Івано- Франківський обласний еколого-натуралістичний центр

учнівської молоді

Івано-Франківської обласної ради

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ**

**Навчально-методичний посібник з**

**організації науково-дослідницької роботи**

м. Івано-Франківськ

2021

***Підготував:***

**Кузнєцов Роман Ігорович** – керівник гуртків Івано- Франківського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді Івано-Франківської обласної ради

У навчально-методичному посібнику викладені основні методи організації та проведення польових експериментів. Висвітлені основні елементи методики і техніки польового досліду. Розглянуто ведення документації з досліду.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Розділ 1. Польовий дослід та його класифікація**…….………………… | 4 |
| 1.1 Спостереження і дослід ……………………………………………….... | 4 |
| 1.1.1Класифікація дослідів………………………………………………… | 5 |
| 1.2 Класифікація польових дослідів і вимоги до них.……………………. | 7 |
| 1.2.1 Класифікація польових дослідів..……………………………………. | 7 |
| 1.2.2 Вимоги до польового досвіду………………………………………... | 8 |
| **Розділ 2. Організація польового досліду**……………………………….. | 11 |
| 2.1. Планування досліду…………………………………………………… | 11 |
| 2.2 Закладання польового досліду…………………………………………. | 12 |
| 2.2.1 Вибір земельної ділянки під дослід.…………………………………. | 13 |
| 2.2.2 Підготовка та вивчення ділянки…………………………………… | 14 |
| 2.3 Основні елементи методики і техніки польового досліду………… | 15 |
| 2.3.1 Площа, форма і напрямок дослідної ділянки……………………….. | 15 |
| 2.3.2 Варіанти і повторності досліду ………………………………. | 16 |
| 2.3.3 Методи розміщення варіантів у польовому досліді ……………… | 17 |
| 2.4 Догляд і спостереження за рослинами на дослідній ділянці………….. | 20 |
| 2.5 Ведення документації з досліду ………………………………………. | 22 |
| **Розділ 3. Рекомендована документація при проведенні польового досліду**…………………………………………………………………………. | 25 |
| 3.1 Робочий план польового дослідження (на прикладі навчально-дослідної земельної ділянки)………………………………………………... | 25 |
| 3.2 Польовий журнал……………………………………………………….. | 26 |
| * 1. Щоденник дослідницької роботи………………………………………. | 27 |
| 3.4 Щоденний облік роботи…………………………………………………. | 28 |
| 3.5 Фенологічні спостереження під час проведення польових дослідів….. | 28 |
| 3.6 Фенологічні спостереження над зерновими культурами……………… | 29 |
| Список використаної літератури…………………………………………….. | 31 |

**РОЗДІЛ 1. ПОЛЬОВИЙ ДОСЛІД ТА ЙОГО КЛАСИФІКАЦІЯ**

**1.1. Спостереження і дослід**

Загально прийнятими прийомами емпіричного наукового дослідження є спостереження (обсерваційні дослідження) і дослід (експериментальні дослідження). У кожній науці вони мають свої особливості і проводяться за певними методиками. Однак, не завжди спостереження і дослід можна чітко диференціювати, так як спостереження часто є складовою частиною досліду.

Проводячи спостереження, дослідник не впливає на залежні і не залежні змінні, а лише вимірює і реєструє їх. Спостереження широко використовують у біології, сільському господарстві та інших галузях наук. Наприклад, спостереження характерні для метеорології (ми спостерігаємо за напрямком вітру і температурою повітря, але не можемо впливати на них), популяційної біології (спостерігаємо розподілення алелей різних генів у популяціях живих організмів), епіфітотіології (спостерігаємо за поширеністю і розвитком хвороб у посівах певної культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах), в етології тварин (спостерігаємо за поведінкою тварин, намагаючись їх не злякати) і т. д. Хоча в останньому випадку ми можемо попередньо створити для тварини певну ситуацію, а потім спостерігати за його поведінкою, тобто в одному дослідженні об'єднати дослід та спостереження.

*Спостереження можна визначити як реєстрацію кількісних або якісних, статичних або динамічних ознак, властивостей або станів даного явища або процесу.*

Спостереження мають принципові недоліки, які слід брати до уваги при формулюванні висновків. При проведенні обсерваційних досліджень відзначаються значення змінних, які ми вважаємо незалежними, і реєструються, відповідні цим значенням, величини залежних змінних. Виявивши визначений взаємозв'язок (кореляцію) між першими і другими, дослідник намагається обґрунтувати причинно-наслідкові зв'язки між змінними. Однак, наскільки надійний такий доказ? В обсерваційному дослідженні ми ніколи не можемо бути впевнені, що обстежені нами групи об'єктів розрізняються лише тією ознакою, якою ми вважаємо незалежною змінною і за якою ці групи були сформовані. Особливо це стосується ретроспективних спостережень, коли ми маємо справу з даними, отриманими у минулому. Основна причина такої ситуації лежить у порушенні фундаментального принципу вибіркового методу – рівної ймовірності будь-якого члена генеральної сукупності потрапити до вибірки. Іншими словами, при проведенні спостережень вибірки часто бувають невипадковими.

Проте, обсерваційні дослідження, в тому числі, ретроспективні, проводили і проводитимуть. Вони, як правило, недорогі і дозволяють збирати великі обсяги інформації за короткий час. Крім того, у багатьох випадках повноцінне експериментальне дослідження провести неможливо. Для дослідника важливо пам’ятати про принципову можливість невипадкових вибірок при проведенні спостережень і дотримуватися обережності у висновках. Зокрема, важливо до проведення обсерваційного дослідження чітко продумати критерії, за якими об'єкти будуть ставитися до тієї чи іншої групи, тобто чітко і однозначно визначити незалежні змінні.

На відміну від спостережень, в експериментах дослідник варіює незалежними змінними і визначає вплив цих через трансформаційних змін на залежні змінні.

*Експеримент, або дослід, є таким прийомом наукового проходження, при якому необхідні явища або процеси викликаються або змінюються штучним впливом на об'єкт вивчення, після чого реєструються будь-які їх особливості, що цікавлять експериментатора.*

Досліди проводять у строго контрольованих умовах. Вони являються основними прийомами наукового дослідження, оскільки дозволяють найбільш глибоко вивчати явища. Досліди потенційно можуть забезпечити нас більш якісною інформацією у порівнянні з спостереженням. Тільки в експерименті можна переконливо довести причинний зв'язок між змінними.

**1.1.1 Класифікація дослідів**

Одним з основних об'єктів спостережень і дослідів у сільськогосподарських та біологічних науках є рослини. З урахуванням їх автотрофності можливості вирощування у полі та лабораторії, культивуванні рослин, так і культур їх органів, тканин і клітин. З рослинами в наукових дослідженнях проводять чотири типи дослідів: лабораторний, вегетаційний, лізиметричний і польовий.

Слід мати на увазі, що відмінності між цими основними типами до певної міри умовні, і вони можуть поєднуватися і доповнювати один одного в конкретному дослідженні.

*Лабораторний дослід – це дослідження, що здійснюється в будь-яких контрольованих умовах, при чому в якості досліджуваних об'єктів можуть виступати не тільки самі рослини, але і їх окремі частини, органи або навіть окремі клітини, органели і макромолекули.*

Наприклад, можемо виділити хлоропласти з різних за стійкістю до дії високих температур сортів пшениці і порівняти інтенсивність протікання реакції Хілла при впливі на виділені хлоропласти різних температур. У лабораторних дослідах такого роду працюємо з органелами рослин.

*Вегетаційний дослід – це дослідження, при якому об'єктом вивчення виступають інтактні рослини, вирощувані в контрольованих умовах вегетаційних будиночків, теплиць, оранжерей, кліматичних камер та інших споруд.*

Сутність вегетаційного методу досліджень полягає в тому, що рослини вирощують у штучних, але агрономічно обґрунтованих умовах регульованих експериментатором. В умовах вегетаційного досліду дію того чи іншого фактора вивчається у найбільш «чистому» вигляді, при сталості або відсутності дії інших, ще не вивчених факторів.

При вегетаційному досліді рослини вирощуються у різних вегетаційних посудинах у вигляді водних, гравійних, піщаних або ґрунтових культур. Удосконалення техніки вегетаційного методу призвело до створення складних інженерних споруд – фітотронах, в кліматичних камерах яких можна цілий рік працювати з рослинами, моделюючи для них будь-які умови життя.

*Лізиметричний дослід – це дослідження динаміки грунтових процесів і їх впливу на ті чи інші властивості та особливості росту і розвитку рослин у спеціальних лізиметрах, що дозволяють враховувати і контролювати пересування і баланс вологи й поживних речовин у природних умовах.*

На відміну від вегетаційних дослідів, лізиметричний проводиться у полі при природних умовах освітленості, температури і т. д. Технічно лізиметри представляють собою різного роду конструкції з цегли, бетону, металу та інших матеріалів, в яких грунт для вирощування рослин відгороджений з усіх боків від навколишнього грунту. Потужність шару грунту в лізиметрі може варіювати від глибини орного шару до 12 м. В залежності від способу наповнення грунтом розрізняють лізиметри з грунтом природної будови і лізиметри з насипним грунтом. Основним обладнанням лізиметру є пристосування, що дозволяють вивчати і контролювати просочування води і розчинених у ньому речовин.

Лізиметричні досліди використовують для вивчення таких питань, як водний баланс під різними культурами, вимивання і перенесення поживних речовин грунту атмосферними опадами, визначення транспіраційних коефіцієнтів рослин у природних умовах тощо. Слід мати на увазі, що повне відділення грунту в лізиметрі від нижчих шарів створює для рослин інші водні, аераційні і поживні режими, ніж в звичайних польових умовах.

Таким чином, лізиметричні досліди займають проміжне положення між вегетаційними і польовими експериментами.

Якими б не були цінними результати лабораторних, вегетаційних і лізиметричних дослідів, для розробки на їх основі практичних рекомендацій для виробництва, а також для розробки найбільш обгрунтованих теоретичних моделей досліджуваних явищ, пов'язаних з ростом і розвитком рослин у природних умовах, такі результати повинні бути перевірені в умовах польового досвіду.

*Польовий сільськогосподарський дослід – це дослідження, здійснене в природних, близьких до виробничих, умовах поля на спеціально виділеній ділянці*.

Основним завданням польового досвіду є встановлення відмінностей між варіантами досліду для якісної і кількісної оцінки дії різних факторів на ті чи інші властивості рослин, і, перш за все, на їх урожай і його якість.

Польові досліди можуть поєднуватися з вегетаційними, що утворює так званий вегетаційний-польовий досвід. При цьому, рослини можуть певний час вирощуватися у контрольованих умовах, а потім їх пересаджують у поле або вони вирощуються у полі в циліндричних або квадратних посудинах без дна. Крім того, в даний час існують стаціонарні та пересувні кліматичні вегетаційні камери і пересувні вегетаційні будиночки, які дозволяють на певний час створювати для рослин контрольовані кліматичні умови на різних етапах вегетації. Це дає можливість експериментатору оцінити вплив кожного кліматичного фактора на формування врожаю, що неможливо в природних умовах.

**1.2. Класифікація польових дослідів і вимоги до них**

Польові досліди можуть бути проведені на спеціально виділених для цієї мети стаціонарних ділянках або щорічно на нових ділянках, зазвичай на полях виробничого призначення.

**1.2.1 Класифікація польових дослідів**

Виходячи із завдань, тривалості проведення, числа досліджуваних факторів та інших особливостей, польові досліди можуть бути класифіковані різними способами. За загальної спрямованості досліджень, польові досліди діляться на дві великі групи:

1) агротехнічні;

2) досліди з сортовипробування.

*Агротехнічні досліди* призначені для оцінки дії різноманітних факторів, і, перш за все, прийомів обробітку і їх варіантів, на ті чи інші особливості рослин. Наприклад, на ураженість захворюваннями, а також на врожай і його якість. До цієї групи належать польові досліди з вивчення впливу на врожай рослин попередників, добрив, способів боротьби з шкідливими організмами, способів обробітку грунту і т. д.

У дослідах з сортовипробуванням при однакових умовах оцінюються генетично різні сорти і гібриди рослин, на підставі чого найбільш цінні за господарськими ознаками зразки рекомендуються для районування в тій чи іншій зоні.

Між зазначеними групами польових дослідів немає різкого розмежування, оскільки в дослідах по агротехніці часто включаються кілька сортів, а сортовипробні досліди проводять на різних агротехнічних фонах.

Залежно від кількості досліджуваних факторів польові досліди поділяють на однофакторні і багатофакторні. *Однофакторним* *є дослід, в якому вивчається вплив на будь-який показник, наприклад, на ураженість рослин захворюванням або їх урожай, кількісного фактора в декількох градаціях (дози добрив, пестицидів, поливу і т. д.) , або порівнюється дія на відповідний показник ряду якісних однотипних факторів (різні сорти, попередники, способи обробки грунту і т. п.).*

*Досліди, в яких одночасно вивчається дія кількох чинників, називаються* *багатофакторним*. Прикладом такого досліду може бути вивчення впливу на ураженість сільськогосподарської культури захворюванням сортових особливостей і різних фунгіцидів. При цьому, в одному досліді різними препаратами (один фактор) опрацьовують різні сорти рослин (другий досліджуваний фактор).

*Досліди називають одиничними, якщо їх закладають в окремих пунктах, незалежно один від одного, за різними схемами*.

*Якщо ж польові досліди проводять одночасно за однаковими схемами і узгодженими методиками в різних ґрунтово-кліматичних умовах у масштабах певної зони або всієї країни, то їх називають масовими, або іноді географічними*. Прикладом таких дослідів є сортовипробування сільськогосподарських культур, які проводить Держкомісія з сортовипробування.

За тривалістю проведення польові досліди поділяють на короткотермінові, багаторічні і тривалі.

*До короткотермінових відносять досліди тривалістю від 3 до 10 років.* Вони можуть бути нестаціонарними і стаціонарними. Нестаціонарні досліди закладаються щороку за незмінною схемою з одним і тим же об'єктом на нових ділянках і зазвичай тривають 3-4 роки. Цей період вважається мінімально достатнім для врахування впливу різних погодних умов на будь-яку ознаку. Стаціонарні досліди закладають на стаціонарних ділянках, і тривають вони зазвичай від 4 до 10 років.

*До багаторічних відносять стаціонарні польові досліди тривалістю від 10 до 50 років, до тривалих – більш 50 років.* Багаторічні і тривалі досліди незамінні при вивченні повільних у часі процесах, наприклад, при накопиченні гумусу в грунті. Як приклади тривалих дослідів можна привести всесвітньо відомі досліди Ротамстедської дослідної станції в Англії з монокультурами пшениці, ячменю і багаторічних трав, закладені між 1843 і 1855 рр. З 1876 року вивчається продуктивність кукурудзи в монокультурі і при 2-3-польвих сівозмінах у досліді Іллінойського університету в США.

Особливе місце серед різного роду польових дослідів займає *виробничий сільськогосподарський дослід, який представляє собою науково обґрунтоване дослідження безпосередньо у виробничих умовах і спрямований на вирішення конкретних завдань вдосконалення сільськогосподарських технологій.*

**1.2.2 Вимоги до польового досвіду**

Незалежно від числа факторів, тривалості проведення і т. д., цінність польового досвіду залежить від дотримання певних методичних вимог. Найважливішими з них є такі:

• відтворюваність;

• типовість;

• дотримання принципу єдиної відмінності;

• проведення досліду на спеціально виділеній ділянці;

• достовірність.

Слід зазначити, що ці вимоги, крім четвертої, справедливі для будь-яких наукових експериментів, а не тільки польових.

Найважливіша вимога, якій повинен відповідати дослід – це його ***відтворюваність***. Кожен фахівець, відтворивши умови і методику проведення експерименту з тим же об'єктом, що і його попередник, повинен отримати подібні, принаймні, якісно, результати. Не відтворюваність ставить під сумнів будь-які висновки, зроблені на основі подібних експериментів.

Під *типовістю, або репрезентативністю*, польового досліду розуміють відповідність умов його проведення грунтово-кліматичним і агротехнічним умовам району або зони, де планується впровадження результатів даного досліду. Будь-який польовий дослід повинен відповідати вимозі ґрунтово-кліматичної типовості. Очевидно, що немає сенсу вивчати, наприклад, можливості боротьби з кореневими інфекціями в польовому досліді, закладеному на піщаних ґрунтах, якщо результати роботи передбачається використовувати на глинистих чорноземах. Що стосується відповідності досліду агротехнічним виробничим умовам, то це вимога застосовується в основному до виробничих польових дослідів.

У поняття «типовість» польового досвіду входить також вимога до проведення досліджень з типовими для даної зони культурами, з використанням районованих або перспективних сортів. Якщо проводяться агротехнічні досліди, в яких використовують екологічно не пристосовані до цієї зони культури і сорти, то зазвичай результати подібної роботи не мають ніякої цінності, оскільки районовані культури і сорти можуть зовсім інакше реагувати на досліджувані прийоми. З цієї причини не можна поширюються висновки подібних дослідів на звичайні виробничі умови. У цьому ж зв'язку неприпустимо, наприклад, вивчати хвороби, що зустрічаються на овочевих культурах у теплиці, на сортах відкритого грунту, і навпаки.

До типовості відноситься також вимога проведення польового досвіду при загальному високому рівні агротехніки і з насінням рослин високого класу. В іншому випадку, польові досліди не мають практично ніякої цінності.

Дотримання *принципу єдиної відмінності* означає, що всі інші умови, крім досліджуваного фактора, повинні бути однакові. Інакше цей принцип можна назвати принципом рівності супутніх до досліду умов. Це неодмінна вимога при проведенні будь-якого наукового експерименту, яка має суворо дотримуватися у дослідній роботі. Наприклад, якщо в досліді вивчається вплив дози фунгіциду на ураженість рослин захворюванням, то єдиною відмінністю між варіантами досліду повинні бути саме дози. Всі інші умови (грунт, сорти, попередники, добрива і т. д.) у всіх варіантах повинні бути однаковими.

На практиці, однак, при закладанні польових дослідів далеко не завжди вдається дотримуватися повної рівності всіх умов, крім тих, які вивчаємо. Наприклад, можуть позначатися особливості мікрорельєфу дослідної ділянки, відмінності в складі грунту в різних місцях дослідної ділянки і т. п.

Ці проблеми вирішуються шляхом використання декількох повторів кожного варіанта досліду і їх розміщення на дослідній ділянці спеціальними методами, наприклад, методом повністю рендомізованих блоків. Про це мова піде пізніше.

Незважаючи на те, що принцип єдиної відмінності – неодмінною умовою будь-якого наукового експерименту, його не слід розуміти в абсолютному значенні. Наприклад, якщо порівнюються два сорти пшениці за стійкістю до якого-небудь захворювання, і один з них за своїми біологічними особливостями для оптимального розвитку потребує іншої щільності посіву, ніж інший сорт, то було б нерозумно висівати їх однаковою нормою, оскільки один з сортів виявився б у завідомо невигідних умовах. Так само, при випробуванні різних сортів, збирання врожаю входить у досліджуваний комплекс, а не є супутньою умовою, яку слід ігнорувати. Час збирання врожаю пов'язано з довжиною вегетаційного періоду конкретного сорту, і було б неправильним всі сорти збирати одночасно, якщо тривалість їх вегетації різниться. У подібних випадках принцип однаковості потрібно розуміти творчо, виходячи з доцільності й оптимальності.

Вимога *проведення польового досліду на спеціально виділеній ділянці*  з добре відомою господарською історією являється обов’язковою для будь-якого польового досліду. Досліди, проведені на не спеціально виділеній і підготовленій ділянці (на пустирях, дачах), не мають ніякої наукової або практичної цінності, незалежно від завдань досліджень. Фактично ця вимога є логічним наслідком принципу єдиної відмінності. Не можна назвати польовим дослідом, будь-яких дослідження сортів або агротехніки, якщо вони проводяться на випадкових ділянках.

Під *достовірністю* досліду розуміють логічно правильно побудовану схему і методику проведення дослідів, котра відповідає на поставлені перед дослідником завдань, правильний вибір об'єкта і умов. Досліди, недостовірні за своєю суттю, часто можуть призводити до неправильних висновків. До недостовірності досліду може привести використання неякісних матеріалів (реактивів), обладнання та не провірених вимірювальних приладів.

**РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЛЬОВОГО ДОСВІДУ**

**2.1 Планування досліду**

Беручись до вирішення тієї чи іншої проблеми, дослідник, перш за все, планує польовий дослід. *Під плануванням розуміють визначення цілей, завдань і об'єктів досліджень, розробку схеми експерименту, вибір оптимальної структури польового досліду і ділянки для його проведення*.

Планування – найважливіший елемент наукових досліджень, що представляє собою ряд послідовних етапів роботи. На жаль, планування дослідів не завжди приділяється належна увага. Але ж помилки, допущені при плануванні, не можна виправити в подальшому ні ретельним проведенням дослідної роботи, ні подальшою статистичною обробкою. Тут доречно навести цитату з книги А. А. Любищева (1986), який, підкреслюючи очевидну необхідність здійснення досліджень з мінімальною затратою сил і засобів, пише (стор. 19): «... багато дослідників бачать особливу заслугу в тому, що зроблено дуже багато проб, піддано дослідженню величезна кількість об'єктів ... Інші дослідники намагаються замінити величезну кількість об'єктів дослідження надмірної точністю спостережень, вважаючи, що зайва точність ніколи не завадить. Далеко не всі ясно усвідомлюють, що число досліджених об'єктів і точність повинні випливати з конкретних умов дослідження. Якщо ж дослід неправильно організований, то педантична точність і громіздкість матеріалу не допоможуть запобігти виникненню помилок».

У найбільш загальному вигляді, структуру планування можна розбити на два етапи.

Перший етап включає в себе такі пункти:

• вибір теми;

• визначення актуальності досліджень;

• формулювання цілей і завдань досліджень;

• вибір об'єкта або об'єктів досліджень;

• збір і критичний аналіз наявної інформації відносно досліджуваної проблеми;

• побудова і висунення робочих гіпотез (теоретичних моделей).

Успішне проведення досліду багато в чому залежить від вибору теми досліджень. При цьому, слід представляти рівень розробленості різних питань, їх перспективність, запити теорії і практики. При виборі теми слід керуватися такими критеріями як актуальність, новизна, перспективність. Проблема, на вирішення якої проводиться наукове дослідження, повинна бути ясно і однозначно визначена. Якщо вона не може бути сформульована, то вона не може бути і вирішена.

Усвідомивши проблему, слід поставити завдання, відповіді на які приведуть нас до її вирішення. Відповіді на них і дають експерименти, кожного з яких повинен мати чітко сформульовану мету. Такою метою можуть бути гіпотези, що підлягають перевірці або ефекти, що підлягають оцінці. Цілі і завдання досліджень досить часто формулюються у загальному вигляді, що ускладнює їх виконання в межах одного досліду або дослідження. Досліднику слід обмежитися рамками саме того питання, на яке бажано отримати відповідь.

Вивчення наукової літератури є важливим етапом роботи, що дозволяє уникнути непотрібного дублювання і не витрачати час на «відкриття відкритого». Власне кажучи, формулювання теми, цілей і завдань дослідження неможливі без знання наявних у даній галузі наукових даних. Дослідник повинен добре знати, що в даній області науки є вивченим, що залишається невивченим, і чітко уявляти, чому це не вивчене важливо вивчити. Тільки маючи ці знання, можна чітко сформулювати проблему, для вирішення якої будуть проведені експерименти. Крім того, дослідник ніколи не робить висновки тільки на підставі свого експерименту, навіть якщо цей експеримент і був проведений кілька разів. У розрахунок завжди приймається інформація, наведена в наукових публікаціях інших фахівців. Звичайно, якщо робота ведеться в абсолютно новому напрямку, в якому немає ніякої інформації, то основою для висновків дослідника будуть тільки його власні дані. Однак, такі ситуації в науці бувають нечасто.

Знання наукової літератури необхідно також для висунення робочої гіпотези, тобто наукового припущення про розвиток явищ, на якому ґрунтується пояснення очікуваних у планованому досліді результатів. Робоча гіпотеза, висунута до проведення експерименту (апріорно), є найважливішим методологічним інструментом організації наукових досліджень. Вона є відправним пунктом для складання схеми досліду. Можна сказати так, що сам дослід проводиться для перевірки робочої гіпотези. Якщо результати експерименту не суперечать висунутій гіпотезі, то вона поглиблюється і розвивається далі. Якщо ж результати експерименту суперечать робочій гіпотези, то вона видозмінюється з урахуванням нових даних.

Другий етап планування експерименту передбачає розробку програми досліджень. Найбільш важливими моментами цього етапу є причиною:

• визначення розділів дослідницької роботи;

• визначення місця і термінів їх виконання;

• складання схеми проведення дослідів до кожного розділу;

• складання календарного плану робіт з підготовки і проведення польового досліду, догляду за рослинами;

• складання плану фенологічних спостережень за розвитком рослини, збудників хвороби і т.д. з конкретним зазначенням термінів і частоти проведення обліків і спостережень.

**2.2 Закладання польового досліду**

Після планування польового досліду, фахівець переходить до його безпосереднього здійснення. Перш за все, повинні бути проведені вибір і підготовка земельної ділянки. Відбір земельної ділянки під дослід, повинен здійснюватися за принципом типовості по відношенню до ґрунтово-кліматичних умов тієї зони, в яких передбачається використовувати результати досліду. Друга вимога до ґрунтової ділянки – це однорідність ґрунтового покриву, яка забезпечує достатню точність досліду. Ця вимога не можна розглядати як абсолютне, так як виділити повністю однорідний ділянку буває досить важко. Для правильного вибору і підготовки земельної ділянки необхідно ретельно вивчити його історію, провести ґрунтове обстеження, вивчити рельєф, мікрорельєф, засміченість і врахувати інші можливі фактори.

**2.2.1 Вибір земельної ділянки під дослід**

На ділянках, господарська історія яких невідома, закладати досліди не слід, оскільки, в цьому випадку їх результати не мають практичної або теоретичної цінності. Найкраще ділянку вибирати там, де сам експериментатор протягом декількох років стежив за використанням майбутньої дослідної ділянки і не допускав різноманітності агротехнічних прийомів на окремих його частинах. Якщо ж такої можливості не було, то необхідно мати достовірні відомості про те, як в останні 3-4 роки земельна ділянка була повністю зайнята одними і тими ж культурами, оброблюваних за однією технологією.

При відсутності таких ділянок можна використовувати для досліду поле, окремі частини якого оброблялися по-різному. Однак, в таких випадках необхідно, щоб всі варіанти одного повторення обов’язково розташовувалися в межах ділянок з однаковою господарською історією.

Вимоги до рельєфу дослідної ділянки залежать від цілей дослідницької роботи і досліджуваних рослин. У більшості випадків краща рівна або з одноманітним ухилом ділянка (не більше 2,5 м на 100 м). При значному ухилі поверхні може відбуватися змив грунту і внесених добрив з одних ділянок на інші й навіть за межі ділянки. Для вивчення рельєфу ділянки проводять його детальне нівелювання для складання плану з горизонталями через 0,1-0,2 м. Дані нівелювання, нанесені на ґрунтову карту, слугують одним з основних показників при плануванні розміщення ділянок. Крім макрорельєфу, при виборі ділянки також слід враховувати і мікрорельєф («блюдця», горбки, дрібні улоговинки, різноманітні борозни). У деяких випадках доводиться вдаватися до планування грунту, з використанням механізмів або вручну, для ліквідації западин і горбків, особливо для ділянок, на яких передбачається проводити досліди із зрошуванням.

При виборі дослідної ділянки слід також звернути увагу на випадкові чинники. Зокрема, досліди не слід розташовувати ближче: 100-200 м від великого лісового масиву, яру і водойм; 50-100 м від житлових будинків, тваринницьких ферм, лісу; 25 м від окремих дерев або 10 м від щільних огорож, або проїжджих доріг.

Коли вибір земельної ділянки зроблений, проводять грунтові проходження. Необхідно переконатися у типовості грунту і в її одноманітності. Для вирішення цього питання необхідно скористатися картою грунтів, а при її відсутності – провести детальне вивчення грунту. При значній строкатості грунтів у межах ділянки приходиться задовольнятися однорідністю грунту в межах кожного повторення. Вимоги типовості і одноманітності грунтового покриву при виборі ділянки не завжди можуть суворо дотримуватися. Не завжди типова ділянка має досить однорідний грунт або рельєф; в той же час добре вирівняна ділянка може виявитися не зовсім типовою. Тому, в кожному окремому випадку, в залежності від різних обставин, доводиться частково поступатися типовістю або рівністю ділянки.

**2.2.2 Підготовка та вивчення ділянки**

Попереднє вивчення господарської історії та обстеження ґрунту дають орієнтовне, але далеко не достатнє представлення про земельну ділянку. Перед закладанням польових дослідів потрібно провести його подальшу підготовку та вивчення. Підготовка і вивчення ділянки включає 1-2, рідше – більше так званих зрівняльних посівів.

*Зрівняльним посівом називають суцільний посів будь-якої культури, проведений на всій площі обраної ділянки для підвищення однорідності ґрунтової родючості.* Зрівняльними посівами, особливо якщо їх застосовувати кілька років, можна до певного ступеня усунути строкатість земельної ділянки, викликану наслідками агротехнічних прийомів, які по-різному застосовувались у минулому на різних частинах ділянки. Крім того, зрівняльні посіви дозволяють провести ретельну боротьбу з бур'янами і створюють необхідний агрофон для майбутнього досліду. Іноді замість зрівняного посіву всю ділянку під дослід залишають під чистим паром, тобто після оранки не висівається ніяка культура і протягом літа ретельно прибираються бур'яни.

Найбільше значення зрівняльних посівів полягає в тому, що окомірна оцінка рівності рослин такого посіву служить вирішальним критерієм для судження про придатність земельної ділянки для досліду. Вона дозволяє виділити ділянки, з більш-менш однорідними за станом рослинами, і забракувати зовсім непридатні, наприклад з сильною і незрозумілою строкатістю стебла, солончаками і т. д. Якщо окомірна оцінка строкатості грунтової родючості при підготовці ділянки не була виконана, то неможливо бути впевненим у достовірності результатів майбутнього досліду.

*Останній за рахунком зрівняльний посів роблять на малих ділянках, враховуючи урожай на кожній з них. Такий посів називають рекогносцирувальним і використовують для оцінки рівності ґрунтової родючості в різних місцях ділянки.*

Однак, як вказує Б. А. Обладунків, рекогносцирувальний посів не є обов'язковим. Зазвичай визначити придатність даного поля для закладання польових дослідів і розробити їх методику можна за даними грунтового обстеження та візуальної оцінки через мінливість родючості при зрівняльному посіві. На підставі цих даних кваліфікований експериментатор здатний планувати методику майбутнього досліду – визначити форму, розмір, повторність і розташування ділянок.

**2.3 Основні елементи методики і техніки польового досліду**

Основними елементами методики польового досвіду є такі: число варіантів і повторів, площа і форма ділянок, напрям їх розміщення, метод розташування варіантів на земельній ділянці, система розміщення повторень, метод обліку врожаю, організація досліду в часі.

**2.3.1 Площа, форма і напрямок дослідної ділянки**

Польовий дослід ставлять на ділянках, що мають певну форму і розмір. Як зазначає Б. А. Обладунків, в дослідній роботі питання розміру ділянки часто надається набагато більше значення, ніж воно заслуговує. Раніше спостерігалося захоплення великими ділянками (до 1 га і більше). Однак, у всіх країнах практика дослідної роботи показала, що великі ділянки нічого не дають, крім збільшення витрат і зниження точності досліджень.

*Розмір і форма ділянки* для різних видів польових дослідів залежать від мети і завдань досліджень, культури, строкатості ґрунтового покриву, застосовуваної агротехніки. Розмір ділянки повинен забезпечувати таке число рослин, яке компенсує індивідуальні генетичні відмінності між окремими рослинами. Тому, чим більше висівають рослин, тим більше повинна бути площа ділянки, щоб її розмір дозволив помістити необхідну кількість рослин. Наприклад, для зернових культур вважається, що для виключення впливу мінливості окремих рослин на точність досліду, на одній ділянці має бути як мінімум 80-100 рослин. За даними ряду досліджень, часто досить і 40-50 рослин.

При визначенні розміру ділянки слід враховувати також особливості агротехніки рослин і ступінь механізації польових робіт. У практиці дослідної справи найбільш широко використовуються ділянки площею від 50 до 200 м². На початкових етапах дослідницької роботи часто використовують ділянки від 10 до 50 м², однак багато дослідів з успіхом проводять і на ділянках площею 0,5-2 м² (іноді польові досліди на ділянках такого розміру називають дослідами на мікроділянках). У будь-якому випадку, навіть при проведенні виробничих дослідів, немає об'єктивних підстав для значного збільшення площі ділянок.

*Форму і напрямок дослідних* ділянок вибирають за результатами вивчення дослідної ділянки. Зазвичай видовжена форма ділянки гарантує меншу похибку досліду, оскільки повніше охоплює строкатість земельного покриву. У фітопатологічні дослідженнях надається перевага ділянкам квадратної форми, що сприяє рівномірному розповсюдженню збудників хвороби.

Достовірність досліду багато в чому залежить від орієнтації ділянок на дослідній ділянці. Довгі сторони ділянок потрібно розташовувати у напрямку, найсильнішої зміни родючість ґрунту, оскільки всі варіанти досліду повинні бути поставлені в однакові умови. При наявності полезахисних смуг ділянки розташовують довгою стороною перпендикулярно до них. При закладанні досліду на вирівняній за родючістю ділянці орієнтація ділянок не впливає на похибку досліду.

По краях дослідних ділянок виділяють захисні смуги (захисти). Розрізняють бічні і кінцеві захисти. Бічні захисти виділяють вздовж довгих сторін ділянок для виключення впливу рослин сусідніх варіантів. Ширина бічної захисної смуги змінюється від 0,5 до 1,5 м. Іноді бічні захисти просто прополюють, залишають прохід між ділянками.

Кінцеві захисні смуги шириною не менше 2 м виділяють для запобігання облікової частини ділянки від випадкових ушкоджень. Крім цього, часто всю дослідну ділянку або його частину з однойменними культурами засівають захисною смугою по периметру.

**2.3.2 Варіанти і повторності досліду**

*Метою будь-якого досліду є визначення відмінностей між варіантами досліду і / або встановлення особливостей дії різного роду факторів на досліджувані об'єкти. Сукупність усіх варіантів досліду становить схему експерименту.*

Число варіантів у схемі досліду залежить від теми досліджень і визначається метою і завданнями експерименту. При плануванні досліджень завжди потрібно пам'ятати, що число варіантів виявляє помітний вплив на точність досліду, оскільки зі збільшенням числа варіантів помилка досліду зростає. Це обумовлено тим, що із збільшенням числа варіантів збільшується площа землі для досліду, зростає строкатість ґрунтової родючості і відстань між порівнювальними варіантами. При великому числі варіантів важко помістити дослід або його окремі повторення у межах, однорідної за ґрунтовою родючістю, майданчика. Все це збільшує відхилення даних досліду, і відповідно – його помилку. Слід мати на увазі, що при більших ділянках збільшення числа варіантів значно сильніше збільшує похибку досліду, ніж при ділянках меншого розміру, і це необхідно враховувати при плануванні експерименту.

З іншого боку, якщо число варіантів дуже мало, то площа дослідної ділянки буде використана нераціонально; крім того, мале число варіантів не завжди може дати досить повну характеристику досліджуваного чинника. Тобто, необхідно раціонально використовувати вегетаційні періоди. Як свідчить практика дослідної роботи, слід прагнути до того, щоб у досліді було 8-12, максимум – 16 варіантів. Збільшення їх числа вимагає, як правило, ускладнення методів постановки досліду.

Для кожного варіанту досліду використовують кілька повторних ділянок, оскільки повторності – найбільш дієвий засіб зниження помилок досліду. Проведення досліду без повторів унеможливлює його оцінку статистичними методами. Це припустимо лише при проведенні попередніх, рекогносцирувальних і демонстраційних дослідів.

*Повторністю досліду на території називають число однойменних ділянок кожного варіанта, а повторністю в часі – число років проведення відповідного досліду*.

Територіальна повторність дає можливість повніше охопити строкатість земельної ділянки та отримати більш точні середні значення. Повторність у часі дозволяє встановити дію фактора при різних метеорологічних умовах.

При збільшенні повторності знижується помилка досліду (пропорційних кореню квадратному з числа повторів). Практика польових досліджень показала, що найбільш оптимальним є проведення польового досліду в 4-6-кратній повторності. Подальше збільшення числа повторів недоцільне, оскільки зростає загальний обсяг роботи, але помилка знижується незначно. Більше число повторів застосовується тільки для висвітлення слабкої дії різних факторів.

Результати польового експерименту сильно залежать від метеорологічних умов конкретного вегетаційного періоду (і року взагалі). У зв'язку з цим, повторність у часі для короткострокового досліду необхідна для отримання достатньо об'єктивної характеристики вивченого прийому в окремі роки – сухі, нормальні, вологі і т. д. Конкретна кількість повторів у часі залежить від завдань досліджень і від метеорологічних умов. В будь-якому випадку при плануванні дослідів слід враховувати, що не можна розраховувати отримання достовірної інформації менше ніж за три роки.

**2.3.3 Методи розміщення варіантів у польовому досліді**

Повторності польового досліду, тобто ділянки, що представляють окремі варіанти досліду, на площі дослідної ділянки розміщують за певними правилами. У найпростішому випадку, ділянки всіх варіантів і повторів розміщують повністю випадково, не об'єднуючи територіально повторності варіантів у компактні групи (повторення). Таке розміщення називають методом неорганізованих повторень або повної рендомізації (від англ. Random – випадковий, вибраний навмання) (рис. 1). Технічно при такому розміщенні всю площу дослідної ділянки поділяють на однакові ділянки необхідного розміру, число яких визначається схемою досліду і дорівнює добутку числа варіантів на число повторів, а потім з допомогою випадкового вибору визначають, який варіант на який ділянки буде розміщений в натурі.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A** | **B** | **C** | **A** | **D** |
| **A** | **C** | **A** | **C** | **C** |
| **D** | **D** | **B** | **A** | **D** |
| **B** | **B** | **C** | **D** | **B** |

*Рис. 1. Приклад повністю рендомізованого розміщення чотирьох варіантів (A ... D) польового досвіду, кожен з яких*

*представлений в п'яти повторах.*

Такий метод використовується тільки в тих рідкісних випадках, коли немає необхідності контролювати можливе закономірне варіювання ґрунтових умов експерименту, і польові досліди закладаються на добре вирівняних земельних ділянках. Крім того, він може бути ефективний, коли в досліді вивчається невелике число варіантів (2-4) і є підстави не контролювати можливе закономірне варіювання родючості ґрунту дослідної ділянки.

**Організованим повторенням польового досліду називають частину площі дослідної ділянки, яка включає по одній ділянці (повторності) кожного варіанта досліду.**

Частина земельної ділянки, що відводиться під повторення і вміщує всі варіанти досвіду, повинна бути досить однорідною. У той же час між окремими повтореннями допускаються досить великі відмінності.

*Розміщення повторень на дослідній ділянці може бути суцільним і розкиданим*.

При *суцільному розміщенні* повторення розташовуються компактно і мають спільні кордони. При цьому, в залежності від конфігурації ділянки, повторення можуть розміщуватися в один, два і більше ярусів. У кожному ярусі має бути ціле число повторень.

При *розкиданому розміщенні* повторень вони по одному або по парах розташовані в різних частинах дослідної ділянки або навіть на різних ділянках і не мають спільних кордонів. До такого методу розміщення повторень вдаються зазвичай у тих випадках, коли немає достатньої за розміром земельної ділянки, на якій можна було б розмістити всі повторення у безпосередній близькості один від одного.

Всередині кожного повторення ділянки окремих варіантів розміщуються за певними методами. *Можна виділити три основні методи, що використовуються з цією метою: стандартний, систематичний і рендомізований.*

При *стандартному методі* один або два варіанти досліду чергуються з контролем або стандартом (рис. 2а). Кожну ділянку досліджуваного варіанту порівнюють зі своїм контролем. Таке розміщення засноване на ідеї, що родючість дослідної ділянки змінюється поступово, і між врожаями сусідніх ділянок є кореляція (взаємозв’язок і взаємозалежність). Стандартний метод іноді здається дуже простим і надійним для зменшення до мінімуму помилок експерименту. Контроль розташовується біля кожного досліджуваного варіанту, дасть найбільш точну оцінку ефективності варіанта. Однак, практика застосування і порівняльної оцінки стандартних методів виявила їх істотні недоліки, основними з яких є наступні:

• не завжди спостерігається тісна кореляційна залежність між врожаями поруч розташованих ділянок;

• дослідні варіанти, розташовані далеко один від одного, дуже важко порівнювати;

• стандартний метод дуже громіздкий, що обумовлено невиправдано великим числом контрольних ділянок;

• ненадійність статистичних оцінок при обробці даних експерименту (точніше кажучи, при стандартному розміщенні варіанта взагалі немає ніяких статистичних методів оцінки результатів експерименту).

При *систематичному методі* дослідні варіанти розташовують на ділянках всередині повторень у певній послідовності. Зазвичай, при розміщенні повторень в один ярус варіанти досліду розташовуються однаково в кожному повторенні. Наприклад, якщо в першому повторенні варіанти розташовувалися у порядку А, В, С, D і Е, то такий же порядок зберігається і у всіх інших повторах (рис. 2б). При розташуванні повторень у декілька ярусів, зазвичай, застосовують шаховий порядок, коли послідовність варіантів у повторах різних ярусів зсуваються.

**I II III IV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A St | B | C | A St | D | E | A St | B | C | A St | D | E | A St | B | C | A St | D | E | A St | B | C | A St | D | E |

**а**

**I II III IV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E | A | B | C | D | E | A | B | C | D | E | A | B | C | D | E |

**б**

**I II III IV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | A | D | B | E | B | D | A | E | C | D | B | E | C | A | A | C | E | B | D |

***в***

*Рис. 2. Методи розміщення п'яти варіантів (A ... E) на ділянках чотирьох повторень польового досвіду: а – стандартний; б – систематичний; в – рендомізований. А – варіант, обраний в якості стандарту при стандартному методі, що для наочності позначено буквами St.*

Незважаючи на згадану простоту, систематичний метод має недоліки і часто може приводити до грубих помилок. Недоліки систематичного методу розміщення обумовлені двома причинами: непередбаченим перекручуванням ефектів варіантів і відсутністю відповідних статистичних методів для оцінки результатів досліджень.

У переважній більшості випадків немає ніяких причин використовувати стандартний або систематичний методи розміщення варіантів на дослідній ділянці. Завжди слід дотримуватися фундаментального принципу рівності ймовірності будь-якого варіанту потрапити на будь-яку ділянку дослідної ділянки, тобто вдаватися до випадкового розміщення. Тільки в такому випадку висновки, які робляться на підставі результатів досліду, будуть обґрунтованими, оскільки методи статистичного аналізу базуються саме на принципі випадкового відбору. Цей принцип дотримується при використанні найбільш поширеного у світовій практиці *методу рендомізованих повторень* (рис. 2в). Такий метод дозволяє зменшити похибку досліду при використанні дисперсійного аналізу для статистичної обробки результатів польового досліду, оскільки дає можливість зменшити випадкове варіювання результатів на величину, яка обумовлена ​​впливом повторень. У кожному повторенні варіанти розподіляю на ділянках випадковим чином.

Випадковий метод розміщення варіантів часто називають також методом рендомізованих блоків, розуміючи під словом «блок» повторення. Теоретичні основи необхідності рендомізації в польових сільськогосподарських дослідженнях були розроблені ще в 20-30-х роках минулого століття найвидатнішим американським фахівцем Р. Фішером і надалі розвинені Д. Снедекором та іншими.

Різновидом рендомізованого розміщення варіантів є методи латинського квадрата і латинського прямокутника. Використання латинського квадрата дозволяє, в значній мірі, усунути з помилки досліду систематичну зміну родючості грунту на двох взаємно перпендикулярних напрямках. Розташування досліду латинським квадратом вимагає, щоб число повторень дорівнювало числу варіантів. На площі, ділянки розташовують рядами і стовпцями, при чому в кожному ряду і стовпці повинен бути повний набір всіх варіантів, і жоден варіант не повинен повторюватися ні в ряду, ні в стовпці. Ділянки повинні бути квадратної або майже квадратної форми (рис. 3). При подовженій формі ділянок латинський квадрат не має ніяких переваг перед звичайним методом рендомізованих блоків.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| E | D | B | A | C |
| B | E | D | C | A |
| C | A | E | B | D |
| D | C | A | E | B |
| A | B | C | D | E |

*Рис. 3. Приклад розміщення п'яти варіантів досвіду (А ... Е)*

*методом латинського квадрата.*

При числі варіантів більше 8 замість латинського квадрата використовують латинський прямокутник, проте цей метод, як і метод розщеплених ділянок, вимагає досить глибокого розуміння методів статистичної обробки результатів такого експерименту, і тому, в даному посібнику розглядатися не буде.

**2.4. Догляд і спостереження за рослинами на дослідній ділянці**

Характер польових робіт, що проводяться на дослідній ділянці, залежить від вирощуваної культури, завдань дослідження і т. д. Обробка грунту, якщо вона сама не є досліджуваним фактором, повинна бути однаковою, одночасною і високоякісною на всіх ділянках досліду. Посів рослин на дослідній ділянці, як правило, повинен бути проведений в один день. У всіх дослідах норми висіву бажано встановлювати за кількістю схожих насінин, а не за вагою.

*Найважливішим правилом догляду за дослідом є одночасність виконання агротехнічних робіт на всій ділянці.* Якщо ж за якихось причин це неможливо зробити їх одночасно, то протягом одного дня роботи необхідно завершити на цілому числі повторень. Цю вимогу необхідно строго виконувати. ЇЇ порушення призводить до недостовірності досліду загалом, адже навіть незначний розрив, наприклад, в термінах обробки або терміні внесення добрив, всього на 6-8 годин (особливо якщо за цей час пройде дощ), часто призводить до істотних відмінностей у зростанні і розвитку рослин.

*Друга загальна вимога – висока якість всіх виконуваних робіт для всіх варіантів.* Агротехнічний фон на дослідній ділянці повинен бути оптимальним для проявлення ефекту досліджуваного прийому або сорту.

Загалом, догляд за рослинами в дослідному полі не повинен відрізнятися від догляду за відповідними культурами у виробничих умовах. Прополку, міжрядний обробіток, підгодівлю тощо проводять однаково на всіх ділянках досліду і не розтягують у часі. До спеціальних робіт по догляду за дослідом відносять створення і прочищення доріжок, обрізання по контурах ділянку, а також створення захисних смуг. До даного типу робіт відносять розкладання кілків, етикеток і т. п. На всій території дослідної ділянки підтримують чистоту, тут не повинні залишатися рослини після прополювання, залишки бадилля, соломи та іншого сміття.

Протягом вегетаційного періоду одночасно із закінченням здійснюють постійні спостереження за рослинами. *Спостереження – це невід’ємна складова в досягненні кінцевої мети польового досліду, отримання максимального врожаю.*

При вивченні впливу на врожай різних агротехнічних прийомів або захисних заходів недостатньо вивчити лише показники врожаю. Необхідно обов'язково враховувати супутні умови і чинники, що обумовлюють врожай: погодні умови, зимостійкість, посухостійкість, стійкість сортів до хвороб, інтенсивність росту рослин і час входження в ту чи іншу фазу їх розвитку. Крім цього, необхідно враховувати тип грунтів, час проведення всіх робіт від підготовки грунту до збирання врожаю. Тільки при дотриманні всіх цих вимог можна охарактеризувати не тільки отриманий кінцевий результат – врожай, але і з'ясувати причини отримання різних врожаїв.

Фітопатологу, на відміну від рослинника, в процесі фенологічних спостережень необхідно вирішувати два взаємопов'язаних завдання:

1) вести спостереження за рослинами, бути уважним до реєстрації впливу різних чинників на їх ріст і розвиток;

2) стежити за розвитком захворювання: знати джерела інфекції, довжину інкубаційного періоду, цикл розвитку збудника хвороби, час появи перших ознак хвороби, початок масового розвитку, діагностику захворювання та інші питання.

Слід особливо підкреслити, що при реєстрації різних факторів, проведенні обліків ураженості важливе значення має знання фаз розвитку рослин і правильне застосування цих знань на практиці, оскільки дані всіх обліків і спостережень повинні бути порівняні, щоб можна було зіставити результати досліджень, виконаних у різні вегетаційні періоди, в різних місцях і різними дослідниками.

Одним з важливих аспектів порівнянності результатів є точне визначення фаз розвитку рослин, при яких проводилися обліки. Знання фази розвитку дозволяє порівнювати дані навіть в тому випадку, коли час посіву і тривалість вегетації відрізняються для різних вегетаційних періодів або в різних місцях.

На жаль, різні дослідники використовують різні шкали для виділення окремих етапів розвитку рослин. Такі шкали зазвичай засновані на детальних фенологічних спостереженнях.

Для різних культур використовують свої шкали для характеристики фаз розвитку рослин. Найбільш різноманітні підходи в цьому питанні, ймовірно, використовують для зернових культур. Так, часто просто відзначають фенологічну фазу – проростання насіння, сходи, вихід в трубку і т. п. Часто використовується також шкала Ф.М. Kyпepмана, в якій етапи росту і розвитку рослин виділяються на основі етапів органогенезу конуса наростання. Ці етапи позначають або латинськими буквами від А до W, або арабськими або римськими цифрами від 1 до 12.

У західній науковій літературі часто використовують числову шкалу Фікеса, в якій кожна фаза розвитку рослин позначається цифрами від 1 до 12, використовуючи десяті частки одиниці для більш детального опису етапів розвитку рослин.

Кожна зі згаданих шкал ідентифікації фаз або етапів росту і розвитку рослин, мають певні недоліки. Перш за все, вони не описують весь період вегетації рослин досить детально. По-друге, вони є в значній мірі описовими і не забезпечують достатньої інформації для кількісної оцінки зростання і розвитку. Внаслідок цього, дані практично не піддаються комп'ютерній обробці.

Найбільш задовільною до теперішнього часу для зернових культур є десяткова шкала, розроблена Зодаксом з співавторами в 1974 році. За цією шкалою весь період розвитку рослин розбитий на 100 етапів, які охоплюють цифрами від 0 до 99, і шкала Зодакса являється фактично міжнародною.

**2.5. Ведення документації з досліду**

Правильне і регулярне ведення документації та звітності з досліду є обов'язковим елементом експериментальної роботи. Об'єктивний аналіз і пояснення результатів досліджень можливий тільки за умови обліку та своєчасного фіксування всіх виконуваних робіт, супутніх факторів і результатів спостережень і аналізів.

Документація польовому досліду повинна бути повною за змістом, об'єктивною, своєчасною та достовірною. Записи повинні бути однотипними.

Обов'язковими документами польового досліду є:

• робочий план (програма);

• первинна поточна документація (щоденник польових робіт);

• допоміжні документи (робочі зошити або журнали);

• зведені документи (журнал польового досліду);

• звіт про проведення польового досліду.

*Робочий план (програма) досліду* *складається виконавцем на певний календарний рік.* У ньому вказують назву теми (розділу), терміни і місце проведення досліду, посаду, прізвище та ініціали виконавця і керівника, обгрунтування і завдання дослідження, а також методи проведення експерименту в короткій формі.

*Робочий план також включає в себе такі пункти: схему досліду; загальні умови проведення досліду (грунт, агротехніка і т. д.); параметри польового досліду (площа ділянок, число повторів і т. д.); перелік і методику проведення обліків, спостережень і аналізів (дати проведення спостережень за фенофазами рослин, дати обліків розвитку захворювання, дати взяття проб і т. д.); необхідні для проведення досліду матеріали і обладнання; очікувані результати.*

Найважливішою складовою частиною робочої програми є календарний план з переліком всіх видів робіт, обліків, спостережень і аналізів із зазначенням їх обсягів і термінів виконання.

*Щоденник польових робіт* повинен бути належним чином оформлений. На перших сторінках вказується тема експерименту, місце його проведення, прізвища виконавців, час проведення досліджень. Далі описується схема досліду, наводиться креслення з конкретним планом розміщення варіантів на дослідній ділянці.

У щоденник заносяться в хронологічному порядку всі агротехнічні роботи, дані обліків і спостережень, погодні фактори, пов’язані з обліками, спостереженнями і агротехнічними роботами. Записи ведуться безпосередньо в полі або лабораторії під час виконання роботи або відразу ж після її закінчення.

У допоміжних документах, починаючи з моменту вибору земельної ділянки під дослід і закінчуючи збиранням врожаю, слід робити докладні записи, що стосуються характеристики грунту, способів його обробки, добрив, підготовки насіння до сівби, догляду за посівами. Необхідно систематично реєструвати фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин. Обліки хвороб і шкідників рослин проводять протягом усієї вегетації з обов'язковим вказуванням дати їх первинної появи. В документацію вносять відомості щодо всіх явищ, які можуть вплинути на точність досліду. Особливо, слід звертати увагу на чинники погоди при обприскуванні рослин різними препаратами в боротьбі з шкідниками і хворобами. Всі записи проводять за спеціальною формою або довільно, однак доцільно вести записи за певною схемою.

*Журнал польового досвіду є зведеним документом, що містить всі необхідні дані для подальших узагальнень і висновків.* У журналі зосереджений весь основний матеріал про польовий дослід (текст, таблиці, графіки), на підставі якого можна скласти звіт.

У журнал польового досліду обов'язково заносять такі відомості: назва теми (досвіду), терміни і місце проведення, прізвища та ініціали виконавців і керівника, мета і завдання досліду, схема і план розміщення досліду, характеристика та історія дослідної ділянки, дані про особливості ґрунту і агротехніку, програма і методика досліджень, перелік всіх проведених робіт із зазначенням термінів і умов виконання, оброблені результати обліків, спостережень і аналізів у вигляді таблиць, графіків, діаграм; оброблені результати обліку врожаю в перерахунку, якщо необхідно, на 1 га; результати статистичної обробки даних.

Виправлення в журналі польового досліду неприпустимі, так само як і записи олівцем.

*Звіт про проведення польового досліду* є заключним етапом експериментальної роботи і оформляється у вигляді річного або заключного звіту.

До числа основних вимог при складанні звіту відносяться чіткість побудови, логічність викладу матеріалу, переконливість аргументації, стислість і точність формулювань, виключна можливість суб'єктивного і неоднозначного тлумачення, достовірність і конкретність викладу результатів, доказовість висновків і обгрунтованість рекомендацій. Звіт обов'язково повинен вичерпно відображати зміст і результати проведеної роботи і мати доступну форму викладу. Завдяки цьому фахівець будь-якої категорії зможе витягти з нього потрібну інформацію.

Звіт зазвичай включає наступні розділи:

* назва, виконавці та керівник теми;
* мета і завдання дослідження;
* коротка історія питання (огляд наукової літератури);
* схема, методика та умови проведення експерименту;
* результати досліджень та їх обговорення;
* висновки;
* рекомендації;
* список використаної літератури.

Наукові звіти підписуються виконавцем і керівником.

**Розділ 3. Рекомендована документація при проведенні польового досліду**

**3.1 Робочий план польового дослідження (на прикладі навчально-дослідної земельної ділянки)**

План роботи на навчально-дослідницькій земельній ділянці на 20\_\_ рік.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** (навчального закладу)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ району

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ області

*І. Вступ.*

1. Мета й основні завдання роботи на навчально-дослідній земельній ділянці.

2. Збір врожаю сільськогосподарських культур у перерахунку на 1 га за минулий рік.

3. Недоліки в роботі на навчально-дослідній земельній ділянці та методи їх подолання.

*ІІ. Характеристика ділянки.*

Загальна площа, розподіл згідно з таблицею.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва відділів ділянки | Плани | Назва тваринницького відділу |
|  |  |  |  |

*ІІІ. Навчально-дослідна робота за програмою з біології, трудового навчання та окремо з гуртком юннатів.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Відділ ділянки | Час і місце роботи | Зміст і форма роботи | Тема і схема досліду | Хто вико-нує роботу | Зв'язок з програмами | Яких практичних умінь навичок набули учні | Примітки |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

*IV. Колекційний відділ.*

У відділі вирощуються типові представники основних сільськогосподарських та систематичних груп рослин, а також лікарських та нових для певної місцевості культур.

*V. Ділянка систематики.*

У цій ділянці потрібно розмістити рослини по родинах: Хрестоцвіті, Розові, Бобові, Пасльонові, Складноцвіті, Лілійні, Злакові, Лободові тощо.

*VI. Плодовий сад.*

Бажано, щоб було не менше 1 га, при меншій – ягідник.

*VII. Селекційно-генетична ділянка.*

Дає можливість на практиці ознайомити вихованців з основними методами селекції та генетики.

*VIII. Зв'язок з місцевим господарством, науково-дослідними закладами, ученими.*

*IX. Організація роботи на навчально-дослідній земельній ділянці в навчальний час та протягом літніх канікул.*

*X. Необхідне обладнання та інвентар.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва інвентарю | Наявне | Необхідно придбати |
|  |  |  |  |

*XI. Потреба в посівному і посадковому матеріалі.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №з/п | Насіння, посадковий матеріал, органічні та мінеральні добрива | Кількість |
|  |  |  |

*XI. Плановий урожай сільськогосподарських культур та реалізація продукції.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва с/г культур | Врожай | | Реалізація | | |
| З ділянки кг | У перера-хунку на 1 га | Куди реалізовано | Кількість, кг | Залишено на насіння |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

*XIII. Оформлення результатів роботи на ділянці.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Прізвище відповідальних | Група | Що необхідно виготовити ? |

*XIV. Підбиття підсумків роботи.*

Окремо по польовій, овочевій сівозмінах і по сівозміні плодово-декоративного розсадника та шкілки ведеться польовий журнал, який розрахований на весь період ротації полів.

**3.2 Польовий журнал**

**Польовий журнал**

Сівозміна навчально-дослідної земельної ділянки №\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (навчального закладу)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ району

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ області

на 20\_\_\_ рік

І. *Ротаційна таблиця*

ІІ. *Загальні відомості.*

1. Площа сівозміни
2. Площа орного поля.
3. Рельєф.

4. Механічний склад ґрунту.

5. Реакція ґрунту (РГ).

*III. Поле № 1*

1. Культура;
2. Сорт;
3. Тема і мета досліду.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема досліду | Площа | Попере-дник | Спосіб висіва-ння | Час висіва-ння | Фенологічні спостере-ження (за фазами) відповідно до кожної культури | Врожай | |
| З ділянки кг | У перерахунку  на 1 га |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

*Примітка.* Поле № 2 і наступні поля оформляються аналогічно.

**3.3 Щоденник дослідницької роботи**

**Щоденник дослідницької роботи**

вихованця \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ гуртка

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ району

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ області

на 20\_\_ рік

У щоденнику, незалежно від теми дослідів чи досліджень, мусять бути зафіксовані під керівництвом керівника гуртка юннатів, такі основні етапи роботи юнната.

1. Вибір теми, мета і завдання дослідницької роботи.

2. Збирання попередніх даних про об'єкт, який буде вивчатися.

3. Встановлення послідовності роботи за темою (план роботи).

4. Реєстрування процесу роботи і спостереження за об'єктом.

5. Аналіз результатів спостережень за темою і висновки.

6. Оцінка результатів проведеної роботи.

Кожний розділ щоденника мусить бути складений з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей вихованців.

Щоденник, в якому фіксується проведення дослідів з садівництва, може бути складений за формою:

1. Особистий склад гуртка.
2. Культура: сорт, попередник.
3. Тема досліду.
4. Мета досліду.
5. Схема досліду, площа.
6. Місце проведення досліду.
7. Характеристика рельєфу і ґрунту.
8. Характеристика культури.
9. План агрозаходів.
10. Щоденний облік роботи.
11. Схема фенологічних спостережень.
12. Результати досліду. Висновки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Зміст роботи на дослідній і контрольній ділянках | Час проведення роботи |
|  |  |  |

Потрібно добрив:

1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ кг.

* 1. **Щоденний облік роботи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Дата | Опис  видів | Хто  виконує | Оцінка роботи |
|  |  |  |  |  |

**3.5 Фенологічні спостереження під час проведення дослідів**

У навчально-дослідній роботі велику роль відіграє систематичне ведення фенологічних спостережень. Спостереження за різними фазами росту і розвитку піддослідних культур дають можливість юним дослідникам краще пізнавати біологічні особливості сільськогосподарських рослин, допомагають зрозуміти вплив як усього комплексу агротехнічних засобів, так і дію досліджуваного фактору на рослини.

У процесі фенологічних спостережень потрібно враховувати зміну умов зовнішнього середовища, у якому перебувають рослини протягом вегетаційного періоду. Тому поряд з фенологічними слід вести і метеорологічні дослідження. Ще до початку фенологічних спостережень за окремими сільськогосподарськими культурами потрібно ознайомити вихованців з особливостями росту і розвитку цих культур, скласти план (схему спостережень).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ з/п** | **Зміст спостережень** | **Дата спостережень** | | | |
| **Контроль** | **Дослід**  **№ 1** | **Дослід**  **№ 2** | **Дослід**  **№ 3** |
| 1 | Час висіву |  |  |  |  |
| 2 | Поява сходів |  |  |  |  |
| 3 | Кущіння |  |  |  |  |
| 4 | Вхід в трубку |  |  |  |  |
| 5 | Колосіння |  |  |  |  |
| 6 | Цвітіння |  |  |  |  |
| 7 | Стиглість зерна: молочна, воскова,  повна. |  |  |  |  |

Значний інтерес для вихованців становить з’ясування найоптимальніших норм, строків і способів висівання сільськогосподарських культур, а також з’ясування впливу на ріст і розвиток рослини та на підвищення врожайності таких агрозаходів, як пасинкування, прищіпка верхівки рослин, додаткове штучне запилення. Ці теми дослідів тісно пов’язані з програмовим навчальним матеріалом і сприяють закріпленню теоретичних знань вихованців.

При проведенні дослідів по сортовивченню сільськогосподарських культур виконуючи порівняльну оцінку сортів брати до уваги морфологічні ознаки рослин, стійкість їх проти хвороб і шкідників, врожайність. При сортовивченні зернових культур потрібно враховувати ступінь вилягання, зимостійкість (озимих), а при сортовивченні овочевих культур враховують такі ознаки, як строки достигання, смакові якості, транспортабельність.

**3.6 Фенологічні спостереження над зерновими культурами**

Культура: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сорт \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Зміст спостережень | Дата спостережень | | | |
| Контрольна ділянка | Дослідна ділянка № 1 | Дослідна  ділянка  № 2 | Дослідна ділянка № 3 |
| 1 | Час висіву |  |  |  |  |
| 2 | Поява сходів |  |  |  |  |
| 3 | Повна схожість |  |  |  |  |
| 4 | Поява першого листка |  |  |  |  |
| 5 | Поява третього листка |  |  |  |  |
| 6 | Початок кущіння |  |  |  |  |
| 7 | Вихід в трубку |  |  |  |  |
| 8 | Колосіння |  |  |  |  |
| 9 | Початок цвітіння |  |  |  |  |
| 10 | Молочна стиглість |  |  |  |  |
| 11 | Початок дозрівання |  |  |  |  |
| 12 | Воскова стиглість |  |  |  |  |
| 13 | Повне дозрівання |  |  |  |  |
| 14 | Час збирання врожаю |  |  |  |  |

**Список використаної літератури**

1. Вербицький В.В. Методичні засади реалізації напрямів експериментально-дослідницької діяльності . З досвіду роботи еколого-натуралістичних центрів України. К.: Київський університет, 2005. - С.466.
2. Дослідницька робота школярів з біології. /Панченко С.М., Тихоненко Л.В./ К.: Універсальна книга, - 2008. С.367.
3. Зотова О.В. //Організація роботи на навчально-дослідних земельних ділянках (НДЗД). Методичні засади реалізації напрямів експериментально-дослідницької діяльності . З досвіду роботи еколого-натуралістичних центрів України. К.: Київський університет, 2005.- С.73.
4. Жерносек І.П. //Організація науково-методичної роботи в школі. Х.:Основа, 2006. - С.116
5. Шулдик В.І. Організація та проведення навчально-польової практики з методики викладання біології: Навч. посіб. для студ. і викладачів природ. факультетів педвузів. – К.: Наук. світ, 2001. – 216 с.