сільськогосподарських культур.

ДСТУ 4601-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості.

ДСТУ 3768:2009. Пшениця. Технічні умови.

(ISO 24333:2009. Cereals and cereal products – Sampling).

ДСТУ 4694:2006. Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови.

ДСТУ 4525:2006. Кукурудза. Технічні умови.

ДСТУ 4525:2006 Кукурудза, Технічні умови.

ДСТУ 3768-98. Ячмінь. Технічні умови.

ДСТУ 4966:2008. Насіння ріпаку для промислового перероблення.

ДСТУ 4601:2006. Насіння олійних культур. Методи відбирання проб.

ДСТУ ISO 874-2002. Фрукти та овочі свіжі. Відбирання проб (ISO 874:1980, IDT)

ДСТУ ISO 2002:2006. Продукти сільськогосподарські харчові. Схема стандартного методу відбирання проб з партії (ISO 7002:1986, IDT)

Контроль за внесенням препаратів

COU 01.4-37-429:2006. Протруювання насіння. Загальні технічні вимоги. (ISO 41025 Connection thread).

Методи визначення якості сільськогосподарської продукції та доквілля.

CODEX Alimentarius standarts of pesticide residues in Food Maximum Residue Limits Extraneous Maximum Residue Limits.

CODEX STAN 193 – 2009 Общий стандарт для загрязняющих веществ и токсинов в пище и кормах

CODEX STAN 199 – 1995 Стандарт кодекса для пшеницы и твердой пшеницы

CODEX STAN 201– 1995 Стандарт для овса

CODEX STAN 229 – 2003 Анализ остатков пестицидов: Рекомендуемые методы

CODEX STAN 234 – 2009 Рекомендуемые методы анализа и отбора проб

CODEX STAN 293– 2008 Стандарт на томаты

CODEX STAN 299– 2010 Стандарт на яблоки

CAC/RCP 1-2003 Рекомендуемый международный кодекс практики.

Общие принципы гигиены пищевых продуктов

CAC/RCP 53-2003 Гигиенические нормы и правила для свежих фруктов и овощей

CAC/GL 21-1997 Принципы установления и применения микробиологических критериев для пищевых продуктов

САС/GL 40-2003 Анализ остатков пестицидов: Руководство по
надлежащей лабораторной практике с пестицидами. Анализ остатков
САС/GL 44-2008 Принцип анализа рисков пищевых продуктов,
полученных с помощью современной биотехнологии

Додаток 10
Декану факультету

(прізвище, ім'я, по батькові)
студента _____ курсу _____
групи _____ спеціальності 202 Захист і
карантин рослин освітньої програми
Захист і карантин рослин рівня вищої
освіти «Бакалавр»

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

ЗАЯВА

Прошу закріпити мене для виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи за кафедрою _____ та призначити керівником _____

Тема роботи: (укр.мовою) _____

Тема роботи: (англ.мовою) _____

“ _____ ” _____ 20__ р. Підпис _____

ПОГОДЖЕНО

“ _____ ” _____ 20__ р.

Декан факультету _____
(підпис) (ПІБ)

Завідувач кафедри _____
(підпис) (ПІБ)

**Керівник
бакалаврської
кваліфікаційної роботи** _____
(підпис) (ПІБ)

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.01 – БКР.1495 «С».2024.10.18.4 ПЗ

ПОЛЬВИЙ МИХАЙЛО ВАСИЛЬОВИЧ

2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету

Завідувач кафедри

захисту рослин, біотехнологій та екології фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна
_____ Коломієць Ю.В. _____ Гентош Д.Т.
«__» _____ 2024 р. «__» _____ 2024 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «_____»

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»
(код і назва)

Освітня програма «Захист і карантин рослин»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

(науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис) _____ (ПІБ)

Виконав

_____ (підпис) _____ (ПІБ студента)

КИЇВ-2022

**Національний університет
біоресурсів і
природокористування України**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри фітопатології
ім. акад. В.Ф. Пересипкіна

Гентош Д.Т.

« ____ » _____ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ
БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи « _____ »
керівник роботи, _____ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом роботи ____ травня 202_ року

3. Вихідні дані до роботи:

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

5.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

6. Дата видачі завдання “ ____ ” “ _____ ” 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбатенко І.Ю., Івашина Г.О. Основи наукових досліджень /The principles of scientific experimenes. – К.: Вища школа, 2001. – 92 с.
2. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик, Г.І Васечко, В.П. Васильєв та ін.; За ред. М.П. Лісового. – К.: Урожай, 1999 – 744 с.
3. Довідник по захисту польових культур / В.П. Васильєв, М.П. Лісовий, І.В. Веселовський та ін.; За ред. В.П. Васильєва та М.П. Лісового. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1993. – 224 с.
4. Деревицкий Н.Ф. Опытное дело в растениеводстве. - Кишинев: Штиинца, 1962.- 616 с.
5. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівєст Медіа, 2009 . – 304 с.
6. Кулєшов А.В., Білик М.О. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2008. 512 с.
7. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин : навч. посіб. / за ред. І.Л. Маркова. Київ : Аграр Медіа Груп, 2012. 264 с.
8. Марков І.Л. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч. I. Планування експерименту. Методичні вказівки до вивчення дисципліни студентами ОКР „Бакалавр” зі спеціальності – 6.130104 „Захист рослин”. – К.: Вид. центр.НАУ, 2006. – 61 с.
9. Марков І.Л. Мікологічні та фітопатологічні методи експериментальних досліджень. Конспект лекцій із навчальної дисципліни для студентів ОКР „Магістр” із спеціальності 8.130104 – „Захист рослин”. – К.: Вид. центр НАУ, 2008. – 69 с.
10. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Ч.ІІ.Статистична обробка експериментальних даних.
11. Марков І. Л., Шелєстова В.С., Завада М. М., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Програма для вищих аграрних навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації спеціальності 7.130104-«Захист рослин».- К.:1997. – 9 с.
12. Методичні вказівки до вивчення дисципліни студентами ОКР „Бакалавр” зі спеціальності – 6.130104 „Захист рослин ”. – К.: Вид. центр.НАУ, 2007. – 43 с.
13. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск перший / Вовкодав В.В., Андрущенко А.В., Пількевич А.В. та ін.; За ред. Волкодава В.В. – К.: ДКУ ПВТОСР, 2000. – 100 с.
14. Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Зернові та зернобобові культури. (Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин). – К., 2000. – 102 с.
15. Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Технічні культури. (Держ. комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин). – К., 2000. – 123 с

16. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. –333 с.
17. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Омелюта, І.В. Григорович, В.С. Чабан та ін.; За ред. В.П. Омелюти. – К.: Урожай, 1986. – 296 с.
18. Новак Ж.М. Основи насіннезнавства : методичні рекомендації. Умань, 2022. 10 с.
19. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юніверс Медіа, 2008. – 448 с.
20. Пересипкін В.Ф., Марков І.Л., Шелестова В.С. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин. – К.: Вид. центр НАУ, 2000. – 178 с.
21. Секун М.П., Жеребко В.М., Лапа О.М., Ретьман С.В. Довідник із пестицидів. Київ : Колообіг, 2007. 360 с.
22. Сердюк та ін. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції : підручник. Мелітополь, 2020. 370 с.
23. Хоменко І.І. Захист зерняткових садів у Центральному Лісостепу України. – К.: Фенікс, 1996. – 240 с.
24. Gentosh D.T., Hlymiazny V.A., Bashta O.V., Voloshchuk N.M., Shmyhel T.S., Kovalyshyna H.M., Makarchuk O.M., Dmytrenko Y.M., Stankevych S.V., Shapetko E.V. Prognosis of the harmfulness of barley rust. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. No 3.P. 65-69.