

*В.М. Положенець, Л.В. Немерицька,
М.М. Фурдига, С.В. Станкевич, Т.О. Рожкова*



ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

Міністерство освіти і науки України
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
Інститут картоплярства НААН
Державний біотехнологічний університет
Житомирський агротехнічний фаховий коледж

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

Навчальний посібник

Житомир –



– 2024

Рецензенти:

М.М. Доля, д-р с.-г. наук, професор, чл.-кор. НААНУ, завідувач кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин НУБіП України;
О.О. Стригун, д-р с.-г. наук, старш. співроб лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників Інституту захисту рослин НААН України;
І.В. Забродіна, канд. с.-г. наук, доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин ім. Б.М. Литвинова Державного біотехнологічного університету

В.М. Положенець, **Л.В. Немерицька**, **М.М. Фурдига**, **С.В. Станкевич**,
Т.О. Рожкова

О-75 Основи наукових досліджень в агрономії: навч. посібник. –
Житомир ПП «Рута», 2024. – 168 с.

ISBN 978-617-581-650-9

Представлено основні положення методики закладки і проведення польових досліджень, наведені методики спостережень та обліків в досліді, на спрощених прикладах розкриті методи математичної оцінки експериментальних даних. Вагомою частиною посібника є термінологічний покажчик, який спрощує розуміння суті спеціалізованих наукових термінів дослідної справи.

Призначено для фахівців з агрономії, захисту і карантину рослин та екології, наукових співробітників і агрономів господарств різних форм власності, слухачів закладів післядипломної освіти, викладачам, студентам біологічних та сільськогосподарських спеціальностей закладів вищої освіти. Може бути використано для аудиторної та самостійної роботи студентів і аспірантів закладів освіти II–IV рівнів акредитації зі спеціальностей «Захист і карантин рослин», «Агрономія» та «Екологія» та ін.

УДК 631.5:001.891](075.8)

ISBN 978-617-581-650-9

- © Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 2024
- © Інститут картоплярства НААН, 2024
- © Державний біотехнологічний університет, 2024
- © Житомирський агротехнологічний фаховий коледж, 2024
- © Положенець В.М., Немерицька Л.В., Фурдига М.М., Станкевич С.В., Рожкова Т.О., 2024
- © Дизайн обкладинки Станкевича С.В., 2024
- © ПП "Рута", 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ	7
1.1. Лабораторний метод	7
1.2. Вегетаційний метод	8
1.3. Польовий метод	9
2. ВИДИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	12
2.1. Класифікація агротехнічних дослідів	12
2.2. Використання польових дослідів	14
2.2.1. Агротехнічні досліді	14
2.2.2. Досліді із сортовипробування	17
3. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ	18
4. ВИБІР І ПІДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ДОСЛІД	24
4.1. Грунтово-біологічне обстеження земельної площі	24
4.2. Вибір ґрунтів для окремих дослідних культур	26
4.3. Вирівнювання родючості ґрунту	28
5. МЕТОДИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ОБЛІКІВ У ДОСЛІДІ	31
5.1. Облік густоти посівів	31
5.1.1. Облік густоти травостою культур суцільної сівби	31
5.1.2. Облік густоти рослин на посівах прорасаних культур	32
5.2. Фенологічні спостереження	32
5.2.1. Фенологічні фази розвитку пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса, проса	33
5.2.2. Фенологічні фази розвитку у гречки	34
5.2.3. Фенологічні фази розвитку у кукурудзи	34
5.2.4. Фенологічні фази розвитку у зернобобових культур	34
5.2.5. Фенологічні фази розвитку люпину	35
5.2.6. Фенологічні фази розвитку картоплі	35
5.2.7. Фенологічні фази розвитку льону-довгунця	35
5.2.8. Фенологічні фази розвитку хмелю	35
5.2.9. Фенологічні фази розвитку багаторічних трав	35
5.3. Оцінка зимостійкості озимих культур	36
5.3.1. Оцінка зимостійкості під час перезимівлі	36
5.3.2. Оцінка зимостійкості рослин весною	36

5.4. Визначення динаміки росту	37
5.5. Облік забур'яненості посівів	37
5.6. Оцінка стійкості рослин до вилягання та поникання	39
5.7. Фітопатологічні обліки	39
5.7.1. Обліки на посівах зернових колосових культур	39
5.7.2. Обліки на посівах зернобобових культур	41
5.7.3. Обліки на посівах багаторічних трав	41
5.8. Ентомологічні обліки	42
5.8.1. Обліки на посівах зернових колосових культур	42
5.8.2. Обліки на посівах зернобобових культур	44
5.8.3. Обліки на посівах багаторічних трав	44
5.9. Облік структури врожаю	45
5.10. Облік врожаю	47
5.10.1. Облік врожаю зернових колосових культур суцільного способу сівби	47
5.10.2. Облік врожаю льону-довгунця	48
5.10.3. Облік врожаю коренеплодів та бульб картоплі	49
5.10.4. Облік урожаю сіна багаторічних трав	49
5.11. Аналіз снопових зразків в досліді	49
5.12. Визначення площі листового апарату	50
5.13. Оцінка росту та розвитку рослин у досліді	52
6. ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
7. СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ДОСЛІДНИХ ДАНИХ	54
7.1. Групування та первинна обробка дослідних даних	54
7.1.1. Кількісна мінливість	54
7.1.2. Якісна мінливість	62
7.2. Дисперсійний аналіз дослідних даних	64
7.2.1. Дисперсійний аналіз однофакторного польового досліді при рендомізованому розміщенні варіантів	66
7.2.2. Дисперсійний аналіз двофакторного польового досліді при рендомізованому розміщенні варіантів	72
7.3. Кореляційний та регресійний аналізи	78
7.3.1. Проста лінійна кореляція	79
7.3.2. Розрахунки коефіцієнтів кореляції і регресії	80
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	163

Присвячується світлій пам'яті видатного селекціонера та фітопатолога сучасності, доктора сільськогосподарських наук, професора В.М. Положення

ВСТУП

Досягнення вагомих успіхів у сільськогосподарському виробництві можливе за рахунок підвищення урожайності та якості продукції. Основну роль у вирішенні проблематичних питань в аграрному секторі відіграє наукове забезпечення галузі. А тому доцільно постійно удосконалювати наукові знання щодо підготовки ґрунту до посіву, внесення оптимальних норм органічних і мінеральних добрив, виведення та запровадження у виробництво найбільш придатних до певних умов навколишнього середовища нових сортів і гібридів польових культур, правильний підбір пестицидів з метою своєчасного захисту польових культур від хвороб, шкідників та бур'янів. Такі наукові проблеми можуть бути досягнуті на основі вивчення біології культурних рослин, прийомів їх вирощування та пошуків нових можливостей підвищення продуктивності землеробства.

З метою проведення досліджень в агрономії доцільно використовувати різні методи експериментів, які запозичені із галузі точних наук, зокрема, хімії, математики, фізики, фізіології, а також специфічних – ботаніки, фізіології, агрохімії, ґрунтознавства, землеробства, рослинництва, селекції та насінництва та ін. До числа основних методів агрономічних досліджень віднесено: лабораторні, вегетаційні, лізиметричні і польові методи, які разом із спостереженнями за фенологічним розвитком рослин і умовами навколишнього середовища являють найважливіші інструменти наукової агрономії. Найефективнішим методом щодо вирішення

проблематики росту і розвитку рослин та їх продуктивності є польовий експеримент, який завершує пошукові дослідження, оцінює агротехнічний та економічний ефект нового способу або прийому вирощування рослин і, в подальшому, дає об'єктивну основу для передачі і запровадження наукових досягнень у сільськогосподарське виробництво.

Експериментальні роботи з агрономії спочатку здійснювали на малих дослідних полях, трохи пізніше – дослідних станціях, а потім – в галузевих науково-дослідних інститутах.

Відомо, що основою для проведення теоретичних експериментів є спостереження у процесі здійснення досліду, а в подальшому – узагальнення експериментальних даних. У більшості випадків експеримент є надійним способом вирішення поставленого завдання і контролю дійсності теоретичних висновків, основою пізнання та критерієм істини.

Спостереження – це кількісна або якісна реєстрація, яка зацікавлює дослідника в розвитку будь-якого явища, констатації певного його стану, ознаки або властивості. Для проведення спостереження чи реєстрації певних властивостей застосовують різні засоби вимірювання із залученням сучасних приладів та обладнання.

Дослід (експеримент) – це вивчення певної проблеми, коли дослідник штучно викликає явище або змінює умови для проведення експерименту, щоб з'ясувати сутність явища, його походження, причинність та взаємозв'язок причини та явища.

Експериментатор повинен мати велику працездатність і настирливість. Надарма існує приказка: “Геній – це терпіння”. Зокрема Ч. Дарвін зауважував, що успіх дослідника визначається складними і різнобічними умовами, серед яких найважливішими є любов до науки, нескінченне терпіння у процесі роздумування над проблемою, спостережливість, винахідливість і здоровий глузд.

1. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

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

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

1.1. Лабораторний метод

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

Лабораторні методи можуть мати самостійне значення, але найчастіше вони є складовою і нерідко дуже важливою частиною ширших агрономічних досліджень. Наприклад, при проведенні польових і вегетаційних дослідів правильна організація і здійснення

лабораторних аналізів ґрунтів і дослідних рослин дозволяють зрозуміти і виявити сутність досліджуваних явищ, обґрунтувати висновки. Залежно від мети і завдання дослідження важливість лабораторних методів у загальному обсязі дослідницьких робіт може бути різноманітною. Однак у всіх випадках правильно виконані лабораторні дослідження допомагають встановити закономірності і сутність явища, зрозуміти хід процесів і на основі цього передбачити вплив тих чи інших чинників на врожай.

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

1.2. Вегетаційний метод

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

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

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

Лізиметричні досліді використовують у землеробстві, ґрунтознавстві, фізіології, агрохімії і селекції для в'ясування таких важливих питань, як водний баланс під різними сільськогосподарськими культурами, розмивання і переміщення поживних речовин атмосферними опадами, визначення транспіраційних коефіцієнтів у звичайних умовах та ін. Головна ознака, за якою розрізняють лізиметри, полягає у способі наповнення їх ґрунтом: їх поділяють на лізиметри з ґрунтом звичайної будови і лізиметри з насипним ґрунтом. Матеріали, з яких виготовляють лізиметри, можуть бути дуже різноманітними: роблять бетонні і цегляні лізиметри об'ємом 1–2 м³, з розрахунку на тривале використання; металеві – з радіусом від 10 до 40–50 см і так звані лізиметричні лійки діаметром 25–50 см. Можуть бути й інші конструкції лізиметрів.

1.3. Польовий метод

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

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

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

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

Цінність результатів польового дослідів залежить від дотримання визначених методичних вимог. Найважливіші з них такі:

- 1) типовість дослідів;
- 2) дотримання принципу єдиної відмінності;
- 3) проведення дослідів на спеціально виділеному і вирівняному за родючістю полі;
- 4) облік врожаю, достовірність і точність польового дослідів.

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

виконується не повністю і польовий дослід проводиться в деякому відриві від типових виробничих умов.

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

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

Врожай і якість сільськогосподарських рослин – основний об'єктивний показник при характеристиці варіантів, які вивчаються в досліді. У результаті обліку врожаю, який відображає та інтегрує дію на рослини всіх умов обробітку, стає можливим кількісно визначити вплив тих чинників, які вивчаються в даному досліді. Однак дані обліку врожаю за оцінки його якості можуть мати реальне значення і об'єктивно відображати досліджуване явище тільки в тому випадку, якщо дослід достовірний по суті. Під достовірністю досліді розуміють логічно правильно побудовану схему і методику проведення досліді, відповідність її поставленим перед дослідженням завданням, правильний вибір об'єкта та умов

проведення даного дослідю. Цілком очевидно, що дослідю, проведені за неправильно розробленою схемою і методикою, у невідповідних даному дослідженню умовах або з порушенням методики і техніки, тобто дослідю, недостовірні по суті, викривляють ефекти досліджуваних варіантів і не можуть використовуватись для їх порівняльної оцінки. Такі дослідю потрібно відбракувати.

Дослідю, які відповідають поставленому в дослідженні завданню, тобто придатні, достовірні для його вирішення, характеризуються статистичними (математичними) показниками точності і суттєвості. Статистична обробка результатів дослідю дозволяє визначити межі можливих випадкових коливань отриманих даних і встановити наявність суттєвих розбіжностей між середніми урожаями у варіантах дослідю. Звичайно, основою для порівняльної оцінки сортів або агротехнічних заходів є агрономічний аналіз одержаних показників; статистична обробка не замінює, а доповнює його і дає загальну кількісну характеристику досконалості й точності польового дослідю. Математичні показники точності і суттєвості експериментальних даних дозволяють у стиснутій, вичерпній і зрозумілій формі викласти результати дослідження, не наводячи всіх вихідних даних, які нерідко можуть бути дуже громіздкими.

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

2. ВИДИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

2.1. Класифікація агротехнічних дослідів

Агротехнічні дослідю класифікуються так: 1) за місцем проведення; 2) за тривалістю; 3) за кількістю факторів; 4) за географічним охопленням об'єктів досліджень.

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

Досліди в наукових установах або в навчальних закладах поділяють на дрібно-ділянкові, лабораторно-польові, крупноділянкові, а досліди у виробництві – на досліди-проби, точні порівняльні досліди, за оцінкою ефективності нових агрозаходів, демонстраційні та виробничі.

Дрібноділянкові досліди проводять на дослідних ділянках, розмір яких становить до 10 м², *лабораторно-польові* – на ділянках площею 11–50 м² і *крупноділянкові* – на ділянках розміром більше 50 м².

Досліди-проби проводять на виробничих посівах, де виділяють смуги шириною на один прохід жатки або комбайна, а довжиною – в 5–10 разів більшою за ширину.

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

Для дослідів за *оцінкою ефективності нових агрозаходів* у виробництві виділяють контрольні смуги, ширина яких мусить відповідати ширині збирального агрегату, а довжина цих смуг – довжині гонів. Загальна площа цих смуг може бути до трьох гектарів.

Демонстраційні досліди мають площу дослідних ділянок удвічі більшу, ніж крупноділянкові досліди в наукових установах, тобто 200–400 м², що також необхідно для максимальної механізації виробничих процесів.

Виробничі досліди на відміну від описаних вище можуть проводитись на площі цілих сівозмін, рільничих бригад, окремих господарств і навіть цілого адміністративного району.

Польові досліди за *тривалістю* їх проведення поділяються на розвідувальні, короткочасні, багаторічні і довготривалі.

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

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

Багаторічні дослід

и проводяться 11–50 років і виключно в наукових установах чи вищих навчальних закладах в умовах стаціонару.

*Довготривалі дослід*и – це такі, що ведуться в тих же умовах понад 50 років.

За кількістю факторів, що вивчаються (фактором є або елемент агротехніки, або сорти чи інші заходи, якими дослідник діє на рослини чи ґрунтове середовище), польові дослід

и бувають однофакторні, двофакторні чи багатофакторні.

Дослід

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

2.2. Використання польових дослідів

2.2.1. Агротехнічні дослід

*Дрібноділянкові дослід*и використовують для першого етапу досліджень. У цих дослід

ах починають перевіряти якийсь зовсім новий агрозахід, який може згубно позначитись на посіві, тому площі ділянок бажано зводити до мінімуму. Співвідношення сторін дослідних ділянок може бути 1×2, 1×4, 2×2, 2×4, 2×5 метрів. Оскільки їх розмір обмежений, то захисні смуги на них не виділяються. Повторність у дрібноділянкових дослідах може зростати до шести-восьми. Тут користуються правилом – чим менша площа дослідної ділянки, тим більшу повторність планують у досліді.

Лабораторно-польові досліди – це перший або другий етап у польових дослідженнях. Виявивши кращі варіанти із схеми дрібноділянкового дослід

у, дослідник перевіряє їх далі у лабораторно-польових дослід

ах. Основна мета лабораторно-польових дослідів – виявити взаємозв’язок між рослиною і середовищем. Тому характерною рисою цих досліджень є те, що в них, крім численних облік

ів і спостережень у полі, проводяться також різні лабораторні дослідження – аналізи рослин і ґрунту. Саме ці аналізи дають підставу повніше виявити зв’язки між дослідними рослинами та умовами їх вирощування. Оскільки ділянки в таких дослід

ах невеликі за розміром, то кількість повторень є п’яти-шестикратною.

Крупноділянкові польові досліди. Основне їх завдання полягає у вивченні дії факторів життя і заходів агротехніки на формування врожаю. Головним тут є не лише виявлення кращих варіантів, а й вивчення причин підвищення чи зниження врожаю та його якості залежно від умов вирощування. Такі польові дослід

и хоч і проводяться в наукових установах та навчальних закладах, але в умовах, наближених до виробничих, з максимально можливою механізацією технологічних процесів. Тому площі дослідних ділянок, їх захисні смуги мусять бути такими, щоб мати можливість використовувати необхідні сільськогосподарські машини та знаряддя. Для культур з малою площею живлення рослин (з вузькорядним та звичайним рядковим способом сівби) користуються ділянками 50–100 м², а для більшості просапних культур площа ділянки зростає до 200 м² і більше. Повторність у цих дослід

ах, як правило, тричотирикратна, хоча може бути і більшою, якщо родючість на досліді сильно варіює.

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

на всьому полі. Кращі варіанти дослідів-проб можна вивчити більш досконало у точних порівняльних дослідях.

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

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

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

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

2.2.2. Досліди із сортовипробування

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

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

Державне сортовипробування проводять на державних сортовипробувальних станціях та сортодільницях. Тут об'єктивно і точно оцінюють не лише селекційні, а й місцеві та поліпшені сорти та гібриди. Мета державного випробування полягає у виявленні найбільш урожайних та цінних сортів, пристосованих до місцевих умов і придатних для сортового районування. Якість продукції оцінюють у лабораторіях, де є спеціальні прилади.

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

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

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

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

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

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

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

3. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ

Елементами методики дослідження є кількість варіантів у схемі дослідження, частота контролів, дослідні ділянки і захисні смуги, форма ділянок та їх орієнтація, повторність і повторення дослідження, методи розміщення варіантів у дослідженні, методика обліків і спостережень.

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

Різні ґрунти, земельні площі за своєю родючістю мають неоднаковий ступінь строкатості у просторі. Чим більша кількість варіантів у дослідженні, тим більшою буде його площа, отже, і більшим

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

У схемі досліду може бути кілька контролів. У дослідах з добривами контроль може бути виробничий і абсолютний. За вивчення доз пестицидів їх порівнюють з тими дозами, якими користувались у виробництві до закладання досліду, а також з варіантом без пестицидів.

Якщо кількість варіантів досліду велика (кілька десятків), то на кожному 8–10 дослідних варіантів виділяють контрольні ділянки. Іноді, за значної строкатості родючості ґрунту, контрольні ділянки виділяють на кожному 2–3 дослідні варіанти.

Розміри дослідних ділянок. Дослідні ділянки складаються з облікової частини, яка знаходиться посередині і де проводяться всі обліки і спостереження, і захисної, яка знаходиться зовні облікової. Захисні частини ділянки розмежовують між собою варіанти досліду.

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

У дослідах з вивчення добрив, норм висіву і способів сівби, площ живлення, догляду за рослинами розмір дослідних ділянок може бути в межах 50–100 м², а в дослідах з вивчення глибини і способів обробітку ґрунту із застосуванням потужних і широкозахватних машин і знарядь – площа ділянки збільшується до 200–300 м².

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

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

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

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

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

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

Така ж ширина ділянки може бути у досліді з кукурудзою при збиранні комбайнами, які захвачують 6 рядків з міжряддям 70 см. На ділянках меншого розміру використовують трирядні комбайни з шириною захвату 2,1 м.

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

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

У досліді з добривами ширина бокових захисних смуг залежить від техніки внесення добрив. При внесенні мінеральних добрив вручну врозкид виділяють захисні смуги шириною не менше 1 м, при внесенні сівалкою – 50 см, а при заорюванні органічних добрив, які можуть пересуватись плугом на сусідні ділянки – не менше 1,5 м.

У дослідах із зрошенням ширину захисних смуг збільшують до 2–3 м, щоб запобігти горизонтальному переміщенню води у гурті або перенесенню вітром при дощуванні. Також широкими мусять бути бокові захисні смуги у дослідах при обприскуванні посівів пестицидами, щоб їх розчини не переносились вітром на сусідні ділянки. Практика свідчить, що двометрові захисні смуги є достатніми, якщо обприскування проводить у безвітряну погоду.

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

При сортовивченні на бокові захисні смуги виділяють 2 рядки або їх не виділяють зовсім, залишаючи між ділянками доріжки.

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

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

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

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

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

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

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

Повторність у досліді. При незначному варіюванні родючості ґрунту цілком задовільну точність досліду можна мати навіть при трьох-чотирьох повторностях, а добру – при 6–8. Якщо варіювання середнє, то задовільну точність можна мати при 6–8 повторностях. При значному варіюванні навіть десятиразова повторність не забезпечує задовільної точності досліду. Отже, площі із значним варіюванням родючості ґрунту не можна відводити під дослід, а потрібно вибракувати.

Проте повторність визначається не лише варіюванням родючості ґрунту тієї площі, яка виділена для досліду. Є ще багато факторів, що впливають на вибір повторності. До них, зокрема, належить ступінь подовженості ділянки по відношенню до її ширини. Вважається, що довгі ділянки забезпечують вищу точність досліду, тому число повторностей в такому досліді може бути меншим, ніж в досліді з коротшими ділянками. Однакову точність досліду гарантують досліді з ділянками: видовженими у 9 разів за трьох повторностей; видовженими у п'ять разів за чотирьох повторностей;

видовженими у два рази за шести повторностей; квадратні ділянки за восьми повторностей. Отже, число повторностей у дослідях необхідно узгоджувати із формою ділянок і за рахунок видовження ділянок повторність можна зменшувати до мінімального значення – трьох-чотирьох.

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

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

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

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

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

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

4. ВИБІР І ПІДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ДОСЛІД

Перед вибором земельної площі для досліду визначають її розміри арифметичним розрахунком. Згідно із завданням і видом досліду попередньо визначають загальний розмір і форму дослідної ділянки. Вибираючи земельну площу, проводять ґрунтово-біологічне обстеження на основі вивчення історії поля, рослинного покриву, рельєфу та мікрорельєфу місцевості.

4.1. Ґрунтово-біологічне обстеження земельної площі

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

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

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

Перед закладанням стаціонарних дослідів проводять детальне обстеження площі, метою якого є всебічна характеристика ґрунту. Для вивчення ґрунтових профілів роблять розрізи на глибину 1,5–2 м по діагоналі поля, крайні – на межі дослідної площі, а середні – на майбутніх дорогах або захисних смугах. Між розрізами роблять ще прикопки на глибину 40–60 см і складають ґрунтову карту масштабом 1:50000. У кожному розрізі та прикопці відбирають

зразки ґрунту для визначення агрофізичних і агрохімічних показників родючості.

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

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

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

Особливу увагу приділяють виявленню факторів, які сильно впливають на зміну родючості ґрунту: проведення на частині площі вапнування ґрунту високими дозами; внесення фосфоритного борошна чи інших мінеральних та органічних добрив у великих дозах або систематичне вирощування багаторічних трав. Післядія багатьох із цих факторів триває протягом 2–3 років, а вапнування ґрунту – до 10 років. Якщо закладання досліду не можна відкласти на кілька років, щоб вирівняти ґрунт на всьому масиві за родючістю, то цю площу потрібно вибракувати і підібрати іншу.

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

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

Місця, де були літні стійбища худоби, ґрунтові дороги тривалого користування, глибокі канали і ями, будівлі, скирти соломи, купи гною, виключають з площі майбутнього досліджу.

Вивчення рослинного покриття. Висока врожайність попередніх культур свідчить про високу родючість ґрунту, його окультуреність та придатність для досліджу. Звертають увагу і на наявність у посівах рослин-індикаторів – хвоща польового і щавлю, які свідчать про високу кислотність ґрунтів та полину гіркого, що вказує на засоленість ґрунту.

Вивчення рельєфу та мікрорельєфу. Рельєф ділянки повинен бути типовим для району досліджень і у більшості випадків рівнинним, тому що навіть на схилах крутизною до 2⁰ експозиція може впливати на ріст і врожайність досліджуваних рослин через неоднакову температуру в різних місцях досліджу. Так, різниця між прямою сонячною радіацією, яка надходить на південні та північні схили, досягає 30 % навесні і 40 % восени. За період вегетації на південних пологих схилах сума температур на 120⁰ більша, а на крутих – на 300⁰, ніж на рівних площах. Крім того, тривалість безморозного періоду на південних схилах збільшується на 30 днів. Щоб забезпечити однакові умови для рослин у межах однакового досліджу, важливо вибрати для досліджу ділянку з однаковим рельєфом та експозицією схилу.

Навіть на невеликих схилах треба передбачати і організувати протиерозійні заходи, з тим щоб не втрачався верхній родючий шар ґрунту на ділянках і не замулювалися дослідні ділянки під впливом талих чи зливових вод. Особливу увагу треба приділяти цьому в досліджах з добривами (вони не повинні переміщуватись на інші ділянки при атмосферних опадах або під час зрошення).

Оскільки на результат досліджу може впливати не лише рельєф, а й мікрорельєф (горбки, блюдця, канавки, рівчачки), площу треба вирівнювати.

4.2. Вибір ґрунтів для окремих дослідних культур

Як правило, досліджу треба проводити на ґрунтах, на яких масово вирощують культури у певній ґрунтово-кліматичній зоні.

Для *пшениці* підбирають найбільш родючі ґрунти із сприятливими фізичними та хімічними властивостями. Реакція ґрунтового розчину має бути нейтральною або близькою до неї. Такі

властивості мають чорноземи. На півдні України для досліджень з пшеницею придатні і темно-каштанові ґрунти.

Цукрові буряки дуже вимогливі до родючості ґрунту, тому для них підбирають чорноземи глибокі малогумусні опідзолені та лучні. Залежно від зони цукрові буряки також можна вирощувати на темно-сірих опідзолених і дерново-лучних ґрунтах. Гіршими є світло-сірі опідзолені ґрунти, але якщо вони поширені у зоні, то і на них закладають дослід. За гранулометричним складом для цукрових буряків найбільш придатними є суглинкові ґрунти.

Кукурудзу можна вирощувати на більшості ґрунтів, які придатні для польових культур. Найкращими для неї є ґрунти з глибоким гумусовим шаром та високою вологоємкістю – чорноземні, темно-каштанові та темно-сірі легкосуглинкові. Непридатні для кукурудзи заболочені ґрунти.

Для *соняшнику* підбирають вилугувані, глибокі та звичайні південні чорноземи, а також каштанові ґрунти. Малопродатними є важкі глинисті ґрунти, схильні до заболочування, а також піщані, кислі і дуже засолені ґрунти.

Картопля добре росте на ґрунтах з високою вітропроникністю, тому для досліду підбирають супіщані, суглинкові ґрунти, легкі чорноземи. Можна використовувати для досліду і легкі піщані ґрунти, але з обов'язковим внесенням високих доз органічних добрив. Малопродатними є важкі глинисті ґрунти, зокрема з близьким заляганням ґрунтових вод.

Для *гороху*, який є вимогливим до ґрунту, підбирають середні за гранулометричним складом суглинкові і супіщані родючі ґрунти з нейтральною реакцією. Малопродатні для нього надмірно ущільнені глинисті, кислі та перезволожені ґрунти.

Для *гречки* доцільніше використовувати чорноземи, удобрені опідзолені ґрунти з підвищеною аерацією, вологоємкі, але не заболочені. Реакція ґрунтового розчину має бути слабокислою або нейтральною. Непридатні для неї дуже кислі ґрунти з $\text{pH} < 5$.

Льон-довгунець вирощують на добре окультурених середньосуглинкових ґрунтах з незначною опідзоленістю. Оптимальна реакція ґрунтового розчину слабокисла ($\text{pH} 5,9\text{--}6,5$). Важкі та легкі ґрунти (супіщані і піщані) малопродатні для льону. Якщо для досліду підбирають дерново-підзолисті ґрунти, то їх треба вапнувати.

Площу для досліду вибирають далі від лісу – за 50–70 м, а від лісосмуги – не ближче півтори- двократної її висоти (щоб усунути вплив дерев на рослини, що досліджуються). Від суцільних огорож дослід розміщують не ближче як за 15–20 м, щоб не порушувати повітрообмін і не затінювати рослини, що досліджуються. На такій же відстані мають бути ґрунтові дороги. Дослід закладають подалі від магістральних доріг, бо вихлопні гази автотранспорту також можуть впливати на рослини. Якщо дослід розміщують поблизу населеного пункту, то ділянку необхідно огородити металевією сіткою.

4.3. Вирівнювання родючості ґрунту

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

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

Родючість ґрунту вирівнюють рівномірним внесенням тих поживних речовин, які в ґрунті є в мінімумі для культури. Варіювання родючості ґрунту можна знизити, якщо всі елементи агротехніки вирівнювальних посівів проводять однаково на всій площі майбутнього досліду. Крім звичайної підготовки площі, проводять ще спеціальну у дослідках із зрошенням, за надмірного зволоження та на площах після викорчовування дерев.

За 2–3 роки до проведення дослідів із зрошенням для вирівнювання родючості ґрунту площу поливають помірними нормами, попередньо вирівнявши поверхню ґрунту. Це забезпечує

рівномірність зрошення і покращує регулювання подавання води на ділянки залежно від варіанту досліду.

У Поліссі при надмірному зволоженні ґрунту осушення треба проводити одним і тим же способом для всього досліду. Метод осушення залежить від форм та розмірів дослідних ділянок, повторень і всього досліду. Після осушення на всіх дослідних ділянках умови зволоження мають бути однаковими. Для цього дрени, відкриті канали розміщують перпендикулярно до довгих сторін ділянок на однаковій відстані від них.

Площі після дерев та чагарників очищають, витягують та вичісують коріння, вирівнюють поверхню ґрунту, засипаючи ями. У перші роки часто проводять глибокий обробіток ґрунту, вибирають рештки рослин. Після спеціальної підготовки на площах також проводять вирівнювальні посіви. За станом вирівнювальних посівів іноді окомірно оцінюють варіювання родючості ґрунту. При цьому можна виділити окремі частини площі з однаковою родючістю, які можна використати як майбутні повторення. Це дуже важливо для дослідів, які проводять в умовах виробництва, де більш складні посіви застосовують дуже рідко.

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

Найчастіше для таких посівів використовують ярі культури звичайного рядкового способу сівби. Озимі використовувати не слід, бо причиною зміни їх урожайності може бути не лише родючість ґрунту, а й місцеве вимерзання, випрівання, випирання, пошкодження посівів гризунами взимку. З ярих культур висівають ячмінь, овес, вико-овес. Просапні культури також не дуже придатні, бо їх врожайність може змінюватись не лише через неоднакову родючість ґрунту, а й через якість міжрядного обробітку, коли робочими органами знарядь деякі рослини можуть вирізуватись. Крім того,

внаслідок пошкодження шкідниками цукрових буряків або картоплі в окремих місцях посіви можуть сильно зріджуватись. При цьому варіювання врожаю цих культур буде значно більшим, ніж культур звичайного рядкового способу сівби.

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

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

Перед збиранням врожаю весь рекогносцирувальний посів поділяють на діляночки, площа яких повинна бути у 2–4 рази меншою за площу майбутніх дослідних ділянок або бути однаковою. Форма діляночок цього посіву має бути видовженою із співвідношенням ширини ділянки до довжини 1 : 10. Ширина діляночки залежить від конфігурації поля, межі діляночок фіксують віхами. Найкраще межі діляночок відбивати доріжками ще на початку вегетації рослин, тобто коли вони малі, бо перед збиранням виділення ділянок за допомогою мірної стрічки шнура ускладнює роботу, знижує її точність. Ширина доріжок, які утворюють сапою, може становити 10–20 см.

Урожай збирають малогабаритними машинами, коли спадає роса. Оскільки вологість зеленої маси протягом дня змінюється, то через кожні 2 години роботи з кожної діляночки відбирають 2–3 пробних снопи, які зважують, висушують та визначають відсоток вологи. Ці дані використовують для приведення зібраної зеленої маси всіх діляночок до однієї вологості. Збирання врожаю і обліки

закінчують в стислі строки. Результати обліків використовують для складання плану рекогносцирувального посіву.

Для цього на білий папір у певному масштабі наноситься план рекогносцирувального посіву і в межах кожної ділянки вписується величина врожаю. А для кращого сприйняття кожна ділянка залежно від рівня врожайності кожна ділянка позначається різними кольорами: ділянки з найвищою врожайністю – червоний; середньою – зелений; низькою – синій, а найнижчою – залишають білим. Таким чином, виділяються блоки з різною родючістю, які будуть являти собою окремі повторення майбутнього досліду.

5. МЕТОДИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ОБЛІКІВ У ДОСЛІДІ

5.1. Облік густоти посівів

5.1.1. Облік густоти травостою культур суцільної сівби

Облік густоти травостою культур суцільної сівби ведеться двічі за вегетацію на одних і тих самих облікових площах, які виділяються після появи повних сходів. На кожній дослідній ділянці виділяється по чотири таких площадки і розміщають їх по діагоналі облікової площі. Межі площадок позначають невеликими кілочками, які б не ускладнювали проведення технологічних робіт. Оптимальний розмір закріпленої площадки 1 м². Така площадка включає 6 рядків з міжряддям 15 см та 111 см довжиною (6 × 0,15 м × 1,11 м = 1 м).

Для підрахунку рослин льону-довгунця виділяють чотири площадки розміром 0,1 м, беручи для цього два рядки з шириною міжрядь 7,5 см і довжиною 66,7 см.

Із двох необхідних обліків густоти рослин перший ведуть у фазу повних сходів, а другий – перед збиранням врожаю. Перший облік дає змогу, знаючи норму висіву, визначити польову схожість насіння та встановити повноту сходів (відношення фактичної кількості рослин на певній площі до потрібної в даній зоні), а другий – розрахувати збереженість рослин за вегетаційний період:

$$П = \frac{3 \times 100}{C} \quad (5.1)$$

де П – процент збереження;

З – кількість рослин перед збиранням, шт/м²;

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

100 – число для перерахунку, в %.

5.1.2. Облік густоти рослин на посівах просапних культур

У просапних культур залежно від досліду густоту насадження можна визначити після появи повних сходів, формування густоти, кожного обороту чи під час збирання врожаю.

На ділянках з невеликою обліковою площею густоту рослин визначають суцільним способом – підрахунком рослин на всій площі. На дослідних ділянках більш значних розмірів (50 м і більше) використовують вибірковий метод обліку: за вибірку приймається один рядок, але не будь-який, а такий, що складається з відрізків усіх рядків дослідної ділянки і охоплює всю її площу. Довжину відрізка розраховують діленням довжини ділянки на кількість рядків облікової площі. Відрізок-проба буде на кожному рядку ділянки. Сума відрізків складатиме один повний рядок. Відрізки розміщуються уступами по діагоналі ділянки. Знаючи довжину відрізка, підраховують кількість рослин на кожному рядку. Перемножують наявну кількість рослин на кожному відрізьку, а їх сума з усіх відрізків складе кількість рослин на одному рядку. Перемножують наявну кількість рослин на обліковій площі, яка й буде характеризувати густоту посіву у конкретному варіанті.

Облікова площа дослідної ділянки з картоплею має розміри: довжину 21 м і ширину – 5м. При ширині міжряддя 0,7 м на такій ділянці по її ширині міститься 7 рядків ($5 \text{ м} : 0,7 \text{ м} + 7$ рядків). На кожному рядку буде проба довжиною 3 м ($21 \text{ м} : 7$ рядків = 3 м). Проби на рядках розміщують уступами по діагоналі ділянки. Межі проб закріплюють кілочками. Після виділення проб приступають до підрахунку рослин в кожній пробі, визначення кількості рослин в рядку та на обліковій площі дослідної ділянки, як про це зазначалось вище.

5.2. Фенологічні спостереження

У дослідах, де об'єктом дослідження є рослина, обов'язково ведуть фенологічні спостереження, суть яких полягає у реєстрації фаз розвитку рослин. Під час фенологічних спостережень відмічають початок фази, коли до неї вступило 10–15% рослин і повну фазу, коли вступило 70–75% рослин.

Фенофази визначають окомірно на кожній дослідній ділянці зокрема. Різні культури характеризуються певними фенофазами.

5.2.1. Фенологічні фази розвитку пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса, проса

У пшениці, жита, тритикале, ячменю, вівса і проса розрізняють такі фази: сходи (початок і повні); початок кущення; колосіння або викидання волоті (початок і повне); повне цвітіння жита; молочна (крім проса); воскова (господарська) і повна стиглість зерна (якщо врожай збирають при повній стиглості зерна). Крім того, для озимих відмічають дати припинення вегетації восени і відновлювання навесні. Для визначення тривалості періоду сівба–сходи, обов'язково фіксують строки висівання всіх культур.

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

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

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

- за дату припинення осінньої вегетації рослин пшениці, тритикале, ячменю приймається дата переходу середньодобової температури повітря через +5 °С, а жита – через +4 °С. При цьому використовують дані ближчої до району дослідження метеостанції;

- відновлення вегетації озимих культур навесні починається при відростанні листя, зрізаного відразу після танення снігу; колосіння пшениці, жита, тритикале і ячменю припадає на період, коли близько половини колоса вийшло з піхви верхнього листка. Ознакою викидання волоті проса і вівса є вихід верхівки волоті з піхви верхнього листка;

- фаза цвітіння жита настає, коли більшість колосків у колосі зовні мають пиляки;

- молочна стиглість відмічається тоді, коли зерно в середній частині колоса, а у вівса – у верхній частині волоті досягне майже повної довжини, але ще має зелений колір. При стисканні пальцями із зерна витікає напіврідка маса. У пшениці, тритикале і вівса вона має молочний колір, а у жита і ячменю – вигляд вареного некрутого ячного білка жовтуватого кольору. Рослини в цей час ще зелені, за винятком пожовклих нижніх листків;

- фаза воскової або господарської стиглості зерна має такі ознаки: зерно жовтого кольору, тверде, але при натисканні нігтем ще

легко ріжеться. При згинанні ячмінне і вівсяне зерно лопається. Листя і стебло в цей час набувають жовтого кольору;

- фаза повної стиглості характеризується такою твердістю зерна, коли при натисканні ножем воно розколюється. Зерно при цьому легко вимолочується, а тому в цій фазі починають збирання врожаю зернових культур прямим комбайнуванням.

5.2.2. Фенологічні фази розвитку у гречки

У гречки розрізняють такі фенофази: сходи (початок і повні); поява першого справжнього листка; бутонізація; цвітіння (початок і повне); побуріння перших плодів і господарську (збиральну) стиглість. Відповідно до прийнятих стандартів фаза сходів настає за появи сім'ядоль на поверхні ґрунту, початок цвітіння припадає на період, коли з'являться перші квітки на 10–15 % рослин, а повне цвітіння – за появи перших квіток більше як на 75 % рослин.

5.2.3. Фенологічні фази розвитку у кукурудзи

У кукурудзи розрізняють такі фази: повні сходи, поява другого листка; поява четвертого листка; викидання волотей (початок і повне); цвітіння качанів (початок і повне); молочна, молочно-воскова і повна стиглість зерна.

Початок цвітіння качанів настає при появі приймочок; фаза молочної стиглості зерна припадає на період, коли зерно уже сформувалось, але легко роздавлюється і з нього витікає біла рідина у вигляді молока; при молочно-восковій стиглості із зерна виділяється тістоподібна маса з включенням твердих крупинок; у восковій стиглості зерно не роздавлюється пальцями, але ще ріжеться нігтем; ознакою повної стиглості зерна є його почорніння в місці прикріплення до стрижня качана та пожовтіння обгортки. Для визначення фази стиглості розкривають обгортки на 10 качанах. Фаза настала, якщо характерні ознаки для неї мають 8 качанів із 10.

5.2.4. Фенологічні фази розвитку у зернобобових культур

У зернобобових культур (гороху, вики, квасолі, бобів, чини) відмічають наступну фенологію: повні сходи, поява вусів, початок і повне цвітіння, початок утворення бобів, початкова і господарська

стиглість. Фаза сходів настає за появи перших листків або сім'ядоль, початок стиглості – за пожовтіння одного-двох нижніх бобів у 10–15 % рослин. Фаза господарської стиглості має такі характерні ознаки: у гороху, вики на більшості рослин досягло 60–70 % бобів; у квасолі дозріла більшість бобів.

5.2.5. Фенологічні фази розвитку люпину

У люпину розрізняють фази: сходи; початок стеблуння; початок нижнього розгалуження; початок верхнього розгалуження; бутонізація; цвітіння; фаза сизих бобів; фаза блискучих бобів; підсихання листків; повне досягання.

5.2.6. Фенологічні фази розвитку картоплі

У рослин картоплі відмічають такі фази: сходи (початок і повні); бутонізація (початок, повна); цвітіння; бульбоутворення; в'янення і підсихання бадилля.

5.2.7. Фенологічні фази розвитку льону-довгунця

У льону-довгунця відмічають фази: сходи (початок і повні); ялинка; (початок і повні); бутонізація (початок, повна); цвітіння; зелена, жовта і повна стиглість.

5.2.8. Фенологічні фази розвитку хмелю

У хмелю визначають фази: сходи; поява першої пари листків; поява бокових стебел; цвітіння; формування шишок; технічна стиглість шишок; фізіологічна стиглість шишок; відмирання надземної частини стебла.

5.2.9. Фенологічні фази розвитку багаторічних трав

У багаторічних трав відмічають такі фази: сходи (початок і повні); початок відростання навесні; початок кущення; початок викидання волоті; колосіння; цвітіння (початок і повне); початкова і господарська стиглості.

5.3. Оцінка зимостійкості озимих культур

5.3.1. Оцінка зимостійкості під час перезимівлі

Під час перезимівлі зимостійкість рослин визначають здебільшого методом відрощування меристемних тканин у обрізаних вузлів кущення. Для цього 25 січня і 23 лютого на захисних смугах дослідних ділянок парних (2 і 4) чи непарних (1 і 3) повторень вирубують рослини на двох суміжних рядках довжиною 30 см. Повторність відбору проб дворазова. Рослини кожної відібраної проби разом з грудками замерзлої землі розміщують в окремі ящики, або посудини з етикеткою, де вказуються повторення, варіант досліду і номер проби. Ящики з пробами на 2–3 дні переносять в тепле приміщення для розмерзання грудок землі і відтаювання рослин. Після відтаювання рослини відмивають від землі, обрізають з обох боків на відстані 1 см від вузла кущення і розміщують у скляну банку на змочену у воді вату чи фільтрувальний папір. Банку щільно закривають (щоб створити в ній високу вологість) і ставлять на 12–24 години в тепле приміщення з температурою 24–26 °С. Через добу у живих рослин починають відростати стебла і коріння. Кількість таких рослин підраховують і визначають процентний склад у пробі.

5.3.2. Оцінка зимостійкості рослин весною

Весною зимостійкість рослин визначається окомірною та шляхом підрахунку рослин. Окомірною оцінкою ведеться після відростання рослин, коли на око можна відрізнити живі рослини від мертвих. Така оцінка проводиться за допомогою п'ятибальної шкали: 5 балів – стан посіву відмінний, посів густий, кущення рослин добре, жовтих листків немає; 4 бали – стан добрий, густина посіву 70–80 % від запланованої, кущення середнє, випадання рослин поодинокі; 3 бали – стан посередній, густина посіву 60–70 % запланованої, кущення слабке, випадання рослин 25–30 %; 2 бали – стан поганий, густина посіву 50–60 % запланованої, рослини не розкущились, загинуло біля половини рослин; 1 бал – стан поганий, густина посіву 30–40 % запланованої, рослини дуже слабкі, випадання рослин біля 70 %.

Більш об'єктивні дані про зимостійкість одержують шляхом підрахунку кількості живих і мертвих рослин, які проводять через 2–3 тижні після початку весняної вегетації рослин. Для цього в чотирьох

місяцях на кожній дослідній ділянці виділяють пробні площадки загальною площею 1 м (по два рядки з міжряддям 15 см і довжиною 83 см), на яких підраховують число живих і мертвих рослин. За відношенням числа живих до загального числа рослин визначають процент перезимівлі.

5.4. Визначення динаміки росту

Інтенсивність росту рослин визначають, як правило, по фазах розвитку або через певні проміжки часу (через 3, 5, 7, чи 10 днів) протягом всього вегетаційного періоду. Тривалість проміжку залежить від довжини міжфазних періодів та загальної тривалості вегетаційного періоду. Визначення приросту ведуть у дворазовій повторності на всіх варіантах двох несуміжних повторень. Для цього на ділянці відбирають 40–50 рослин з бокової захисної смуги по 4–5 рослини підряд у 10 місяцях. Вирвані рослини очищають від землі і зважують. За різницею між масою зважених рослин та масою рослин попередньої проби визначають приріст рослин.

Якщо потрібно визначити добовий приріст маси однієї рослини, то загальний приріст ділять на кількість рослин і тривалість періоду.

Щоб паралельно визначити приріст сухої речовини, після кожного зважування з сирої проби відбирають середній зразок для визначення вмісту сухої речовини в рослинах. Подрібнені рослинні зразки масою близько 100 грамів зважують і висушують до постійної маси при температурі не вище 105°C. Після зважування сухого зразка визначають процент вмісту сухої речовини зразка. Маючи процент сухої речовини по фазах розвитку чи за окремі періоди вегетації (при періодичності відбору рослинних зразків через 3, 5 чи більше днів), будують графік приросту сухої речовини в рослинах різних варіантів.

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

5.5. Облік забур'яненості посівів

Ведеться трьома методами: окомірним, кількісним і кількісно-ваговим.

При *окомірному* обліку забур'яненість оцінюють при проході по межі або діагоналі поля за чотирибальною шкалою: 1 бал – трапляються поодинокі бур'яни; 2 бали – бур'янів мало, але вони не поодинокі; 3 бали – бур'янів багато, але вони не переважають над культурними рослинами; 4 бали – бур'янів на посіві більше, ніж культурних рослин (див. табл.).

Окомірна оцінка, як і інші, ведеться тричі протягом вегетації: у фазу повних сходів бур'янів, під час цвітіння бур'янів і перед збиранням врожаю.

Кількісний метод дає змогу визначити кількісний і видовий склад бур'янів. Для цього на кожній дослідній ділянці по її діагоналі в 4 місцях на однакових відстанях накладають на поверхню ґрунту рамку площею 0,25 м (0,5м x 0,5м). У виробничих дослідах по діагоналі поля розміром до 100 га рамку накладають у 10 місцях, а на 100–150 га і більше – у 20 і 30 відповідно.

У межах кожної рамки підраховують загальну кількість бур'янів, у тому числі мало- і багаторічні. В групах мало- і багаторічних бур'янів окремо вказують кількість одно- і дводольних рослин. Забур'яненість визначають у шт./м², а її оцінка ведеться за трибальною шкалою:

Таблиця 5.1

Шкала забур'яненості посівів

Кількість бур'янів, шт./м ²		Бал забур'яненості	Оцінка забур'яненості
малорічних	багаторічних		
менше 10	менше 1	1	слабка
10-50	1-5	2	середня
більше 50	більше 5	3	сильна

При *кількісно-ваговому* методі враховується кількість і маса бур'янів. Для цього підраховані в межах рамок бур'яни без коріння зважують невисушеними і після висушування в лабораторії (у повітряно-сухому стані) масу бур'янів визначають у г/м² або ц/га. Метод дозволяє з'ясувати, як бур'яни затіняють культурні рослини, збіднюють на воду та елементи живлення.

5.6. Оцінка стійкості рослин до вилягання та поникання

Стійкість посівів до вилягання оцінюють у балах, починаючи від появи цього явища і до збирання врожаю, через кожних 5–10 днів. Ці спостереження дають змогу виявити властивість окремих посівів повертатися у попереднє (вертикальне) положення. Оцінюють вилягання посівів зернових та інших культур за п'ятибальною шкалою: 5 балів – вилягання не спостерігається; 4 бали – вилягання незначне; 3 бали – вилягання середнє; 2 бали – вилягання значне, що утруднює збирання врожаю комбайном; 1 бал – вилягання значне задовго до збирання врожаю, посіви не придатні для комбайнування.

Поряд з оцінкою вилягання визначається причина і особливості (кореневе чи стеблове) вилягання.

На посівах ячменю крім вилягання визначають також поникання і ламкість колоса за п'ятибальною шкалою: 5 балів – пониклість і ламкість не спостерігається; 4 бали – пониклість і ламкість незначні; 3 бали – пониклість і ламкість середні; 2 бали – пониклість і ламкість вище середніх; 1 бал – пониклість і ламкість виражені значною мірою.

5.7. Фітопатологічні обліки

5.7.1. Обліки на посівах зернових колосових культур

Іржу на посівах озимих виявляють перед настанням зими, оглядаючи листя на п'яти рівновіддалених площадках розміром 50x50 см у кожному повторенні досліді. Оцінюють ураженість посівів за шкалою методики державного сорто випробування сільськогосподарських культур.

Ураження сніговою пліснявою визначають навесні до боронування посівів озимих окомірно на всіх повтореннях з урахуванням площі, яку займають уражені місця, в процентах до загальної площі ділянки.

Склероційну гнилизну підраховують, оглядаючи по 100 рослин по діагоналі ділянки на однакових відстанях. При цьому визначають кількість рослин із склероціями і будуть характеризувати ураження посівів цією хворобою.

Кореневі гнилі обліковують у фазі виходу рослин у трубку і молочної стиглості зерна. Для цього на захисних смугах усіх

повторень викопують по 100 рослин, які після відмивання ґрунту аналізують за ступенем ураження коріння, підземного міжвузля, вузла кушення і основи стебла. Ураженість оцінюють у балах за такою шкалою: 0 балів – уражень немає; 1 бал – є плями жовтуватого кольору; 2 бали – плями або окремі жовтуваті смуги набувають буруватого кольору; 3 бали – сильне побуріння плям з частковою трухлявістю; 4 бали – є відмерлі окремі органи чи їх частини.

Ступінь ураженості листя різними хворобами, які проявляються у вигляді плям, оцінюють за допомогою огляду на кожному повторенні по 20 рослин (стебел), рівномірно віддалених одна від одної по діагоналі ділянки. При цьому кількість ураженої частини листя окомірно виражають десятками (10, 20, 30 ...) процентів.

Ураження борошнистою росю визначають у період виходу рослин у трубку (колосіння) за допомогою спеціальної шкали.

Ступінь ураження пшениці бурою і жовтою, а вівса – корончастою іржею оцінюють за верхніми двома листками. За другим і третім верхніми листками оцінюють ступінь ураження карликовою і жовтою іржею ячменю та бурою і жовтою іржею жита. При цьому користуються спеціальною шкалою. Ураження септоріозом обліковують на верхніх 2 і 3 листках і оцінюють за спеціальною шкалою.

Смугасту плямистість визначають двічі: у період появи сходів (оглядають 100 рослин і обчислюють процент ураження листя) і під час наливання зерна з врахування кількості недорозвиненого колосся у пробі із 100 стебел.

Ураження летючою сажкою пшениці і ячменю визначають у період повного колосіння, а стебловою сажкою пшениці та жита і карликовою сажкою пшениці та жита – у фазі молочної стиглості зерна під час огляду на кожній ділянці в п'яти рівновіддалених місцях по 20 стебел. Загальна кількість проаналізованих стебел на кожній ділянці становитиме 100 шт., а кількість уражених рослин і буде визначати процент ураження.

Жовту іржу і септоріоз на колосі обліковують, оглядаючи перед збиранням 200 колосків – по 40 шт. у 5 рівновіддалених по діагоналі ділянки місцях. Ураженість посіву оцінюють у процентах.

Ураження стебловою іржею пшениці, жита, ячменю і вівса виявляють у фазі воскової стиглості зерна, оглядаючи по довжині ділянки по 20 стебел і оцінюють за спеціальною шкалою.

Тверду сажку, фузаріоз колоса, чорний і базальний бактеріоз пшениці, тверду сажку жита, стеблову сажку пшениці, камінну сажку ячменю і сажку вівса обліковують, оглядаючи по ділянці 100 продуктивних стебел.

5.7.2. Обліки на посівах зернобобових культур

На посівах зернобобових, оглядаючи 100 рослин (по 10 штук у десяти місцях), виявляють поширення в'янення і фузаріозу сходів, мозаїки, чорної ніжки, білої і сірої гнилизни, смугастої плямистості і ризоктоніозу. Крім того, плямистість листя і стебла у вигляді аскохітозу, бактеріозу, антракнозу, іржі і борошнистої роси визначають і за ступенем ураження окомірно (у процентах ураженої поверхні до площі листя і стебел за спеціальною шкалою).

Аскохітоз, антракноз і бактеріоз бобів та насіння, а також кореневі гнилі виявляють, визначаючи одночасно поширення хвороб і ступінь ураження рослин.

5.7.3. Обліки на посівах багаторічних трав

Ступінь ураження жовтою і бурою плямистістю листя люцерни, іржею, борошнистою россою і несправжньою борошнистою россою визначають під час огляду рослин на площадках розміром $0,5 \times 0,5$ м у п'ятикратній повторності на ділянці.

Рак конюшини, різні види сажки, бактеріальну гнилизну коріння, фузаріозне в'янення, мозаїку конюшини виявляють, оглядаючи 100 рослин на ділянці. При цьому кількість уражених рослин буде відповідати проценту поширення відповідної хвороби. На насінневих посівах конюшини додатково враховують поширення квіткової плісняви, яку виявляють під час повного цвітіння рослин, оглядаючи 100 голівок, зрізаних на 10 рівновіддалених місцях ділянки.

Ураження антракнозом конюшини виявляють, оглядаючи поверхню листя і стебел на 100 рослинах.

Стеблову, буру іржу та борошністу росу злакових трав обліковують на 20 окремих стеблах на ділянці за допомогою спеціальної шкали.

5.8. Ентомологічні обліки

5.8.1. Обліки на посівах зернових колосових культур

Пошкодження скритостебловими шкідниками, до яких належать гессенська і шведська мухи, стеблові блохи тощо, визначають під час огляду 100 облікових рослин на ділянці, відібраних підряд у день проведення аналізу у п'яти рівномірно віддалених місцях. На посівах озимих проби відбирають 2 рази за вегетацію – перед настанням зими і навесні, а у ярих – у фазі виходу рослин у трубку. Крім того, ураження рослин озимих колосових гессенською мухою визначають додатково і у фазі молочної стиглості зерна. Проби розбирають у такій послідовності:

- відокремлюють і підраховують мертві рослини;
- зривають нижнє листя і обережно голкою розкривають стебло до вузла кущення;
- виявляють шкідника чи слід його пошкодження.

Якщо їх немає, то рослина вважається здоровою, і навпаки.

Для обліку пошкодження рослин зеленоочкою, стебловою міллю, просяною мухою, кукурудзяним метеликом відбирають проби із 100 стебел (продуктивних і непродуктивних), а по обліку пошкодження хлібними пильщиками враховують тільки продуктивні стебла в такій же кількості.

Пошкодження зерна визначають безпосередньо перед збиранням врожаю. При цьому на ділянці відбирають проби із 100 колосків, які аналізують за процентом і ступенем пошкодження (останнє окомірно).

Пошкодження трипсами визначають, відбираючи у полотняні мішечки на ділянці 100 колосків у фазі молочно-воскової стиглості зерна. Після струшування мішечків трипси підраховують, а потім роблять перерахунки на один колос. Після цього із загальної кількості проби відбирають 10 колосків, щоб визначити процент пошкоджених зерен.

Ураження попелицями визначають за допомогою огляду ста рослин, відібраних у 10–20 місцях на ділянці. Ступінь заселення рослин попелицями оцінюється за п'ятибальною шкалою: 1 бал – окремі особини на 2–3 нижніх листках; 2 бали – колонії з 3–5 особин на 2–3 листках; 3 бали – колонії із 10–15 особин на половині листків; 4 бали – колонії з 20 особин і більше на 2/3 листків; 5 балів – великі

колонії по всій рослині. Середній бал ураження попелицями виводять як середньоарифметичний показник.

Пошкодження зернівок клопами-черепашками, клопами-сліпняками, хлібними жуками, зерновими совками, а зерна ячменю та вівса і шведськими мухами обліковують так: у 5 місцях по діагоналі ділянки відбирають по 100 колосків і після їх обмолочування із загальної проби зерна відбирають зразок із 500 зернівок, які аналізують на пошкодженість різними шкідниками. Зерна ячменю і вівса при цьому розрізають, щоб виявити всередині личинки шведської мухи.

Пошкоджене хлібними жуками зерно може бути частково або повністю згризене, хоч при обліку враховується не ступінь пошкодження, а кількість пошкоджених зерен у пробі.

Щоб визначити процент пошкодження зерен різними видами найбільш шкідливих клопів, слід мати на увазі таке:

- шкідливі клопи-черепашки залишають на нижній частині зернівка поодинокі глибокі проколи діаметром до 0,25 мм, овальні за формою з нерівними краями. Пошкоджена частина зернівки має блідо-жовтий колір, а місце проколу – темно-сірий;

- пошкодження клопів-еліїв неглибокі і знаходяться переважно на боках і верхній частині зернівки, діаметр їх 0,1–0,2 мм;

- клопи-сліпняки наносять пошкодження в стрічці на вужчому боці зернівки і у верхній її частині. Проколи мають червоно-коричневий колір, їх діаметр менше 0,1 мм, форма пошкоджень овальна чи продовгувата.

Рослини проса пошкоджуються просяним комариком, просяною мухою і кукурудзяним метеликом. Пошкодження ними обліковують при повному виході волоті з піхви листка.

Для виявлення пошкоджень просяним комариком на ділянці відбирають до 10 волотей. Пошкодженими вважаються зерна, всередині яких немає зав'язі і є личинки чи лялечки просяного комарика. До пошкоджених належать також зерна, у яких між верхніми плівками збереглась біла оболонка від лжекокона, з якого вже вилетів комарик.

Для визначення пошкодження волотей просяною мухою з усієї облікової площі ділянки відбирають 100 рослин. Просяну муху у вигляді личинок можна виявити у піхві листка, або біля основи волоті. Характерним при пошкодженні є те, що уражені стебла

частково або зовсім не викидають волоті, а якщо вона навіть і вийшла, то є безплідною.

Кукурудзяний метелик пошкоджує стебло проса перед викиданням волоті. Для визначення пошкодження стебла на ділянці відбирають 100 рослин. Пошкодженість оцінюють за наявністю на стеблі отвору з червоточиною та білуватої, засохлої і нерідко обламаної волоті.

5.8.2. Обліки на посівах зернобобових культур

Під час вегетації рослин на ділянці відбирають 100 рослин і проводять такі аналізи: обгризання країв листя сходів довгоносиками; пошкодження підземної частини проростків ростковими мухами і лучними метеликами; грубе об'їдання листя, бутонів і квітів гусеницями багатодіних совок.

Ступінь пошкодження рослин попелицями визначається у пробі із 100 рослин за п'ятибальною шкалою (див. зернові колосові культури).

Для аналізу на ділянці беруть 100 рослин різних бобових культур, на яких виявляють такі пошкодження: стебла люпину, перекушені кравчиком; квітки, уражені гороховим комариком; суцвіття вики, над'їдені личинками фітономусів; стінки бобів, поїдені гусеницями багатодіних совок.

Пошкодження у вигляді об'їденої поверхні насіння плододжеркою і вогнівкою визначають на час збирання врожаю, аналізуючи 500 зерен у пробі, відібраної на хімічні та інші аналізи.

Через місяць після збирання, розрізавши попередньо намочене насіння з проби такого самого об'єму, визначають процент пошкодження різними видами зернівок.

5.8.3. Обліки на посівах багаторічних трав

На посівах багаторічних трав проводять такі ентомологічні обліки:

- ступінь пошкодження листя трав (%) бульбочковими довгоносиками визначають у різні періоди вегетації, оглядаючи листя 20 рівновіддалених одна від одної рослин. На пошкоджених листях є овальні вигризи на краях;

- ураження конюшини насіннеїдом визначають при огляді 100 головок зірваних на ділянці під час їх побуріння. Головка вважається пошкодженою, якщо при відриванні зав'язі від квітконоса виявляють личинки чи лялечки шкідника;

- пошкодження насіння конюшини товстонишкою визначають перед збиранням врожаю. Для цього зривають на ділянці 100 головок, які обмолочують вручну. З намолоченого насіння відбирають середню пробу з 200 насінин, яку поміщають у термостат з температурою 20–25 °С. При цьому склянку з насінням накривають подвійним шаром марлі, а для підтримання високої вологості повітря в термостат ставлять ванночку з водою. Через 9–10 днів з пошкодженого насіння вилетять товстонижки, після чого усю пробу висипають у посудину з водою. Аналізують лише те насіння, яке спливає, оскільки тільки серед нього є пошкоджене товстонишкою. Виділяють його при прощупуванні насіння скальпелем – пошкоджені насінини продірявлені;

- ураження люцерновим насіннеїдом визначають перед скошуванням люцерни у валки. Для цього на ділянці відбирають 100 продуктивних стебел. Із зірваних на них бобиків відбирають середню пробу з 100 бобиків, які розкривають для виявлення пошкоджень насіннеїдом. При цьому слід мати на увазі, що рижий насіннеїд знищує насіння повністю, а жовтий – залишає в бобі лише оболонку;

- пошкодження насіння еспарцету еспарцетовою зернівкою визначають, аналізуючи проби насіння, вимолоченого із 100 бобів, зірваних на 100 стеблах. При натисканні скальпелем із пошкодженого насіння витікає рідина роздавлених личинок.

5.9. Облік структури врожаю

Структура врожаю зернових і зернобобових культур визначається за сноповими зразками, які відбирають за день до збирання врожаю із раніше зафіксованих площадок, де підраховувалась густина рослин. Вирвані або викопані всі рослини (культурні і бур'яни) складають у сніп, на який навішують етикетку з зазначенням дати відбору зразка, назви варіанту та номера повторності.

У снопових зразках зернових колосових культур визначають:

- загальну кількість рослин, число продуктивних і непродуктивних стебел;

- продуктивну кущистість;
- середню довжину колоса (волоті) на 25 взятих підряд із снопа колосах;
- середню кількість колосків у колосі у тих же 25-ти колосах;
- середню кількість зерен у колосі після обмолоту 25-ти колосів;
- середню масу зерна одного колосу із 25-ти попередньо обмолочених.

Після проведення таких розрахунків у рослин снопового зразка обрізають корені і стебла на висоті зрізу комбайна. Такий сніп зважують, обмолочують і визначають вихід соломи, полови та зерна.

У дослідях із зернобобовими культурами в сноповому зразку визначають:

- загальну кількість стебел у снопі;
- кількість непродуктивних стебел;
- висоту прикріплення нижніх бобів, вимірюючи відстань від кореневої шийки до першого плодючого вузла у 25-ти рослин, взятих і з снопового зразка;
- середню кількість бобів на рослині, аналізуючи 25 рослин;
- середню кількість зерен і середню масу зерна у бобів на тих же 25-ти рослинах.

Після обмолоту снопа і визначення співвідношення основної і побічної продукції із загальної маси зерна відбирають 200 насінин для визначення пошкодження плодожеркою і вогнівкою.

На посівах кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості зерна на кожній дослідній ділянці по її діагоналі виділяють 25 рослин, на яких визначають:

- висоту рослин від поверхні ґрунту до верхівки волоті;
- висоту прикріплення качанів (якщо їх на стеблі кілька, то висоту прикріплення нижнього);
- кількість качанів на одній рослині;
- кущистість, яку вираховують діленням суми стебел на 25-ти рослинах на кількість рослин (25).

Пробний сніп на посівах льону-довгуця готують перед збиранням по діагоналі ділянки в 4–6 місцях шляхом вибирання рослин з корінням із площі 1м². Після обліку загальної кількості

рослин у снопі з нього відбирають загальну пробу із 50–100 рослин і визначають такі показники:

- висоту рослин – від основи сім'ядольних листків до основи верхньої коробочки;
- технічну довжину стебла – від основи сім'ядольних листків до першої гілочки суцвіття;
- середню кількість коробочок на одній рослині;
- масу насіння в коробочці із однієї рослини;
- діаметр стебла в середині технічної довжини стебла, для чого складають на міліметровому папері 10 стебел, зсовують їх щільно один до одного, заміряють загальну товщину і вираховують діаметр одного стебла.

Структуру врожаю картоплі визначають на основі аналізу проб із 10–20 гнізд. Пробу за масою бульб ділять на три фракції: велика – більша 100 грамів, середня – 50–100 грамів і дрібна – менше 50 грам. У кожній фракції визначають кількість і масу бульб.

5.10. Облік врожаю

5.10.1. Облік врожаю зернових колосових культур суцільного способу сівби

Облік врожаю здебільшого проводять суцільним методом з усієї облікової площі. Зернові культури суцільного способу сівби збирають, як правило, прямим комбайнуванням, використовуючи для цього малогабаритні чи звичайні комбайни, переобладнані для подільночного збирання врожаю. Малогабаритні комбайни забезпечують достовірні дані при збиранні врожаю навіть на невеликих ділянках – 25–50 м, тоді як звичайні комбайни можна використовувати тільки на ділянках площею 100 м² і більше, при плануванні облікової площі дослідної ділянки для комбайнового збирання враховують продуктивність дослідної культури, дотримуючись при цьому такого правила: чим вища врожайність культури, тим меншою може бути облікова площа ділянки.

При використанні комбайна важливо витримувати однаковий оптимальний режим роботи на всьому досліді. Швидкість руху агрегату повинна бути рівномірною на кожній ділянці. Забороняється зупиняти комбайн перед ділянкою. Перед збиранням кожної ділянки комбайн зупиняють на 3–4 хвилини, не виключаючи молотильного

апарату, щоб усе зерно витрусилось у приймальну камеру. Зерно з кожної ділянки затарюють в окремий мішок, куди вкладають етикетку із зазначенням номера ділянки, назви варіанту і номера повторення. Після обмолочування врожаю на ділянках одного повторення мішки з зерном зважують безпосередньо в полі або на току чи в коморі. Після зважування з кожного мішка відбирають проби зерна обсягом 1–2 кг для визначення вологості, засміченості та якості зерна, якщо остання входить у програму досліджень. За показниками вологості і засміченості роблять перерахунок бункерної маси зерна в кг з ділянки на врожай в центнерах з 1 га при стопроцентній чистоті і чотирнадцятипроцентній вологості.

Якщо через несприятливі погодні умови провести суцільний облік врожаю неможливо, то використовують метод пробного снопа. Для цього рослини на облікових площах скошують і на кожній ділянці у 40–80 місцях через певні інтервали відбирають проби рослин, з яких готують два пробних снопа масою по 4–5 кг кожний. Відібрані снопи зв'язують, зважують і навішують на них етикетки. Після відбору снопів рослини з облікової площі кожної ділянки зважують. Пробні снопи перевозять у приміщення чи під навіси і зберігають підвішеними. Після висихання снопи знову зважують, обмолочують і визначають вихід зерна. За показниками маси вологого снопа, загальною масою вологих рослин на обліковій площі та виходом зерна з підсушеного снопа визначають урожай зерна з облікової площі. Урожай у центнерах з 1 га визначають на основі даних аналізу зразка зерна з пробного снопа на вологість і засміченість.

5.10.2. Облік врожаю льону-довгунця

Облік врожаю ведеться як суцільним зважуванням з усієї облікової площі, так і методом пробного снопа. В обох випадках визначають урожай насіння і соломки. Для цього після висушування масу обмолочують, зважують окремо насіння і соломку. Одержані дані використовують для перерахунку на гектарну площу. При зважуванні відбирають проби соломки і насіння на вологість. Урожайність соломки перераховують на 16 процентів, а насіння – на дванадцятипроцентну вологість.

Для визначення виходу волокна відбирають проби з обмолоченої соломки масою 18–20 кг.

5.10.3. Облік врожаю коренеплодів та бульб картоплі

Урожай обліковують з усієї облікової площі дослідної ділянки. Перед зважуванням коренеплоди чи бульби добре очищають від землі, попередньо обтрусивши їх. При збиранні врожаю в дощову погоду на коренеплодах чи бульбах є багато землі, тому із зваженої маси врожаю кожної ділянки відбирають спеціальні проби 20–30 кг. Після зважування проби коренеплодів чи бульб роблять перерахунок на урожай з облікової площі, а потім на гектарну площу.

5.10.4. Облік урожаю сіна багаторічних трав

Облік можна вести суцільним способом і методом пробного снопа.

При визначенні врожайності суцільним способом висушену масу врожаю зважують з усієї облікової площі, а методом пробних снопів – із покосів скошеної зеленої маси в 40–50 місцях відбирають пробний сніп масою 4–5 кг, потім зважують всю сиру масу трави з облікової площі разом з відібраним пробним снопом. Пробні снопи висушують до повітряно-сухого стану і потім їх знову зважують. За масою сирого і сухого пробного снопа і масою сирих рослин з облікової площі роблять перерахунок на врожай сіна з ділянки та гектарної площі.

5.11. Аналіз снопових зразків в досліді

Для зернових колосових культур ведеться в такій послідовності:

- підраховують кількість рослин в снопі (А), кількість стебел продуктивних (B_n), непродуктивних ($B_{\text{н}}$) і загальною (В);
- визначають коефіцієнт продуктивного кушення ($K_{\text{н.к.}}$) за формулою:

$$K_{\text{н.к.}} = \frac{\hat{A}_n}{\hat{A}} \quad (5.2)$$

- розраховують процент продуктивних стебел у снопі за формулою:

$$B_n(\%) = \frac{\hat{A}_n \times 100}{\hat{A}} \quad (5.3)$$

У разі необхідності сноповий зразок аналізують на ураженість рослин (стебел) хворобами і пошкодження шкідниками.

Під час розбирання пробних снопів визначають:

- середню довжину колоса (волоті) діленням суми довжини 25 взятих підряд із снопа колосів на 25;
- середню кількість колосків, поділивши суму колосків у тих же колосах на 25;
- середню кількість зерен у колосі за відношенням, у чисельнику якого сумарна кількість зерен після обмолоту 25 колосів, а в знаменнику – сума колосів у аналітичній пробі (25 шт.);
- середню масу зерна в одному колосі (волоті) діленням маси зерна із снопа на кількість продуктивних стебел у сноповому зразку.

Після всіх наведених вище розрахунків сніп обрізують на висоті зрізу комбайна, зважують і обмолочують. Відвіяне зерно зважують з точністю до 1 г, а масу соломи і полови розраховують за різницею між масою снопа і зерна.

Аналізуючи снопові зразки зернобобових культур, визначають: загальну кількість стебел у снопі; кількість продуктивних стебел у снопі; кількість непродуктивних стебел у снопі; висоту прикріплення нижніх бобів, вимірюючи відстань від кореневої шийки до місця прикріплення до нижнього боба у 25 рослин, взятих із снопового зразка; середню кількість бобів на рослині, аналізуючи 25 рослин; середню кількість зерен і середню масу зерна у бобі на тих же 25-ти рослинах.

Після обмолоту снопа і визначення співвідношення зерна і соломи відбирають із загальної маси зерна із снопа 200 насінин для визначення пошкодження плодозеркою і вогнівкою.

На посівах кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості зерна на ділянці з усіх рядків облікової площі виділяють по 25 рослин, на якій визначають: висоту рослин від поверхні ґрунту до верхівки волоті; висоту прикріплення качанів, а якщо їх на стеблі кілька, то висоту прикріплення нижнього; кількість качанів на одній рослині; кущистість, яку вираховують діленням суми стебел на 25 рослинах на кількість рослин (25).

5.12. Визначення площі листкового апарату

Площу листкового апарату оцінюють декількома способами. Найбільш поширеним є метод висічок. Суть його полягає в тому, що на дослідній ділянці відбирають 10–20 типових рослин, зривають з них усе листя і зважують. Потім за допомогою ручного свердла

беруть із цих листків 20–50 висічок загальною площею не менше 10–20 см². Виділені висічки зважують і розраховують загальну листову площу у рослин проби за формулою:

$$\dot{i} = \frac{\dot{I}nk}{I} \quad (5.4)$$

де \dot{I} – загальна площа листя у пробі;

M – маса листя в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

k – кількість висічок, шт.;

m – маса висічок, г.

Знаючи загальну площу листового апарату у пробі, визначають площу листя на одній рослині. За показником густоти рослин на 1 га розраховують площу листового апарату на певній площі, виражену в м²/га.

Другим способом визначення площі листя є розрахунковий. Полягає в тому, що площу окремого листка визначають за допомогою вимірювання його довжини і ширини та застосування перевідного коефіцієнта, який для злакових культур з лінійною (продовгуватою) формою листя становить 0,67, а для культур з більш овальним листям – 0,74. При цьому площу розраховують за такою формулою:

$$P = ДШК, \quad (5.5)$$

де P – площа листка, см²;

$Д$ – довжина листка, см;

$Ш$ – ширина листка, см;

$К$ – перевідний коефіцієнт (0,67 чи 0,74).

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

Визначення листового індексу. Листковий індекс характеризує коефіцієнт використання посівами земельної площі і визначається як відношення сумарної листової поверхні до площі поля за формулою:

$$Li = \frac{Pl}{Pn} \quad (5.6)$$

де Li – листковий індекс;

Pl – площа листя, м²;

Pn – площа поля, м².

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

$$\text{ЧПФ} = \frac{\dot{I}_2 - \dot{I}_1}{0,5(\dot{I}_{e1} + \dot{I}_{e2})\bar{A}} \quad (5.7)$$

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

$P_{л1}$ і $P_{л2}$ – площа листового апарату у ці самі періоди визначення, см²;

D – тривалість періоду, діб.

5.13. Оцінка росту та розвитку рослин у досліді

Розвиток рослин відслідковують за фенологічною поетапністю, а ріст та формування врожаю дослідної культури – за інтенсивністю наростання вегетативної маси і формування основних елементів структури врожаю. Аналіз росту рослин у досліді розпочинають із визначення інтенсивності появи сходів та обліку їх повноти. Спостереження за наростанням вегетативної маси проводять в основні фенологічні фази чи періоди розвитку рослин. Для озимих колосових – це кінець осінньої вегетації, початок виходу рослин у трубку, колосіння-цвітіння, для ярих колосових – кущення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння та ін. Динаміку наростання рослин оцінюють за їх масою, висотою стебла та площею листового апарату. Оцінюючи формування врожаю, наприклад у зернових культур, враховують густоту продуктивного стеблостою, кількість і масу зерен у колосі та ін.

6. ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Щоденник науковця. Це загальний зошит у твердій обкладинці такого формату, щоб можна було його носити у кишені і користуватись у польових умовах.

Протягом вегетаційного періоду у щоденнику записують все, що стосується досліді: місце проведення (область, район, господарство, сівозміна, номер поля); схематичний план досліді, повторність, розмір дослідної ділянки, ширина захисних смуг; умови проведення досліді (грунт, рельєф, попередники, строки і норми внесення добрив, норма висіву насіння, його якість, строки сівби, стан сходів);

описується догляд за посівами, методика обліків і спостережень, фіксуються випадки порушення методики та агротехніки, випадки і причини зрідження посівів чи їх знищення, наводяться дані фенологічних спостережень, обліків ураження і пошкодження рослин хворобами і шкідниками; облік виключок, врожайності та результатів аналізів якості продукції; аналіз фізичного стану та хімічного складу ґрунту; подається обробка результатів основних досліджень відповідними методами математичної статистики і наводяться результати економічної ефективності впровадження рекомендованих агротехнічних заходів чи нових перспективних сортів та дається їм енергетична оцінка.

Щоденник науковця може змінюватись залежно від мети та піддослідної культури. Наприклад, для зернових колосових культур, для кукурудзи, цукрових буряків, соняшнику у щоденнику записуються властиві лише цим культурам спостереження, тому їх перелік і форми таблиць для запису є різними.

Головна книга досліджу ведеться не в полі, а в лабораторії. У ній подається програма досліджень, у якій мусить бути вказана: тема, методи досліджень та наукове обґрунтування теми; робоча гіпотеза або кілька конкуруючих; схема досліджу з виділеними контролями; розміри дослідних ділянок та ширина захисних смуг; повторність та розміщення варіантів; програма основних обліків та спостережень, строки їх проведення, методика відбирання зразків. Крім того, у головну книгу переносять із щоденника результати всіх обліків і спостережень. Робоча програма складається на весь період проведення досліджу, тобто на кілька років, а щорічно розробляється та поновлюється план наукової роботи. Основним розділом плану є календарний план, в якому вказуються у хронологічному порядку всі роботи у досліджу із зазначенням строку їх проведення.

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

Важливим документом науковця є *річний звіт* за науково-дослідну роботу та підсумковий звіт за всю багаторічну роботу в кінці досліджу. У звітах подають тільки значення середніх арифметичних показників по кожному варіанту, а у додаткових – дані по повторностях з відповідною статистичною обробкою. Важливим розділом звіту є висновки та пропозиції виробництву. Для

рекомендацій на впровадження у виробництво кращих варіантів досліду складаються спеціальні акти. За результатами наукових досліджень пишуть статті і реферати (короткий зміст статті), оформляють кваліфікаційні та дисертаційні роботи.

7. СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ДОСЛІДНИХ ДАНИХ

7.1. Групування та первинна обробка дослідних даних

7.1.1. Кількісна мінливість

Обробка даних польових дослідів, наслідків спостережень, обліків та аналізів включає три етапи: перший – агрономічний аналіз, другий – первинна обробка цифрового матеріалу, третій – статистична оцінка наслідків досліджень.

Агрономічний аналіз полягає в критичній оцінці показників врожаїв, їх співставлення з наслідками обліків та спостережень, аналіз методики досліджень, вивільнення первинних даних від сумнівних дат.

Первинна обробка цифрового матеріалу включає:

- перерахунок показників ділянкових врожаїв з $\text{кг}/\text{м}^2$ на ц/га при стандартній вологості і повній висоті;
- перенесення впорядкованих показників врожаїв у типові таблиці з визначенням сум врожаїв по варіантах, повтореннях і загальної суми врожаїв, виведення середніх врожаїв по варіантах та вирахування надбавок в досліді.

Статистична обробка ведеться з метою формулювання об'єктивних висновків щодо результату дослідів. Вона дає змогу оцінити якість виконаної роботи, точність експериментальних даних, встановити межі випадкових відхилень та істотність різниці між варіантами дослідів.

Дані польових дослідів чи наслідків спостережень, обліків та аналізів досить відмінні між собою. Різноманітність одержаних показників обумовлена мінливістю прояву ознаки у членів об'єкту.

Явище мінливості характерне для всіх біологічних об'єктів. Мінливість – здатність ознаки змінюватись навколо середнього значення навіть за умов однорідного середовища.

Розрізняють два типи мінливості: кількісну, яку можна виміряти, і якісну, яка не піддається вимірюванню. Кількісна

мінливість – це така мінливість, при якій відміни між варіантами відображаються кількісно: масою, висотою, врожаєм, чисельністю тощо. Вона буває неперервною та перервною (уривчастою, дискретною). При неперервній кількісній мінливості значення ознаки відрізняються одна від іншої на будь-яку величину і виражаються дробовими числами – це маса, розмір, об'єм досліджуваних об'єктів.

При перервній кількісній мінливості ознаки варіюють і відрізняються одна від другої на певну величину, яка виражається цілим числом. Наприклад: кількість листків на рослині, кількість зерен у колосі чи качані, кількість рослин на m^2 посіву тощо.

У окремих випадках біологічних досліджень доводиться мати справу з якісною оцінкою явища, коли одні варіанти можуть мати той чи інший якісний показник, а інші – ні. Окремим випадком якісної мінливості є альтернативна, коли у виборці має місце одна з двох можливостей (альтернатив), – спостерігається повна ознака або її немає. Наприклад, особини чоловічої та жіночої статі, уражені та здорові рослини, колосся остисті та безості тощо.

Аналіз об'єктів вибірки за певною ознакою дозволяє одержати ряд чисел, які характеризують ступінь прояву ознаки у членів вибірки. Показники (варіанти) одержаного ряду будуть відмінними між собою за значенням і це, певним чином, спричиняє деякі труднощі початкового налізу таких даних. Для спрощення оцінки даних спочатку застосовують їх ранжування, тобто розташування варіанту у порядку зростання (або вибування) значень показників ряду. Це дає можливість пересвідчитись у тому, що кожне значення зустрічається різну кількість разів.

Числа, які характеризують повторюваність кожного члена значення ознаки у даній сукупності, називаються частотами ознаки і позначають буквою f . Сума всіх частот ($\sum f$) складає обсяг вибірки, тобто число членів ряду n . У результаті такої обробки наслідків спостережень одержують варіаційний ряд або ряд розподілу. У варіаційному ряді вказують можливі значення варіюючої ознаки в порядку зростання або зменшення та відповідні їх частоти. Впорядкування даних розкриває зміни ознаки від мінімального до максимального значення.

Для побудови варіаційного ряду необхідно:

- знайти для даної вибірки максимальне і мінімальне значення варіант:

$$X_{\max} \text{ і } X_{\min};$$

- визначити різницю між виявленими значеннями, тобто встановити розмах варіювання (R):

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

- знайти число груп (класів), яке залежить від об'єму вибірки і орієнтовно дорівнює кореню квадратному із нього ($k = \sqrt{n}$), а також груповий (класовий) інтервал (i), поділивши розмах варіювання на число груп:

$$i = R : k, \quad (7.1)$$

- визначити межі (початок і закінчення) групових інтервалів шляхом додавання до мінімального значення ознаки кожної групи величини групового інтервалу (i). При цьому закінчення інтервалу першої групи повинно бути меншим наступного на величину, яка дорівнює точності виміру ознаки;

- виписати групи за зростанням їх значення;
- рознести всі варіанти вибірки послідовно по групах;
- встановити частоту кожної групи;
- побудувати варіаційний ряд;
- зобразити варіаційний ряд графічно у формі ступінчастої кривої (гістограми), яка показує розподіл ознаки в даній сукупності.

Згрупувавши дані спостережень і зобразивши варіаційний ряд графічно, далі переходять до вираховування статистичних характеристик сукупності, якими є:

1. *Середня арифметична величина* – \bar{x} , що вираховується за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \quad (7.2)$$

де $\sum x$ – сума всіх варіант;

n – число варіант.

Для згрупованих спостережень:

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n}, \quad (7.3)$$

де x – значення ознаки, варіанти;

f – частота варіанти, ознаки;

n – число виміряних значень, сума всіх частот ($\sum f$).

2. *Дисперсія* – S^2 . Це один із основних показників варіації (розсіяння) ознаки, що вивчається. Вона складає частку від ділення суми квадратів відхилень $\sum (x - \bar{x})^2$ на число всіх вимірів без одиниці – n-1:

$$S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (7.4)$$

Для групованих спостережень:

$$S^2 = \frac{\sum f(x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (7.5)$$

3. *Стандартне або середнє квадратичне відхилення* – S . Одержують шляхом витягу кореня квадратного з дисперсії:

$$S = \sqrt{S^2} \quad (7.6)$$

Стандартне відхилення не є постійною величиною і обчислюється для кожної сукупності. Воно служить показником найбільш вірогідної середньої похибки окремого одиничного спостереження, взятого з даної сукупності. Його називають основним відхиленням варіаційного ряду.

4. *Число ступенів свободи*, або число ступенів свободи варіації – v . Воно є виміром кількості вільно варіюючих величин у сукупності, дорівнює $n-1$.

5. *Коефіцієнт варіації* – V . При дослідженнях частоти виникає потреба у порівнянні показників, що відображають мінливість різних біологічних явищ і вимірюються різними одиницями. Введення коефіцієнта варіації дозволяє показники довжини, площі, об'єму виразити у процентах і співставляти між собою. Вираховують цей коефіцієнт як відношення стандартного відхилення, виражене у процентах до середньої арифметичної даної сукупності:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \quad (7.7)$$

Коефіцієнт варіації показує, який процент від середньоарифметичної складає середньоквадратичне відхилення в досліджуваній сукупності. Тому він вважається відносною характеристикою мінливості. За коефіцієнтом варіації мінливість оцінюється так: вона вважається незначною, якщо коефіцієнт варіації не перевищує 10 %, середньою – якщо він вище 10 % і значною – якщо він більше 20 %.

6. *Похибка вибіркової середньої або похибка вибірки* – $s_{\bar{x}}$ – спричиняється внаслідок неповної репрезативності вибіркової сукупності, а також при перенесенні даних, одержаних при вивченні вибірки на всю генеральну сукупність. Ці похибки властиві лише вибіркового методу досліджень. Розмір похибки залежить від

ступеня мінливості ознаки, що вивчається, і обсягу вибірки. Похибка вибіркової середньої обчислюється за формулою:

$$s_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad (7.8)$$

Підставивши значення S , одержимо:

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (7.9)$$

7. *Відносна похибка вибіркової середньої* – складає відношення похибки вибіркової середньої до її середньої арифметичної. Вираховується за формулою:

$$s_{\bar{x}} \% = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}} \times 100 \quad (7.10)$$

Залежно від значень відносної похибки роблять висновок про точність обчислення середніх арифметичних. Умовно точність вважається високою, якщо значення $s_{\bar{x}\%}$ не перевищує 3 %, середньої, коли становить 3–6 % і низькою, якщо перевищує 7%.

8. *Інтервальна оцінка меж* знаходження середньої генеральної сукупності. Похибка вибірки ($s_{\bar{x}}$) використовується для граничних оцінок середніх арифметичних генеральної вибірки за формулою $\bar{x} \pm t s_{\bar{x}}$. При оцінці на рівні ймовірності $P_{0,95}$ – значення t дорівнює 2, а при $P_{0,99}$ – 3 (t – значення критерію Стьюдента).

Для обчислення статистичних характеристик при кількісній мінливості використаємо дані обліку маси насіння на рослинах ячменю (показники аналізу елітних рослин у розсаднику відбору). Проаналізовано 50 рослин. Одержали такі дані: 10,1; 11,4; 6,4; 7,3; 11,9; 14,4; 9,7; 13,6; 11,2; 8,5; 15,0; 12,4; 9,2; 6,2; 7,4; 8,3; 11,5; 10,2; 10,1; 9,2; 10,0; 12,5; 8,6; 10,9; 10,9; 10,8; 7,8; 12,6; 10,2; 8,4; 11,8; 15,2; 10,2; 11,0; 9,8; 9,4; 8,7; 12,9; 8,5; 14,0; 8,9; 12,2; 9,5; 9,1; 7,9; 13,1; 8,0; 9,7; 10,1; 9,3.

У зв'язку з тим, що обсяг вибірки великий ($n > 20-30$), її необхідно згрупувати (табл 7.1). Для цього потрібно:

1. Встановити розмах варіювання – R :

$$R = x_{\max} - x_{\min}.$$

У наведеному прикладі (50 показників) $x_{\max} = 15,2$ г; $x_{\min} = 6,2$ г, тому $R = 15,2$ г – $6,2$ г = $9,0$ г.

2. Визначити число груп (k) за формулою $k = \sqrt{n} = \sqrt{50} \approx 6-7$.

Як правило, число груп залежить від обсягу вибірки (n): коли n у межах 30–60, то пропонується брати 6–7 груп, при $n = 60-100$ – 7–8, і якщо n більше 100 – 8–15 груп. У наведеному прикладі $k = 6$.

3. Обчислити груповий інтервал (i) за формулою $i = \frac{R}{k} = \frac{9}{6} = 1,5\text{г}$.

4. Знайти межі груп (початок і кінець кожної із 6 груп). Початок кожної групи знаходять послідовно, додаючи до x_{\min} величину групового інтервалу – i . Тому перша група буде починатися з 6,2; друга – з $6,2 + 1,5 = 7,7$; третя – з $7,7 + 1,5 = 9,2$ і тому подібне. Кінець попередньої групи відрізнятиметься від початку наступної на величину, яка дорівнює точності виміру, тобто на 0,1 г. З врахуванням цього, кінець першої групи буде складати $7,7 \text{ г} - 0,1 \text{ г} = 7,6 \text{ г}$, другої – $9,2 \text{ г} - 0,1 \text{ г} = 9,1 \text{ г}$ і таке інше. Кінець останньої групи становитиме величину $x_{\max} = 15,2 \text{ г}$.

5. Скласти робочу таблицю (табл. 7.1) і рознести вихідні дані по групам, використовуючи метод конвертів. Після рознесення варіант і визначення частоти груп утворюється варіаційний ряд, який характеризує мінливість маси насіння ячменю з елітної рослини.

Таблиця 7.1

Рознесення вихідних даних по групам

Група	Рознесення варіант	Частота, f	Групові варіанти, x
6,2 – 7,6	4	6,9
7,7 – 9,1	☒	11	8,4
9,2 – 10,6	☒	15	9,9 = A
10,7 – 2,1	☒	10	11,4
12,2 – 3,6		6	12,9
13,7 – 5,2	4	14,5
	50	50	

За наслідками рознесення варіант встановлюють частоту груп (f) та визначають групові варіанти або середнє значення групи (X), одне з яких вибирають за довільний початок відліку (A) за таким принципом: воно повинно бути всередині групи і мати найбільшу частоту. Таким числом є 9,9, частота якого становить 15.

6. Визначити відхилення і суму їх квадратів (табл. 7.2). Таблиця 7.2 є продовженням таблиці 7.1. У таблиці 7.2 перші три

колонки заповнюються шляхом перенесення даних із таблиці 1, четверта (x_1) через обчислення за формулою:

$$x_1 = \frac{x - A}{i} \quad (7.11)$$

Так, для першої групи $x_1 = \frac{6,9 - 9,9}{1,5} = -2$. Подібно встановлюється значення x_1 і для інших груп. П'ята, шоста і сьома колонки заповнюються добутками частот (f) на відхилення (x_1) чи на квадрати цих відхилень (x_1^2).

Таблиця 7.2

Обчислення значень відхилень і суми їх квадратів

Група	Частота, f	Групові варіанти x	Відхилення, $x_1 = \frac{x - A}{i}$	fx_1	x_1^2	fx_1^2
6,2 – 7,6	4	6,9	- 2	- 8	4	16
7,7 – 9,1	11	8,4	- 1	- 11	1	11
9,2 – 10,6	15	9,9 = A	0	0	0	0
10,7 – 12,1	10	11,4	1	10	1	10
12,2 – 13,6	6	12,9	2	12	4	24
13,7 – 15,2	4	14,5	3	12	9	36
Σ	50			15		97

Після заповнення табл. 7.2 визначають суми показників п'ятої і сьомої колонок. У наведеному прикладі ці суми складають: $\Sigma fx_1 = 15$; $\Sigma fx_1^2 = 97$.

7. Користуючись даними табл. 7.2 вираховують статистичні характеристики варіаційного ряду і довірчий інтервал для генеральної сукупності. Обчислення проводять у такій послідовності:

- середня арифметична (зважена):

$$\bar{x} = A + \left(\frac{\sum fx}{n} \right) \times i = 9,9 + \left(\frac{15}{50} \right) \times 1,5 = 10,35z;$$

- дисперсія:

$$s^2 = \frac{\sum f(x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{\left[\sum fx_1^2 \times (\sum fx_1)^2 + n \right] \times i}{n - 1} = \frac{[97 - (15)^2 + 50] \times 1,5^2}{50 - 1} = \frac{208,13}{49} = 4,25$$

- стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{4,25} \approx 2,1;$$

– коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 = \frac{2,1}{10,35} \times 100 = 20,3\%;$$

– абсолютна похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{2,1}{\sqrt{50}} = \frac{2,1}{7,1} = 0,3z;$$

– відносна похибка вибіркової середньої:

$$S_{\bar{x}\%} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100 = \frac{0,3}{10,35} \times 100 = 2,9\%;$$

– довірчий інтервал генеральної середньої для 5%-ного рівня значущості при n-1 ступенях свободи, встановлюється за формулою:

$$\bar{x} \pm t_{0,5} \times S_{\bar{x}},$$

де $t_{0,5}$ – критерій Стьюдента, визначається за таблицею Стьюдента; добуток $S_{\bar{x}} \times t$ називають областю індивідуального розсіювання:

$$S_{\bar{x}} \times t_{0,5} = 0,3 \times 2,01 = 0,6.$$

Віднімаючи значення $S_{\bar{x}} \times t_{0,5}$ від середнього арифметичного і додаючи до нього цю величину, знаходимо інтервальну оцінку середньої генеральної сукупності. На рівні $P_{0,95}$ вона становить $9,75 \div 10,95$.

Довірчий інтервал є єдиною статистичною характеристикою генеральної сукупності за даними вибірки.

Варіаційний ряд зображується графічно.

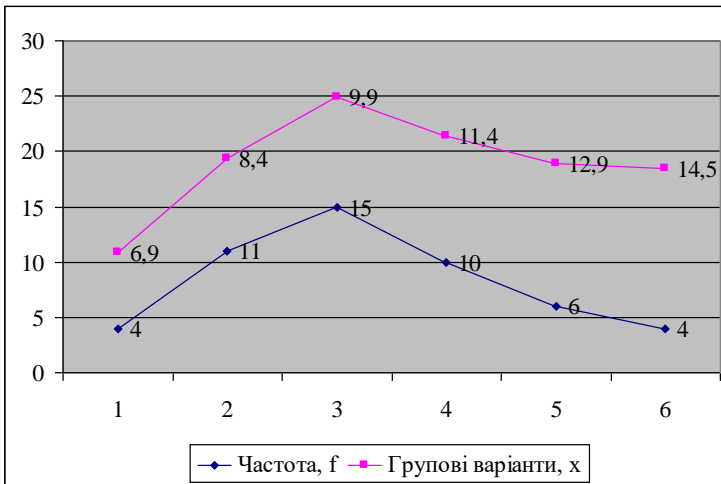


Рис. 7.1. Графічне зображення варіаційного ряду

Висновки:

1. Середня арифметична маси насіння ячменю на елітних рослинах ячменю становить 10,35 г.
2. Коефіцієнт варіації 20,3 % свідчить про значне варіювання маси насіння на рослині ячменю.
3. Значення відносної похибки 2,9 % вказує на те, що середня арифметична обчислена досить точно.
4. До даного варіаційного ряду на рівні $P_{0,95}$ належать рослини з масою насіння 9,75–10,95 г;
5. Значення середньої генеральної сукупності на 5%-ному рівні значущості знаходиться в межах 9,75–10,95 г.
6. На графіку крива варіаційного ряду має одну вершину, що свідчить про однорідність вибірки.

7.1.2. Якісна мінливість

Якісна мінливість характеризується ознаками, які мають лише якісний прояв і вони не підлягають кількісному виміру: колір, запах, форма, консистенція та ін. У переважній більшості, якісна мінливість має дві градації, тобто буває альтернативною, коли у особин вибірки спостерігається певна ознака або її немає. При цьому замість вимірів показника визначається кількість об'єктів з певною ознакою. Наприклад, у гороху визначається кількість біло- і червоноквіткових рослин, у загальній зерновій масі кількість горошин з гладенькою і зморшкуватою поверхнею, у посіві кількість високостебельних і низькостебельних рослин та інше.

При аналізі варіаційних рядів якісної мінливості обчислюють такі статистичні характеристики:

- частка наявності ознаки – P ;
- частка відсутності ознаки – q ;
- показники мінливості якісної ознаки – стандартне відхилення – S ;
- коефіцієнт варіації – V_p ;
- похибка частоти – S_p ;
- загальний обсяг вибірки – N ;
- кількість об'єктів з даною ознакою – n .

Частота наявності ознаки визначається за співвідношенням кількості об'єктів з даною ознакою (n) до загального обсягу вибірки (N): $P = n : N$.

Як приклад, скористаємося наслідками апробації сортів озимої пшениці Київська остиста та Миронівська 67, які вирощувались на насінневих ділянках. При апробації сорту Київська остиста виявлено 28 стебел сортових домішок, а при аналізі сорту Миронівська 67 – 17 стебел. В обох випадках було проаналізовано по 1500 стебел.

Із наведеного виходить, що у сорту Київська остиста із 1500 стебел (N) до основного сорту належало 1472 стебла (n), а у сорту Миронівська 67 із 1500 проаналізованих стебел (N_2) 1483 (n_2) виявились основного сорту. Частка стебел з ознаками сорту склала: у першого $P_1 = n_1 : N_1 = 1472 : 1500 = 0,98$ частки, у другого: $P_2 = n_2 : N_2 = 1483 : 1500 = 0,99$ частки.

Частка відсутності ознаки (сортових домішок) складає різниця між цілим, тобто одиницею, і часткою наявності ознаки: $q = 1 - p$. Для апробованих сортів частка відсутності ознак q_1 і q_2 відповідно становитиме: $q_1 = 1 - p_1 = 1 - 0,98 = 0,02$; $q_2 = 1 - p_2 = 1 - 0,99 = 0,01$.

Дотримуючись вищенаведеної послідовності обчислення характеристик, переходимо до вираховування *стандартного відхилення* для обох сортів за формулою $S_1 = \sqrt{pq}$. Для сорту Київська остиста: $S_1 = \sqrt{p_1 q_1} = \sqrt{0,98 \times 0,02} = 0,14$; а для сорту Миронівська 67 – $S_2 = \sqrt{p_2 q_2} = \sqrt{0,99 \times 0,01} = 0,1$. Максимальна мінливість спостерігається тоді, коли $p = q = 0,5$. При цьому $S_{\max} = \sqrt{pq} = \sqrt{0,5 \times 0,5} = 0,5$.

Коли об'єкт досліджень має більше як дві градації, то показник якісної мінливості (S) обчислюють за формулою:

$$S = \sqrt{P_1 \times P_2 \times \dots \times P_k} \quad (7.12)$$

Коефіцієнт варіації (V) визначається за співвідношенням показника мінливості (S) до його максимального значення (S_{\max}), виражається в процентах:

$$V = \frac{S}{S_{\max}} \times 100 \quad (7.13)$$

Для досліджуваних сортів він складає:

для сорту Київська остиста –

$$V_{p_1} = \frac{S_1}{S_{\max}} \times 100 = \frac{0,14}{0,5} \times 100 = 28\% ;$$

для сорту Миронівська 67 –

$$V_{p_2} = \frac{S_2}{S_{\max}} \times 100 = \frac{0,1}{0,5} \times 100 = 20\% .$$

Максимальне значення коефіцієнта варіації – 100 %, воно буває при $S = S_{\max} = 0,5$.

Похибка вибіркової частки є мірою відхилення від наявності ознаки, яку для альтернативної мінливості визначають за формулою:

$$S_{p_1} = \sqrt{\frac{pq}{N}}. \quad (7.14)$$

У наведеному прикладі похибка вибіркової частки складає:
для сорту Київська остиста –

$$S_{p_1} = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{N_1}} = \sqrt{\frac{0,98 \times 0,02}{1500}} = 0,004;$$

для сорту Миронівська 67 –

$$S_{p_2} = \sqrt{\frac{p_2 q_2}{N_2}} = \sqrt{\frac{0,99 \times 0,01}{1500}} = 0,003.$$

Довірчий інтервал для частки визначають за формулою $P \pm t S_p$.

На рівні надійної ймовірності $P_{0,95}$ значення $t = 2$, а на рівні $P_{0,99} - 3$.

Для досліджуваних сортів довірчий інтервал становить:

на рівні $P_{0,95}$: $P_1 \pm t_{0,5} \times S_{p_1} = 0,98 \pm 2 \times 0,004 \quad 0,972 \div 0,988$;

на рівні $P_{0,99}$: $P_1 \pm t_{0,1} \times S_{p_1} = 0,98 \pm 3 \times 0,004 \quad 0,968 \div 0,992$;

для сорту Миронівська 67:

на рівні $P_{0,95}$: $P_2 \pm t_{0,5} \times S_{p_2} = 0,99 \pm 2 \times 0,003 \quad 0,984 \div 0,996$;

на рівні $P_{0,99}$: $P_2 \pm t_{0,1} \times S_{p_2} = 0,99 \pm 3 \times 0,003 \quad 0,981 \div 0,999$.

Висновок: результати аналізу рослин озимої пшениці сортів Київська остиста і Миронівська 67 свідчать про те, що генеральна частка рослин сортових домішок на 95 %-ному рівні вірогідності знаходиться в інтервалі $0,972 \div 0,988$ для першого сорту і в інтервалі $0,984 \div 0,996$ для другого. Рівень значимості даного висновку становить 5 %.

7.2. Дисперсійний аналіз дослідних даних

Завершальним етапом ведення польового дослідження є облік урожайності та якості продукції. Це дає змогу виявити кращі та гірші варіанти дослідження, тобто підвищення та зниження врожаю та його якості порівняно з контролем. Проте, за свідченням багатьох досліджень, продуктивність варіанту не завжди правдиво відображає ефект дії фактору, що вивчається. Так, в одному випадку, де суворо дотримуються методики дослідження, надбавка варіанту є проявом чистої дії градації фактору, в іншому, де дослідження ведуться з певними порушеннями, вона складається з чистої дії варіанту і дії похибок дослідження. У першому випадку, надбавка, як правило, вважається

істотною, виробничо достовірною. У другому, де надбавка за значенням може бути такою, як і в першому, але в ній доля чистої дії варіанту незначна, є неістотною, випадковою. Тому в досліді можуть бути дійсні і випадкові надбавки. Для їх розпізнання потрібен критерій, еталон, за допомогою якого можна було б оцінити надбавки досліді і на певному рівні ймовірності стверджувати про їх дійсність чи випадковість. Це викликає необхідність поряд з агрономічною оцінкою наслідків досліджень вести і їх математичний аналіз.

Найдосконалішим методом статистичної обробки дослідних даних є дисперсійний аналіз або аналіз розсіювання. На відміну від інших методів він дозволяє обробляти відразу дані декількох малих вибірок (варіантів), які, в цілому, складають єдиний статистичний комплекс. Структура статистичного комплексу та спосіб його послідувального аналізу визначається схемою і методикою експерименту. Так, при обробці даних однофакторного комплексу, в якому вибірки тісно пов'язані спільною контролюючою умовою, наприклад, повтореннями досліді, загальна мінливість результативної ознаки (показники врожаю) залежатиме, головним чином, від ступеня розсіювання варіантів, варіювання повторень та впливу випадкових факторів. Ось чому в такому випадку виділяють три складові частини загальної мінливості: варіювання варіантів (C_v), розсіювання повторень (C_p), розсіювання під дією випадкових факторів (C_z).

Сума цих трьох видів розсіювання складає загальне розсіювання:

$$C_v = C_v + C_p + C_z. \quad (7.15)$$

Для кожного розсіювання обчислюють число ступенів свободи (ν): варіантів – $\nu_v = l - 1$; повторень – $\nu_p = n - 1$; похибки – $\nu_z = (l - 1) \times (n - 1)$; загального розсіювання – $N - 1$, де $N = l \times n$, (l – кількість варіантів, n – кількість повторень).

Діленням певного розсіювання (суми квадратів) на відповідне число ступенів свободи отримують дисперсію – S^2 . Найбільш застосовуваними є дисперсія варіантів (S_v^2) та дисперсія похибки (S_z^2), яку ще називають дисперсією залишку. Співвідношення цих двох дисперсій складає критерій Фішера, який дозволяє дати загальну оцінку достовірності різниць між середніми арифметичними або загальну оцінку достовірності досліді. Її визначають за формулою:

$$F = S_v^2 : S_z^2 \quad (7.16)$$

Обчислюють критерій Фішера фактичний ($F_{\text{факт}}$), спираючись на експериментальні дані, і теоретичний ($F_{\text{теор}}$) – за таблицею Фішера на певних рівнях надійної ймовірності. Значення $F_{\text{факт}}$ і $F_{\text{теор}}$ порівнюють між собою і роблять висновки.

– якщо $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$ – в досліді є достовірна різниця між середніми арифметичними;

– якщо $F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор}}$ – в досліді достовірні різниці відсутні.

За умови, коли встановлено переважання значення $F_{\text{факт.}}$ над $F_{\text{теор}}$ або їх рівнозначність, що засвідчує наявність достовірних різниць у досліді, переходять до обчислення найменшої істотної різниці (НІР). За значенням НІР виявляють достовірність різниці (надбавки) між середніми арифметичними будь-якої пари варіантів. Якщо $d \geq \text{НІР}$, то між варіантами доведена достовірність надбавки, тобто наявність надбавки, яка викликана дією вивчаючого в досліді фактора, а не його похибкою.

7.2.1. Дисперсійний аналіз однофакторного польового досліді при рендомізованому розміщенні варіантів

Для розуміння суті дисперсійного аналізу та принципу його застосування, звернемося до прикладу із сортовипробування ячменю ярого на Черняхівській сортовипробувальній станції (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

Вплив сорту на врожай ячменю ярого, ц/га

Варіанти досліді (сорти)	Урожай за повтореннями				Сума врожаю, $\sum v$	Середня врожайність, \bar{x}	Надбавка врожаю, d
	I	II	III	IV			
Подільський 14	25,6	20,5	24,9	20,8	91,8	23,0	—
Каштан	24,5	20,5	27,4	21,8	94,2	23,6	0,6
Носівський 21	26,9	31,3	27,8	29,9	115,2	29,0	6,0
Вінницький 28	28,1	32,6	24,3	28,7	113,7	28,4	5,4
$\sum P$	105,1	104,9	104,4	101,2	$\sum x = 415,6$	$\bar{x}_0 = 26,0$	

У цій таблиці з показників ділянкових врожаїв вираховують суми врожаїв для кожного варіанту ($\sum V$) і повторення ($\sum P$). Дійсність обчислень перевіряють співвідношенням загальної суми врожаїв по варіантах (91,8 + 94,2 + 115,2 + 113,7) з сумою за повтореннями (105,1 + 104,9 + 104,4 + 101,2). Ці дві суми повинні бути рівнозначними і кожна, зокрема, відповідати загальній сумі ділянкових врожаїв дослідів ($\sum x$), в наведеному прикладі $\sum V = \sum P = \sum x = 415,6$ ц.

Середні врожаї за варіантами дослідів (\bar{x}) знаходять шляхом ділення суми врожаїв варіанту ($\sum V$) на число повторень (n). Так, для першого стандартного варіанту (St) середня врожайність складає: $\bar{x}_1 = 61,8 : 4 = 23,0$ ц/га. Для другого варіанту: $\bar{x}_2 = 94,2 : 4 = 23,6$ ц/га. Подібно вираховують середню врожайність для третього і четвертого варіантів.

Дані про середні врожаї за варіантами дослідів дозволяють визначити надбавку (d), тобто фізичну перевагу дослідного варіанту над контролем. Для цього середні показники дослідних варіантів (2, 3, 4) прирівнюють до середнього показника контрольного варіанта (St). Різниці між ними складають надбавки врожаю: 0,6; 6,0; 5,4 ц/га, які переносять у останню вертикальну колонку (d) таблиці.

Крім середніх показників за варіантами знаходять і середню врожайність дослідів (\bar{x}_0). Для цього загальну суму ділянкових врожаїв ($\sum x = 415,6$ ц) ділять на кількість ділянок у досліді – N, де $N = l \times n$ (l – кількість варіантів = 4), при цьому $N = 4 \times 4 = 16$ ділянок. Тому $\bar{x}_0 = 415,6 : 16 = 26$ ц/га.

На основі показників про середні врожаї (\bar{x}) та надбавки (d) судять про ефективність сортів ячменю, а саме: з чотирьох випробовуваних сортів ячменю найпродуктивнішим є Носівський 21, який у порівнянні з контролем (St) забезпечив приріст врожаю на 6,0 ц/га. Менш продуктивним, але з достатньо високою надбавкою виявився сорт Вінницький 28 (d = 5,4 ц/га). Такий загальний висновок можна зробити за наведеними даними про сортовипробування. Воно цілком логічне і агрономічно виправдане.

Дисперсійний аналіз даних сортовипробування полягає у вирахуванні НР як показника оцінки надбавок у досліді. Обчислення ведуть у такій послідовності: спочатку проводять спрощення значень показників ділянкових врожаїв методом перетворених дат. При цьому за довільний початок (A) приймається ціле число, яке за значенням

найближче до середньої арифметичної дослідів (\bar{x}_0). У наведеному прикладі $\bar{x}_0 = 26,0$ ц/га і тому це значення приймається за довільний початок $A = 26,0$. За значенням довільного початку знаходять відхилення кожної дати (показника врожаю, табл. 7.3) від довільного початку: $25,6 - 26,0 = -0,4$; $20,5 - 26,0 = -5,5$ і ін. За даними відхилення складають таблицю відхилення та їх суми (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Відхилення дат від довільного початку та їх суми

Варіанти дослідів (сорти)	Відхилення за повтореннями, $x - A = x_1$				Сума відхилень за варіантами, $\sum v$	Квадрати відхилень за варіантами, $\sum v^2$
	I	II	III	IV		
Подільський 14	-0,4	-5,5	-1,1	-5,2	-12,2	148,8
Каштан	-1,5	-5,5	1,4	-4,2	-9,8	96,0
Носівський 21	0,9	5,3	1,8	3,9	11,9	141,6
Вінницький 28	2,1	6,6	-1,7	2,7	9,7	94,1
Сума відхилень за повтореннями, $\sum p$	1,1	0,9	0,4	-2,8	$\sum x_1 = -0,4$	$\sum v^2 = 480,5$
Квадрати відхилень за повтореннями, $\sum p^2$	2,2	0,8	0,2	7,8	$\sum p^2 = 11,0$	

За даними відхилення в таблиці також визначають:

- суму відхилення за варіантами:

$$\sum v = -12,2 + (-9,8) + 11,9 + 9,7 = -0,4$$
- суму відхилення за повтореннями:

$$\sum p = 1,1 + 0,9 + 0,4 + (-2,8) = -0,4$$
- суму відхилення дослідів:

$$\sum x_1 = -0,4 + (-5,5) + (-1,1) + \dots + 2,7 = -0,4$$

Як відмічалось вище, значення суми різних типів відхилення повинні бути рівнозначними, тобто $\sum v = \sum p = \sum x_1 = -0,4$. Якщо сума відхилення за варіантами ($\sum v$) не співпадає із сумою відхилення

за повтореннями ($\sum P$), то потрібно вдруге перерахувати значення відхилень таблиці і досягнути їх однорідності ($\sum V = \sum P = \sum x_1$).

У таблиці крім сум відхилень за варіантами, повтореннями та загального по досліді визначають також:

- суму квадратів відхилень за варіантами:

$$\sum V^2 = 148,8 + 96,0 + 141,6 + 94,1 = 480,5;$$
- суму квадратів відхилень за повтореннями:

$$\sum P^2 = 2,2 + 0,8 + 0,2 + 7,8 = 11,0.$$

Наступні розрахунки зводяться до складання таблиці квадратів відхилень і їх суми. Для цього показники відхилень (табл. 7.4) підносять до квадрату і записують у табл. 7.5.

Таблиця 7.5

Квадрати відхилень та їх суми

Варіанти досліді (сорти)	Квадрати відхилень, x_i^2				Сума квадратів відхилень за варіантами, $\sum x_i^2$
	I	II	III	IV	
Подільський 14	0,2	30,3	1,2	27,0	58,7
Каштан	2,3	30,3	2,0	17,6	52,2
Носівський 21	0,8	28,1	3,2	15,2	47,3
Вінницький 28	4,4	43,6	2,9	7,3	58,2
Сума квадратів відхилень за повтореннями, $\sum x_i^2$	7,7	132,3	9,3	67,1	$\sum x_i^2 = 216,4$

Із таблиці ділянкових врожаїв (табл. 5) та складених робочих таблиць (табл. 7.4 і 7.5) стало відомо:

A – довільний початок = 26,0 ц/га;

l – кількість варіантів = 4;

n – кількість повторень = 4;

N – число спостережень в досліді = $N = l \times n = 4 \times 4 = 16$;

$\sum x_1$ – сума відхилень досліді = - 0,4;

$\sum V^2$ – сума квадратів відхилень за варіантами = 480,5;

$\sum P^2$ – сума квадратів відхилень за повтореннями = 11,0;

$\sum x_i^2$ – сума квадратів відхилень досліді = 216,4.

На основі проведених розрахунків і одержаних показників визначають:

1. Корегуючий фактор (поправку):

$$C = \frac{(\sum x_i)^2}{N} = \frac{(-0,4)^2}{16} = 0,01;$$

2. Суму квадратів загального розсіювання:

$$C_y = \sum x_i^2 - C = 216,4 - 0,01 = 216,39;$$

3. Суму квадратів розсіювання повторень:

$$C_p = \frac{\sum P^2}{l} - C = \frac{11,0}{4} - 0,01 = 2,74;$$

4. Суму квадратів розсіювання варіантів:

$$C_v = \frac{\sum V^2}{n} - C = \frac{480,5}{4} - 0,01 = 120,1;$$

5. Суму квадратів залишку або похибки:

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 216,39 - 2,74 - 120,1 = 93,55;$$

6. Число ступенів свободи (ν):

- загального розсіювання:

$$\nu_y = N - 1 = 16 - 1 = 15;$$

- розсіювання повторень:

$$\nu_p = n - 1 = 4 - 1 = 3;$$

- розсіювання варіантів:

$$\nu_v = l - 1 = 4 - 1 = 3;$$

- залишкового розсіювання:

$$\nu_z = (n-1)(l-1) = (4-1)(4-1) = 9.$$

7. Середній квадрат або дисперсію:

- варіантів: $S_v^2 = \frac{C_v}{\nu_v} = \frac{120,1}{3} = 40,0;$

- залишку: $S_z^2 = \frac{C_z}{\nu_z} = \frac{93,55}{9} = 10,4.$

8. Критерій Фішера:

- фактичний: $F_{\text{факт.}} = \frac{S_v^2}{S_z^2} = \frac{40,0}{10,4} = 4,0;$

- теоретичний або табличний, за таблицями Фішера з врахуванням числа ступеня свободи варіантів, яке складає: $\nu_v = l - 1 = 4 - 1 = 3$ (колонка з числом 3) та залишку – $\nu_z = (l - 1)(n - 1) = (4 - 1)(4 - 1) = 9$ (дев'ята стрічка). На перетині колонки 3 з рядком 9 знаходимо теоретичне значення критерію Фішера, який складає: на 5 %-ному рівні значущості – $F_{05} = 3,86$; на 1 %-ному рівні значущості – $F_{01} = 6,99$.

На основі співставлення значення фактичного критерію з теоретичним визначають наявність у досліді суттєвих надбавок. Якщо $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$, то серед надбавок досліду є істотні, суттєві, ті, що зумовлені дією вивчаючого фактору, а не похибкою досліду. Якщо $F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор.}}$, то в досліді правдивих, математично підтверджених надбавок немає. Такі надбавки, незалежно від їх величини, вважаються випадковими, тому що вони проявилися лише під дією випадкових факторів.

Що стосується наведеного прикладу, то $F_{\text{факт}}$ становить 4,0, а $F_{\text{теор}} = 3,86$. Порівнюючи ці величини, переконуємось, що $F_{\text{факт}}$ не значно, але все ж таки переважає $F_{\text{теор}}$. Це засвідчує про те, що на рівні значущості $P_1 = 0,05$ у досліді є достовірні надбавки. При більш суворіших вимогах до досліду, коли переходять на рівень значущості $P_1 = 0,01$ $F_{\text{факт}} = 4,0$, а $F_{\text{теор}} = 6,99$, тобто $F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор}}$, що вказує на відсутність у досліді на цьому рівні суттєвих надбавок.

За умови, коли $F_{\text{факт.}} < F_{\text{теор}}$, всі розрахунки припиняють і роблять висновок про відсутність достовірних різниць між будь-якими парами варіантів.

Як відмічалось вище, із двох можливих випадків співставлення $F_{\text{факт.}}$ з $F_{\text{теор}}$ на рівні значущості $P_1 = 0,05$ – $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор}}$. Це вказує на те, що в досліді між певними парами варіантів існує достовірна різниця, а тому дисперсійний аналіз слід продовжити.

9. Похибка різниці середніх:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} \quad (7.17)$$

де, S_z^2 = середній квадрат залишка = 10,4, n – кількість повторень у досліді = 4.

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \times 10,4}{4}} = 2,3 \text{ ц/га.}$$

10. Найменша істотна різниця (НІР):

$$\text{НІР} = t_{05} \times S_d,$$

де t_{05} – критерій Стьюдента, його значення знаходять у додатку за числом ступенів свободи для залишкового розсіювання $-v_z$, яке у наведеному прикладі становить: $v_z = (l - 1)(n - 1) = (4 - 1)(4 - 1) = 9$.

У колонці таблиці додатку вибирають рівень надійної ймовірності $P = 0,95$ або рівень значущості $P_1 = 0,05$, а в рядку – число 9 і на їх перетині $t_{05} = 2,26$, а $t_{01} = 3,25$. За значеннями t_{05} і t_{01} та S_d розраховуємо НІР:

$$\begin{aligned} \text{НІР}_{0,95} &= t_{05} \times S_d = 2,26 \times 2,23 = 5,2 \text{ ц/га;} \\ \text{НІР}_{0,99} &= t_{0,99} \times S_d = 3,25 \times 2,23 = 7,25 \text{ ц/га.} \end{aligned}$$

За допомогою НІР надбавка у досліді (додатна чи від'ємна) або ж різницю між будь-якими середніми оцінюють так:

- якщо надбавки послідовних варіантів або різниця між середніми непослідовних варіантів дорівнює або більша за значення НІР ($d \geq \text{НІР}$), то вони суттєві, істотні, викликані дією вивчаючого фактору;

- якщо надбавка в досліді менша за НІР ($d < \text{НІР}$), то вона неправдива, їй не слід довіряти, вона є наслідком дії похибок досліді.

Для встановлення істотності надбавок досліді за значеннями НІР складають підсумкову таблицю дисперсійного аналізу (табл. 7.6).

Таблиця 7.6

Підсумкова таблиця дисперсійного аналізу

Варіанти досліді (сорти)	Середня варіанта, \bar{x}	Надбавка, d	Оцінка надбавки на рівні ймовірності	
			0,95	0,99
Подільський 14	23.0	–	–	–
Каштан	23.6	0.6	неістотна	неістотна
Носівський 21	29.0	6.0	істотна	неістотна
Вінницький 28	28.4	5.4	істотна	неістотна

$$\text{НІР}_{0,95} = 5,2 \text{ ц/га}$$

$$\text{НІР}_{0,99} = 7,25 \text{ ц/га}$$

Висновки: 1. За значенням НІР на рівні ймовірності $P = 0,95$ істотні надбавки виявлені у сортів Носівський 21 та Вінницький 28, що зумовлено певними спадковими перевагами цих сортів над сортом стандартом Подільський 14.

2. На рівні ймовірності $P = 0,99$, коли $\text{НІР} = 7,25$ ц/га, всі надбавки виявились неістотними.

7.2.2. Дисперсійний аналіз двофакторного польового досліді при рендомізованому розміщенні варіантів

Багатофакторний дисперсійний комплекс (дво-, трифакторний, і більше факторний) – це сукупність вихідних даних, які дозволяють статистично оцінити дію і взаємодію декількох факторів на мінливість результативної ознаки. Кожному фактору задають кілька градацій. Це дозволяє вивчити дію кожного з них при кількох градаціях інших факторів. Ефект взаємодії складає ту частину загального варіювання, яка викликається різною дією одного фактора

при різних градаціях іншого. Специфічна дія поєднання факторів виявляється тоді, коли при одній градації першого фактору, другий діє мало або пригнічує, а при другій градації – він проявляється сильніше і стимулює розвиток результативної ознаки. Якщо ці фактори не взаємодіють, то ефект від роздільного їх розсіювання дорівнює сумі ефектів від роздільного їх застосування.

При дисперсійному аналізі даних багатофакторного дослідження використовуються 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 загального розсіювання (C_y) розчленовується на такі компоненти:

$$C_y = (C_A + C_B + C_{AB}) + C_P + C_z.$$

У дужках вказані суми квадратів для фактора А і В, що вивчаються. Відповідно до вказаних компонентів розчленовується і загальне число ступенів свободи: $\nu = N - 1 = \nu_A + \nu_B + \nu_{AB} + \nu_z$.

Як приклад про застосування дисперсійного аналізу в двофакторному польовому дослідженні скористаємось наслідками досліджень на Андрушівській сортовипробувальній станції, де вивчали вплив сорту і норми висіву на врожай озимої пшениці. З двох факторів сорт як фактор А вивчали в двох градаціях – Київська 8 та Миронівська 67, а другий – норма висіву як фактор В в трьох градаціях – 3,5; 4,5 і 5,5 млн насінин на га. Одержані дані наведені в табл. 7.7.

Таблиця 7.7

Вплив сорту і норми висіву на врожай озимої пшениці, ц/га

Сорт (фактор А)	Норма висіву (фактор В)	Урожай за повтореннями, X				ΣV	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Київська 8	3,5 млн	29,5	32,5	30,3	28,5	120,7	30,2
	4,5 млн	41,5	43,3	42,8	41,7	169,3	42,3
	5,5 млн	33,5	34,0	33,0	34,9	135,4	33,8
Миронівська 67	3,5 млн	39,8	40,6	38,8	39,0	158,2	39,6
	4,5 млн	52,9	53,5	53,8	52,6	212,8	53,2
	5,5 млн	45,5	44,2	44,5	45,0	179,2	44,8
ΣP		242,7	248,1	243,2	241,7	Σx = 975,6	$\bar{x}_0 =$ 40,6

Аналіз показників двофакторного дослідження ведеться в такій послідовності:

1. В табл. 7.7 визначають суми врожаїв за варіантами дослідження і їх середні. Безпомилковість обчислень перевіряють за співвідношенням:

$$\Sigma P = \Sigma V = \Sigma x = 975,6.$$

2. Для вирахування суми квадратів доцільно перейти на довільний початок відліку (А), тобто вихідні дані слід видозмінити за співвідношенням:

$$X_1 = x - A.$$

При середній арифметичній дослідження $\bar{x}_0 = 40,6$ ц/га за довільний початок приймається значення $A = 40,0$. Це значення А віднімають від значення врожаю на кожній ділянці. Видозмінені вихідні дані та їх квадрати записують у таблиці 7.8 і 7.9. Перевірку обчислень ведуть за співвідношенням:

$$\Sigma P = \Sigma V = \Sigma x_1 = 15,4.$$

Таблиця 7.8

**Відхилення ділянкових врожаїв від довільного початку
А та сума відхилень**

Сорт (фактор А)	Норма висіву (фактор В)	Відхилення ($x_1 = x - A$)				ΣV	$(\Sigma V)^2$
		I	II	III	IV		
Київська 8	1	-10,5	-7,5	-9,7	-11,5	- 39,2	1536,6
	2	1,5	3,3	2,8	1,7	9,3	86,5
	3	- 6,5	- 6,0	- 7,0	- 5,1	- 24,6	605,2
Миронівська 67	1	- 0,2	0,6	- 1,2	- 1,0	- 1,8	3,2
	2	12,9	13,5	13,5	12,6	52,5	2756,2
	3	5,5	4,2	4,5	5,0	19,2	368,6
ΣP		2,7	8,1	2,9	1,7	$\Sigma x_1 = 15,4$	$\Sigma(\Sigma V)^2 = 5356,3$
$(\Sigma P)^2$		7,3	65,6	8,4	2,9	$\Sigma(\Sigma P)^2 = 84,2$	

Таблиця 7.9

Квадрати відхилень видозмінених вихідних даних

Сорт (фактор А)	Норма висіву (фактор В)	Квадрати відхилень, x_1^2				Σx_1^2
		I	II	III	IV	
Київська 8	1	110,2	56,2	94,1	132,2	392,7
	2	2,2	10,9	7,8	2,9	23,8
	3	42,2	36,0	49,0	26,1	153,3
Миронівська 67	1	0,1	0,4	1,4	1,0	2,9
	2	166,4	182,2	182,2	158,8	689,6
	3	30,2	17,6	20,2	25,0	93,0
Σx_1^2		351,3	303,3	354,7	346,0	$\Sigma(\Sigma x_1^2) = 1355,3$

3. Із умови вищенаведеного прикладу і складених робочих табл. 7.8 та 7.9 стало відомо:

- кількість варіантів за фактором А: $l_A = 2$;
- кількість варіантів за фактором В: $l_B = 3$;
- загальна кількість варіантів у досліді: $l = l_A + l_B = 2 + 3 = 5$;
- кількість повторень: $n = 4$;
- загальна кількість ділянок у досліді: $N = l \times n = 5 \times 4 = 20$;
- сума квадратів відхилень за варіантами: $\Sigma V^2 = 5356,3$;
- сума квадратів відхилень за повтореннями: $\Sigma P^2 = 84,2$;
- сума відхилень досліді: $\Sigma x_1 = 15,4$;
- сума квадратів відхилень досліді: $\Sigma x_1^2 = 1355,3$.

Спираючись на одержані дані, розраховують:

1. Коригуючий фактор:

$$C = \frac{(\Sigma x_1)^2}{N} = \frac{(15,4)^2}{20} = 9,9;$$

2. Загальну суму квадратів:

$$C_y = \Sigma x_1^2 - C = 1355,3 - 9,9 = 1345,4;$$

3. Суму квадратів повторень:

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 84,2 : 5 - 9,9 = 6,74;$$

4. Суму квадратів варіантів:

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 5356,3 : 4 - 9,9 = 1329,2 ;$$

5. Суму квадратів залишку:

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 1345,4 - 4,13 - 1329,2 = 12,1 .$$

Для визначення сум квадратів відхилень для факторів А і В та їх взаємодії АВ складають спеціальну таблицю, в якій градації фактора А вказуються в лівому крайньому стовпці, а фактора В – в заголовному горизонтальному рядку (табл. 7.10). У цій таблиці обчислюють суми за факторами А і В і суми квадратів за формулами:

$$C_A = \Sigma A^2 : l_B \times n - C \text{ при } v_A = l_A - 1 ;$$

$$C_B = \Sigma B^2 : l_A \times n - C \text{ при } v_B = l_B - 1 ;$$

$$C_{AB} = C_v - C_A - C_B \text{ при } v_{AB} = (l_A - 1)(l_B - 1) .$$

Таблиця 7.10

Визначення головних ефектів і взаємодії факторів

Сорт (фактор А)	Норма висіву (фактор В)			ΣА	(ΣА) ²
	3,5 млн	4,5 млн	5,5 млн		
Київська 8	- 39,2	9,3	- 24,6	- 54,5	2970,2
Миронівська 67	- 1,8	52,5	19,2	69,9	4886,0
ΣВ	- 41,0	61,8	- 5,4	Σx ₁ = 15,4	ΣA ² = 7856,2
(ΣВ) ²	1681,0	3819,2	29,2	ΣB ² = 5529,4	

6. Сума квадратів фактору А:

$$C_A = \sum A^2 \div (l_B \times n) - C = 7856,4 \div (3 \times 4) - 9,9 = 644,8$$

7. Сума квадратів фактору В:

$$C_B = \sum B^2 \div (l_A \times n) - C = 5529,4 \div 8 - 9 = 681,3$$

8. Сума квадратів взаємодії факторів АВ:

$$C_{AB} = C_v - C_A - C_B = 1329,2 - 644,8 - 681,3 = 3,1$$

9. Дисперсія факторів А, В і їх взаємодії АВ:

$$- S_A^2 = C_A : V_A = 664,8 : 1 = 664,8 ;$$

$$- S_B^2 = C_B : V_B = 681,3 : 2 = 340,6 ;$$

$$- S_{AB}^2 = C_{AB} : V_{AB} = 3,1 : 2 = 1,6 ;$$

$$- S_z^2 = C_z : V_z = 12,1 : 15 = 0,8$$

10. Критерії Фішера фактичні:

$$- F_A = S_A^2 : S_z^2 = 664,8 : 0,8 = 831,0 ;$$

$$- F_B = S_B^2 : S_Z^2 = 340,6 : 0,8 = 425,8;$$

$$- F_{AB} = S_{AB}^2 : S_Z^2 = 1,6 : 0,8 = 2,0.$$

11. Наведені розрахунки переносять до табл. 7.11 дисперсійного аналізу.

Таблиця 7.11

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	v	S ²	F _{факт.}	F _{теор.}	
					0,95	0,99
Загальна	1345,4	23				
Повторень	4,13	3				
Фактору А	644,8	1	644,8	831,0	3,6	6,36
Фактору В	681,3	2	340,6	425,8		
Взаємодію АВ	3,1	2	1,5	2,0		
Залишку (похибки)	12,1	15	0,8			

12. Похибки різниці:

- дослід: $S_d = \sqrt{\frac{2S_z^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,8}{4}} = 0,4;$

- фактору А: $S_{dA} = \sqrt{\frac{2S_z^2}{l_B \times n}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,8}{12}} = 0,13;$

- фактору В: $S_{dB} = \sqrt{\frac{2S_z^2}{l_A \times n}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,8}{8}} = 0,20.$

13. Найменші істотні різниці:

- дослід: $НП_{095} = t_{095} \times S_d = 2,13 \times 0,4 = 0,85$ ц;

$$НП_{099} = t_{099} \times S_d = 2,95 \times 0,4 = 1,18$$
 ц;

- фактору А: $НП_{095} = t_{095} \times S_{dA} = 2,13 \times 0,13 = 0,3$ ц;

$$НП_{099} = t_{099} \times S_{dA} = 2,95 \times 0,13 = 0,4$$
 ц;

- фактору В: $НП_{095} = t_{095} \times S_{dB} = 2,13 \times 0,20 = 0,4$ ц;

$$НП_{099} = t_{099} \times S_{dB} = 2,95 \times 0,20 = 0,6$$
 ц;

14. Наприкінці аналізу складають підсумкову табл. 7.12.

Зведені дані дисперсійного аналізу двофакторного дослідю

Фактор А - сорт	Фактор В – норма висіву	\bar{X}	Різниця за фактором		НІР	
			А	В	0,95	0,99
Київська 8	3,5 млн	30,2	–	–		
	4,5 млн	42,3	–	12,1		
	5,5 млн	33,8	—	3,6	0,85	1,18
Миронівська 67	3,5 млн	39,6	9,4	—		
	4,5 млн	53,2	10,9	19,4		
	5,5 млн	44,8	11,0	6,2		
НІР ₀₉₅		за факторами	0,3	0,4		
НІР ₀₉₉		за факторами	0,4	0,6		

15. Висновки про достовірність дії та взаємодії факторів:

- критерії Фішера фактичні F_A та F_B становлять відповідно 831,0 і 425,8, тобто вони значно більші за теоретичні – 3,6 і 6,36. Це вказує на те, що сорт і норма висіву достовірно впливають на врожайність озимої пшениці;

- критерій Фішера фактичний для взаємодії факторів становить 2,0, що значно менше за теоретичне його значення. Це засвідчує, що взаємодія сорту і норми висіву недостовірна.

16. Висновки про достовірність різниць між варіантами:

- за фактором А (сортом) достовірний приріст врожаю при трьох нормах висіву забезпечив сорт пшениці Миронівська 67 у співставленні з сортом Київська 8;

- за фактором В достовірний приріст врожаю на рівні ймовірності 0,95 і 0,99 визначили норми висіву 4,5 і 5,5 млн схожих насінин у обох сортах.

7.3. Кореляційний та регресійний аналізи

В агрономічних дослідженнях вивчення ознак вибірки засвідчує, що у більшості випадків між ознаками не існує прямої пропорційної відповідності, а виявляється залежність, при якій кожному значенню ознаки X відповідає не одна, а декілька значень ознаки Y .

Такий тип зв'язку між ознаками, на відміну від функціонального, називається кореляційним. Кореляційні зв'язки дуже різноманітні. Вони можуть бути прямими і зворотними, сильними і слабкими, лінійними і криволінійними, простими та множинними.

7.3.1 Проста лінійна кореляція

Це проста форма кореляції, коли досліджують зв'язок між двома ознаками. Рівень кореляційного зв'язку між ознаками виражають **коефіцієнтом кореляції** – r , який визначає форму і тісноту зв'язку ознак. Коефіцієнт кореляції – безрозмірна величина, що змінюється в межах: $-1 < r < 1$. При $r=0$ лінійний зв'язок відсутній, при $r = \pm 1$ – кореляційний зв'язок перетворюється у функціональний, коли ж $r < \pm 0,3$ – кореляційна залежність між ознаками слабка, при $r = \pm 0,3 - 0,7$ – середня і при $r > \pm 0,7$ – сильна. При позитивному значенні r – зв'язок прямий, при негативному – зворотний.

Коефіцієнт кореляції розраховується за формулою:

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

Для оцінок істотності коефіцієнта кореляції обчислюють його похибку (S_r) і критерій істотності (t_r) за формулами:

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad \text{і} \quad t_r = \frac{r}{S_r},$$

де r – коефіцієнт кореляції;

n – число парних значень показників, за якими обчислюється r .

Для визначення істотності r визначають також $t_{\text{теор}}$. При цьому якщо $t_r \geq t_{\text{теор}}$, то кореляційний зв'язок істотний. Теоретичне значення критерію Стьюдента 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 фактору (аргументу). Коефіцієнт детермінації визначається за формулою $d_{yx} = r^2$.

Суттєвою статистичною характеристикою кореляційного зв'язку є **коефіцієнт регресії** b_{yx} , який показує, в якому напрямку і на яку величину в середньому змінюється функція (Y) при зміні аргументу (X) на одиницю виміру. Коефіцієнт регресії вимірюється в тих же

одинацях, що і функція і має той же знак, що і коефіцієнт кореляції. Обчислюється коефіцієнт регресії за формулою:

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

Коефіцієнт регресії b_{yx} визначає зміни Y при коливанні значення X на одиницю виміру, вимірюється в одиницях Y , а b_{xy} показує регресію X на Y і оцінюється в одиницях X .

Істотність коефіцієнта регресії обчислюють за його похибкою (S_b) і критерієм істотності (t_b), використовуючи формули:

$$S_{b_{yx}} = S^2 \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}}; t_b = \frac{b}{S_b}$$

При розрахунках дотримуються такої відповідності: $t_b = t_r$; $b_{yx} \times b_{xy} = r^2$

Після встановлення істотності коефіцієнтів кореляції і регресії розраховують їх довірчі інтервали для генеральної сукупності за формулами:

$$r \pm t_{05} \times S_r; b_{yx} \pm t_{05} \times S_b$$

Завершують регресійний аналіз складанням рівняння регресії для даного кореляційного зв'язку. У простій лінійній кореляції рівняння має вигляд:

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

7.3.2 Розрахунки коефіцієнтів кореляції і регресії

Посилаючись на вищенаведені теоретичні положення, проведемо розрахунки коефіцієнтів кореляції і регресії на прикладі вивчення залежності між кількістю зерен на рослині (x) і масою зерна з рослини (y). Наслідки аналізу елітних рослин ярого ячменю сорту Терен наведені в табл. 7.13.

Кореляційний аналіз починають із групування показників. Для цього серед 75 показників X і Y знаходять X і Y_{\max} ; X і Y_{\min} , розмах варіювання (R), кількість груп (k) та груповий інтервал (i). У наведеному прикладі:

– для ряду X : $X_{\max} = 175$; $X_{\min} = 82$; $R = 93$; $k = 6$; $i = 150$;

– для ряду Y : $Y_{\max} = 10,8$ г; $Y_{\min} = 4,1$ г; $R = 6,7$ г; $k = 6$; $i = 15,0$.

Наступним етапом є встановлення меж груп і їх середини, розробка кореляційної таблиці та рознесення парних показників за групами. При рознесенні варіант чітко слідкують за співпаданням значення парних показників з межами груп.

Таблиця 7.13

**Залежність між кількістю зерен на рослині ячменю (ряд Х)
і масою зерна з рослини, г (ряд У)**

Номер пари	Х	У	Номер пари	Х	У	Номер пари	Х	У
1	120	5,2	26	94	4,6	51	129	7,2
2	102	5,3	27	127	6,4	52	98	5,1
3	136	7,1	28	86	4,4	53	129	5,3
4	137	8,1	29	85	4,1	54	87	4,3
5	144	8,2	30	108	5,5	55	97	4,7
6	110	5,2	31	92	4,6	56	85	5,4
7	110	5,1	32	83	4,7	57	90	4,1
8	104	5,3	33	119	5,7	58	94	4,4
9	100	5,5	34	89	4,9	59	101	4,8
10	106	4,7	35	124	6,0	60	90	4,6
11	175	8,4	36	143	8,9	61	89	4,6
12	111	5,3	37	141	7,7	62	90	4,7
13	113	5,2	38	137	6,2	63	133	6,5
14	103	6,1	39	101	4,4	64	119	6,7
15	122	5,7	40	94	4,4	65	92	4,6
16	111	5,4	41	113	4,8	66	110	6,6
17	96	4,3	42	99	5,4	67	128	7,3
18	94	6,1	43	173	9,4	68	82	5,3
19	83	5,2	44	101	5,4	69	106	5,7
20	173	10,8	45	91	4,5	70	111	6,2
21	154	6,5	46	86	4,1	71	105	6,7
22	161	69,5	47	91	4,1	72	147	6,5
23	109	5,6	48	133	5,8	73	140	7,7
24	84	4,1	49	130	6,5	74	116	5,4
25	104	5,2	50	96	4,7	75	108	5,4

Так, в таблиці вихідних даних (табл. 7.13) перший парний показник складає 120. Його належність до груп по Х і У встановлюють у такій послідовності: спочатку в першому верхньому рядку кореляційної таблиці знаходимо групу з межами 112–126. Вона включає значення 120 і колонкою з цією групою опускаємося донизу до перетину зі стрічкою з групою по У з межами 5,2–6,2. У цю групу входить друге значення першого показника. У клітині, що

знаходиться на перетині колонки з групою 112–126 зі стрічкою з групою 5,2–6,2 позначаємо крапкою, або по-іншому, належність парного показника 120–6,2 до груп по X і Y. Подібно визначають належність до певних груп кожного із 75 парних показників. У кінці рознесення варіант підраховують частоту груп по X і Y. Суми частот по X і Y (вертикалі і горизонталі) дорівнюватимуть:

$$\sum f_x \sum f_y = 75$$

Таблиця 7.14

Кореляційна таблиця

X		Y						Σf _y	
		82-96	97-11	112-126	127-141	142-156	157-175		
		середина групи							
		89	104	119	134	149	164		
9,6-10,8	середина групи	10,1					.	1	
8,5-9,7		9,0					.	.	2
7,4-8,4		7,9				· ·	.	.	5
6,3-7,3		6,8		· ·	.	· ·	· ·	.	12
5,2-6,2		5,7	· ·	· ·	· ·	· ·			28
4,1-5,1		4,6		· ·	.				27
Σf _x		24	23	8	12	4	4	75	

n=75:

$$\bar{x} = A_x + (\sum f_x x_i) \div n = 119 + (-39 \times 15) \div 75 = 119 + (-7,8) = 111,2 \text{ зерен}$$

$$\bar{y} = A_y + (\sum f_y y_i) \div n = 7,9 + (-145 \times 1,1) \div 75 = 7,9 + (-2,1) = 5,8 \text{ г}$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 = [\sum f_x x_i^2 - (f_x x_i)^2 \div n] \times i_x^2 = [183 - (-39)^2 \div 75] \times 15^2 = [183 - 29,3] \times 225 = 162,7 \times 225 = 36607,5$$

$$\sum (y - \bar{y})^2 = [\sum f_y y_i^2 - (f_y y_i)^2 \div n] \times i_y^2 = [373 - (-145)^2 \div 75] \times 1,1^2 = [373 - 280,3] \times 1,2 = 92,7 \times 1,2 = 111,2$$

$$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = [\sum f_x x_i y_i - (\sum f_x x_i \sum f_y y_i) \div n] \times i_x i_y = [178 - 75,4] \times 16,5 = 102,6 \times 16,5 = 1693,0$$

Таблиця 7.15

Обчислення допоміжних величин для вирахування кореляції і регресії У за Х

$y_i = \frac{y-7,9}{11}$	$x_i = \frac{x-119}{115}$	-2	-1	0	1	2	3	f_y	$f_y y_i$	$f_y y_i^2$
		89	104	119 = A_x	134	149	164			
2	10,1						1 (6)	1	2	4
1	9,0					1 (2)	1 (3)	2	2	2
0	7,9 = A_y				3 (0)	1 (0)	1 (0)	5	0	0
-1	6,8		2 (1)	1	6(-1)	2 (-2)	1 (-3)	12	-12	12
-2	5,7	4 (4)	15 (2)	6	3 (-2)			28	-56	112
-3	4,6	20 (6)	3 (3)	1				27	-81	243
f_x		24	23	8	12	4	4	n = 75		
$f_x x_i$		-48	-23	0	12	8	12	$\sum f_y y_i = -145$; $\sum f_y y_i^2 = 373$		
$f_x x_i^2$		96	23	0	12	16	36	$\sum f_x x_i = -39$		
$f x_i y_i$		136	50	0	-12	-2	6	$\sum f_x x_i^2 = 183$		
								$\sum f x_i y_i = 178$		

Переконавшись, що в кореляційній таблиці $\sum f_x \sum f_y = 75$ приступають до формування розрахункової таблиці 7.15 з допоміжними величинами, які необхідні для визначення кореляції і регресії У за Х. У цій таблиці замість меж груп показують їх середини і перетворюють Х і У за співвідношенням:

$$X_1 = \frac{X - A_x}{i_x} = \frac{X - 119}{15}; Y_1 = \frac{Y - A_y}{i_y} = \frac{Y - 119}{15}$$

За умовні початки A_x і A_y приймають середнє значення середини групи.

У таблиці допоміжних величин вираховують:

1. Добуток частоти на відхилення по групах $f_x \times x_i$ і $f_y \times y_i$ та їх суми:

$$\sum f_x \times x_i = -39; \sum f_y \times y_i = -145;$$

2. Добуток частоти на квадрат відхилення: $f_x x_i^2$ і $f_y y_i^2$ і їх суми:

$$\sum f_x x_i^2 = 183; \sum f_y y_i^2 = 373;$$

3. Суму добутків відхилень в межах відповідних груп на їх частоту $f x_i y_i$ і загальну суму $\sum f x_i y_i = 178$.

Для цього частоту f кожної колонки таблиці слід помножити на відповідні значення x_1 і y_1 і сумувати одержані цифри по кожній колонці. Для спрощення обчислень можна попередньо в кожній клітинці поруч з частотою визначити добуток $x_1 y_1$ (вказаний в дужках), а уже потім цей добуток перемножити на частоту ($f \times x_1 y_1$) і визначити загальну суму колонки. Так, для першої колонки, де першим показником частоти є 4, добуток $x_1 y_1$ складає $(-2) \times (-2) = 4$, а добуток частоти на добуток відхилення $-4 \times 4 = 16$.

У цій же колонці нижче в наступній клітинці встановлена частота $f = 20$. Ця частота знаходиться проти $x_1 = -2$ (верхній рядок таблиці) і $y_1 = -3$ (перша колонка). Добуток $f \times x_1 y_1 = 20 \times (-2) \times (-3) = 120$. Загальна сума цих двох добутоків складатиме: $16 + 120 = 136$. Одержану суму переносять в останню клітину першої колонки, яка є складовою стрічки з показником $f x_1 y_1$. Подібно визначають загальні суми і в інших колонках. У результаті знаходять загальну суму добутоків: $\sum f x_1 y_1 = 136 + 50 + (-12) + (-2) + 6 = 178$.

Нижче таблиці окремими рядками наведені формули, їх перетворення і вираховання показників: $\bar{x}, \bar{y}, \sum (x - \bar{x})^2, \sum (y - \bar{y})^2, \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})$.

Маючи значення допоміжних величин, обчислюють:

1. Вибіркові коефіцієнти кореляції і регресії:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{1693}{\sqrt{366075,5 \times 111,2}} = \frac{1693}{2017,6} = 0,84$$

$$b_{yx} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} = \frac{1693}{36607,5} = 0,05\bar{a};$$

2. Похибки, критерій істотності і довірчі інтервали для r і b_{yx} :

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0,71}{73}} = \sqrt{\frac{0,29}{73}} = 0,06$$

$$S_{b_{yx}} = S_r \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (x - \bar{x})^2}} = 0,06 \sqrt{\frac{111,2}{36607,5}} = 0,003$$

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \frac{0,84}{0,06} = 14,0$$

Теоретичне значення критерію Стьюдента знаходять за числом ступенів свободи $\nu_r = n - 2 = 75 - 2 = 73$

$$t_{05} = 2,0; t_{01} = 2,65$$

$$r \pm t_{05} \times S_r = 0,84 \pm 2 \times 0,06 = 0,84 \pm 0,12 (0,72 : 0,96)$$

$$r \pm t_{01} \times S_r = 0,84 \pm 2,65 \times 0,06 = 0,84 \pm 0,16 (0,68 : 1,00)$$

$$b_{yx} \pm t_{05} S_b = 0,05 \pm 2,0 \times 0,003 = 0,05 \pm 0,01 (0,04 : 0,06)$$

$$b_{xy} \pm t_{01} S_b = 0,05 \pm 2,65 \times 0,003 = 0,05 \pm 0,01 (0,04 : 0,06)$$

Висновки:

1. При $r = 0,84$ зв'язок між кількістю зерен на рослині ячменю і масою зерна з рослини сильний.
2. Оскільки коефіцієнт кореляції додатний, то кореляція пряма.
3. При $b_{yx} = 0,05$ г слід вважати, що зі збільшенням на рослині кількості зерен на 1 шт, маса зерна з рослини зростає на 0,05 г.
4. Істотність коефіцієнта кореляції визначається за $t_{\text{факт.}}$ і $t_{\text{теор.}}$. У наведеному прикладі $t_{\text{факт.}} = 14,0$, $t_{\text{теор}}$ на рівні ймовірності 0,95 становить 2,0. Це засвідчує те, що $t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$ і вказує на достовірність кореляційного зв'язку.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абсолютний чистий контроль – варіант досліду, в якому виключено дію фактора, що вивчається. Так, в дослідях з добривами за абсолютний контроль беруть варіант без добрив, в дослідях з пестицидами – варіант без пестицидів тощо. Чистий контроль є обов'язковий у дослідях з вивчення коефіцієнта використання добрив або при проведенні фізіологічних досліджень.

Агрокліматичне районування України – науково-обґрунтований поділ території України за агрокліматичними умовами вирощування сільськогосподарських культур.

Агротехніка – науково-обґрунтовані прийоми вирощування сільськогосподарських культур (методи обробітку ґрунту, внесення добрив, підготовки посівного і посадкового матеріалу, збирання врожаю).

Агротехнічні досліді – досліді, в яких ведеться порівняльна об'єктивна оцінка впливу різних чинників життя, умов, засобів обробітку ґрунту або їх поєднання на врожай сільськогосподарських культур і його якість.

Агротехнічний фон на ділянці досліду – агрофон, що характеризується сумою елементів агротехніки, складає певну технологію вирощування тієї чи іншої культури, на фоні якої вивчають ефективність усіх варіантів конкретного досліду. Кожний польовий дослід вимагає свого агрофону, який залежить не тільки від культури і вирощуваного сорту, а й від попередника чи передпопередника, системи обробітку ґрунту та удобрення, захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб тощо. Кожний агрофон у досліді повинен забезпечити об'єктивну оцінку агрозаходів, які вивчаються.

Агрофон – ґрунтові умови середовища, що склались для рослин у результаті тривалого чи короточасного застосування на полі у попередні роки окремих агротехнічних заходів та їх системи.

Агрохімічна лабораторія – спеціально обладнане приміщення з набором необхідного обладнання, де проводяться агрохімічні аналізи ґрунту, добрив, рослин тощо.

Агрохімічний аналіз – сукупність методів дослідження рослин, ґрунтів, добрив та отрутохімікатів.

Адекватність – відповідність, тотожність змін процесу, явища тим змінам, що відбуваються в іншому процесі чи навколишньому середовищі.

Аерація ґрунту – природне або штучне надходження повітря в будь-яке середовище (ґрунт, вода тощо). Аерація ґрунту залежить від механічного складу, його структури. Аерація водних середовищ теж неоднакова: газообмін стоячої води боліт сповільнений, проточна вода річок, струмків багатша на кисень.

Аероби – організми, які не можуть жити у середовищі без вільного молекулярного кисню. Їм властивий кисневий тип одержання енергії, необхідної для виконання життєвих функцій, окислення кисню. Частина з них – облігатні аероби, які гинуть без кисню. Серед мікроорганізмів є факультативні (умовні) аероби, які здатні жити при дуже малій кількості вільного кисню або й без нього.

Аеропоніка – метод вирощування рослин без будь-якого субстрату для розміщення кореневої системи.

Акліматизація – пристосованість організму до нових географічних умов існування.

Амоніфікація – процес розкладання органічних азотистих речовин з виділенням аміаку, який використовують рослини як джерело азоту для утворення азотистих сполук, що входять до їх складу.

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

Анаероби – організми, здатні до життя без доступу вільного кисню. До них відноситься більшість мікроорганізмів, що населяють глибші шари ґрунту чи підґрунтя.

Анаеробне дихання – дихання за відсутності вільного кисню, при цьому окислювальні процеси відбуваються за рахунок кисню сполук, в основному води і гідроксильних груп молекул цукру. Таке дихання властиве мікроорганізмам та є першою фазою дихання (безкисневого) для організмів.

Аналіз – метод дослідження, за допомогою якого піддослідний об'єкт уявно розчленовується на складові частини з метою більш детального його вивчення.

Аналіз ґрунту – вивчення складу і властивостей ґрунту, щоб встановити його походження, тип, різновид, місце в загальній системі

грунтів, окремі умови родючості і придатності для використання в сільському та лісовому господарстві.

Аналіз кількісний – аналіз, у результаті якого встановлюється кількість, маса, розмір чи об'єм досліджуваного об'єкта.

Аналіз регресійний – статистичний (розрахунковий) метод визначення залежної чи результативної ознаки (функції, Y) за даними величинами незалежної чи факторіальної ознаки (аргумента, X). Включає цей аналіз розрахунок коефіцієнта регресії і вже на його основі – виведення рівняння регресії, а до аналізу приступають після того, як визначили, що зв'язок між функцією і аргументом, незалежно від форми і напряму, сильний і достовірний. Регресійний аналіз, у першу чергу, використовується для визначення тих показників, які не розрахунковим способом визначити або дуже важко, або взагалі неможливо.

Аналіз структури врожаю – включає визначення показників таких ознак:

- для колосових культур – довжину колоса, кількості колосків у колосі, кількість зерен у колосі, масу зерна з колоса;
- для неколосових зернових культур – кількість зерен у волоті, масу зерна з волоті, довжину качана, масу зерна в качані;
- для зернобобових і хрестоцвітних культур – кількість бобів і стручків на рослині, кількість зерен у бобі і стручку, масу зерна і насіння з однієї рослини.

Аналіз якості врожаю – ведеться за такими показниками:

- для зернових і олійних культур – маса 1000 зерен чи насінин, натура зерна чи насіння;
- для коренеплідних і бульбоплідних культур – середня маса коренеплоду і бульб у куші;
- для всіх культур – вихід насінневого матеріалу і його вирівняність; вміст білка в зерновій продукції; клейковини в зерні продовольчої пшениці, цукру – в коренеплодах цукрових буряків, крохмалю – в бульбах картоплі, олії – в насінні олійних культур, перетравного протеїну – в кормовій продукції, плівковість насіння соняшнику, алкалоїдність зерна люпину.

Аномалія – відхилення від норми, від загальної закономірності.

Анотація – стислий виклад змісту книги, статті, наукового звіту тощо.

Ареал – зона географічного поширення окремих видів або інших систематичних груп рослин і тварин.

Ареал екологічний – регіон, де може зростати вид рослин чи тварин, залежно від наявності придатних для нього умов – відповідного комплексу екологічних факторів.

Асиметричний або скошений розподіл – розподіл, який відрізняється від нормального збільшенням частот правої або лівої частини варіаційної кривої.

Б

Багатоваріантність досліду – наявність у досліді багатьох варіантів.

Багатократність досліду – повторення досліду багато разів.

Багаторічні досліді – досліді, тривалість яких 11–50 років, які проводяться виключно в наукових установах чи вищих навчальних закладах в умовах стаціонару.

Багатофакторні досліді – досліді, в яких одночасово вивчають дію і взаємодію багатьох факторів, наприклад, площ живлення і строків сівби для декількох гібридів кукурудзи.

Багатоярусність – закладання досліду у кілька ярусів.

База даних – іменована сукупність даних, що відображає стан об'єктів та їх відношень у певній галузі знань.

Бал – одиниця виміру одержаних знань (прояву природних явищ; стійкості рослин до вилягання, ураженості хворобами та шкідниками, забур'яненості поля тощо).

Баланс – співвідношення між взаємопов'язаними частинами будь-чого, між тим, що надходить (актив) і тим, що витрачається (пасив). У ґрунтовому середовищі враховується баланс вологи, гумусу, окремих елементів живлення, тепла тощо.

Баланс водний ґрунту – сукупність видів надходження вологи у ґрунті та її витрати в їх кількісному виразі за певний проміжок часу і для певного шару ґрунту.

Баланс поживних речовин – кількісне вираження надходження і засвоєння речовин, необхідних для живлення рослин, за певний проміжок часу.

Баланс сольовий – кількісний вираз змін запасу солей у ґрунті за певний проміжок часу в результаті надходження і втрат.

Баланс тепловий – співвідношення надходження і витрачання тепла будь-якої системи, об'єкта, поверхні тощо. Розрізняють баланс тепловий атмосфери, земної поверхні, ґрунту тощо.

Безполицевий обробіток ґрунту – глибока оранка без перевертання орного шару ґрунту.

Біологічна активність ґрунту – сукупність біологічних процесів, що відбуваються в ґрунті. Про біологічну активність ґрунту роблять висновок за інтенсивністю «дихання» ґрунту (поглинання O_2 і виділення CO_2), ступенем виділення теплової енергії організмами ґрунту, ферментативної активності та за іншими ознаками.

Біологічна врожайність – маса врожаю з одиниці площі при збиранні в оптимальні строки.

Біологічна продуктивність – сукупність процесів створення, трансформації, поглинання і проходження енергії через еколого-біологічні системи різних видів – від окремих організмів до екосистеми. Це властивість окремих популяцій чи угруповань (біоценозів) у цілому відтворювати свою біомасу.

Біологічне засмічення сорту – засмучення сорту іншими сортами чи культурами шляхом природного переzapилення і виникнення мутацій.

Біомаса – виражена в одиницях маси або енергії кількість речовини живих організмів (популяцій, видів, окремих живих компонентів екосистем, угруповань у цілому), що припадає на одиницю площі або об'єму ($г/см^3$ або $г/м^3$). Визначається для сирого та сухого стану. Кількість та інтенсивність її збільшення характеризує біологічну продуктивність окремих видів (фітомаса, зоомаса), угруповання, біоценозу, екосистеми. Вивчення закономірностей географічного розподілу і продукування біомаси має важливе значення для розв'язання питань раціонального використання біологічної продуктивності й охорони біосфери Землі. У біоценозі чи екосистемі біомаса складається з фітомаси та зоомаси.

Біометод – метод, який ґрунтується на використанні біологічних об'єктів.

Біометрія – розділ біології, сутністю якого є планування й опрацювання результатів досліджень методами математичної статистики.

Бонітування ґрунтів – спеціалізована класифікація ґрунтів, побудована на основі якісної оцінки їх, вираженої в балах.

В

Варіабельність (мінливість) – властивість умовних одиниць – рослин, врожаїв на паралельних ділянках польового досліду відрізнятися між собою навіть в однорідних сукупностях.

Варіанса – дивись дисперсія.

Варіант – видозміна, різновид будь-чого. У дослідницькій справі варіант – елементарна одиниця схеми досліду. Розрізняють варіанти дослідні і контрольні.

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

Варіант досліду – новий не вивчений або маловивчений об'єкт досліджень. За варіант приймається рослина, що вивчається, сорт, умови вирощування, агротехнічний прийом або їх сукупність.

Варіант контрольний – варіант, з яким порівнюють дослідний варіант. В агротехнічних дослідах ним може бути один з рекомендованих науковими установами елементів агротехніки, який вже широко впроваджений у сільськогосподарське виробництво, наприклад, глибока оранка в досліді з вивченням основного обробітку ґрунту під цукрові буряки, а у сортовипробувальних дослідках – один із зареєстрованих сортів чи гібридів, який у даних ґрунтово-кліматичних умовах у свій час проявив себе як кращий.

Варіаційний ряд – 1. Ряд даних, в якому вказані значення варіюючої ознаки в порядку її зростання або зменшення та відповідні їм частоти. 2. Ряд ранжованих значень ознаки, в якому вказана частота, з якою вони зустрічаються у даній сукупності (див. ранжування).

Варіація (від лат. *variatio* – зміна) відхилення від будь-чого, поодинокі зміни. У широкому розумінні – мінливість варіюючої ознаки в межах мінімального і максимального значень ($X_{min} - X_{max}$).

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

Варіювання випадкове – таке варіювання досліджуваної ознаки між окремими об'єктами, яке географічно не можна показати прямою лінією. Суть такого варіювання полягає в тому, що величини

ознаки в порядку їх визначення (від одного кінця ділянки до іншого) знаходяться по обидва боки від середньоарифметичного цієї ознаки.

Варіювання закономірне – таке варіювання, за якого величина досліджуваної ознаки в порядку її визначення (від першого повторення до останнього) поступово зростає або зменшується. Таким варіюванням, наприклад, характеризується родючість ґрунту вздовж схилу.

Вегетаційний період – час, необхідний для проходження повного циклу розвитку рослин, тобто період, протягом якого рослини, проявляючи активну життєдіяльність. Він визначається загальною кількістю тепла, виражений сумами активних або ефективних температур за період від початку вегетації (посіву) до визрівання рослин. Залежить від виду й сорту рослин, погодних та інших факторів і є показником того, наскільки дані зовнішніх умов відповідають біологічним особливостям рослини. Наприклад, для Житомирщини він триває від другої декади квітня до третьої декади жовтня.

Вбирна здатність ґрунту – властивість ґрунту сорбувати різні розчини, а також затримувати тверді частинки з рідини, які просочуються крізь ґрунт.

Вегетативна маса – сумарна маса вегетативних органів рослин.

Вегетаційний метод дослідження – полягає в тому, що рослини вирощують у вегетаційних посудинах, штучних, але агрономічно обґрунтованих умовах, які регулюються експериментатором. Для вегетаційних дослідів використовують посудини об'ємом 0,5–10,0 л, де в якості субстрату використовують землю, пісок або воду. Під час досліду посудини з рослинами поміщають у вегетаційні будиночки, теплиці або лабораторії штучного клімату.

Взаємодія факторів – одна з характерних особливостей екологічних факторів. Фактори природного середовища об'єднані в складні, комплексно пов'язані системи так, що зміна одного з них веде за собою зміну інших. Наприклад, зміна освітлення викликає зміну температури повітря, його вологості тощо. Ґрунтові умови значною мірою визначаються кліматом. Біотичні фактори впливають на атмосферні, едафічні й, у той же час, залежать від них. Антропогенні фактори перекривають решту факторів силою впливу, відрізняються найбільшою незалежністю від них. Фактори середовища взаємодіють між собою, видозмінюючи середовище і реакцію на нього організмів.

Вибірка – див. сукупність.

Вибірка велика – вибірка, число об'єктів у якій більше 30. Використовується при великому об'ємі генеральної сукупності та при сильному варіюванні досліджуваної ознаки.

Вибірка мала – вибірка, число об'єктів в якій рідко коли перевищує 10. Прикладом малих вибірок може бути кількість повторностей у досліді, яка найчастіше буває 3–6.

Вибірковий метод дослідження – полягає в тому, щоб при мінімальному, але достатньому обсязі вибірки з усієї сукупності об'єкта, одержати максимально повну інформацію. Для цього першочергово необхідно визначити ту кількість спостережень, з якої можна мати статистично достовірні результати на певному рівні довірливої ймовірності.

При кількісній мінливості об'єм вибірки визначають за формулою:

$$n = \frac{t^2 \cdot V^2}{S_x^2 \%}$$

де: t – стандартне значення критерію Стюдента;

V – коефіцієнт варіації;

$S_x\%$ – відносна похибка.

При якісній мінливості – за формулою:

$$n = \frac{t^2 pq}{S_p^2}$$

де: p – частка наявності ознаки;

q – частка відсутності ознаки;

S_p – похибка частки.

Значення t залежить від вибраного рівня ймовірності:

$t = 2$ – для 95% і $t = 3$ – для 99%-го рівня.

Вибір методу дисперсійного аналізу при обробці дослідних даних залежить від методу розміщення варіантів у польових дослідях. Так, для дослідів з рендомізацією варіантів на повторенні використовують дисперсійний аналіз рендомізованих повторень. Досліди, розміщені методом латинського квадрата, обробляють дисперсійним аналізом латинського квадрата, а для дослідів з розміщенням за латинським прямокутником – дисперсійний аналіз латинського прямокутника.

Багатофакторні досліді з рендомізованими повтореннями або з розщепленими ділянками обробляють відповідним методом

дисперсійного аналізу – рендомізованих повторень чи розщеплених ділянок.

У дослідах, розміщених методом повної рендомізації, а також у вегетаційних та лабораторних – дані обробляють дисперсійним аналізом повної рендомізації.

Вибір теми дослідження – найскладніша і найвідповідальніша складова кожного наукового дослідження. Це тривалий процес, що розпочинається із поступового вrostання науковців у певне коло наукових інтересів, нарощування та накопичення знань, фактів, матеріалів, документів, причому в певній галузі даної науки. При виборі теми враховують такі критерії, як актуальність, її новизна, перспективність. Під актуальністю теми розуміють її народногосподарське значення. Не менш важливим є визначення новизни досліджень з обраної теми. Тема дослідження має бути чітко сформульованою, відображати суть дослідження і відповідати потребам виробництва.

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

Вибір чинників досліду – врожай в досліді та його якість, стійкість рослин проти хвороб, шкідників, морозо- та посухостійкість їх впливають різні чинники: освітлення, сорт, вологість ґрунту та повітря, повітряний і поживний режими ґрунту, обробіток ґрунту та ін. Кожний чинник має характерну для нього ділянку визначення – сукупність усіх значень, які може мати даний чинник. Ці значення бувають кількісними (дози добрив чи гербіцидів, глибина обробітку ґрунту чи загортання насіння, площа живлення) і якісними (форми добрив, сорти та ін.). При математичному плануванні визначають основний чинник і вираховують його ефективність у співставленні з іншим.

Вибіркова сукупність – та група об'єктів (частина рослин) генеральної сукупності, яка потрапила в дослідження. Число рослин, які попали у вибірку сукупність, складають її об'єм. Вивчення вибірки дозволяє сформулювати загальний висновок щодо генеральної сукупності.

Вивчення земельної ділянки досліду – включає проведення ґрунтово-біологічного обстеження, визначення її історії, рослинного

покриву, рельєфу і мікрорельєфу. На земельній ділянці ведуть вирівнювальні і рекогносцирувальні (розвідувальні) посіви з роздрібненим обліком врожаю. Наслідки останнього є підставою для встановлення кількості повторностей, розміру і форми дослідних ділянок.

Види наукових досліджень – три види досліджень: фундаментальні, прикладні та пошукові.

Фундаментальні – спрямовані на відкриття та вивчення нових явищ і законів природи, виявлення нових принципів дослідження. Такі дослідження ведуться на межі відомого і невідомого, мають найвищий ступінь невизначеності.

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

В агрономії прикладні дослідження спрямовані на вивчення факторів життя рослин і взаємозв'язків між рослиною і середовищем на створення перспективних сортів і гібридів.

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

Визначення ґрунтової однорідності ділянки за рекогносцирувальним посівом – рекогносцирувальні або розвідувальні посіви застосовують для виявлення варіювання родючості ґрунту на земельній ділянці за допомогою обліку врожайності на окремих ділянках, виділених на посіві. Одночасно з виділенням ділянок складають план рекогносцирувального посіву, на кожній ділянці якого зазначають умовними знаками або записують урожайність числами. Це дає змогу побудувати варіаційний ряд і зобразити його графічно. Якщо крива варіаційного ряду має не одну вершину, а, наприклад, дві, то площа рекогносцирувального посіву має дві самостійні і різні за родючістю частини. На кожній із них треба розміщати окремі повторення або закладати окремі досліди.

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

Вилягання – згинання або зламування стебел рослин біля їх основи під тиском вітру та дощу.

Вимерзання – загибель рослин або їх частин від утворення в їх тканинах льоду.

Вимоги до внесення добрив – при використанні органічних добрив їх добре перемішують, відважують необхідну дозу і переносять її на дослідну ділянку в пункти, що попередньо були позначені кілочками. По завершенню поділяночного розподілу негайно приступають до рівномірного розшарування добрив по всій площі кожної дослідної ділянки. При використанні в досліді мінеральних добрив заздалегідь роблять їх наважки у відповідності до схеми досліду. Кожну наважку розміщують в окремий пакет, на якому зазначають номер варіанту, повторення та вид добрива. Такі пакети розкладають на ділянки і приступають до його внесення. Щоб досягти рівномірного розподілу визначеної дози на площі ділянки – спочатку вносять половину зваженої дози, уздовж ділянки, а другу – поперек. На великих ділянках добрива доцільніше вносити сівалками.

Вимоги до добрив у досліді – органічні добрива використовують лише ті, які є однорідними за своїм складом, походженням, ступенем розкладу та вологістю. Доза розраховується від загальної маси на одиницю площі (т/га) і обов'язково на кожну ділянку зокрема. Мінеральні добрива повинні бути свіжими, сипкими і мати паспорт про вміст діючої речовини. Масу добрив для кожної ділянки розраховують за формулою:

$$M = \frac{ДП}{100e},$$

де M – маса добрив на ділянку, кг;

$Д$ – доза добрива, кг/га діючої речовини;

$П$ – площа дослідної ділянки, м²;

e – вміст діючої речовини у добриві, %.

Вимоги до земельної ділянки досліду – першою і найважливішою вимогою є її типовість або репрезентативність, яка полягає в тому, що рельєф, крутизна схилу, його експозиція, ґрунт, підґрунтя та рівень залягання ґрунтових вод у досліді мають бути ідентичними тим умовам, у яких вирощують дослідну культуру в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, області, районі. У досліді слід дотримуватися і виробничої типовості, тобто орієнтуватися на передову агротехніку. Друга вимога до земельної ділянки полягає в її однорідності за ґрунтовим покривом. Це зумовить розмістити варіанти на повтореннях, а повторення на земельній ділянці досліду –

в порівняльні умови і зменшити вплив систематичних похибок на достовірність дослідних даних.

Вимоги до обробітку ґрунту – обробіток ґрунту проводять високоякісно одночасно і однаково на всіх ділянках досліду за умови, якщо він є лише агрофоном. При оранці плуг включають у роботу за 1 м до межі дослідних ділянок. Першу борозну проводять по заздалегідь відбитій лінії і поперек довжини ділянок кожного повторення. На ділянках з вирівняним рельєфом, незалежно від їх форми, оранку проводять в обох напрямках, а на схилових площах – поперек схилу. Дозволяється також загінна оранка і тільки в один бік, щоб на ділянках не було звальних або роз'ємних борозен.

Вимоги до догляду за рослинами в досліді – на дослідних посівах у порівнянні з виробничими більш чітко виконують усі агротехнічні процеси з детальним регулюванням усіх машин і знарядь в оптимальні і найстисліші строки. З появою сходів визначають їх рівномірність, наявність просівів, відбивають захисні смуги, поновлюють бокові межі ділянок, розставляють на них кілочки.

Розпушування міжрядь, підгортання, підживлення, хімічну боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками на всіх ділянках досліду проводять на однаково високому агротехнічному рівні. На дільниці встановлюють стенд з описом досліду, а на ділянках – етикетки. Дороги і доріжки підтримують у чистому стані.

Вимоги до кількості повторень в досліді – суттєві відміни, що стосуються однофакторних дослідів з якісними (дискретними, переривчастими) і кількісними (непереривчастими) факторами. Полягають вони в тому, що в першому випадку найважливішим є встановлення ефекту варіанту з мінімальною його похибкою і тому в досліді дотримуються 4–6 разової повторності. У другому випадку за показниками дослідних варіантів слід побудувати криву відгуку, а для цього потрібна достатня кількість градацій вивчаючого фактора в широкому діапазоні. Тому зі збільшенням числа варіантів кількість повторностей зменшується до 3–4.

Вимоги до сівби та садіння – сівбу проводять згідно з рекомендаціями наукових установ для певної ґрунтово-кліматичної зони.

Напрямок сівби – перпендикулярно до довжини дослідної ділянки. Перший прохід агрегату роблять по туго натягнутому шнуру або по відбитій борозні.

Сівалку включають у роботу за 1 м до початку дослідної ділянки, а виключають через 1 м після її виходу за межі ділянки. Забороняється зупиняти сівалку на дослідній ділянці, бо це призведе до просівів. Якщо з якихось причин агрегат зупинився, сівалку переміщують назад на 1 м. Слід досягти того, щоб на кожній ділянці була однакова кількість рядків, а крайні з них, щоб розміщувались на відстані половини міжряддя від меж ділянок. Вагову норму висіву насіння розраховують за формулою:

$$H_e = H_{um} \times a,$$

де H_e – вагова норма насіння, кг/га;

H_{um} – норма висіву насіння в млн шт. на 1 га;

a – маса 1000 насінин, г.

Вимоги до схеми однофакторного дослідю – схема має мати всі градації вивчаючого фактора, які відповідають трьом ділянкам кривої відгуку – лімітуючій, стаціонарній та інгібуючій. Лише при цьому можна виявити в експерименті кращі варіанти і ті, у яких ефект лише виявляється або пригнічується.

Вимоги до теми експерименту – обрана тема дослідження повинна бути конкретною і чітко сформульованою, відображати суть досліджень і відповідати потребам виробництва.

Вимокання рослин – процес ослаблення чи навіть повна загибель рослин від нестачі кисню в перезволожених або тимчасово затоплених водою місцях поля.

Випадкове (рєндомізоване) розміщення варіантів – таке розміщення варіантів дослідю, коли їх послїдовність у межах кожного повторення визначається жєребкуванням або за таблицею випадкових чисел. Метод застосовується, якщо в межах повторення варіювання родючості ґрунту мінімальне, а між повтореннями воно може змінюватися більшою мірою. Метод рєндомізованих повторень є ортогональним, тобто в кожному повторенні є повний набір варіантів і кожний з них трапляється лише раз. Саме це надає методу найбільшої стійкості та гнучкості.

Випадковий метод розміщення – метод, в якому місце варіантів визначають за таблицею випадкових чисел.

Випадкові і закономірні варіювання врожаю на ділянках дослідю. Випадкові обумовлені незначною зміною родючості ґрунту. Показники врожаїв із ділянок коливаються навколо деякого середнього значення. Ці коливання суттєво не змінюються при переході від ділянки до ділянки.

При закономірному варіюванні відмінності між урожаєми груп ділянок статистично достовірні. Показники врожаїв культури при переході від ділянки до ділянки характеризуються більш високими або, навпаки, більш низькими значеннями. Цей тип мінливості показників врожаїв пояснюється закономірним варіюванням родючості ґрунту на дослідній ділянці.

Випадкові похибки – зумовлюються непередбачуваними в досліді факторами і є неминучими. Вони виявляються під впливом випадкового варіювання родючості ґрунту або індивідуальної мінливості рослин. Ці похибки можуть завищувати або занижувати результати досліджень, їх дія різноспрямована. Особливістю цих похибок є те, що вони взаємно компенсуються і при збільшенні кількості спостережень (повторностей) зменшуються. Причиною випадкових похибок може стати нерівномірне, вибіркове пошкодження рослин на окремих ділянках або ураження їх хворобами.

Випадкові фактори порушення однорідності умов досліді – дотримання відстані між місцезоташуванням земельної ділянки і оточуючими факторами: площу для досліді вибирають далі від лісу – за 50–70 м, від лісосмуг – не ближче 1,5 – 2 її висоти, від суцільних огорож, ґрунтових доріг – не ближче як 25–20 м, не варто розміщати досліді поблизу населених пунктів та тваринницьких приміщень. Після обрання земельної ділянки звертають увагу на місця, де були літні стоянки худоби, ґрунтові дороги тривалого користування, глибокі канали і ями, будівлі, скирти соломи, купи гною тощо. Якщо щось із них виявлено, то площа не є досліді придатною.

Випирання рослин – витиснення на поверхню ґрунту вузла кушніння внаслідок механічного тиску на тканини рослин льодяної кірки під верхнім шаром ґрунту. Часто випирання супроводжується розривом кореневої системи рослин.

Випрівання рослин – процес виснаження та часткової або й повної загибелі озимих рослин у результаті продовження їх життєдіяльності без світла під снігом, який випав на незамерзлий ґрунт.

Вирівнювальний посів – суцільний посів однієї культури на всій площі земельної ділянки досліді з метою вирівнення її ґрунтового покриву за родючістю. Тривалість застосування цих посівів – 2–3 роки. Ефект їх дії полягає в наступному: у місцях, де родючість ґрунту вища, врожай культур буде теж вищим і з ґрунту

буде винесено більше поживних речовин. Там, де родючість нижча, з урожаєм буде винесено з ґрунту менше поживних речовин. За 2–3 роки родючість ґрунту під цими посівами вирівнюється. Проте, вирівнювальний посів неспроможний нівелювати строкатість ґрунтового покриву, якщо вона зумовлена різними типами ґрунту, підґрунтями чи рівнем залягання ґрунтових вод.

Виробничий контроль – це варіант досліду, який добре вивчений і широко впроваджений на виробничих посівах у даному районі. Наприклад, якщо з чотирьох доз добрив – 30, 60, 90 і 120 кг/га – доза 60 кг/га застосовується на виробничих посівах, то вона має бути взятою за виробничий контроль; у дослідах, де вивчається різна глибина обробітки, за контроль беруть ту глибину, на яку раніше обробляли ґрунт, у дослідах з попередниками – за контроль беруть найбільш поширений і найкращий в структурі посівних площ попередник.

Виробничі досліди – це комплексне науково поставлене дослідження, метою якого є вивчення не окремих елементів агротехніки, а систем технологій, організаційно-господарських заходів, встановлення економічної ефективності впроваджених технологій чи систем землеробства.

Висновок – остаточна думка або логічний підсумок, зроблений на основі спостережень і обліків при розгляді певних фактів. Наприклад, якщо при вирощуванні на одному й тому ж фоні удобрення спостерігається вилягання рослин озимої пшениці лише одного сорту, то дослідник робить висновок про схильність цього сорту до вилягання. Висновок – складова частина будь-якого звіту про наукову роботу, яка може включати, залежно від розміру наведеного в результативній частині матеріалу, різну кількість невеликих за об'ємом, але конкретних і чітких за редакцією пунктів.

Відбір – в агрономії відбирання ґрунтових чи рослинних зразків для наступного їх аналізу.

Відзив – характеристика і різнобічна оцінка наукової роботи чи друкованої праці з визначенням її актуальності, теоретичної та практичної значущості, придатності для певного використання і відповідності установленим вимогам.

Відновлення дат, що випали – випадання дат на вибракуваних ділянках досліду, що певною мірою ускладнює статистичний аналіз дослідних даних. Причинами випадання можуть бути сильні зливи, град, вибіркове пошкодження зернових культур птахами,

шкідниками, хворобами тощо. Відсутність показників урожайності на окремих ділянках може сильно вплинути на зміну середніх арифметичних, зменшуючи або збільшуючи їх, що, в свою чергу, призведе до виникнення похибок. Щоб запобігти цьому вдаються до відновлення відсутніх дат за формулою:

$$X_{\text{відн}} = \frac{lV + np - \sum X}{(l-1)(n-1)},$$

де l – кількість варіантів;

V – сума дат у тому варіанті, де випала дата;

n – кількість повторностей;

p – сума дат у повторенні, де дата, що випала;

$\sum X$ – сума дат у досліді, за винятком дати, що випала.

Відновлену дату переносять у таблицю на місце тієї, що випала, і проводять відповідну статистичну обробку.

Відносна похибка вибіркової середньої – визначається за формулою:

$$S_{x\%} = \frac{S\bar{x}}{\bar{x}} \times 100,$$

де s_x – похибка вибіркової середньої;

\bar{x} – середня арифметична вибірки.

Іноколи ця похибка приймається за точність досліду (p) і використовується навіть для вибракування дослідів. Щоб переконатися в справедливості цього, можна звернутись до такого прикладу: в досліді з зерновими культурами, що велися на ділянках з низькою середньою і високою родючістю ґрунту одержали середній врожай 14, 25 і 45 ц/га відповідно. При цьому похибка цих середніх є рівнозначною і становить, наприклад, $s_x = 1,5$ ц/га. За цих умов оцінка дослідів за відносною похибкою призведе до наступного: в першому досліді за наведеною формулою $s_x\%$ або P становитиме 10,7 %, що змушує дослід вибракувати, у другому випадку $s_x\% = 6$ %, що спонукає до пошуку причин низької точності і в третьому досліді при $P = 3,3$ % точність вважається високою. Наведене засвідчує, що оцінка дослідів за $s_x\%$ чи P в окремих випадках (першому) є хибною і не може використовуватись як узагальнена оцінка істотності дослідів.

Віха – жердина, гілка, якою позначають межі ділянки.

Властивості ґрунтів фізичні – властивості ґрунтів загальні (агрегатний склад, об'ємна маса, структура, пористість), водні (вологоємність, водопроникність, капілярність), фізико-механічні (пластичність, липкість, набухання, опір, деформація, тертя) і теплові.

Вода доступна – вода, яку може спожити рослина із загальних запасів ґрунтової води. Визначається вона за різницею між кількістю всієї і недоступної води.

Вода недоступна – частина ґрунтової води, яка не може бути використана рослинами. Її кількість для окремих ґрунтових відмін визначається за допомогою вологості стійкого в'янення.

Вода продуктивна – частина доступної води, витрачена рослиною на утворення врожаю.

Водневий показник (рН) – величина, якою характеризується кислотність, лужність розчинів, зокрема ґрунтового розчину, соку рослин інших середовищ. Дорівнює від'ємному десятковому логарифмові концентрації іонів водню. За відношенням до реакції середовища розрізняють ацидофільні види, які найкраще розвиваються у кислому середовищі (рН нижче 7), ацидоаеробні, які пригнічуються у кислому середовищі, базіофільні види, які найкраще розвиваються у лужному середовищі (рН вище 7) та відповідно базіофобні. Для більшості рослин і мікроорганізмів оптимальною є нейтральна реакція середовища. Виділяють також ацидо- і базитолерантні види організмів.

Вологість ґрунту – показник, який характеризує вміст води в ґрунті. Він виражається у відсотках від маси сухого ґрунту (вагова вологість), у відсотках від об'єму сухого ґрунту (об'ємна вологість) і у відсотках від повної або найменшої вологоємності (відносна вологість).

Вологість рослин – показник, який характеризує вміст води в рослинному організмі. Він виражається у відсотках від маси сирової речовини і розраховується за формулою:

$$V_p = \frac{M}{P_c} * 100,$$

де V_p – вологість рослини, %;

M – маса води, що випарувалась;

P_c – маса сирової речовини рослинного зразка;

100 – число для перерахунку у відсотках.

Вологість повітря – вміст водяної пари в повітрі, одна й найсуттєвіших характеристик погоди і клімату. Характеризується низкою величин: абсолютною і відносною вологістю, дефіцитом вологості, відношенням суміші (маси водяної пари до маси сухої пари в тому ж об'ємі).

Вологоємність ґрунту – властивість ґрунту поглинати і утримувати певну кількість вологи. Розрізняють повну, капілярну і найменшу або польову вологоємність ґрунту.

Вологозабезпеченість рослин – відновлення наявного в ґрунті запасу продуктивної вологи до запасу її при нормальній вологоємності ґрунту: відношення наявного в ґрунті запасу продуктивної вологи до запасу оптимального для даної фази розвитку с.-г. культур.

Г

Габітус – зовнішній вигляд рослинного організму, який визначається за сукупністю обрисів морфологічних ознак.

Генеральна сукупність – група об'єктів, що підлягає вивченню. Наприклад, усі рослини пшениці, які ростуть на певній ділянці, є генеральною сукупністю.

Географічні досліді (масові) – проводять у різних ґрунтово-кліматичних зонах за єдиною методикою, розробленою координаційним науковим центром. Такі досліді з сортами веде Державна комісія по сортовипробуванню сільськогосподарських культур. Вона узагальнює результати досліджень і визначає райони впровадження нових, більш продуктивних сортів.

Гіпотеза – наукове припущення, істинне значення якого на даний час є невизначеним. Розрізняють гіпотези як метод розвитку наукових знань і як складову частину наукової теорії. Якщо гіпотеза висувається на основі певних знань, то вона вважається науковим припущенням. У решті випадків гіпотеза – це здогадка того, хто її висуває.

Гіпотеза нульова – припущення про відсутність реальної різниці між результатами фактичних спостережень (x_T), – записується так:

$$\bar{x}_f - \bar{x}_T \approx (\text{або } =) 0$$

Головна книга досліді – польовий журнал, в якому записується програма досліджень.

Горизонт ґрунту – відносно однорідний шар, що виділився у процесі ґрунтоутворення і розміщений, в основному, паралельно поверхні.

Горизонт гумусний – генетичний горизонт, який являє собою верхній шар ґрунту з темним забарвленням, що може містити до 30 % органічної речовини.

Грубі похибки – це прорахунки у процесі наукової роботи. Виникають при порушенні основних вимог до досліду, необачливості або ж неналежному чи невмілому виконанні робіт. Наприклад, якщо при зважуванні врожаю неправильно записали його масу або відліки шкали приладів, порушена нумерація ділянок, глибина оранки, доза внесення добрив, норма висіву тощо. При виявленні таких похибок слід вважати браком окремі ділянки, повторення або ж весь дослід.

Групування – процес об'єднання об'єктів досліджень за спільністю або подібністю властивостей чи ознак. Використовується для побудови варіаційних рядів при обрахуванні статистичних характеристик великих вибірок.

Гуміфікація – процес біохімічного перетворення органічних решток рослинного і тваринного походження до високомолекулярних органічних сполук під впливом мікроорганізмів.

Гумус – органічна речовина ґрунту, що утворилась внаслідок розкладу рослинних і тваринних решток та продуктів життєдіяльності організмів. Складається з гумусових кислот (гумінових і фульвокислот), гуміну та ін. Утворюється внаслідок гуміфікації продуктів розкладу органічних решток. У гумусі містяться основні елементи живлення рослин. Ґрунти, багаті на гумус, мають високий рівень родючості.

Густота рослин – кількість рослин на одиниці площі (шт./м², тис. шт./м², млн шт./га). Визначається цей показник у період повних сходів (для розрахунку польової схожості насіння) і перед збиранням (для розрахунку процентного виживання рослин за вегетацію). На посівах просапних культур густота рослин визначається і після кожного механічного обробітку ґрунту, щоб встановити кількість травмованих знаряддями обробітку рослин.

Густота стеблестою – кількість стебел на одиниці площі (шт./м², тис.шт./м², млн шт./га). Якщо враховується густота всіх стебел, то це буде загальна густота стеблестою, а за обліку лише продуктивних стебел визначається густота продуктивного стеблестою. Використовуються ці показники для розрахунків коефіцієнта куціння рослин.

Густота сходів – кількість рослин у фазу повних сходів на одиниці площі (шт./м², тис.шт./м², млн шт./га). Цей показник може

визначатись в окремі дні від появи перших сходів до повних для визначення дружності сходів та польової схожості висіяного насіння.

Д

Дактиль-метод – такий метод розміщення варіантів, за якого контроль передбачається через кожні два дослідні варіанти.

Дата сумнівна – дата, величина якої значно відхиляється від інших і викликає сумнів щодо її належності до певного варіаційного ряду. Її сумнівність встановлюється статистично за умови перевищення фактичного значення критерію тау (τ) над теоретичним.

Дедукція – метод досліджень, який дає змогу за допомогою знання загальних положень і фактів розпізнати щось окреме (часткове). Наприклад, якщо відомо, що особливістю високорослих сортів озимої пшениці є наявність довгого міжвузля і схильність до вилягання, то за дедуктивним методом можна передбачити у низькорослих сортів пшениці коротке міжвузля і високу стійкість до вилягання. Дедуктивно також можна оцінити умови азотного живлення рослини за інтенсивністю зеленого забарвлення листя.

Демонстраційні досліди (показові) – закладають для пропаганди досягнень науки та передового досвіду, щоб наочно показати переваги нових технологій чи сортів в конкретних умовах району. Ведуться за методикою, яка б забезпечила повну механізацію вирощування дослідних культур тими машинами і знаряддями, які використовуються у виробництві.

Дилема – логічне міркування з двома виставленими протилежними положеннями, які суперечать одне одному і виключають можливість третього.

Динаміка – стан руху, хід розвитку чи зміни будь-чого, що є об'єктом досліджень. Наприклад, динаміка наростання надземної маси рослин.

Дисертація – наукова робота, яку захищають на спеціалізованій вченій раді для присудження наукового ступеня кандидата чи доктора наук в певній галузі знань.

Дисперсійний аналіз – метод аналізу результатів експерименту, який полягає в розкладанні (розподілі) загальної суми квадратів відхилень (C_y) і загальної кількості ступенів свободи ($N - 1$) на частини або компоненти відповідно структурі експерименту і оцінка значущості дії і 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 аналіз розроблений і введений у практику сільськогосподарських і біологічних досліджень англійським математиком Р.Фішером, який відкрив закон розподілення відношення середніх квадратів (дисперсій).

Дисперсійний аналіз однофакторного польового дослідження – застосовується з певними відміними залежно від типу статистичного комплексу. При обробці однофакторних комплексів, які складаються із декількох незалежних вибірок (l -варіантів), загальна мінливість результативної ознаки, що вимірюється загальною сумою квадратів C_y розчленовується на два компоненти: варіювання між вибірками (варіантами) C_v і в середині вибірок C_z . У загальній формі мінливість ознаки буде представлена виразом: $C_y = C_v + C_z$.

При обробці однофакторних суміщених статистичних комплексів, коли варіанти зв'язані між собою загальною контролюючою умовою – наявністю 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:

$$C_y = C_p + C_v + C_z,$$

$$N - 1 = (n - 1) + (l - 1) + (n - 1)(l - 1)$$

Суми квадратів відхилень за даними польового дослідження з l -варіантами і n -повтореннями знаходять наступним чином.

Спочатку за вихідною таблицею визначають суми показників за повтореннями – ΣP , варіантами – ΣV і загальну суму всіх спостережень ΣX .

Далі обчислюють такі показники:

1. Загальне число спостережень

$$N = l \cdot n$$

2. Корегуючий фактор

$$C = (\Sigma X_1)^2 : N$$

3. Загальна сума квадратів

$$C_y = \Sigma X_1^2 - C$$

4. Сума квадратів для повторень

$$C_p = \frac{\Sigma P^2}{l} - C$$

5. Сума квадратів для варіантів

$$C_v = \frac{\sum V^2}{n} - C$$

6. Сума квадратів для похибки

$$C_z = C_y - C_p - C_v$$

7. Число ступенів свободи (ν):

- загального варіювання (розсіювання) $\nu_y = N - 1$
- варіювання (розсіювання) повторень $\nu_p = n - 1$
- варіювання (розсіювання) варіантів $\nu_v = l - 1$
- залишкове варіювання (розсіювання) $\nu_z = (l - 1)(n - 1)$

8. Середній квадрат або дисперсія:

- варіантів $S_v^2 = C_v : \nu_v$
- залишку $S_z^2 = C_z : \nu_z$

9. Критерій Фішера:

- фактичний $F_{\text{факт}} = S_v^2 : S_z^2$
- теоретичний (за таблицею Фішера) $F_{\text{теор}}$

10. Співставляють $F_{\text{факт}}$ з $F_{\text{теор}}$:

якщо $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$ – серед надбавок досліджу є істотні;

якщо $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$ – в досліді суттєві надбавки відсутні.

11. При виявленні співвідношення $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор}}$ знаходять:

- похибку різниці середніх: $S_d = \sqrt{2S_z^2 : n} = \sqrt{2S_z^2 : n}$
- найменшу істотну різницю $HIP_{05} = t_{05} \times S_d$

Значення t-критерію для прийнятого рівня значущості та числа ступенів свободи залишкового варіювання беруть із таблиці.

Дисперсія вибірки (S^2) – основний статистичний показник варіювання мінливості ознаки об'єктів вибірки, що вивчається. Вона є часткою від ділення суми квадратів відхилень: $\sum(x - \bar{x})^2$ на число всіх вимірів без одиниці – $n - 1$:

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

Для згрупованих спостережень:

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

Дисперсія досліджу – це розсіювання даних досліджу і розчленування загального варіювання врожаю чи інших показників на складові частини. Найбільш застосовувані – дисперсія варіантів (S_v^2) та дисперсія похибки (S_z^2). Останню інколи називають дисперсією залишку. Співвідношення цих двох дисперсій є тим основним критерієм, який дає змогу дати загальну оцінку

достовірності різниць між середніми арифметичними (надбавку врожаю по варіантах) або загальну оцінку достовірності досліду. Визначають дисперсії за формулами:

$$\text{дисперсія варіантів} - s_v^2 = \frac{C_v}{x-1};$$

$$\text{дисперсія похибки} - S_z^2 = \frac{C_z}{(n-1)(l-1)}.$$

Добрива – речовини органічного (біологічного) і неорганічного походження, які застосовують для поліпшення умов живлення рослин з метою підвищення врожаю і поліпшення його якості.

Добриво бактеріальне – бактерії, які переводять органічні чи важкозасвоювані мінеральні речовини в форми, які легко засвоюються рослинами.

Добриво мінеральне – хімічна сполука, добута із надр чи промислово отримана, яка містить у великій кількості один або декілька основних елементів живлення (азот, фосфор, калій), мікроелементи чи продукти типу вапна, золи, що здатні покращувати хімічні або структурні характеристики ґрунтів.

Добриво органічне – перегній, торф, гній, компости, зелені добрива. Бактеріальні добрива, будь-які продукти напіврозпаду рослинних решток або біологічні добрива, що сприяють розвитку корисної мікрофлори ґрунтів.

Догляд за рослинами та дослідом – за дослідними посівами доглядають так само, як і за виробничими, але більш чітко виконують усі агротехнічні процеси з детальним регулюванням усіх машин і знарядь. Так, розпушування міжрядь, підгортання, підживлення, хімічну боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками на всіх ділянках досліду проводять на однаковому високому агротехнічному рівні.

На досліді устанавлюють стенд з його описом, а на ділянках – етикетки. Дороги і доріжки підтримують у чистому стані протягом проведення досліду.

Догма – учення чи окреме положення, що приймається як незаперечна, вічна і незмінна істина на всі часи.

Доповідь – прилюдне повідомлення на певну тему або текст такого повідомлення.

Дослід, експеримент в агрономії – штучне створення різних умов для досліджуваних рослин з метою виявлення найбільш ефективних у процесі обліків і спостережень.

Дослід агротехнічний – польовий дослід, в якому об'єктом дослідження може бути один, два чи декілька елементів (заходів) агротехніки (обробіток ґрунту, удобрення, норми висіву насіння, строки чи способи сівби, догляд за посівами тощо).

Дослід вегетаційний – дослід, закладений у посудинах, які можуть бути скляними, металевими, глиняними, пластмасовими чи дерев'яними і розміщуватись у вегетаційних будиночках. Як поживний субстрат частіше використовують ґрунт, рідше – пісок, гравій чи воду. Такі дослідні закладки закладаються для вивчення дії чи взаємодії факторів у контрольованих умовах, де можна регулювати практично всі режими – поживний, водний, повітряний, тепловий, світловий.

Дослід вегетаційно-польовий – дослід, який закладається в умовах поля в металевих циліндрах, у яких ґрунт відокремлюється лише з боків, а знизу він безпосередньо контактує з ґрунтом поля. Використовуються такі дослідні закладки для локалізації умов, які створюються дослідником при використанні досліджуваного фактору.

Дослід виробничий – польовий дослід, який закладається безпосередньо в умовах виробництва і в якому вивчають не окремі елементи агротехніки, а цілі технології. Місцем проведення таких дослідів є, як правило, передові господарства з високою культурою землеробства.

Дослід двофакторний – польовий дослід, який закладають для вивчення ефективності одночасно двох досліджуваних факторів.

Дослід довготривалий – стаціонарний польовий дослід, який закладають в наукових установах і навчальних закладах для проведення досліджень за однією програмою впродовж тривалого (більше 50 років) періоду.

Дослідження – процес вивчення досліджуваного об'єкту чи умов, які створюються для нього під впливом дії того чи іншого фактору. Незалежно від тематики чи напряму дослідної роботи дослідження є основні і допоміжні. У таких дослідних закладах, наприклад, порівнюють ефективність вирощування різних культур в умовах сівозміни і беззмінного посіву.

Дослід короткочасний – тимчасовий польовий дослід, який закладають для проведення досліджень протягом 3–10 років. Об'єктом досліджень в таких дослідних закладах є окремі елементи технології вирощування сільськогосподарських культур, кращі з яких рекомендують виробництву.

Дослід крупноділянковий – польовий дослід з ділянками розміром більше 50 м². У межах 50–100 м² планується розмір ділянок з культурами звичайного рядкового способу сівби, а з просапними культурами цей показник може зростати до 200 м².

Дослід лабораторно-польовий – польовий дослід з розміром ділянок 11–50 м². У таких дослідах вивчаються переважно варіанти, які виявились кращими в дрібноділянкових дослідах.

Дослід лізиметричний – дослід, базою якого є обмежене з боків і знизу ґрунтове середовище у відкритій місцевості. Він є проміжним між польовим і дослідом у штучно регульованих умовах.

Дослід однофакторний – польовий дослід. Який закладають для вивчення ефективності лише одного якогось фактора.

Дослід розвідувальний – тимчасовий польовий дослід, який проводиться протягом 1–2 років з метою виявлення серед великої кількості варіантів тих, які можуть бути перспективними для подальшого вивчення.

Дослід сортовипробувальний – польовий дослід, у якому об'єктами досліджень є різні сорти чи гібриди.

Дослід стаціонарний – польовий дослід. Закладений на спеціально відведеній площі для проведення довготривалих досліджень. За тривалістю проведення поділяються на багаторічні і довготривалі.

Дослід тимчасовий – польовий дослід, який для повторення в часі щорічно закладають на новій ділянці земельного масиву. Об'єктами досліджень в таких дослідах є питання, які можна вивчити за відносно короткий (1–3 роки) термін.

Досліди з обліку ефективності нових агрозаходів – ведуться з метою перевірки у виробничих умовах рекомендацій наукових установ та їх вдосконалення у конкретних умовах виробництва – ґрунтового середовища, культури землеробства, рівня механізації тощо. При цьому в полі на загальних посівах, у різних місцях виділяють 3–4 контрольні смуги шириною, кратною ширині збирального агрегату. На цих смугах застосовують новий агрозахід або нову технологію. На контрольних смугах нові заходи не застосовуються.

Досліди з сортовипробування – досліди, в яких порівнюються за однакових умов генетично різні рослини, служать для об'єктивної оцінки сортів і гібридів сільськогосподарських культур. З наслідками

цих дослідів ведеться впровадження кращих сортів і гібридів у сільськогосподарське виробництво.

Досліди масові – польові досліди, які закладають у різних ґрунтово-кліматичних зонах за єдиною схемою, розробленою координаційним центром. Ці центри розробляють програму досліджень і обумовлюють методику їх проведення, узагальнюють результати і розробляють відповідні рекомендації.

Досліди поодинокі – досліди, які закладають за схемою, розробленою окремим дослідником, рідше – групою дослідників без координації головною науковою установою.

Досліди-проби – проводять у виробництві з метою виявлення агрозаходів вдосконалення технології вирощування певних культур, посилення їх росту, підвищення врожаю та його якості. При закладці на виробничих посівах виділяють смуги шириною на один прохід жатки або комбайна.

Дослідна ділянка – елементарна одиниця польового дослідів, частина площі земельної ділянки дослідів, певного розміру та форми, яка призначена для розміщення окремого варіанту схеми дослідів. Так, у дослідів з попередниками під озиму пшеницю на одній дослідній ділянці може бути лише один з попередників – багаторічні трави, горох чи ін. при вивченні сортів на одній дослідній ділянці висівають лише один із сортів, що входить у схему дослідів.

Розмір дослідної ділянки залежить від призначення і завдання дослідів, культури, ступеня і характеру строкатості, родючості ґрунту, агротехніки. Найдоцільнішою є ділянка, розмір якої дозволяє проведення всіх польових робіт із максимальним застосуванням механізації, включаючи і збирання врожаю. На практиці дослідної справи широко використовуються ділянки розміром від 50 до 200 м.

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

Дослідне поле – структурна одиниця наукових установ чи навчальних закладів, на яких проводять різні за тривалістю досліди.

Дослідний варіант – це рослина, яку вивчають (або сорт), умови вирощування, агротехнічний прийом або їх поєднання. Один або декілька варіантів, з якими порівнюють дослідні варіанти, називають контролем або стандартом. Сукупність дослідних і

контрольних варіантів, що об'єднані загальною ідеєю, складає схему досліду.

Дослідні варіанти – варіанти, в яких вивчаються нові або мало поширені і на даний час недостатньо вивчені заходи агротехніки, сорти і гібриди.

Дослідні станції – науково-дослідні установи, які розробляють і рекомендують виробництву агротехнічні, організаційно-господарські та інші заходи поліпшення агротехнології стосовно конкретних природно-економічних умов.

Достовірність досліду – визначається порівнянням розрахункового критерію Фішера з теоретичним. Якщо розрахунковий критерій більший за теоретичний, то це засвідчує про статистичну достовірність усього досліду. Це означає, що між окремими середніми арифметичними деяких варіантів досліду є достовірна різниця. Для виділення таких варіантів розраховують найменшу істотну різницю (НІР).

Достовірність досліду по суті – визначається у випадку закладки і проведення досліду за логічно правильно побудованою схемою і методикою проведення дослідження, відповідністю їх поставленим перед дослідженням завданням, правильного вибору об'єкта та умов проведення даного досліду.

Доцільність вибіркового методу в пошуковій роботі – полягає в тому, щоб за мінімального, але достатнього обсягу вибірки з усієї сукупності об'єкта одержати максимально повну інформацію. Обсяг вибірки визначається тією кількістю спостережень, з якої можна мати статистично достовірні результати на певному рівні довірливої ймовірності.

Дрібноділянкові дослідження – використовують для попереднього вивчення окремих технологічних ланок вирощування культури: глибини загортання насіння, площ живлення, норм висіву, пошарового або локального внесення добрив тощо. Проводяться на дослідних ділянках, площею до 10 м² при 3–8-разовій повторності.

Е

Експедиційний метод досліджень – застосовується для вивчення і узагальнення агрономічних питань безпосередньо у виробництві за допомогою обстежень полів і посівів культур, які на них вирощують. Експедиційні обстеження дають можливість

з'ясувати причини вилягання хлібів, загибель озимих та багаторічних трав, дослідження умов вирощування високих та низьких урожаїв, вивчення причин погіршення або поліпшення якості продукції, дослідження вмісту у продукції пестицидів, радіонуклідів та нітратів, виявлення поширення злісних і карантинних бур'янів, хвороб та шкідників с.-г. рослин тощо.

Експеримент – метод пізнання, за допомогою якого в штучно створених дослідником умовах (у досліді) досліджуються об'єкти та процеси, що відбуваються в них. Цим методом перевіряються гіпотези, які висуваються при плануванні досліді. Він є найпоширенішим в агрономії і базується на виконанні різного виду обліків і спостережень, хоч спостереження може бути і самостійним методом агрономічних досліджень. Експеримент може бути фізичним і уявним.

Експеримент кількісний – фізичний експеримент, в якому об'єктом досліджень є кількісні показники: густина рослин, їх висота і маса, урожайність тощо.

Експеримент уявний – логічне мислення про зміну явищ і процесів при зміні умов, які небажано проводити у фізичному експерименті. Це стосується, наприклад, використання занадто високих норм пестицидів, які можуть зашкодити довкіллю, або ж вивчення явищ, яких не існує у природі.

Експеримент фізичний – експеримент, поставлений на конкретних об'єктах. Фізичні експерименти поділяються на кількісні і якісні.

Експеримент якісний – фізичний експеримент, в якому об'єктом досліджень є якісні показники: стійкість чи схильність рослин до ураження хворобами, вилягання, вимерзання тощо.

Експертиза – розгляд чи дослідження якогось питання з метою його об'єктивної оцінки; перевірка результатів (наприклад, дослідницької роботи), які викликають сумнів.

Експрес-аналіз – швидкий аналіз, який вимагає мало часу на його проведення. Використовується переважно для аналізу об'єктів з коротким терміном зберігання.

Експрес-метод – метод, який забезпечує одержання оперативної інформації про об'єкт дослідження.

Екстраполяція – поширення висновків, отриманих із спостереження над однією частиною явища на іншу його частину.

Екстремальний – той, що різко відрізняється від норми і характеризується крайніми фізичними показниками.

Елемент агротехніки – складова частина агротехніки у вигляді окремих заходів, якими може бути попередник, допосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, підготовка насіння до сівби, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю.

Етапи наукових досліджень – дотримання таких етапів:

- попередній аналіз існуючої інформації з досліджуваного питання;
- вивчення умов та методів розв'язання завдань;
- формулювання вихідних гіпотез та їх теоретичний аналіз;
- планування, організація дослідження та його проведення;
- аналіз та узагальнення результатів;
- остаточне формулювання нових закономірностей і законів, пояснення та наукові передбачення;
- впровадження пропозицій у виробництво.

Ж

Жеребкування – встановлення послідовності розміщення варіантів у досліді шляхом витягування жеребків під номерами, кожен з яких відповідає певному варіанту.

З

Забракований – той, що не відповідає певним вимогам; непридатний до використання.

Забур'яненість потенційна – можливий рівень забур'яненості посівів, зумовлений вмістом життєздатного насіння у верхньому шарі ґрунту.

Забур'яненість поля – показник окультуреності поля (ділянки посіву), який характеризується кількістю або масою бур'янів на одиницю площі. Визначається забур'яненість окомірним, кількісним і кількісно-ваговим методом.

Загальна площа дослідної ділянки – складається з облікової площі та площі захисної смуги, або ж вона визначається як добуток дійсної ширини на довжину дослідної ділянки.

Загальна схема наукового дослідження – вона охоплює такі етапи:

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

Загущеність – стан посівів чи насаджень, у яких густина рослин значно перевищує оптимальні для цього показника параметри.

Задача дослідження (завдання дослідження) – завдання, яке ставиться перед дослідником для вирішення певної мети.

Задум – план дій; намір.

Закладання досліду – процес перенесення схеми досліду в натуру, тобто на спеціально виділену під дослід земельну ділянку поля.

Закономірність – об'єктивно існуючий взаємозв'язок між предметами, явищами і процесами, який впливає з їхньої внутрішньої природи і сутності.

Замисел – план певних дій, рішення що-небудь зробити; провідна ідея.

Заокруглювання – вираження числа наближено, відкидаючи або додаючи дробові чи навіть цілі цифри.

Засміченість – стан за значенням “засмічений”. Наприклад, наявність бур'янів на посівах або іншого виду культурних рослин на посівах вирощуваних культур.

Засміченість ґрунту – наявність у ґрунті сторонніх тіл штучного і природного походження.

Захисна смуга дослідної ділянки – це крайові (бічні та кінцеві) смуги, які обмежують облікову площу зовні і захищають її від випадкових пошкоджень рослин. Ширина смуги визначається вивчаючим фактором. Якщо в досліді вивчають не сильнодіючі фактори – строк посіву, норма висіву, сорта та ін., то ширина захисної смуги становить 0,5–0,6 м, коли в досліді вивчають сильнодіючі фактори – добрива, гербіциди, пестициди та ін., ширина захисної смуги збільшується до 1,0–1,5 м. Захисні смуги не лише запобігають взаємовпливу на рослини різних агрозаходів чи сортів на сусідніх ділянках, а й захищають дослідні ділянки від потрапилих та інших пошкоджень.

Захисна смуга дослідю – це смуга шириною 8–10 м навколо повторень одноярусного дослідю і ярусів двоярусного дослідю. Ці смуги використовуються для розвороту ґрунтообробних, посівних та збиральних агрегатів, а також для захисту дослідних рослин від шкідливого впливу.

Зашифровування – засекречування чогось за допомогою шифру. Наприклад, під певними номерами дослідник може подати в лабораторію ґрунтові зразки для аналізу.

Збалансованість – доведення до оптимального співвідношення взаємно пов'язаних частин будь-чого. Це, наприклад, стосується оптимального співвідношення азоту, фосфору та інших елементів живлення рослин у ґрунтовому розчині.

Звіт – докладна інформація про виконану роботу. Може бути в усній чи письмовій формі.

Звіт науковий – документ, у якому детально подана інформація про виконання запланованих досліджень. Звіт може бути кварталним, річним і підсумковим. Річний і заключний звіти включають вступ, огляд наукової літератури, умови і методику проведення основних обліків і спостережень, результативну частину, висновки і рекомендації виробництву.

Зв'язок – співвідношення між різними факторами, явищами чи подіями, засноване на взаємозалежності і взаємообумовленості.

Зв'язок кореляційний – такий зв'язок між перемінними величинами, за якого певному значенню X відповідає не одне, а декілька значень Y , але середні із цих значень все-таки пов'язані із величиною X . Наприклад, одному значенню висоти рослини (X) може відповідати кілька значень маси рослини (Y) і навпаки.

Зв'язок функціональний – простий зв'язок між двома перемінними величинами, коли мінливість однієї ознаки (X) знаходиться в певній відповідності з мінливістю іншої (Y). У ряді випадків залежність між ознаками X і Y проявляється настільки сильно, що при зміні першої на певну величину друга також змінюється на певну величину.

Здібність – природний нахил до чого-небудь; обдарування, талант.

Здогад – думка або припущення, що ґрунтується на можливості чогось.

Земельна ділянка дослід (дільниця) – це земельна площа певного розміру та форми, яка обрана для закладки польового дослід.

Змикання листя – фаза розвитку коренеплідних культур, за якої листя однієї рослини впритул наближається до листя сусідньої рослини. При цьому окремо розрізняють період змикання листя в рядку і в міжряддях. За останнього листя практично повністю закриває поверхню міжряддя.

Знання – сукупність відомостей, набутих у процесі навчання. Знання з методики дослідної справи набувають під час вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень».

Значення – сутність чого-небудь, зміст.

Значимість – важливість чого-небудь, його роль.

Значущість (суттєвість) – міра об'єктивної можливості (ризик) зробити помилковий висновок при оцінці результатів дослід. При оцінці результатів польового дослід прийнято опиратися на п'ятипроцентний рівень значущості, при якому ризик зробити помилкове заключення (висновок) складає 5 %. При більш ретельній оцінці приймають однопроцентний рівень значущості. Ці рівні значущості, як правило, виражають частками одиниці – 0,05 і 0,01.

Зосередженість – зібраність думок чи уваги стосовно чогось і об'єкта досліджень зокрема.

Зразок – предмет, за яким можна скласти уявлення про інші подібні предмети. В агрономічних дослідженнях зразки бувають ґрунтові та рослинні.

Зразок ґрунтовий – проба ґрунту, відібрана для агрохімічного чи агрофізичного аналізу. На кожній ділянці польового дослід відбирають один зразок масою 400–500 г, який готують з 6–10 індивідуальних проб, відібраних по діагоналі ділянки.

Зразок рослинний – проба (частина) рослини або рослинної продукції. Відібрана для визначення вологості, хімічного складу чи якості за основними технологічними показниками.

Зумовлювати – бути причиною чого-небудь, викликати певні явища.

З'ясування – встановлення істини на основі певних відомостей.

I

Ігнорування – неприйняття до уваги чогось, інколи і суттєвого.

Ідентичність – тотожність, однаковість.

Імітація – точне відтворення умов середовища чи заходів, які визначають ці умови.

Імовірність (значущість) – міра об'єктивної можливості події. Відношення кількості сприятливих випадків до кількості всіх можливих випадків. Позначається імовірність (значущість) літерою P .

Імовірність значуща – рівень або поріг, імовірності, який виражається достатнім (гідним віри) для судження про достовірність статистичних показників, які одержуються на основі вибірових даних.

Інверсія – метод незвичайного вивчення об'єкту дослідження, протилежний попередньому загальноприйнятому вивченню.

Індекс – відносна величина, яка кількісно характеризує сукупність певних ознак.

Інститути – це установи, які працюють над розв'язанням теоретичних проблем сільськогосподарської науки і розробкою практичних рекомендацій щодо розвитку певних галузей агрономії.

Інститут науковий – установа, завданням якої є постановка і вирішення теоретичних проблем у певній галузі знань. Такі інститути несуть відповідальність за рівень наукових досліджень, а аграрні інститути – і за розробку рекомендацій і їх впровадження у сільськогосподарське виробництво. Спеціалізація кожного з наукових інститутів в основному відповідає певній галузі, в зв'язку з чим в структурі Академії аграрних наук України функціонують Інститути землеробства, зернового господарства, рослинництва, овочівництва, садівництва, виноградарства, пшениці, цукрових буряків, олійних культур, кормів тощо, а в межах кожної області – інститути агропромислового виробництва.

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

Інтервальна оцінка середньої арифметичної – оцінка ведеться на двох рівнях імовірності – $P_{0,95}$ та $P_{0,99}$. Попередньо обчислюють число ступенів свободи $v = n - 1$. Коли n – обсяг вибірки складає, наприклад, 40 то $v = 40 - 1 = 39$. При $v = 39$ за таблицею Стьюдента знаходять критерії $t_{0,95}$ та $t_{0,99}$,

які підставляють у формулу $\bar{x} \pm tS_{\bar{x}}$ ($t_{0,95} = 2,04$, $t_{0,99} = 2,75$). Добуток $tS_{\bar{x}}$ називається областю індивідуального розсіювання. У формулі $\bar{x} \pm tS_{\bar{x}}$, віднімаючи значення $tS_{\bar{x}}$ від середнього арифметичного і додаючи до нього це значення, маємо інтервальну оцінку. Для рівня $P_{0,95}$ вона, наприклад, становить $6,52 \div 7,50$ см, а для рівня $P_{0,99}$ – $6,34 \div 7,68$ см. Обчислений інтервал $6,52 \div 7,50$ на рівні надійної ймовірності 0,95 засвідчує, що значення середньої арифметичної генеральної сукупності знаходиться в межах $6,25 \div 7,50$ см.

Інтервальна оцінка частки при якісній мінливості – ведеться за формулою $p \pm ts_p$, де t – критерій Стюдента, s_p – похибка вибіркової частки. На рівні ймовірності $P_{0,95}$ значення $t = 2$, а на рівні $P_{0,99}$ $t = 3$. Інтервальна оцінка дозволяє встановити межі знаходження частки у об'єктів генеральної сукупності.

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

Інтуїція – здатність людини несвідомо, лише чуттям уловлювати істину; передбачення чого-небудь на основі усвідомлення попереднього досвіду чи знання.

Істина – достовірне знання, що правильно відображає реальну дійсність у свідомості людей. Це положення, твердження, судження, правильність яких перевірене практикою (практичним життєвим досвідом).

Історія земельної ділянки досліді (дільниці) – включає встановлення за минулі 2–3 роки черговості попередників, системи обробітку ґрунту і системи добрив на дільниці досліді. При вивченні історії звертають увагу на ступінь окультурення ґрунту, глибину орного шару, родючість, рН ґрунтового розчину, наявність насіння, бур'янів тощо.

Істотність – реальність, справжність. У дослідницькій справі істотність стосується, наприклад, різниці між окремими варіантами досліді і відповідає поняттю достовірність.

Й

Ймовірність – можливість, вірогідність; те ж, що й імовірність. На цьому показнику ґрунтується теорія ймовірності.

К

Камеральний – такий, що виконується в лабораторних, а не в польових умовах (камеральний аналіз, камеральна обробка даних досліджень).

Кислотність ґрунту – одна з найважливіших властивостей ґрунту, що її зумовлює певна концентрація водневих іонів.

Кількісний метод – визначення кількісного і видового складу бур'янів.

Кількісні експерименти – експерименти, у яких обліковують показники росту рослин і урожайність культур.

Кількість – характеристика, яка виражається числом, масою, розміром чи об'ємом.

Кількість варіантів у схемі дослідження – має бути такою, щоб за показниками їх врожаю можна було побудувати криву, форма якої наближалась би до параболи, тобто серед варіантів дослідження повинні бути такі градації дослідного фактора, які б забезпечили відхилення врожаїв від оптимального в обидва боки. За математичною статистикою для побудови такої кривої необхідно мати як мінімум 5 точок. Тому мінімально в схемі дослідження має бути 5 варіантів. Зазвичай прагнуть, щоб у дослідженні було від 8 до 12 варіантів у чотириразовій повторності.

Кількість контролів в схемі дослідження – залежить від вивчаючого фактора, об'єму схеми дослідження та строкатості ґрунтового покриву. У дослідженнях з добривами, гербіцидами, пестицидами та ін. беруть два контролі – абсолютний (нульовий, без фактора) і виробничий, ту градацію фактора, що використовується на виробничих посівах у даній зоні. Щодо кількості контрольних варіантів – виходять із того, що на кожні 8–10 дослідних виділяють один контроль. Частота контрольного варіанта на повторенні визначається і ступенем мінливості. На ґрунтах зі значною строкатістю родючості, один контрольний варіант виділяють на кожні 2–3 дослідних.

Книга дослідника головна – книга, в якій дослідник, крім формулювання теми, наводить схему дослідження, його схематичний план, програму та методику проведення основних обліків і спостережень та в яку переносить з польового журналу результати всіх обліків і спостережень у формі вже згрупованого табличного матеріалу.

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

Коефіцієнт варіації (V) – коли у дослідженнях порівнюють мінливість ознак, які мають різнойменні позначення (центнери, штуки, сантиметри, квадратні сантиметри тощо), то дисперсія і стандартне відхилення для порівняння таких величин непридатні. У таких випадках користуються коефіцієнтом варіації, який визначається за відношенням стандартного відхилення до середньої арифметичної у процентах, використовуючи формулу:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

За величиною V мінливість умовно вважається незначною, якщо коефіцієнт варіації не перевищує 10 %, середньою – 10–20% і значною – якщо він більше 20 %.

Варіювання врожаю більшості польових культур становить 8–12 %, менше варіювання врожаю у культур суцільного способу сівби, більше – у просапних.

Коефіцієнт варіації якісної мінливості – це відношення показника мінливості (S) до його максимального значення (S_{\max}), виражене у процентах, обчислюється за формулою:

$$V_p = \frac{S}{S_{\max}} \cdot 100$$

Максимальне значення коефіцієнта варіації – 100 %, воно буває при $S = S_{\max} = 0,5$.

Коефіцієнт детермінації (d_{yx}) – показує відсоток (частку) тих змін, які у даному явищі залежать від фактора, що вивчається, дорівнює квадрату коефіцієнта кореляції – r^2 .

Коефіцієнт кореляції (r) – статистичний показник щільності (сили) та напрямку зв'язку між двома змінними величинами (ознаками). Сила зв'язку ознак визначається за величиною значення r: якщо $r = 1$ – зв'язок повний, коли $r = 0,66–0,99$ – сильний, якщо $r = 0,33 – 0,66$ – середній і коли $r < 0,33$ – слабкий. Окрім r для оцінки сили зв'язку між ознаками використовують і r^2 . Тоді при $r = 0,5$ не 50 %, а тільки 25 % мінливості однієї ознаки залежатиме від іншої, а решта 75 % мінливості обумовлюється другорядними факторами.

Коефіцієнт кущення – показник, одержаний від ділення кількості стебел до кількості рослин у пробному снопі. Якщо враховується лише кількість продуктивних стебел, то такий показник називається коефіцієнтом продуктивного кущення.

Коефіцієнт регресії (b_{yx}) – число, що вказує на кількісну мінливість результативної ознаки при зміні факторіальної на одиницю виміру. При встановленні взаємозалежності між двома ознаками визначають b_{yx} і b_{xy} . Коефіцієнт b_{yx} розкриває зміну ознаки Y при зміні ознаки X на одиницю вимірювання, а b_{xy} – засвідчує про регресію X на Y і оцінюється в одиницях X .

Коефіцієнт спадковості (h^2) – визначає долю генетичної мінливості в загальній варіабельності певної ознаки організму, визначають за формулою – $h^2 = 2 b_{yx}$, де h^2 – коефіцієнт успадкування b_{yx} – коефіцієнт регресії ряду Y по ряду X . Так, якщо при оцінці успадкування цукристості коренеплодів цукрових буряків встановлено, що один процент вмісту цукру в коренеплодах материнської форми змінює цукристість гібрида на 0,3 %, тобто $b_{yx} = 0,3$ %, то h^2 материнської форми становитиме: $h^2 = 2 b_{yx} = 2 \times 0,3 = 0,6$ частки, або 60 %. При такому значенні h^2 слід вважати, що відбір за цією ознакою буде ефективним.

Колонка – складова таблиці з вертикальним розміщенням цифр.

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

Комплексні добрива – мінеральні речовини, які містять два-три і більше елементів живлення рослин.

Компости – місцеві органічні добрива, що їх одержують внаслідок розкладання різних органічних речовин під впливом діяльності мікроорганізмів.

Контроль (стандарт) – один або декілька варіантів схеми досліду, з якими порівнюють дослідні варіанти.

Контроль абсолютний – додатковий контроль, в якому повністю відсутнє використання фактора, що досліджується. Наприклад, якщо в досліді планується вивчення різних норм добрив, то в абсолютному контролі добрива не вносяться.

Контроль виробничий – основний контроль, в якому досліджуваний фактор взятий у нормі, рекомендованій науковими установами для використання у даному регіоні.

Контроль органоліптичний – метод контролю, при якому первинна інформація сприймається за допомогою органів чуття без обліку значень ознаки, яка контролюється.

Концентрація – ступінь насиченості чогось чимось, виражений кількісними (мг/кг) чи відносними (%) величинами.

Концепція – система поглядів чи доказів певного положення на те чи інше явище.

Копія – точне відтворення оригіналу.

Коректив – часткова зміна чи виправлення чого-небудь; поправка.

Коректування – внесення правок у текст, виправлення тексту у коректурі.

Кореляція – залежність розвитку одних організмів або їх частин від інших, а також певне співвідношення між будовою окремих частин організму та їхніми функціями (термін запропонував К. Кюв'є, 1805).

Кореляційне відношення – показник, яким оцінюють силу зв'язку між незалежною і залежною змінними при наявності між ними криволінійної залежності.

Кореляція – взаємозв'язок між двома і більшою кількістю ознак. Його можна розглядати як залежність однієї ознаки від інших чи іншої. Кореляція за кількістю зв'язків поділяється на просту і множинну, за напрямом – на пряму і обернену, за формою – на прямолінійну і криволінійну, за силою – на повну, сильну, середню і слабку.

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

Кореляція криволінійна – такий зв'язок між аргументом і функцією, який графічно зображується кривою лінією у вигляді параболі. Зумовлюється це тим, що при постійному зростанні незалежної змінної (аргумента) показники функціональної змінної спочатку також збільшуються, а потім при досягненні певного рівня – зменшуються.

Кореляція обернена – такий зв'язок, коли із збільшенням показників однієї ознаки (X) показники іншої ознаки (Y) зменшуються. Наприклад, зі збільшенням густоти продуктивного стеблествою знижується озерненість колоса.

Кореляція повна – це такий ступінь зв'язку між двома ознаками, коли коефіцієнт кореляції дорівнює одиниці.

Кореляція прямолінійна – такий зв'язок між аргументом і функцією, який графічно можна зобразити прямою або наближеною до прямої лінією. Наприклад, при збільшенні маси садивних бульб урожайність картоплі підвищується, хоч не завжди це підвищення адекватне збільшенню маси висаджених бульб.

Кореляція середня – це такий ступінь зв'язку між двома ознаками, коли коефіцієнт кореляції коливається від 0,33 до 0,66.

Кореляція сильна – це такий ступінь зв'язку між двома ознаками, коли коефіцієнт кореляції коливається від 0,66 до 1,00.

Кореляція слабка – це такий ступінь зв'язку між двома ознаками, коли коефіцієнт кореляції менший 0,33.

Корегуючий фактор – поправка, яка вводиться в розрахунки при користуванні, замість середньої арифметичної \bar{x} при визначенні відхилень $x - \bar{x}$, довільним початком A ($x - A$). Наприклад, у дисперсійному аналізі при розрахунку сум квадратів відхилень від умовної середньої довільного початку. Позначається літерою C , обчислюється за формулою: $C = (\sum x_1)^2 : N$.

Короткочасні дослід – проводять протягом 3–10 років. Такі дослід, як правило, проводять студенти при написанні дипломних робіт або аспіранти під час виконання дисертаційних досліджень.

Крайовий ефект варіанту – ступінь взаємовпливу двох суміжних варіантів з різним кроком вивчаючого фактора. Проявляється по довжині кожної дослідної ділянки, на тій її частині, де при створенні умов варіанта (внесенні добрив, застосуванні гербіцидів, пестицидів чи ін.) можливе механічне перекидання, повітряне здування чи ґрунтова міграція певної дози з однієї ділянки на іншу.

Крива відгуку однофакторного дослід – це графічне зображення ефекту дії вивчаючого фактора в залежності від його градації. Крива відгуку включає три зони: лімітуючу, стаціонарну та інгібуючу. У лімітуючій починається ефект дії фактора, в стаціонарній – він стає найвищим і в інгібуючій – пригнічується.

Крива Гаусса – лінія, якою графічно зображується нормальний розподіл досліджуваної ознаки (майже симетрично по обидва боки від середнього її значення). Для її побудови на осі абсцис відкладають у відповідному масштабі значення досліджуваної ознаки, а на осі ординат – частоту зустрічей цих значень.

Крива розподілу – лінія, якою графічно зображують варіаційний ряд. Для її побудови на осі абсцис в зростаючому порядку наносять значення царюючої ознаки або середнє значення класів, а на осі ординат – число зустрічей цього значення. Називається така лінія гістограмою.

Криволінійна кореляція – значення X та Y змінюються спочатку в одному напрямі, а потім у протилежному.

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

Критерій достовірності коефіцієнта кореляції (t_r) – характеризує достовірність значення r . Для встановлення достовірності r обчислюють фактичне (t_r) і теоретичне ($t_{0,95}$) значення критерію достовірності. Фактичне знаходять за формулою $t_r = \frac{r}{S_r}$, а

теоретичне – за таблицею Стюдента при числі ступенів свободи $\nu_r = n - 2$ і рівні надійної ймовірності $0,95$ ($t_{0,95}$). Коефіцієнт кореляції вважається достовірним, а отже і зв'язки між ознаками, коли критерій достовірності фактичний (t_r) більший за теоретичне значення або дорівнює йому, тобто $t_r \geq t_{0,95}$.

Критерій достовірності Стюдента (t) – критерій оцінки суттєвості нульової гіпотези, розраховується за формулою

$$t = d : S_d,$$

де d – різниця середніх арифметичних ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$);

S_d – похибка різниці.

Розрахункове (фактичне) значення критерію $t_{\text{факт.}}$ порівнюють з теоретичними ($t_{\text{теор.}}$) на певних рівнях ймовірності і встановлюють істотність різниці. За допомогою критерію встановлюються інтервальні межі знаходження значення середньої арифметичної генеральної сукупності за формулою $\bar{x} \pm tS_{\bar{x}}$, де $S_{\bar{x}}$ – похибка середньої арифметичної вибірки.

Критерій достовірності Фішера (F) – критерій оцінки достовірності різниць між середніми арифметичними досліджуваних вибірок. Визначається за співвідношенням дисперсії варіантів (S_v^2) до дисперсії залишку (S_z^2):

$$F = S_v^2 : S_z^2.$$

Його фактичне значення ($F_{\text{факт.}}$) порівнюють з теоретичним ($F_{\text{теор.}}$), яке визначають за таблицею Фішера.

Крок експерименту – це одиниця варіювання вивчаючого фактора, яка складає різницю між наступною та попередньою градаціями, тобто між двома суміжними варіантами. Крок експерименту є основою схеми досліду. Він має бути не дуже великим, щоб не втратити проміжні ефективні варіанти. Однак він не повинен бути і дуже малим, щоб не набрати в досліді непотрібних варіантів і не ускладнювати роботу. Як правило, крок має бути таким,

щоб різниця між варіантами перевищувала похибку досліду і була впевненість виявити різницю, яка існує у природі.

Культура – рослина певного виду, що вирощується людиною і є одним з об'єктів агрономічних досліджень.

Культура багаторічна – культура, життєвий цикл якої триває три і більше років і яка за життя дає насіння кілька разів.

Культура беззмінна – та, що тривалий час вирощується на одній і тій же площі поза сівозміною.

Культура водна – метод вирощування рослин на рідкому поживному середовищі. Цей метод ефективний для вивчення реакції рослин на зміну кислотності поживного розчину та на зміну в ньому концентрації і співвідношення окремих елементів живлення.

Культура однорічна – культура, життєвий цикл якої від проростання насіння до повного відмирання рослини обмежується одним роком.

Кущення – фаза розвитку злакових рослин, під час якої закладаються і формуються вузлові корені та побічні пагони.

Л

Лабораторний метод дослідження – полягає у вивченні рослин і умов їх вирощування в спеціально обладнаних агрохімічних, біохімічних, цитологічних, бактеріологічних та інших видах лабораторій, які широко використовуються науковою агрономією.

У практиці агрономічних досліджень, особливо при проведенні польових дослідів, різні лабораторні методи часто використовують для визначення агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту, хімічного складу культурних рослин та оцінки якості врожаю.

Лабораторно-польові досліді – площа ділянок – 11–50м².

Лабораторія – елементарна одиниця наукової установи, складова частина кафедри вузу або окрема наукова установа у складі Академії наук чи на виробництві.

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

Латинський прямокутник – схема рендомізованого (випадкового) розміщення варіантів у досліді. Застосовують, коли число варіантів в схемі досліді більше 8. Варіанти на ділянці розташовують так, щоб їх число було кратним числу повторень. Так, при триразовій повторності цим способом можна поставити досліди з 6, 9 і 12 варіантами. Частка від ділення числа варіантів на число повторень дає число смуг, на які потрібно розділити кожний вертикальний ряд. Так, в досліді з 8 варіантів при чотириразовій повторності кожний вертикальний ряд потрібно розбити на дві смуги. Схема такого досліді позначається 4·4·2. Перша цифра схеми позначає кількість в досліді повторень, добуток двох останніх – число варіантів, що вивчаються, а добуток всіх трьох цифр $4 \times 4 \times 2 = 32$ – число дослідних ділянок у досліді.

Летальні умови – екстремальні умови, які можуть викликати певне порушення найважливіших біологічних функцій організму, що спричинює його загибель.

Листкова поверхня – сумарна площа листкових часток в розрахунку на один кущ чи площу насаджень.

Листковий індекс – коефіцієнт використання посівами земельної площі і визначається як відношення сумарної листкової поверхні до площі поля.

Лізиметричні дослідження – характеризуються тим, що вегетативні зміни рослин і властивості ґрунту вивчають у полі в спеціальних лізиметрах (великі посудини), де ґрунт з усіх боків відгороджений від навколишнього ґрунту і підґрунтя. Потужність шару ґрунту в лізиметрі коливається в межах – від глибини орного шару до 1–2 м. У лізиметрах вивчають динаміку вологості ґрунту, промивання ґрунту атмосферними опадами, вимивання мінеральних солей з ґрунту та добрив, транспірація та випаровування вологи ґрунтом, водопроникність ґрунту тощо.

Ліміти (від лат. *Limes, Limitis* – границя, межа) – мінімальне та максимальне значення варіант сукупності (X_{min} і X_{max}).

Ліцензія – дозвіл на право користування чим-небудь.

М

Макроструктура ґрунту – ґрунтові частки (окремоті) із діаметром більше 0,25 мм.

Максимум – категорія, що характеризує допустимо найвищий рівень будь-чого; найбільше значення функції порівняно з її значенням функції у всіх достатньо близьких точках.

Маса ґрунту об'ємна – показник, який характеризується відношенням маси твердої фази ґрунту непорушеної будови до її об'єму. Вимірюється в см^3 , величина дуже мінлива в просторі і часі. Як правило, найнижча вона у верхньому шарі ґрунту, який найкраще гумусований та більш розпушений коренями рослин і діяльністю ґрунтової біоти.

Масове явище – є сукупність особин, випадків, фактів, предметів або деяких умовних одиниць, кожна з яких окремо взята індивідуально і відрізняється від інших низкою ознак – масою, висотою, кількістю продукції.

Масові досліді – ті, що проводяться у різних ґрунтово-кліматичних зонах за єдиною методикою.

Масштаб – відношення величини довжини зображення (на карті тощо) до величини довжини самих зображуваних предметів, об'єктів, відстаней тощо.

Математична модель експерименту – це рівняння, що пов'язує параметри оптимізації з факторами життя рослин. Параметрами можуть бути врожай, вміст білка, цукристість, морозо- і посухостійкість рослин та їх стійкість до шкідників і хвороб тощо. Визначення математичної моделі застосовують лише для дослідів, результати яких можна відтворити, а фактори можна регулювати.

Математична статистика – розділ математики, який опираючись на теорію ймовірності, займається методами систематизації, обробкою та використанням статистичних даних для наукових та практичних висновків.

Матриця досліді – закодована схема дво- або багатофакторного досліді, в якій окремі варіанти представлені певними поєднаннями факторів та їх градацій. Якщо в двофакторному досліді планується вивчення по дві градації фактора А(a_1 і a_2) і В(b_1 і b_2), то матриця такого досліді буде мати такий вигляд:

Номер варіанта	Градація факторів		Позначення варіантів	Код
	А	В		
1	1	1	$a_1 b_1$	1 1
2	2	1	$a_2 b_1$	2 1
3	1	2	$a_1 b_2$	1 2
4	2	2	$a_2 b_2$	2 2

Мета – це те, до чого прагнуть, чого хочуть досягти; заздалегідь намічене завдання.

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

Метод – це спосіб пізнання явищ природи та суспільного життя.

Метод аналітичний – метод, який базується на застосуванні математичного аналізу.

Метод апікацій – метод визначення інтенсивності життєдіяльності мікроорганізмів, який базується на швидкості розкладу апікацій із лляного полотна, поміщений на певний термін (як правило, на 30–60 днів) у відповідні частини кореневмісного шару ґрунту.

Метод вибіркового – детальне дослідження тільки частини генеральної сукупності, відібраної випадково.

Метод виморожування бур'янів – знищення органів вегетативного розмноження багаторічних бур'янів різних біологічних груп на поверхні ґрунту під дією низьких температур зимового періоду. Дії мінусових температур більше піддаються коренепаростки, менше – кореневища, які від перших відрізняються нижчим вмістом води.

Метод висічок – метод визначення площі листя з використанням спеціального свердла певного діаметру, яким роблять висічки з наступним їх зважуванням.

Метод відмивання – це відокремлення досліджуваного об'єкта від ґрунту чи іншого субстрату за допомогою води. При цьому об'єктом досліджень може бути коренева система рослин чи насіння бур'янів. Кореневу систему в межах вертикальної стінки викопаної траншеї відмивають водою із ручного обприскувача (зверху донизу), а насіння відмивають на ситах з отворами 0,25 мм із спеціально відібраних проб ґрунту.

Метод електроультрафільтрації – видозміна фізико-хімічного лабораторного методу, принцип якого полягає у вилученні іонів із суспензії ґрунту за допомогою електростатичного протягування. Використовується для визначення вмісту в ґрунті рухомих сполук фосфору і засвоюваного калію.

Метод засклених траншей – вивчення морфології та поширення в ґрунті кореневої системи досліджуваної культури в траншеях під склом. Для цього одну стінку траншеї роблять дещо похилою, до нею приставляють раму з товстим склом, а простір між нею і стінкою засипають ґрунтом, ущільненим до природного стану, в який за 2–3 см вбік від верхньої частини скла висівають насіння чи висаджують розсаду досліджуваної культури. Коріння під час початкового росту проникає до скла і росте паралельно його площині, що дає можливість досліднику вести необхідне спостереження та обліки.

Метод інверсійно-хронопотенціометричний – видозміна електрохімічного лабораторного методу, суть якого полягає у попередньому електрохімічному накопиченні досліджуваного елемента на робочому електроді при заданому потенціалі та надходженні цього розчину з переміщуваного розчину комірки на калібрований зовнішній опір.

Метод неорганізованих повторень – розподіл земельного масиву під дослід на заплановану кількість ділянок без об'єднання їх у повторення. Такий метод допускається лише на ідеально вирівняній за родючістю площі, що зустрічається дуже рідко, тому й використання такого методу вкрай обмежене.

Метод обліку врожаю суцільний – метод, за яким ведеться облік урожаю зі всієї облікової площі ділянки. Зернові культури звичайного рядкового способу сівби збирають в основному прямим комбайнуванням. Урожай коренеплодів буряків, моркви, бульби картоплі збирають напівмеханізованим комплексом із зважуванням продукції з усієї облікової ділянки. Крім того, обліковують і побічну продукцію вказаних культур.

Метод організованих повторень – територіальне об'єднання ділянок з повним набором варіантів досліду в блоки або повторення.

Метод паперової хроматографії – метод розділення сумішей між целюлозою хроматографічного паперу і розчинником, який ґрунтується на різній сорбції окремих складових частин яким-небудь вирачем.

Метод поляриметричний – видозміна оптичного лабораторного методу, який базується на визначенні концентрації оптично активних речовин шляхом вимірювання кута обертання площини поляризації світла.

Метод полярографічний – видозміна електрохімічного лабораторного методу, який ґрунтується на визначенні залежності струму, що протікає через комірку, від напруги, яка прикладена до електродів у досліджуваному розчині.

Метод потенціометричний – видозміна електрохімічного лабораторного методу, який ґрунтується на залежності потенціалу електрода від складу розчину. Використовується цей метод для визначення концентрації у розчині.

Метод рендомізованих (випадкових) повторень – експеримент, в якому варіанти на дослідних ділянках розміщені у випадковому порядку, що визначається за таблицею випадкових чисел або за жеребкуванням. Це найбільш розповсюджений метод розміщення варіантів.

Метод різницевий – метод статистичного аналізу, який використовується для опрацювання даних, одержаних в досліді з стандартним розміщенням варіантів.

Метод рН-метричний – метод визначення гідролітичної кислотності, суть якого полягає в обробці ґрунту 1М розчином гідролітично лужної солі у співвідношенні 1:2,5 з наступним РН-метруванням одержаної суспензії.

Метод рефрактометричний – видозміна оптичного лабораторного методу, який ґрунтується на вимірюванні показників заломлення світла, які і визначають оптичну густину середовища. Цей метод використовується для визначення вмісту сухої речовини та концентрації соку.

Метод розміщення – це певне чергування варіантів на дослідних ділянках в межах повторення;

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

Метод статистичної обробки – метод, за допомогою якого встановлюють достовірність досліді та істотність кількісних і якісних змін досліджуваного об'єкта.

Метод статистичної обробки різницевий – це не дисперсійний метод, який за рахунок порівняння між собою зв'язаних пар дає змогу в значній мірі усунути статистичну помилку, викликану, наприклад,

неоднаковою родючістю ґрунту в різних повтореннях польового досліджу. Сутність методу полягає у визначенні помилки середньої різниці, а не різниці середніх, як в дробовому методі. Використовується для обробки даних польового досліджу зі стандартним розміщенням варіантів.

Метод сухого розкопування – за 5–10 см від досліджуваної рослини викопують вертикальну траншею глибиною 1м і за допомогою ножа звільняють корінці від ґрунту.

Метод сухого спалювання – метод підготовки рослинного матеріалу для визначення вмісту в ньому зольних елементів, який ґрунтується на спалюванні органічної речовини при вільному доступі повітря.

Метод фотометричний – видозміна лабораторного методу, який ґрунтується на вибіркового поглинанні розчинами ультрафіолетової частини спектра і на тому, що ступінь поглинання залежить від складу і концентрації досліджуваної речовини. Фотометричний метод аналізу поділяють на колориметричний, фотоелектрометричний і спектрометричний. У перших двох використовують монохроматичне вимірювання переважно видимої частини спектра, а в третього – поглинання монохроматичного випромінювання за певної довжини хвилі.

Метод хроматографічний – видозміна фізико-хімічного лабораторного методу, який ґрунтується на розділенні речовин між двома фазами, з яких одна нерухома або стаціонарна фаза, яка називається рухомою, переміщується відносно нерухомої. Для розділення сумішей використовують різні механізми сорбції та різні механізми сорбції та різні фізико-хімічні властивості компонентів суміші.

Методи досліджень загальнонаукові – методи, спільні для будь-яких наукових досліджень. В агрономії найчастіше з них використовують гіпотезу, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, індукцію, дедукцію, абстрагування, конкретизацію, аналогію, моделювання, формалізацію, узагальнення.

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

Методика польового дослідю – сукупність складових її елементів: числа варіантів і повторень, площі і форми дослідних ділянок, напрямку їх розміщення, способу розташування, варіантів на повтореннях, системи розміщення повторень, ділянок і варіантів на території, методу обліку врожаю, організації дослідю в часі.

Методична достовірність дослідю – полягає в дотриманні в досліді таких методичних вимог: планування дослідю на сучасному рівні знань, правильний вибір умов і об'єктів дослідження, безпомилкове закладання і проведення дослідю, правильний вибір і застосування відповідних методів статистичної обробки даних.

Методичні вимоги до польового дослідю – полягають у дотриманні в досліді його типовості, принципу єдиної логічної відміни; проведення на спеціально виділеній і вирівняній за родючістю земельній ділянці, вірогідність дослідю за точністю і суттю.

Методичність – відповідність до методики; послідовність.

Методологія – сукупність методів дослідження, що застосовуються в науці відповідно до специфіки об'єкта її пізнання.

Мікрорельєф – комплекс нерівностей земної поверхні від 2 до 20 м по горизонталі та від 1 до 2 м по вертикалі.

Мінімум – категорія, що характеризує допустимо найнижчий рівень будь-чого; найменше значення безперервної функції.

Мінливість – варіабельність, варіація, відхилення (коливання) індивідуального значення ознаки x від середнього значення \bar{x} . Основною мірою мінливості є стандартне відхилення S . Відносним показником мінливості є коефіцієнт варіації – V , що виражається у відсотках.

Мінливість кількісна – це така мінливість, коли різниця між варіантами виражається кількісними величинами. Це може бути маса, довжина чи висота, урожайність, число зерен у колосі. Серед кількісної розрізняють неперервну і перервну мінливість.

Мінливість неперервна – це кількісна мінливість, за якої різниця між варіантами виражається числами всіх можливих значень, переважна більшість серед яких може бути дробова. Така мінливість характерна для об'єктів досліджень, які характеризуються, наприклад, об'ємом чи площею, довжиною, висотою чи масою.

Мінливість перервна – це кількісна мінливість, за якої різниця між варіантами виражається цілими числами, між якими немає і не може бути переходів. Нею характеризуються об'єкти, які

обліковуюють поштучно число колосків у колосі, кількість рослин на одиниці площі.

Мінливість якісна – така мінливість, коли різниця між варіантами визначається якісними показниками, які є в одних варіантах і відсутні в інших. Якісна мінливість найчастіше буває альтернативною, тобто у вибірці має місце одна з двох можливостей – певна ознака спостерігається або її немає.

Множинна кореляція – вивчається зв'язок між трьома і більшою кількістю ознак або залежність ознаки від двох або декількох інших ознак. Прикладом такої кореляції може бути залежність продуктивності рослин одночасно і від довжини стебла, і від кількості та площі листя чи інших характеристик рослин.

Мода – це варіанта, яка найчастіше повторюється в даній сукупності. Якщо серед сукупності чітко виділяється одна мода, то це свідчить про її однорідність, а якщо дві – то це бімодальний розподіл, який вказує на якісну чи кількісну неоднорідність сукупності за досліджуваною ознакою.

Моделювання – метод дослідження об'єктів, процесів і явищ на штучно створених моделях, які мають риси оригіналу. Якщо модель зберігає природу оригіналу, то вона є фізичною моделлю: змодельований ґрунт, рослинна клітина тощо. Що стосується математичної моделі, то її не створюють, а лише описують відповідними рівняннями. Прикладом такої моделі є описування рівня врожайності тієї чи іншої культури залежно від умов навколишнього середовища.

Моделювання родючості ґрунту – сукупність агротехнічно важливих властивостей кореневмісного шару та ґрунтових режимів, які забезпечують певний рівень продуктивності рослин. Наприклад, чорнозем типовий глибокий важко суглинковий має таку модель родючості: щільність орного шару 1,1–1,3 г/см³, загальна пористість – 55–60 %, вміст агрономічно цінної структури – 50–60 %, весняні запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 і 0–150 см – відповідно 150–170 і 200–220 мм, вміст гумусу в орному шарі – 5–7 %.

Модифікація – видозміна предмета або явища, що характеризується появою у нього нових ознак чи властивостей за збереження сутності; різновид чого-небудь.

Моніторинг – безперервне спостереження за яким-небудь процесом з метою виявлення його відповідності бажаному результату.

Монографія – ґрунтове наукове дослідження (публікація), в якому висвітлюється одне питання, одна тема.

Моноліт – зразок ґрунту непорушеної будови, виділений з певної товщі одним куском. Останній може бути прямокутної або циліндричної форми.

Н

Надбавка врожаю в досліді – це фізична перевага дослідного варіанта над контролем (стандартом). Визначається як різниця між показниками середніх врожаїв дослідних і контрольних варіантів.

Найменша істотна різниця (НІР) – статистична величина, що вказує на межу можливих випадкових змін в експерименті. Це та мінімальна різниця в урожаях між середніми, яка в даному досліді приймається істотною на п'ятипроцентному (HIP_{05}) або однопроцентному (HIP_{01}) рівнях значущості. Визначається на двох рівнях надійної ймовірності за формулами:

$$HIP_{0,95} = S_d \times t_{0,95},$$

$$HIP_{0,99} = S_d \times t_{0,99}$$

Оцінка різниці між середніми арифметичними (d) за HIP ведеться через їх порівняння:

- якщо $d \geq HIP$ – між варіантами доведена достовірність різниці;

- якщо $d < HIP$ – різниця несуттєва, випадкова.

Наслідок – те, що виходить, впливає з чого-небудь; результат чогось, в т.ч. і досліджень.

Наукова лабораторія – науковий підрозділ, який входить до складу наукового відділу, установи або є складовою частиною вищого навчального закладу.

Наукове дослідження – це вивчення конкретного об'єкта, явища або предмета з метою розкриття закономірностей його виникнення і розвитку, що є основою формування нових наукових знань.

Науковий відділ – структурна частина дослідної станції, наукового інституту або вищого навчального закладу.

Необхідність повторності в польовому досліді – визначається, насамперед, природною строкатістю родючості ґрунтового покриву. Територіальна зміна родючості може призвести при одноразовій повторності досліді до того, що одні варіанти схеми досліді

перебуватимуть у кращих, а інші – в гірших ґрунтових умовах. Це утруднюватиме оцінку результатів дослідю. Саме тому варіанти дослідю повторюють кілька разів. Проте навіть при підвищеній повторності точність польових дослідів на один порядок нижча, ніж лабораторних. Через це в польовому досліді можна виявити лише загальні тенденції, а не закономірності впливу факторів, які досліджують.

Неперервна мінливість – об’єкти, які виражають і цілими і дробовими числами – це маса, розмір і об’єм досліджуваних об’єктів.

Неповна рендомізація – випадкове розміщення всіх варіантів дослідю в межах кожного повторення окремо.

Нерозмірність – відсутність розмірності, пропорційності; невідповідність чому-небудь щодо величини чи розміру.

Норма внесення добрив – кількість добрив, які передбачається внести протягом року на кожний гектар під культуру на даному ґрунті за певних ґрунтово-кліматичних умов.

Нормальний розподіл частот сукупностей – якщо частина генеральної сукупності (вибірка) становить не менше 30 членів ряду і прямує до нескінченності ($n \rightarrow \infty$), то для неї використовують закономірності великих чисел, установлені для кривої нормального розподілу. Головними закономірностями нормального розподілу є:

- в межах $\mu \pm \sigma$ або $\bar{x} \pm S$ знаходиться 68,26 % всіх спостережень;

- в межах $\mu \pm 2\sigma$ або $\bar{x} \pm 2S$ – 95,46 %;

- в межах $\mu \pm 3\sigma$ або $\bar{x} \pm 3S$ – 99,73 % спостережень.

Нульова гіпотеза (H_0) – припущення про відсутність реальної різниці між фактичними спостереженнями (\bar{x}_ϕ) і тими, що передбачались теоретично (\bar{x}_m), записується так $\bar{x}_\phi - \bar{x}_m = 0$. Для перевірки такого припущення користуються критеріями достовірності і найчастіше критеріями Стьюдента (t) та Фішера (F).

О

Обговорення – обмін поглядами чи міркуваннями при детальному аналізі чогось.

Обґрунтованість – підтверженість чимось вагомим, доказовість, переконливість.

Обдумування – детальний аналіз у думках чогось з певною метою, намічаючи певні дії; конкретизація у думках попереднього задуму.

Об'єкт і предмет наукового дослідження – об'єктом 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.

Об'єктивність – існування поза людською свідомістю, незалежно від неї; відсутність упередженості і суб'єктивного ставлення.

Облік – це система реєстрації процесів, їх результатів, об'єктів досліджень у кількісному та якісному виявах.

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

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

Облік основних показників – це облік урожайності і якості продукції. Він дає змогу виявити кращі та гірші варіанти дослідю, тобто підвищення або зниження врожаю і його якості у порівнянні з контролем.

Облікова площа дослідної ділянки – це та площа дослідної ділянки (за виключенням захисних смуг), з якої облікують урожай культури.

Обстеження – ретельний огляд чи перевірка чого-небудь (наприклад, посіву чи насадження та природного кормового угіддя).

Обсяг схеми дослідю – визначається набором рівнів для кожного фактора. Якщо кількість рівнів (градацій) для всіх факторів однакова, то кількість варіантів в дослідю складатиме кількість рівнів, піднесених у число факторів. Так, при двох факторах та трьох рівнях кожного з них кількість варіантів в схемі дослідю буде $3^2 = 9$, при 2^3 – схема матиме 8 варіантів. Якщо кількість градацій у факторів різна, наприклад, фактор А має 3 градації, фактор В – 2, а фактор С – 4, то схема поєднуватиме: $3_A \cdot 2_B \cdot 4_C = 24$ варіанти.

Обсяг вибірки у досліді – це число об’єктів досліджень, які беруть для проведення обліків і спостережень. Вибіркою може бути певна кількість коренеплодів, листків, стебел тощо. Ними можуть бути і зразки ґрунту з різних частин дослідних ділянок для фізичного чи хімічного аналізу. Вибірка – це складова вибіркового методу, суть якого в тому, щоб при мінімальному, але достатньому обсязі вибірки одержати максимально повну характеристику усїєї сукупності об’єкта. Обсяг вибірки має забезпечити ту кількість спостережень, за якою можна мати статистично достовірні результати на певному рівні довірчої ймовірності. Обсяг вибірки визначають за формулою:

$$n = t^2 \frac{V^2}{S_{\bar{x}\%}}$$

де t – критерій Стьюдента;

V – коефіцієнт варіації;

$S_{\bar{x}\%}$ – допустима відносна похибка.

Так, на рівні ймовірності $P_{0,95}$ при $t_{0,95} = 2$, а $S_{\bar{x}\%} = 5$ і $V=20\%$ обсяг вибірки, наприклад, кількості колосків для оцінки стану посіву, становитиме:

$$n = t^2 \left(\frac{V}{S_{\bar{x}\%}} \right)^2 = 2^2 \left(\frac{20}{5} \right)^2 = 4 \times 16 = 64, \text{ тобто для об'єктивної оцінки}$$

сукупності об’єкта (посіву, як генеральної сукупності) необхідно проаналізувати щонайменше 64 колоси.

Обумовленість – залежність від певних умов, обставин; визначеність певними обставинами.

Огляд – обстеження з метою перевірки чи контролю (наприклад, огляд ділянки перед збиранням врожаю комбайном з метою виявлення в посіві сторонніх предметів, повноти рослин тощо).

Огрїх – частина площі поля, яка залишається необробленою або незасіяною після виконання певного заходу обробітку чи сївби. Це один з основних показників, який визначається і враховується при якісній оцінці польових робіт як у виробничих умовах, так і в польових дослідях.

Одиниця – найменше ціле число, перше в десятку, а також цифра 1, якою воно позначається; остання цифра багатозначного числа; умовна величина, яку прийнято за основу при вимірюванні чи визначенні однорідних з нею величин.

Однозначність – визначеність смислового змісту; виключність кількох тлумачень чогось одного.

Однократність – одноразовість, без повтору в часі чи на території.

Окомірний облік – візуальна оцінка забур'яненості поля.

Описово-узагальнюючий рівень досліджень – експерименти не проводяться, а описують явища, які спостерігаються у природі, поза експериментом.

Опорний пункт – підрозділ дослідної станції або наукового-дослідного інституту.

Опрацювання – глибоке вивчення чогось; докладне ознайомлення з чимось.

Оптимізація обсягу вибірки – це визначення кількості спостережень, за якою можна мати статистично достовірні результати на певному рівні довірливої ймовірності. Для оптимізації обсягу вибірки (n) використовують математичну формулу:

$$n = \left(\frac{tV}{S_{x\%}} \right)^2,$$

де t – стандартне значення критерію Стьюдента;

V – коефіцієнт варіації;

$S_{\bar{x}\%}$ – допустима відносна похибка.

Значення $S_{\bar{x}\%}$ залежить від обраної точності в досліді. У польовому досліді достатньою точністю може бути при $S_{\bar{x}\%} = 5-6$. Коефіцієнт варіації – V знаходять за формулою:

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

де S – стандартне відхилення певного варіаційного ряду;

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

Оптимізація планування пошуку – полягає в наступному:

- проводять досліді за невеликими схемами;
- за результатами усіх дослідів будують математичні моделі, з яких вибирають найбільш придатні;
- рухаючись у напрямі, який поліпшує параметр (врожай, вміст білка, цукристість, морозостійкість тощо), знаходять оптимальний варіант;
- знов закладають дослід, будують нові моделі і знаходять більш ефективні варіанти і ін.

Оптимізація повторності в досліді – для цього використовують результати рекогцирувального посіву, вираховують коефіцієнт варіювання (V) в межах кожного повторення і його середнє значення. Оптимізація ведеться при задовільній точності дослідження,

наприклад, при значенні відносної похибки $S_{\bar{x}}\% = 5\%$. За відомим коефіцієнтом і похибкою кількість повторень визначають за формулою $n = (V : S_{\bar{x}}\%)^2$.

Оранжерея – засклеєне приміщення для вирощування рослин протягом усього року.

Орієнтація – здатність визначити місце свого перебування у просторі або напрям свого руху; спрямування поглядів чи діяльності залежно від конкретних умов.

Орієнтація ділянок на дослідній ділянці – ділянки видовженої чи прямокутної форми бічною довгою стороною розташовуються у тому напрямку, у якому сильніше всього змінюється родючість ґрунту. Цим всі варіанти ставляться в однакові умови. За іншої орієнтації похибка досліду збільшується, тому що ділянки різною мірою будуть охоплювати мінливість родючості земельної ділянки. За наявності лісосмуг, доріг, парканів, осушуваних каналів тощо ділянки розташовують довгою стороною перпендикулярно до них.

Основне завдання планування – пошук оптимальних умов росту рослин з метою підвищення їх продуктивності.

Особливості дисперсійного аналізу в залежності від структури експерименту – відміни дисперсійного аналізу полягають у формулах і в переліках тих сум квадратів, які обчислюються за різних типів розміщення компонентів експерименту:

- за рендомізованих повторень – $C_y = C_p + C_v + C_z$;
- за повної рендомізації – $C_y = C_v + C_z$;
- за латинського квадрата і латинського прямокутника – $C_y = C_p + C_v + C_c + C_z$;
- за двофакторного досліду – $C_y = C_p + C_a + C_b + C_{ab} + C_z$;
- за трифакторного досліду – $C_y = C_p + C_a + C_b + C_c + C_{ab} + C_{ac} + C_{bc} + C_{abc} + C_z$;
- за подвійного розщеплення ділянок – $C_y = C_p + C_a + C_b + C_{ab} + C_{ZI} + C_{ZII}$.

Ототоження – визнавання подібності між окремими явищами чи предметами; уподібнювання до чого-небудь.

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

Оцінка достовірності різниць за критерієм Фішера (F) – з цією метою обчислюють F фактичне за формулою $F_{\text{факт.}} = S_v^2 : S_z^2$ та F-теоретичне за таблицею Фішера на певних рівнях надійної

ймовірності. Значення $F_{\text{факт.}}$ співставляють з $F_{\text{теор.}}$. Якщо $F_{\text{факт}}$ дорівнює критерію теоретичному або більшому за нього, то вважають, що різниця між середніми арифметичними достовірна. Таке співставлення значень цих критеріїв записується так: $F_{\text{факт}} \geq F_{\text{теор.}}$. Ця умова засвідчує, що в досліді є одна або кілька пар варіантів, між середніми арифметичними яких є достовірна різниця. Якщо $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор.}}$, то достовірних різниць між середніми арифметичними немає.

Оцінка інтервальна – це оцінка, яка характеризується двома числами – межами інтервалу, що охоплює (покриває) оцінюваний параметр. Така оцінка являє собою інтервал, в якому із заданою імовірністю знаходиться шуканий параметр.

Оцінка статистична – це наближене значення шуканого параметра генеральної сукупності, яке отримане за результатами вибірки і забезпечує можливість прийняття обґрунтованих рішень про досліджувані параметри генеральної сукупності.

Оцінка точкова – це оцінка, яка визначається одним числом.

II

Параметр – це величина, що входить до математичної формули і зберігає своє постійне значення лише за цих умов.

Патент – документ, який засвідчує право винахідника на його винахід; дозвіл на торгівлю чи іншу діяльність.

Переконання – система чи сукупність поглядів, тверда впевненість у чому-небудь, віра у щось.

Період вегетації – характерний для кожного виду рослин час росту від появи сходів чи пробудження сплячих бруньок до створення насіння чи припинення росту органів вегетативного розмноження.

Період вегетаційний – теплий період року, протягом якого рослинний організм у природних умовах певного регіону може рости і розвиватись без ризику вимерзання.

Планування дослідження – охоплює такі етапи:

- вибір теми, визначення завдання та об'єкта дослідження;
- вивчення і критичний аналіз історії й сучасного стану питання;
- створення робочої гіпотези;
- складання схеми і розробка методики дослідження.

Проведення досліду 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 заснована на чергуванні послідовно чітких, логічно осмислених технологічних операцій.

Площа дослідних ділянок – залежить від виду досліду, теми досліджень, дослідної культури, рівня механізації, форми ділянки, повторності досліду, кількості варіантів, розміру земельної ділянки, варіювання родючості ґрунту тощо. Практично використовують: у мікродослідах ділянку площею меншої 1–10 м². Лабораторно-польові досліди проводять на ділянках площею 11–50 м², польові – з площею від 50 до 200 м². Площа ділянки в значній мірі залежить і від дослідної культури, бо чим менша площа живлення рослин, тим меншою може бути і дослідна ділянка.

Площадка – невелика частина ділянки, призначена, наприклад, для відбирання ґрунтових чи рослинних проб, обліку врожаю.

Побудова схем багатофакторного досліду – багатофакторні досліди спрямовані на встановлення достовірності дії і взаємодії вивчаючих факторів. Взаємодія може проявлятися в такій формі: антагонізм, тобто пригнічення дії одного фактору іншим; синергізм – посилення дії фактору іншим; адитивізм – дія факторів незалежно один від одного. Схема багатофакторного досліду повинна включати всі можливі поєднання, сполучення факторів і їх градацій: 2², 2³, 3³ та ін. Число, що стоїть в основі, означає кількість градацій, а число, яке зазначає ступінь – кількість факторів. Тому число 2² свідчить про те, що в досліді вивчають два фактори, кожен з яких має дві градації, схема включає 4 варіанти, при 2³ кількість варіантів у схемі складатиме 8, в досліді вивчають три фактори при 2-ох градаціях.

Якщо кількість градацій у факторів різна, наприклад фактор А має 3 градації, фактор В – 2, а фактор С – 4, то загальна кількість варіантів розраховується як добуток градацій усіх факторів: $3_A \times 2_B \times 4_C = 24$ варіанти.

Повітряний режим ґрунту – сукупність процесів, що визначають динаміку, вміст і склад повітря в ґрунті.

Повна рендомізація – випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках без попереднього виділення повторень.

Повторення – це та частина площі земельної ділянки досліду (дільниці), на якій розміщується повний набір варіантів схеми досліду. Так, якщо схема огортає 5 варіантів, то для них необхідно 5 дослідних ділянок, які сумісно складають одне повторення.

Повторність досліду – складова методики польового дослідження, необхідна для істотної характеристики вивчаючого фактору. Дослиди повторюють у просторі і часі. Повторність у просторі визначається кількістю ділянок у досліді з однойменними варіантами, а повторність у часі стосується кількості років ведення досліду в польових умовах за однаковою програмою і методикою. Більшість простих однофакторних і частина багатфакторних дослідів з якісними варіантами (сорти, попередники, способи обробітку ґрунту, сівозміни тощо) проводять за 4–6-разової повторності, дрібноділянкові – за 6–8 разової. Багатфакторні дослиди з виявлення дії і взаємодії кількісних факторів з 4–6 градаціями ведуть з 3–4 разовою повторністю. Повторність у часі охоплює щонайменше три роки. Кількість повторностей у досліді визначають за формулою: $n = (V : S_{\bar{x}}\%)^2$. Повторність досліду залежить від строкатості і родючості дослідної дільниці та розміру похибки досліду.

Повторність у часі – це кількість окремих дослідів, які закладаються протягом кількох років за однаковою програмою.

Показник мінливості якісної ознаки – вираховується для об'єкта з двома градаціями за формулою $s = \sqrt{pq}$. Максимальна мінливість спостерігається тоді, коли $p = q = 0,5$. При цьому $S_{\max} = \sqrt{pq}$.

Польовий метод дослідження – дослідження, яке здійснюється в польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Основним завданням польового дослідження є встановлення відмінностей між варіантами досліду, кількісна оцінка дії чинників життя, умов або засобів обробітку на врожай рослин і його якість. Особливість методу полягає в тому, що культурна рослина вивчається разом зі всією сукупністю ґрунтових, кліматичних і агротехнічних чинників, дуже близьких до виробничих або безпосередньо у виробничих умовах.

Тільки польовий дослід може встановити зв'язок між врожаєм і засобами впливу на нього. Лише в польовому досліді можуть бути вивчені система обробітку ґрунту і догляд за рослинами, сівозміни, використання добрив у сівозміні, механізація догляду за рослинами та збирання врожаю, урожайність різних сортів тощо. Польовий

дослід є основою для поєднання теоретичних досліджень в агрономії з сільськогосподарською практикою.

Поняття – одна з форм мислення, результат узагальнення суттєвих ознак об'єкта дійсності; розуміння чогось, що сталося, на основі яких відомостей чи власного досвіду; думка, погляд чи система поглядів на що-небудь.

Поодинокі досліді – їх, подібно до географічних, також проводять у різних місцях, але не за єдиною методикою, а за складеними індивідуально окремими дослідниками або групою їх без координації з центром. Дані таких дослідів не піддаються узагальненню.

Посів вирівнювальний – посів культури одного сорту при однаковій агротехніці на всій площі майбутнього досліді протягом 2–3 років. Дія цього посіву полягає в тому, що у місцях з вищою родючістю з вищим урожаєм виноситься більше поживних речовин, і навпаки.

Посів розвідувальний – останній вирівнювальний посів, облікований невеликими ділянками з метою виявлення варіювання родючості ґрунту. Для цього висівають якусь одну культуру, одного сорту з однаковою якістю насіння за однакових умов агротехніки на всій площі майбутнього досліді перед його закладанням.

Похибка – різниця між точною величиною чого-небудь і величиною, знайденою при вимірюванні. Розрізняють похибки випадкові і систематичні, грубі та побічні.

Похибка вибіркової середньої ($S_{\bar{x}}$) – середні арифметичні (\bar{x}) мають свої похибки, які спричиняються неповним представництвом вибіркової сукупності. Ці похибки властиві лише вибіркового методу дослідження, їх чисельне значення залежить від ступеня мінливості досліджуваних ознак і обсягу вибірки. Похибку вибіркової середньої обчислюють за формулою:

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

де S – стандартне відхилення;

n – обсяг вибірки.

Значення похибок використовують для граничних оцінок середніх арифметичних за формулою: $\bar{x} \pm tS_{\bar{x}}$.

Похибка вибіркової частки при якісній мінливості – це міра відхилення від наявності ознаки, яку для альтернативної мінливості обчислюють за формулою:

$$S_p = \sqrt{\frac{pq}{N}}$$

Похибка досліду відносна – це відношення похибки вибіркової середньої до її середньої арифметичної, виражене у процентах.

Похибка коефіцієнта кореляції – це корінь квадратний із частки від ділення різниці між одиницею і квадратом коефіцієнта кореляції на число ступенів вільності.

Похибки випадкові – це неминучі похибки, які зумовлені передбаченими дослідником факторами.

Похибки грубі – це похибки, зумовлені прорахунками у процесі виконання дослідницької роботи.

Похибки одnobічні – похибки, які не можуть компенсуватись повторністю, їх не можна виявити за статистичної обробки даних.

Похибки систематичні – це похибки, спричинені завищенням чи заниженням отриманих показників під дією певних факторів.

Правило доцільності – правило, згідно з яким для рослинного об'єкта досліджень різні варіанти досліду повинні забезпечувати створення оптимальних для рослин умов середовища.

Прикладні дослідження в агрономії – спрямовані на вивчення факторів життя рослин і взаємозв'язків між рослиною і середовищем, на створення перспективних сортів і гібридів.

Принцип єдиної логічної відміни – полягає в необхідності дотримуватися в досліді єдності (тотожності) всіх умов, крім однієї – яка вивчається, наприклад, при вивченні норм висіву озимої пшениці єдиною відмінністю між варіантами будуть норми. Усі інші умови досліду (грунтові умови, попередник, система обробітку ґрунту, сорт, спосіб посіву, догляд тощо) у всіх варіантах повинні бути однаковими.

Принцип факторіальності – принцип, за яким схема досліду повинна передбачати випробування всіх можливих поєднань намічених до вивчення факторів і їх градацій.

Припущення – наукова гіпотеза; думка про можливість чого-небудь.

Причини випадкових похибок у досліді – обумовлені неоднорідністю родючості ґрунту, земельної ділянки досліду, індивідуальною мінливістю рослин, механічними пошкодженнями та пошкодженнями рослин хворобами і шкідниками, технічними похибками проведення досліду. Ці похибки існують при проведенні будь-якого досліду, їх не можна усунути повністю, але можна

скоротити до певного мінімуму через вдосконалення методики і техніки експерименту.

Програма дослідження – проект наміченого ходу дослідження, в якому вказують точні межі дослідної роботи, схеми дослідів, описують супутні умови проведення дослідів і спостережень, приводять методику і основні елементи технологій дослідження.

Продуктивність – здатність рослин давати продукцію; властивість ґрунту забезпечувати умови для реалізації рослинами здатності давати продукцію. Рівень продуктивності рослин і землі оцінюється урожайністю сільськогосподарських культур.

Продуктивність біологічна – 1. Загальна кількість органічної речовини, втраченої популяцією або угрупованням на одиницю площі протягом певного часу. 2. Кількість продукції рослин або тварин за певний період.

Проста кореляція – досліджується зв'язок між двома ознаками або залежність однієї ознаки від другої. Прикладом такої кореляції може бути залежність урожайності від густоти рослин, густоти рослин від норми висіву насіння.

Пряма кореляція – із збільшенням однієї ознаки, інша ознака також збільшується. Наприклад, при збільшенні загальної кількості стебел вирощуваної колосової культури на певній площі зростає і кількість продуктивних стебел.

Р

Ранг – порядковий номер значень ознаки, яка піддається ранжуванню.

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

Раса – сукупність організмів одного виду чи підвиду, що набула деяких відмінностей під впливом певних умов існування.

Регресія – зворотний рух, а в теорії ймовірностей та математичній статистиці – закон зміни математичного сподівання однієї випадкової величини залежно від значень іншої.

Регресія криволінійна – це така, коли за криволінійної форми зв'язку збільшення факторіальної ознаки призводить до нерівномірного збільшення (або зменшення) результативної ознаки.

Результат – остаточний, кінцевий підсумок певної діяльності чи наслідок будь-якої роботи, в т.ч. і дослідницької.

Рекогносцировка – розвідка, з метою уточнення характеру місцевості за рельєфом та однорідністю родючості ґрунту.

Рекогносцирувальний (розвідувальний) посів – суцільний посів однієї культури, який передуює закладанню польового досліду і проводиться для виявлення ступеня однорідності ґрунтової родючості земельної ділянки шляхом дрібного обліку врожаю. Для цього весь рекогносцирувальний посів поділяють на діляночки за площею рівнозначні площі майбутніх дослідних ділянок, за формою – видовжені зі співвідношенням ширини до довжини як 1:10. Урожай збирають малогабаритними машинами. Результати обліку врожаю використовують для складання плану рекогносцирувального посіву.

Рекомендація виробництву – порада науковців щодо застосування в практичному виробництві результатів наукового пошуку. Це може бути порада в підборі сортів сільськогосподарських культур; настанова щодо запровадження поліпшеного зяблевого обробітку ґрунту.

Рельєф земельної ділянки досліду – за рельєфом земельна ділянка має бути вирівняною або з рівномірним і однорідним схилом, що не перевищує 1,0–2,5 м на 100 м довжини схилу. При закладанні досліду на схилі дослідні ділянки орієнтують їх довжиною уздовж схилу. Крім, рельєфу звертають увагу і на мікрорельєф – наявність блюдець, канавок, ривчачків, горбиків та ін., яких слід уникати.

Рендомізація – випадковість, яка використовується при плануванні розміщення варіантів на дослідній ділянці з певною строкатістю родючості ґрунту.

Рендомізація неповна – випадкове розміщення варіантів лише в межах попередньо виділених повторень.

Рендомізація повна – випадкове розміщення варіантів на всіх ділянках досліду без попереднього виділення повторень. Цей метод розміщення варіантів у досліді застосовують у випадку, коли індивідуальне варіювання росту і врожайності рослин чисельно перевищує варіювання родючості ґрунту.

Рендомізоване (випадкове) розміщення варіантів – таке розміщення польового досліду, коли порядок розміщення варіантів у кожному повторенні визначається жеребкуванням або за таблицею випадкових чисел.

Репрезентативність земельної ділянки – відповідність її тим умовам, в яких передбачається використовувати результати досліду. Земельна ділянка для майбутнього досліду повинна відповідати

властивостям, родючості і рельєфу ґрунтів, поширених у даному районі або навіть в інших районах, близьких за природними умовами.

Рівні вивчаючого фактору – це градації кожного фактора або його дози. Набір рівнів кожного фактора визначає кількість варіантів у досліді. Якщо кількість рівнів для всіх факторів однакова, то кількість варіантів у досліді дорівнює кількості рівнів, піднесених у число факторів. При двох факторах та трьох рівнях кожного із них кількість варіантів у досліді складатиме $3^2 = 9$.

Рівень значущості – 1. Показники, які використовуються для перевірки статистичних гіпотез, пов'язані з такими значеннями ймовірності, при яких поява очікуваних подій у даних умовах вважається практично неможливою. Чим менший рівень значущості, тим менша ймовірність відкинути гіпотезу. Звичайно зупиняються на п'ятипроцентному або однопроцентному рівнях значущості, яким відповідають рівні ймовірності $P=0,05$ і $P=0,01$. 2. Ризик зробити помилкове заключення (висновок). В агрономічних дослідженнях допускаються п'яти- та однопроцентний рівні значущості. Позначається літерою P .

Рівень ймовірності (P) – характеризує ймовірність появи певної події, визначається відношенням об'єктів з даною ознакою до кількості всіх можливих випадків. Події, ймовірність яких становить понад $\frac{1}{2}$, є ймовірними, а менше $\frac{1}{2}$ – малоімовірними.

Рівні наукових досліджень – розрізняють емпіричні (експериментальний), теоретичний та описово-узагальнюючий. На емпіричному рівні досліджень ставлять експерименти, накопичують факти, аналізують їх і роблять практичні висновки. В експерименті об'єкт дослідження вивчають в тих умовах, які плануються експериментатором, процеси контролюють і регулюють, а результати точно враховують. На теоретичному рівні досліджень синтезуються знання, формулюються загальні закономірності у певній галузі знань. На описово-узагальнюючому рівні досліджень експерименти не проводяться, а описують явища, які спостерігаються безпосередньо в природі, поза експериментатором.

Рівняння регресії – це рівняння у вигляді прямої лінії, за допомогою якого обчислюють невідомий показник за відомим показником, якщо між цими показниками встановлена тісна і достовірна кореляційна залежність.

Річний звіт – документ науковця з проведеної науково-дослідної роботи.

Родючість ґрунту – властивість ґрунту безперервно задовольняти потреби рослин потягом усього їх життя у воді та поживних речовинах.

Розбивка земельної ділянки за схематичним планом – ведеться з суворим дотриманням відповідного масштабу. Розпочинають з виділення базисної лінії – найдовшої сторони земельної ділянки, на якій за допомогою мірної стрічки відкладають бічну сторону загального контура дослідів. На кінцях бічної сторони за допомогою екера або бусолі проводять перпендикулярні лінії, на яких відкладають бічні сторони контура дослідів. Розміри бічних сторін фіксують робочими кілочками. Кінцеві точки бічних сторін з'єднують і, таким чином, на земельній ділянці одержують загальний контур дослідів за розмірами схематичного плану. У межах загального контура виділяють яруси, в ярусах – повторення, на повтореннях – дослідні ділянки. Межі цих структур дослідів фіксуються робочими кілочками. Поряд з цим між ярусами виділяють розворотну смугу, а навколо загального контура – захисну смугу дослідів.

Розвідувальні (тимчасові) дослідів – проводять протягом 1–2 років з метою виявлення тих агрозаходів чи сортів рослин, які треба вивчати.

Розмах варіації – це різниця між крайніми значеннями ознаки варіаційного ряду. Позначається символом R , а величина розраховується за формулою $R = X_{\max} - X_{\min}$, де X_{\max} – максимальне значення ознаки, а X_{\min} – мінімальне.

Розмежувальні доріжки в дослідів – виділяють для відокремлення варіантів на території, їх ширина має певну залежність від ширини дослідної ділянки: чим ширші доріжки при вузьких ділянках, тим більші похибки допускаються в дослідів. Так, якщо ширина доріжки становить 40 см, а ширина ділянки 2 м, то в такому дослідів 1/6 частина площі земельної ділянки буде незасіяною. Через це рослини крайніх рядків матимуть більшу площу живлення і їх продуктивність буде завищеною. Для попередження появи цих похибок між ділянками замість доріжок виділяють захисні смуги, а доріжки при необхідності – між захисними смугами.

Розмір ділянок – величина земельної ділянки, представлена двома вимірами – довжиною і шириною. У дослідів з площею ділянок від 11 до 200 м² оптимальне відношення довжини до ширини становить 5–10, а при більших площах ділянок – 10–20.

Розмірність – величина чи масштаб якого-небудь явища; сила чи міра вияву чого-небудь, одиниця виміру. Наприклад, площа листа може показуватись в см² на одну рослину чи в м²/га, а урожайність – в центнерах або тоннах на 1 га.

Розміщення земельної ділянки на території – вибір території для земельної ділянки. Необхідно, щоб вона знаходилась на віддалі не менше 200 м від водоймищ, тваринницьких приміщень, 50–100 м – від житлових будинків, лісових масивів, 25–30 м – від лісосмуг, не менше 20 м – від проїжджих доріг, 10 м – від живих огорож.

Розміщення повторень на земельній ділянці – використання двох способів розміщення повторень: суцільного і розкидного. За суцільного – всі ділянки розташовуються компактно на одній земельній ділянці. Залежно від конфігурації земельної ділянки повторення можуть розміщатися в один, два або декілька ярусів. Розкидне розташування повторень використовується лише в тих випадках, коли відсутня однорідна земельна ділянка достатнього розміру для суцільного розміру всіх повторень досліду. Наприклад, при поділі земельної ділянки природними перешкодами.

Розміщення варіантів у дослідах – чергування варіантів на дослідних ділянках повторень, яке залежить від завдань та конкретних умов навколишнього середовища – форми земельної ділянки, варіювання родючості і ґрунту, напряму схилу тощо. Застосовують переважно три методи розміщення варіантів: випадковий, систематичний і стандартний. Кожний із них, обраний для конкретного досліду, повинен забезпечити проведення дослідження з мінімальними методичними похибками; гарантувати проведення досліду незалежно від випадковостей – загибелі рослин від хвороб і шкідників тощо.

Розрахунки повторності досліду – ведуться за формулою:

$$n = (V : s_{x\%}^-)^2,$$

де $s_{x\%}^-$ – відносна похибка середньої арифметичної.

Так, якщо припустимо, що $V = 12\%$, а $s_{x\%}^- = 5\%$, то $n = (12 : 5)^2 = 5,76$ або $= 6$. Це засвідчує про те, що за цих умов дослід слід вести у 6-разовій повторності.

Розсіювання варіантів – розсіювання, обумовлене дією варіантів, що вивчаються. Позначається символом S , а визначається відношенням суми сум квадратів відхилень за варіантами до кількості повторностей.

Розсіювання випадкове – розсіювання, яке характеризує всю масу різноманітності результативної ознаки, яка виникає внаслідок випадкових помилок в процесі проведення досліду.

Розсіювання загальне – розсіювання, яке обумовлене специфічним впливом кожної повторності. Числове значення цього розсіювання S_y характеризується сумою квадратів відхилень всіх спостережень від загального середнього.

Розсіювання повторень – це розсіювання, обумовлене специфічним впливом кожної повторності. Числове значення цього розсіювання S_p визначається відношенням суми сум квадратів відхилень за повторностями до кількості варіантів.

С

Середня арифметична (\bar{x}) – головна статистична характеристика варіаційного ряду. При обчисленнях за довільним початком відліку A середня арифметична визначається за формулою:

$$\bar{x} = A + \left(\frac{\sum fx_i}{n} \right),$$

де A – довільний початок;

fx_i – добуток частоти на відхилення;

i – груповий інтервал;

n – обсяг вибірки.

Середня арифметична зважена – середній показник із дат за неоднакової частоти їх зустрічей.

Середня арифметична проста – середній показник із дат, отриманих за однакової частоти їх зустрічей.

Середовище – сукупність усіх зовнішніх умов окремого організму або більш складної біологічної системи: 1) речовина чи простір, оточення певного об'єкта; 2) природні тіла і явища, з якими організми знаходяться у безпосередніх чи посередніх взаємовідносинах; 3) сукупність фізичних (природних) природно-антропогенних (культурних ландшафтів і населених місць) та соціальних факторів життя людини.

Середовище агресивне – сукупність несприятливих умов, які негативно впливають на ріст та розвиток рослин і часто спричиняють їх загибель.

Середовище живильне – середовище, що використовують для вирощування мікроорганізмів. Для приготування живильних

середовищ використовують агар, желатин, хімічні сполуки, різну рослинну і тваринну сировину тощо.

Систематика – групування чи класифікація предметів і явищ; розділ ботаніки, який розподіляє рослини на види, роди і родини з описом основних їх характеристик.

Систематичне розміщення варіантів – порядок розміщення варіантів на кожному повторенні, підпорядкований певній системі (послідовно, в шаховому порядку).

Систематичні похибки – вид похибок, які за своєю дією односпрямовані і тому завищують або занижують результати досліджень. Зумовлюються дією таких факторів, як закономірна зміна родючості ґрунту, невідрегульованістю приладів і механізмів. Систематичні похибки взаємно не компенсуються і тому суттєво впливають на точність середніх арифметичних величин.

Систематичне розміщення варіантів – таке, коли розміщення варіантів на кожному повторенні підпорядковане певній системі (послідовно, в шаховому порядку). Так, якщо на першому повторенні варіанти розташовуються в порядку 1, 2, 3, 4, то ця послідовність повинна зберігатися і на інших повтореннях.

За шахового розміщення варіанти на повтореннях різних ярусів зсовуються. Наприклад, за шести варіантів і за ярусного розміщення повторень порядкова нумерація варіантів першого яруса зсовується у другому на два номери ($6 : 3 = 2$), а за двоярусного – на 3 номери в другому ярусі.

Метод простий і ефективний, якщо не спостерігається закономірного (систематичного) варіювання родючості ґрунту.

Сортовипробування – перевірка та оцінка нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур у польових умовах.

Сортовипробування виробниче – станційне сортовипробування з метою господарської оцінки найкращих перспективних сортів, які мають бути передані до державного сортовипробування.

Сортовипробування державне – сортовипробування, яке проводиться на сортодільницях і сортовипробувальних станціях, що розміщені в різних ґрунтово-кліматичних зонах адміністративних областей.

Сортовипробування екологічне – спеціальне станційне сортовипробування для оцінки сорту за реакцією на вирощування в різних екологічних умовах.

Сортовипробування конкурсне – випробування кращих номерів, які пройшли попереднє сортовипробування.

Сортовипробування попереднє – станційне випробування сортів з недостатньою кількістю насіння після вирощування в контрольному розсаднику.

Сортовипробування станційне – сортовипробування, яке здійснюється у селекційно-дослідних установах і в якому оцінюються сорти та гібриди, виведені в конкретних наукових установах.

Сортовипробувальні ділянки – основні науково-виробничі одиниці системи сортовипробування України. Оцінка сортів на всіх сортоділянках ведеться за єдиною методикою, схваленою Державною комісією по випробуванню та охороні сортів рослин. Поряд з випробуванням сортів на деяких сортоділянках вивчають окремі ланки сортової агротехніки: попередники, норми висіву, строки посіву тощо. За наслідками сортовипробування ведеться впровадження нових сортів у виробництво.

Спеціальні агрономічні дослідження – лабораторні, вегетаційні, лізиметричні, польові та виробничі. Серед названих методів головним є польовий.

Спілість ґрунту – фізичний стан ґрунту, за якого він найкраще і найлегше обробляється – добре кришиться і розпадається на грудочки при найменших затратах тягових зусиль.

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

Спостереження метеорологічне – систематичні спостереження за температурою повітря і ґрунту, опадами, напрямом і силою вітру, вологістю повітря і ґрунту.

Спостереження статистичне – планомірний, науково організований процес даних щодо масових явищ і процесів, які відбуваються в навколишньому середовищі, шляхом їх реєстрації за спеціальною програмою, розробленою на основі статистичної методології.

Спостереження фенологічні – це реєстрація фаз розвитку рослин за зовнішніми ознаками.

Стандартизація – діяльність щодо встановлення оптимальних правил, вимог, загальних принципів чи характеристик, які стосуються різних видів занять чи їх результатів.

Стандартне відхилення (S) – показник, який обчислюється добуванням кореня квадратного з дисперсії:

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

S як S^2 відображають ступінь розсіювання (варіювання) показників (варіант). Зростання значення вказує на посилення варіювання ознаки. Для характеристики мінливості показників середня арифметична іде в парі зі стандартним відхиленням: $\bar{x} \pm S$.

Це стверджується у такому відносному прикладі.

Показники вибірки	\bar{x}	S	$\bar{x} \pm S$
5, 5, 5, 5	5	0	5 \pm 0
5, 4, 6, 5	5	0,3	5 \pm 0,3
1, 9, 2, 8	5	1,6	5 \pm 1,6

Стандартне розміщення варіантів на повторенні – передбачає розміщення поряд з дослідним варіантом його контролю або стандарту. Якщо стандарт розміщують через ділянку, то це буде ямб-метод, через дві – дактиль-метод, а якщо дослідні ділянки поділяють на маленькі діляночки (парцели), то це буде парний метод П.Н. Константинова. Метод ефективний на ґрунтах зі значною строкатістю родючості ґрунтового покриву, що характерно для умов Полісся.

Стандартний метод – розміщення контролю (стандарту) поряд з кожним чи між двома дослідними варіантами.

Статистична достовірність досліді – полягає у визначенні достовірності (істотності) різниць між середніми арифметичними, значеннями кореляцій, регресій тощо за допомогою статистичних критеріїв та найменших істотних різниць (НІР). Щодо польового досліді, то встановлюються достовірність надбавки за НІР. При цьому суттєвими (довірчими) є ті надбавки, які за своїм значенням переважають НІР або рівнозначні з нею.

Статистична обробка результатів досліді – ведеться з метою встановлення меж можливих випадкових коливань, отриманих даних і визначення наявності суттєвих розбіжностей між середніми урожаями у варіантах досліді.

Статистичні характеристики вибірки кількісної мінливості – для малих ($n < 30$) і великих ($n > 30$) вибірок обчислюють такі характеристики:

- середню арифметичну – \bar{x} ;
- дисперсію – S^2 ;
- стандартне відхилення – S ;
- похибку середньої арифметичної – $S_{\bar{x}}$;
- коефіцієнт варіації – V ;
- відносну похибку – $S_{\bar{x}}\%$;
- інтервальну оцінку середньої арифметичної генеральної сукупності – $\bar{x} \pm t S_{\bar{x}}$.

Статистичні характеристики якісної мінливості – при аналізі варіаційних рядів якісної мінливості обчислюють:

- частку наявності ознаки – p ;
- частку відсутності ознаки – q ;
- стандартне відхилення – S ;
- коефіцієнт варіації – V_p ;
- похибку частки – S_p ;
- загальний об'єм вибірки – N ;
- кількість об'єктів з даною ознакою – n .

Строки відбору зразків у досліді – пов'язуються з частотою обліків та спостережень, що ведуться в досліді протягом року, вегетаційного періоду або його частини. Періодичність відбору має дати повну уяву про перебіг певного процесу від початку і до кінця досліді. Строки спостережень та відбору зразків поєднують з фенофазами розвитку рослин, або проводять, наприклад, спостереження через певний період – подекадно, один або два рази в місяць. Інтервал між спостереженнями залежить від тривалості процесу. Відбір зразків ґрунту чи рослин проводять до та після випадання атмосферних опадів, до та після виконання основних агротехнічних заходів. Проби і зразки відбирають методом, який би запобігав появі систематичних похибок – методом рендомізації (випадково).

Структурні елементи земельної ділянки досліді (дільниці):

Земельна ділянка досліді (дільниця) – це ділянка землі, обрана дослідником для проведення польового досліді;

Дослідна ділянка – це частина земельної ділянки досліді, певного розміру та форми, на якій розміщується лише один з

варіантів схеми польового досліджу. Експериментальними одиницями дослідної ділянки є її облікова площа та захисна смуга.

Повторення – це та частина земельної ділянки, де розміщується повний набір варіантів схеми досліджу.

Ярус – частина земельної ділянки, на якій зосереджене одне, а частіше два повторення досліджу.

Захисна смуга – виділяється навколо облікової площі дослідної ділянки та навколо досліджу. У структурі дослідної ділянки виділяють поздовжні і поперечні захисні смуги, а в досліді – ті, що оточують ярус і повторення та між ярусами (коридор), які використовують як розворотні смуги.

Ступінь свободи – число, яке засвідчує про кількість вільно варіюючих елементів або про членів статистичної сукупності, здатних набувати будь-яких довільних значень. Позначається символом ν (ню) і визначається за формулою $\nu = n - 1$.

Судження – висловлена думка, у якій дещо стверджується про об'єкт дослідження.

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

Сукупність вибіркова – сукупність одиниць, відібраних з генеральної сукупності, частина дослідження на основі науково розроблених принципів.

Сукупність генеральна – це загальна чисельність одиниць, які в сумі складають єдине ціле досліджуваного об'єкта і які підлягають вивченню.

Сукупність статистична – це низка однорідних у певному відношенні елементів, які мають єдину якісну основу, але різняться між собою певними ознаками.

Супутні обліки і спостереження – це спостереження в досліді за дією факторів, що спричиняють підвищення чи зниження ефекту впливу головного фактора на урожай і його якість за варіантами досліджу. Наприклад, при вивченні строків, способів і глибини обробітку ґрунту, крім урожайності, структури врожаю і якості продукції, беруть до уваги такі супутні показники, як вологість ґрунту, його водопроникність, щільність тощо. Показники супутніх

досліджень спрямовані на розкриття причинності основних результатів польового досліджу.

Схема досліджу – сукупність дослідних і контрольних варіантів, об'єднаних загальною ідеєю. При розробці схеми досліджу необхідно дотримуватись таких вимог: витримати принцип єдиної логічної відміни і принцип фактурності, вірно вибрати контрольний варіант або стандарт, вивчити супутні невивчені умови дослідження (фон), вірно встановити основний рівень (центр експерименту) і одиниці варіювання факторів, що вивчаються в досліді.

Схема досліджу неповна – це вибірка з повної факторіальної схеми, яка включає найбільш інформативні варіанти.

Схема досліджу повна – схема, яка передбачає усі логічно підібрані варіанти для вивчення конкретного питання.

Схема наукового дослідження – послідовність його ведення. Вона включає такі етапи:

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

Схематичний план досліджу – схема розміщення головних елементів методики з врахуванням конфігурації земельної ділянки, однорідності ґрунтового покриву та вимог досліджу. На схематичному плані відображають точні розміри земельної ділянки досліджу, ярусів, повторень, дослідних ділянок, послідовність варіантів на повтореннях, ширину захисних смуг дослідної ділянки і земельної ділянки, ширину смуги (коридора) між ярусами, наносяться місцеві орієнтири – окремі дерева, кущі, лісосмуга, рівчаки, озерця тощо.

Т

Таблиця – відомості у вигляді цифрових даних, розташованих у певному порядку за відповідними графами.

Тематика досліджень – сукупність питань, що лежать в основі наукового дослідження.

Теоретичний рівень досліджень – синтез знань, формулювання загальних закономірностей у певній галузі знань.

Тест – коротке стандартне завдання, метод випробування, що застосовується в різних галузях науки для кількісної і якісної характеристики певних явищ.

Тест-культура – культура, за допомогою якої здійснюється тестування. Такою культурою може бути насіння редиски, яке дає можливість виявити ступінь шкідливості, наприклад, кореневих виділень польових культур чи виділень із заробленої у ґрунт соломи злаків. В природному середовищі тест-рослиною є, наприклад, хвощ польовий, який свідчить про підвищену кислотність ґрунту.

Типовість земельної ділянки досліді – визначається тим, що її рельєф, крутизна схилу, його експозиція, ґрунт, підґрунтя та рівень залягання ґрунтових вод у досліді мають бути ідентичними тим умовам, у яких вирощують досліджувану культуру в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, області, району.

Точні порівняльні досліді – ведуться з метою розробки диференційованої агротехніки, випробування нових технологій, рекомендованих науковими установами. Головна увага тут приділяється обліку врожаю та визначення його якості. Схема такого досліді включає 4 кращих варіанти при три- чи чотириразовій повторності. Дослідна ділянка за площею становить 500–2000 м² і повинна забезпечити повну механізацію всіх агротехнічних процесів в досліді.

Точність досліді (відносна похибка – $S_{\bar{x}}\%$) – вважається одним з основних показників якості дослідної роботи, починаючи від вирівнювання родючості ґрунту земельної ділянки досліді, добору вирівняного посівного матеріалу і закінчуючи однаковим доглядом за рослинами та збиранням врожаю. Математично це відносна похибка досліді – $S_{\bar{x}}\%$ і визначається за формулою:

$$S_{\bar{x}}\% = \frac{S_{\bar{x}}100}{\bar{x}},$$

де $S_{\bar{x}}$ – похибка середньої;

\bar{x} – середня арифметична.

Трансгресія – явище, яке спостерігається при розподілі двох вибірок за числовими значеннями однієї і тієї ж ознаки, коли частоти максимальних варіантів одного ряду попадають в класи мінімальних варіантів іншого ряду, утворюючи під варіаційними кривими двох рядів частину спільної площі в одній і тій же системі прямокутних координат.

Тривалі досліді – ведуть понад 50 років у окремих наукових установах і ґрунтово-кліматичних зонах з метою виявлення дії, взаємодії і післядії систематичного застосування окремих агроприйомів чи їх комплексу на родючість ґрунту та якість продукції.

У

Угрупування – сукупність предметів, речовин і явищ, подібних своїми властивостями чи ознаками.

Узагальнення – загальнонауковий метод досліджень, за допомогою якого уявно переходять від окремих фактів, явищ та процесів до їх ототожнювання або від одного поняття чи судження до більш загального.

Умовивід – міркування, у процесі якого з одного або кількох пов'язаних між собою суджень виводять нові судження та роблять з них висновки.

Уніфікація – зведення чого-небудь до єдиної форми, системи чи до єдиних параметрів. Наприклад, для визначення продуктивності сівозмін урожайність різних культур виражається в кормових чи зернових одиницях.

Установа наукова – організація (з певним штатом службовців і адміністрацією), що займається науковою діяльністю. Нею, наприклад, можуть бути галузеві інститути, дослідні станції, дослідні поля, опорні пункти.

Уявні експерименти – логічне мислення про зміну явищ і процесів при зміні умов, які небажано проводити у фізичному експерименті.

Ф

Фаза – період, стадія в розвитку якого-небудь явища, процесу, етап. Стосовно рослин розглядаються фази фенологічні, а стосовно ґрунту – ґрунтові.

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

Фактор коректуючий – показник, який вводиться, а розрахунки для усунення похибок, що з'являються при обчисленні відхилень від довільного початку.

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

Фенологічна фаза – чітко виражений певний морфобіологічний етап у розвитку рослин або її окремих органів. Розрізняють початок фази, коли в неї вступило не менше 10–15 % рослин, і повну фазу – коли в неї вступило не менше, ніж 70–75 % рослин. У зернових колосових виділяють такі фази: сходи, кушення, колосіння, цвітіння, молочна, воскова та повна стиглість зерна.

Фенологічні спостереження – визначення календарних термінів настання і проходження фаз розвитку рослин.

Форма дослідної ділянки – буває квадратною, прямокутною та видовженою. Форма визначається співвідношенням ширини ділянки до її довжини. У квадратних вона складає 1 : 1, у прямокутних – 1 : 2 – 1 : 10, у видовжених – більше 1 : 10. Форма ділянки залежить переважно від строкатості ґрунтового покриву обраної земельної ділянки та вивчаючого фактора. Так, на дільницях з однорідною родючістю ґрунту обирають квадратну чи прямокутну форму, а на строкатих – прямокутну чи видовжену. Близько до квадратної форми використовують ділянки у дослідях, де вивчається захист рослин від шкідників, хвороб, бур'янів тощо. У загальному, квадратна форма ділянок буде ефективнішою у дослідях, коли суміжні варіанти сильно впливають один на одного.

Форма повторень в досліді – повторення повинні мати однакові розміри і співвідношення боків, за формою наближатись до квадратної. Це буде можливим, якщо відношення довжини ділянки до її ширини буде дорівнювати кількості варіантів в схемі досліді.

Фон досліді – агротехнічні умови, за допомогою яких проводять оцінку факторів, що вивчаються. Наприклад, різний передпосівний обробіток може вивчатись на фоні оранки, тобто фоном буде оранка, проведена в межах всього досліді.

Форма ділянки – обриси чи контури ділянки, що визначають її зовнішній вигляд. У польових досліді використовують ділянки прямокутної форми, а за співвідношенням сторін – квадратні і видовжені. Видовжені ділянки умовно вважаються короткими, якщо їх довжина в 2–10 разів більша за ширину, а довгими – при співвідношенні сторін, яке більше 10.

Формула – загальне коротке визначення якогось положення, яке можна застосувати для конкретного випадку; стислий, але точний

словесний вислів чи визначення будь-чого; виражене буквами, числами і знаками умовне позначення, відношення будь-яких величин чи елементів.

Фундаментальні дослідження – спрямовані на відкриття і вивчення нових явищ і законів природи, їх результатами є закінчена система наукових знань.

Функція – явище, яке залежить від іншого явища, є формою його виявлення і змінюється відповідно до його змін; величина, яка змінюється зі зміною незалежної змінної величини.

Х

Характер – сукупність визначальних властивостей чи ознак будь-якого предмета або явища, його типові риси.

Характеристика – опис або визначення істотних особливостей чи ознак досліджуваного об'єкта.

Ц

Центр координаційний – наукова установа, яка координує наукові дослідження з певної галузі знань в цілому по країні.

Ч

Частина ділянки захисна – це частина посівної ділянки, видалена по периметру поля захисту облікової частини ділянки від зовнішнього впливу (сусідніх ділянок, доріг).

Частина ділянки облікова – частина посівної ділянки, виділена для обліку врожаю. Як правило, ширина облікової частини ділянки залежить від ширини захвату збиральної машини і площі живлення рослин. При більшій площі живлення рослин облікова площа збільшується і навпаки.

Частка відсутності ознаки – показник, за яким роблять висновок про те, у якій частині об'єктів відсутня. Позначається він символом q , а розраховується за формулою $q=1-p$, де p – частка наявності ознаки. Наприклад, якщо $q=0,35$, то це значить, що у 35 % об'єктів досліджувана ознака відсутня. Ця статистична характеристика використовується при аналізі варіаційних рядів якісної мінливості.

Частка наявності ознаки при якісній мінливості – відношення кількості об'єктів з даною ознакою (n) до загального обсягу вибірки (N). Обчислюють за формулою:

$$p = n : N$$

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

Число ступенів свободи – число можливих незалежних порівнянь. Щоб мати число незв'язаних між собою елементів, тобто число ступенів свободи, від наявного числа віднімають одиницю. Тоді число ступенів свободи, наприклад, повторень у польовому досліді складатиме $v_p = l - 1$, а число ступенів свободи варіантів $v_v = n - 1$. Число ступенів свободи дозволяє за таблицею Стьюдента встановити значення t . При шести повтореннях, наприклад, число ступенів свободи складає $v_p = 6 - 1 = 5$. При $v = 5$ на рівнях ймовірності $P_{0.95}$ і $P_{0.99}$ становитиме 2,57 і 4,03 відповідно.

Ш

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

Щ

Щоденник науковця – польовий журнал, який являє собою загальний зошит у твердій обкладинці і такого формату, щоб можна було його носити у кишені і користуватись у польових умовах.

Я

Явище – окремий факт, поодинокі подія. Будь-яка множинність одиноких явищ складає масове явище.

Ямб-метод – стандартне розміщення варіантів, при якому дослідний варіант чергується зі стандартом.

Ярус – один з горизонтальних рядів, розміщених один над одним, або один під одним. Наприклад, якщо всі повторення досліді витягнуті в одну лінію, це буде одноярусне розміщення. Якщо в дві – двоярусне.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильєв С.В., Бондарчук Н.В., Мельник Л.Л. Словник економічних терміні. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2005. 192 с.
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови / укл. і гол. ред. В.Т. Бусел. Київ – Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2004. 1440 с.
3. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: ЗАТ “Ніч лава”, 2003. 320 с.
4. Гродзинский А.М., Гродзинський Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. Київ: Наукова думка, 1973. 591 с.
5. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишенев: Молод. энцикл., 1989. 408 с.
6. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін. Харків: Майдан, 2016. 314 с.
7. Дранічев М.І. Землеробство у термінах у визначеннях. Луганськ: ЛДАУ, 2001. 381 с.
8. Жаринов В.І., Довгань С.В. Словник-довідник по агроекології. Київ, 2001. 374 с.
9. Загальне землеробство. Термінологічний словник / За ред. В.О. Єщенка. Умань, 2002. 176 с.
10. Загальне землеробство: підручник/ За ред. В.О. Єщенка. Київ: Вища школа, 2004. 336 с.
11. Кажбей Г.М. та ін. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 10 Методичні вказівки. Київ: «Нілан-ЛТД», 2016. 54с.
12. Комп’ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. О.М. Царенко, Ю.А. Злобін, В. Г.Скляр, С. М.Панченко. Суми: Видавництво “Університетська книга”, 2000. 203 с.
13. Кондратюк Е.М., Хархота Г.І. Словник-довідник з екології. Київ: Урожай. 1987. 157 с.
14. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. Київ: НАУ, 2001. 247 с.
15. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. Київ: Agrar Media Group, 2013 р., 263 с.

16. Недвига О.Є. Словник понять і термінів з фітопатології. Умань, 2001. 302 с.
17. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія, 2005. 288 с.
18. Пересипкін В.Ф., Марков І.Л., Шелестова В.С., Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин. Київ, 2000. 178 с.
19. Рожков А. О., Огурцов Є. М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
20. Станкевич С. В., Леженіна І. П., Забродіна І. В., Жукова Л.В. Карантинні організми (з основами експертизи підкарантинних матеріалів): навч. посіб. Харків: ФОП Бровін О.В., 2021. 459 с.
21. Станкевич С.В. Термінологічний словник з фітопатології / С.В. Станкевич, Л.В. Жукова, В.В. Горяїнова, О.М. Батова. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 60 с.
22. Станкевич С.В. Термінологічний словник-довідник з фітопатології: навч. посібник / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, М.М. Фурдига та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 120 с.
23. Станкевич С.В., Кабанець В.В. Українсько-латинсько-англійсько-німецький словник назв основних шкідників сільськогосподарських культур і лісових насаджень. Житомир: Видавництво «Рута», 2024. 92 с.
24. Станкевич С.В., Положенець В.М., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 303 с.
25. Станкевич С.В., Горновська С.В. Методи виявлення, збору та зберігання комах: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 140 с.
26. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посіб. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2021. 512 с.
27. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 216 с.

Для заметок





Навчальне видання

Положенець Віктор Михайлович
Немерицька Людмила Вікторівна
Фурдига Микола Миколайович
Станкевич Сергій Володимирович
Рожкова Тетяна Олександрівна

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ

Навчальний посібник

За редакцією авторів
Дизайн обкладинки С.В. Станкевича
Комп'ютерний набір і верстка С.В. Станкевича

Підписано до друку 26.11.2024 Формат
60x84/16. Ум. друк. арк. 10,75 Папір
офсетний. Друк офсетний. Зам. № 3862.
Тираж 300.



Відруковано в ПП «Рута»
10014, Україна,
м. Житомир, вул. Мала Бердичівська, 17 а,
тел. 0679621687
Свідоцтво с уб'єкта видавничої справи
ДК №3671 від 14.01.2010
E-mail: ruta-bond@ukr.net