

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Наумова М.П., Мельникова О.В.

ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА

**Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям
специальность 35.02.05 Агрономия**

**Брянская область
2019**

УДК 631.5:633/635 (076)

ББК 41.4

Н 34

Наумова, М. П. Основы опытного дела: учебно-методическое пособие к практическим занятиям специальность 35.02.05 Агрономия / М. П. Наумова, О. В. Мельникова. - 2-е изд., перераб и доп. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 42 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с программой подготовки специалистов среднего звена по дисциплине Основы опытного дела. По каждой теме дается перечень заданий, указываются конкретные задачи, последовательность и методы их решения и необходимые исходные материалы.

В пособии уделено внимание вопросам, решением которых занимаются специалисты агрономического профиля: изложены основы агрономических исследований, описаны методики планирования, закладки и проведения полевых опытов, приведены примеры статистической обработки результатов исследований, даны основные понятия и термины.

Рецензент: Дронов А.В., д.с.-х.н., профессор.

Рекомендовано к изданию цикловой методической комиссией факультета СПО, протокол № 2 от 12 ноября 2018 г.

© Наумова М.П., 2019

© Мельникова О.В., 2019

© Брянский ГАУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ | 6 |
| Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ | |
| Тема 1. Основные понятия и термины | 7 |
| Раздел 2. МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ОПЫТА | |
| Тема. Основные элементы полевого опыта | 9 |
| Тема. Размещение вариантов в полевом опыте | 11 |
| Тема. Планирование однофакторного полевого опыта | 15 |
| Тема. Составление схематического плана полевого опыта | 17 |
| Раздел. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ, АНАЛИЗОВ И УЧЕТОВ | |
| Тема. Наблюдения и учеты в опытах | 20 |
| Тема. Уборка и учет урожайности сельскохозяйственных культур | 23 |
| Тема. Разработка схем опытов с полевыми сельскохозяйственными культурами | 24 |
| Раздел. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ | |
| Тема. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта | 27 |
| Раздел. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ | |
| Тема. Документация и отчетность по полевому опыту | 34 |
| ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ | 36 |
| ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ | 37 |
| ЛИТЕРАТУРА | 41 |

Цель и задачи дисциплины

Ц е л ь - формирование знаний и умений по методам агрономических исследований, планированию, технике закладки и проведению эксперимента, проведению статистической оценки полученных результатов опытов, разработке научно-обоснованных выводов.

З а д а ч и д и с ц и п л и н ы:

- изучить методы исследований и закладки опытов в научной агрономии;
- овладеть знаниями и навыками выбора, подготовки земельного участка полевого опыта;
- изучить особенности агротехники, методику наблюдений, анализов и учетов при проведении опыта;
- освоить практические навыки проведения дисперсионного анализа данных полевого опыта;
- овладеть навыками и знаниями по организации и проведению полевых опытов в условиях производства.

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей ППССЗ по специальности 35.02.05 Агрономия и овладение профессиональными компетенциями (ПК)

ПК 1.1. Выбирать агротехнологии для различных сельскохозяйственных культур.

ПК 2.1. Повышать плодородие почв.

ПК 2.2. Проводить агротехнические мероприятия по защите почв от эрозии и дефляции.

ПК 3.3. Контролировать состояние продукции растениеводства в период хранения.

ПК 4.2. Планировать выполнение работ исполнителями.

В процессе освоения дисциплины у студентов формируются общие компетенции (ОК):

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- спланировать основные элементы методики полевого опыта;
- заложить и провести вегетационный или полевой опыт;
- составить и обосновать программу и методику проведения полевых и лабораторных наблюдений и анализов;
- составлять отчет о проведении научно-исследовательской работы;
- провести испытания новых агротехнических приемов и технологий в условиях производства;

знать:

- основные методы агрономических исследований;
- этапы планирования эксперимента;
- правила составления программы наблюдений и учетов;
- методику закладки и проведения полевого опыта;
- методику учета урожая сельскохозяйственных культур в опыте;
- порядок ведения документации и отчетности;
- сущность и основы дисперсионного анализа и его применение в агрономических исследованиях;
- применение ЭВМ в опытном деле.

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются:

при организации научно-исследовательской работы студентов с целью подготовки выпускной квалификационной работы, а также во время прохождения учебной и производственной практик.

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

X – значение варьирующего признака;

\bar{x} – средняя арифметическая;

Σ – арифметическая сумма;

V – коэффициент вариации, изменчивости;

$S_{\bar{x}}$ – ошибка средней арифметической;

$S_{\bar{x}\%}$ – относительная ошибка средней арифметической;

S_R – ошибка коэффициента регрессии;

S_r – ошибка коэффициента линейной корреляции;

S_d – ошибка разности между средними арифметическими

S^2 – дисперсия, средний квадрат;

S – стандартное отклонение, среднее квадратическое отклонение;

d – разность между средними арифметическими;

$t_{\text{факт.}}$ – критерий Стьюдента фактический (расчетный);

P – уровень вероятности (значимости);

$t_{0,05}, t_{0,01}$ – теоретические значения критериев Стьюдента для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;

$F_{\text{факт.}}$ – критерий Фишера фактический (расчетный);

$F_{0,05}, F_{0,01}$ – критерии Фишера теоретические для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;

$HCP_{0,05}, HCP_{0,01}$ – наименьшие существенные разности для уровней вероятности $P_{0,05}$ и $P_{0,01}$;

l – число вариантов;

n – число повторностей, объем выборки;

N – число делянок в опыте, общее число наблюдений;

ν – число степеней свободы;

C – корректирующий фактор (поправка);

S_u, S_p, S_v, S_z – суммы квадратов рассеиваний: общего, повторений, вариантов, остатка (ошибки);

Раздел. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 1. Основные понятия и термины

Задание:

1. Изучить основные понятия, применяемые в агрономических исследованиях.
2. Дать краткую характеристику терминам научных исследований в области агрономии.

Пояснения к заданию

Современная сельскохозяйственная наука России представляет собой неотъемлемую часть важнейшей отрасли народного хозяйства, без развития которой немислимо увеличение производства растениеводческой продукции для обеспечения возрастающих потребностей населения страны.

Агрономия – комплексная наука. Она занимается разработкой теоретических основ и агротехнических приемов дальнейшего повышения продуктивности культурных растений и улучшения качества урожая. Для решения этих задач необходимо постоянное расширение научных знаний, нахождение способов направленного изменения растений, выведение новых форм и сортов сельскохозяйственных культур, наиболее приспособленных к условиям среды, и изменение условий среды в соответствии с требованиями растений. Это достигается научно-исследовательской работой, изучением биологии культурных растений и приемов возделывания, изысканием новых возможностей повышения продуктивности земледелия.

Наука формируется в результате длительной исследовательской деятельности людей. Исследование – это вид познавательной деятельности человека с целью приобретения новых знаний. Научное исследование в отличие от других видов исследования характеризуется: полнотой, достоверностью, объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью.

Первоосновой теоретических исследований служит наблюдение, опыт, а обобщение экспериментальных данных развивает теорию.

Выполнение задания

Основные понятия и термины

Опытное дело в агрономии _____

Опытное поле – _____

Опыт, эксперимент _____

Варианты опыта – _____

Контрольный вариант – _____

Схема опыта - _____

Опытная делянка в полевых опытах _____

Повторность опыта – _____

Повторение – _____

Методическая достоверность опыта – _____

Статистическая достоверность опыта - _____

Ошибка (погрешность) опыта- _____

Точность опыта – _____

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Раздел. МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Тема.1. Основные элементы методики полевого опыта

Задание:

1. Изучить основы методики полевого опыта.
2. Дайте характеристику элементов методики полевого опыта.
3. Сформулируйте тему Вашего научного исследования и составьте схему полевого опыта.

Пояснения к заданию

Под *методикой полевого опыта* подразумевают совокупность слагающих ее элементов: число вариантов, площадь делянок, их форму и направление, повторность, систему размещения повторений, делянок и вариантов на территории, метод учета урожая и организацию опыта во времени.

Особое внимание при разработке методики полевого опыта следует обратить на правильное сочетание основных элементов методики и в зависимости от целей исследования, схемы опыта, земельного участка и технических возможностей установить наиболее рациональное направление, форму и площадь делянки, повторность, систему расположения повторений, делянок и вариантов.

Варианты, повторность, повторения, блоки и число вариантов в них составляют элементы структуры или методики опыта и служат его отличительными параметрами.

Выполнение задания

1. Дайте характеристику элементов методики полевого опыта

Число вариантов в опыте: _____

Число контрольных вариантов и их частота: _____

Размеры опытных делянок: _____

Защитные полосы – _____

Схематически нарисовать опытную делянку

Форма делянок и их ориентация на местности: _____

Нарисовать формы делянок с их ориентацией на опытном участке (местности)

Повторность в опыте.

2. Сформулируйте тему Вашего научного исследования и составьте схему полевого опыта

Тема научного исследования _____

Схема полевого опыта

1-й вариант

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

2-й вариант

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

3-й вариант

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Тема 2. Размещение вариантов в полевом опыте

Задание. Пользуясь материалом учебника:

- 1) изучить схему классификации методов размещения вариантов в опытах;
- 2) описать методы размещения вариантов в опыте с выполнением рисунков.

Пояснения к выполнению задания

Метод размещения вариантов – это определенное чередование вариантов на опытных делянках в пределах повторения. Он составляет основу плана и определяет его название.

Задание. 1. Выполнить схему классификации методов размещения вариантов в опытах

2. Пользуясь материалом учебника, опишите методы размещения вариантов в опыте с выполнением рисунка

С л у ч а й н ы й метод. _____

Случайный метод имеет две разновидности – неполная и полная рендомизация.

Неполная рендомизация - случайное размещение всех вариантов опыта в пределах каждого повторения. Этот метод применяют в том случае, когда в пределах повторения (блока) варьирование плодородия почвы минимальное, а между повторениями оно может быть большим. При использовании этого метода в каждом повторении каждый вариант встречается лишь один раз.

Рис. 1. Случайное размещение пяти вариантов в четырех повторениях

Полная рендомизация - случайное размещение вариантов на всех участках опыта без предварительного выделения повторений. Метод применяют в тех случаях, когда в опыте мало вариантов и повторностей; когда размеры опытных участков и площадь всего опыта небольшие.

Рис. 2. Размещение трех вариантов опыта в четырех повторностях методом полной рендомизации в трех ярусах

С и с т е м а т и ч е с к и й метод. _____

Его разновидностями является *одnojарусное, двухъярусное и многоярусное размещение* вариантов в опыте.

Рис. 3 Систематическое размещение пяти вариантов в четырех повторениях в один ярус

Рис. 4. Систематическое размещение пяти вариантов в четырех повторениях в два яруса

Рис. 5 Систематическое размещение пяти вариантов в четырех повторениях в четыре яруса

Стандартный метод. _____

Метод очень эффективен в тех случаях, когда плодородие почвы значительно варьирует, что особенно характерно для большинства почв Нечерноземной зоны.

Стандартные методы размещения вариантов:

ямб-метод _____

Рис. 6. Размещение трех опытных сортов (1...3) и стандарта (Ст) ямб-методом

дактиль-метод - _____

Рис. 7. Размещение четырех опытных сортов (1...4) и стандарта (Ст) дактиль-методом

В зависимости от направления изменения плодородия почвы опытные деланки можно разместить методом латинского квадрата, методом латинского прямоугольника.

Метод латинского квадрата - _____

Данный метод целесообразно применять в таких условиях, когда плодородие почвы изменяется в двух взаимно перпендикулярных направлениях, например, в одном направлении – вдоль склона, а в противоположном – от лесной полосы или грунтовой дороги.

Рис. 8. Размещение опытных деланок методом латинского квадрата:

а) – четыре варианта; б) – пять вариантов.

Этот метод применяют тогда, когда плодородие почвы варьирует не только в двух взаимно перпендикулярных направлениях, но и по диагонали, а число вариантов кратно числу повторностей.

Рис. 9. Размещение опытных делянок методом латинского прямоугольника (12 вариантов в четырех повторениях)

Тема 3. Планирование однофакторного полевого опыта

Задание. Пользуясь материалом учебника:

- 1) рассмотреть особенности разработки и планирования научного исследования;
- 2) дать пояснения параметрам математической модели эксперимента;

Пояснения к заданию

Основная задача при планировании опыта – поиск оптимальных условий роста растений с целью повышения их продуктивности и улучшения качества полученной продукции. От качества планирования исследований зависят достоверность, точность и эффективность опыта.

При планировании схем следует иметь в виду: 1) варианты в однофакторном опыте могут различаться качественно: опыты по изучению и сравнительной оценке сортов и культур; способов посева и обработки почвы; предшественников; разных форм удобрений; пестицидов и т.п. 2) варианты в опыте могут иметь количественные градации изучаемых факторов: опыты с дозами удобрений, нормами посева семян, глубиной обработки почвы и т.п.

Планирование опыта – это выбор минимального числа вариантов, а также выбор условий проведения опыта для их оптимизации.

Математическое планирование является чрезвычайно перспективным процессом в исследовательской работе. Математическое планирование эксперимента

применяют лишь для опытов, результаты которых можно воспроизвести, а факторы можно урегулировать.

Планирование полевого эксперимента состоит из трех основных этапов: 1) планирование; 2) планирование полевых опытов, наблюдений и учетов; 3) обработка и обобщение полученных результатов.

Полевые опыты сопровождаются однократными и периодическими количественными и качественными наблюдениями за растениями и условиями внешней среды.

В каждом опыте должна быть разработана программа исследований. Программа исследований в опытах зависит от того, что является объектом исследований (почва, севооборот, сорт, семена, удобрения и т.д.), направления исследований и специфики опыта. Тема исследования должна быть актуальна для теории и практики.

В программе исследований указывают:

- схему полевого опыта или нескольких опытов;
- условия проведения исследований;
- элементы методики и план эксперимента;
- технику закладки и проведения опытов;
- сопутствующие наблюдения, их методику и объем работы;
- продолжительность проведения исследований;
- методы статистического анализа экспериментального материала.

Схема опыта должна иметь все градации фактора, позволяющие выявить в эксперименте как лучшие варианты, так и те, в которых эффект только проявляется или снижается.

Необходимо правильно выбрать шаг эксперимента, который должен быть не очень большим, чтобы не потерять промежуточные эффективные варианты, и не очень маленьким, чтобы не включать в опыт ненужные варианты и не усложнять работу. Как правило, выбирают шаг эксперимента, при котором разность между соседними вариантами превышает ошибку опыта и который обеспечивает проявление различий, существующих в природе.

Обязательным для каждого опыта является статистический анализ результатов основных учетов в опыте.

Выполнение заданий

Математическая модель эксперимента – это уравнение, которое связывает параметры оптимизации с факторами жизни растений.

Факторы в опыте:

регулируемые факторы в опыте _____

малоуправляемые факторы _____

факторы, которые нельзя регулировать в поле _____

Выбор параметров опыта:

Параметр – это _____

Выбор факторов опыта:

Факторы, влияющие на урожайность и качество полученной продукции в опыте _____

Выбор модели опыта:

Планирование эксперимента – это _____

Планирование наблюдений и учетов _____

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Тема 4. Составление схематического плана полевого опыта

Задание:

1. Установите рациональное сочетание элементов полевого опыта с учетом оптимального размера делянок.
2. Составить схематический план полевого опыта размещения вариантов стандартным дактиль-методом, если в опыте необходимо изучить 3 варианта с разными дозами удобрений ($N_0P_0K_0$ – контроль, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$) и 3 повторения. Земельный участок, отведенный под опыт, имеет размеры 200 х 100 м. Удобрения вносят сеялкой СЗ-3,6.

Пояснения к заданию

При выполнении задания, прежде всего, необходимо иметь ввиду, что размещение опыта зависит от формы и размера участка, поэтому опыт может быть размещен в один, два и более ярусов.

1. В опыте изучаемым фактором является доза минеральных удобрений, т.е. на каждой делянке внесение удобрений необходимо проводить в отдельности. Следовательно, ширину делянки следует устанавливать исходя из ширины захвата сеялки, которой планируется проводить внесение удобрений. Кроме того, между делянками следует предусмотреть незасеянные дорожки шириной 20-40 см.

2. В связи с тем, что участок имеет прямоугольную форму с соотношением сторон 2:1, делянки длинной стороной целесообразно разместить перпендикулярно к длинной стороне участка. Вдоль длинной стороны участка выделяют поворотные полосы шириной не менее 5 м для разворота техники при выполнении полевых работ на делянке.

3. На плане необходимо указать номера повторений (слева направо) римскими цифрами. Повторения разместить сплошным способом в один – ярус, размещение вариантов систематическое.

4. В опыте выделить на делянках боковые (вдоль длинной стороны) и концевые (по концам делянок) защитные полосы. Ширина боковых защиток может быть 0,5-1,5 м, ширина концевых защиток не менее 2 м. Защитные полосы не следует показывать на всех делянках плана, достаточно вынести более крупным планом одну делянку и указать на ней общие размеры и ширину защитных и разворотных полос, вычислить общую и учетную площадь делянки.

5. На схематическом плане указать точные размеры всего опытного участка, повторений делянок, номера повторений и размещение вариантов по делянкам, ширину окаймляющих и поворотных полос.

Решение

1. Число вариантов в опыте (1) -
2. Число повторений в опыте(n) -
3. Количество опытных делянок (1 x n) -
4. Форма делянки (соотношение сторон) –
5. Общая площадь опытной делянки (произвести расчет) –

- 1) ширина делянки с дорожкой (произвести расчет) –
 - 2) длина делянки с учетом концевых защиток (произвести расчет) –
6. Учетная площадь опытной делянки (произвести расчет) –
7. Метод размещения вариантов в опыте -

Схематический план полевого опыта

Раздел. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ, АНАЛИЗОВ И УЧЕТОВ

Тема 1. Наблюдения и учеты в опытах

Задание.

1. Ознакомиться и кратко описать виды наблюдений и учетов, проводимые на опыте.

Пояснения и выполнение задания

Проведение полевого опыта сопровождается определенными исследованиями, которые можно разделить на две группы: наблюдения и учеты, позволяющие анализировать условия жизни растений, и наблюдения и учеты, характеризующие процессы формирования урожая.

1. Перечень основных и вспомогательных **наблюдений** и учетов зависит от направления исследования и специфики опыта.

Чтобы получить надежные данные, следует указать конкретно, что будет проводиться по каждому виду наблюдений и учетов:

В опытах, где объектом исследований является растение, обязательно планируют *фенологические наблюдения*, сущность которых заключается

На основе сравнения результатов *метеорологических наблюдений* в годы проведения опыта с многолетними данными исследователь может установить типичность погодных условий года для района исследований и выявить взаимосвязь между урожаем и отдельными элементами погоды или метеорологическими явлениями.

Количество осадков и их интенсивность _____

Температура воздуха _____

Почва должна обеспечивать необходимыми для жизнедеятельности растений земными факторами и условиями, определяющими питательный, водно-воздушный, температурный, окислительно-восстановительный и другие режимы. Поэтому при проведении опытов важно знать *агрохимические показатели почвы*:

кислотность почвы _____

содержание азота _____

содержание подвижных форм фосфора и калия _____

содержание гумуса _____

Сильное влияние на продуктивность культурных растений оказывают *сорняки*. В исследовательской работе используют три основных метода учета засоренности посевов:

глазомерный метод _____

количественный метод _____

количественно-весовой метод _____

В течение вегетационного периода культурные растения поражаются различными видами болезней. Поэтому следует проводить *фитопатологические учеты*.

Повреждение растений различными вредителями ведет к резкому снижению урожайности и качества продукции полевых культур и их - *Энтомологические учеты* на опыте позволять во время провести борьбу с насекомыми.

Проведение *оценки посевов и учета биометрических показателей* зависит от цели и задач опыта, особенностей роста и развития культуры и других факторов.

Общая оценка состояния посевов _____

Густота посевов и насаждений _____

Показатели роста растений _____

Сроки проведения наблюдений и отбора образцов приурочивают к фенологическим фазам развития растений или проводят наблюдения через одинаковые промежутки времени – раз в декаду, раз в месяц или каждые 2-3-5 дней. Сроки и частоту наблюдений устанавливают в каждом конкретном опыте.

При проведении полевых опытов число отбора образцов (проб) должно быть таким, чтобы обеспечить достаточную точность учетов и наблюдений. В опытах с полевыми культурами Б.А. Доспехов (1985) рекомендует отбирать 6-8 проб на делянке площадью менее 100 м², 8-10 проб на делянке площадью 100-200 м² и 15-20 проб на делянке площадью более 200 м².

Тема 2. Уборка и учет урожайности сельскохозяйственных культур

1. Уяснить особенности подготовки опыта к уборке урожая. Определить методы и способы уборки полевой культуры опытного участка.
2. Изучить и кратко описать методику учета урожайности с опытной делянки и всего опыта.

Пояснения к заданию

1. За 1...2 дня до уборки необходимо тщательно осмотреть весь опыт, восстановить границы всех делянок, убрать этикетки и посторонние предметы.

2. Осмотреть учетные площади делянок, выделив на них выключки (площади, которые исключаются из учета: повреждение посевов во время ливня, ураганного ветра, градобоя, потрава или кража, ошибка исследователя во время проведения опыта).

3. Перед уборкой с учетных делянок собрать урожай на всех выключках и защитных полосах, чтобы не смешивать эту продукцию с учетной.

4. Урожай на всех опытных делянках в опыте или в пределах повторения, убирают в один день и одним уборочным агрегатом.

5. Способ уборки урожая на опыте должен быть одним из общепринятых в исследовательской практике.

Завершающим этапом полевых работ на опыте является учет урожая.

Методы учета урожая: *сплошной* – урожай с каждой делянки убирают и взвешивают. Он считается основным методом учета урожая в полевом опыте.

Пробными площадками – взвешивают урожай с пробных площадок;

пробными снопами – взвешивают весь сырой (биологический) урожай, а для расчета товарной доли (сено, семена, зерно) отбирают сноп и результаты переводят по пропорции на весь урожай с делянки.

2. Описать методику учета урожайности с опытной делянки и всего опыта

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Тема 3. Разработка схем опытов с полевыми сельскохозяйственными культурами

Задание.

1. Указать цель и задачи постановки опыта согласно теме исследований.
2. В соответствии с темой исследования составить схему опыта, схематический план опыта.
3. Разработать программу исследований (наметить проводимые на опыте наблюдения и учеты).

Темы исследований

1. Изучить влияние четырех доз минеральных удобрений на урожай яровой пшеницы Ирень. Контрольный вариант - без удобрений.
2. Изучить влияние трех способов углубления пахотного слоя серой лесной почвы после яровой пшеницы на урожай кукурузы. За контрольный вариант принять вспашку 20 см.
3. Изучить влияние трех способов основной обработки почвы после занятого пара на урожай озимой ржи на серой лесной почве Центрального региона. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе систему обработки почвы.
4. Из пяти норм высева озимой пшеницы Памяти Федина установить наиболее эффективную для среднесуглинистой серой лесной почвы Брянской области. В контрольном варианте взять норму высева 5 млн. всхожих семян на один гектар.
5. Изучить эффективность применения навоза и минеральных удобрений при основной обработке почвы под ячмень. Контрольный вариант – без удобрений.
6. На дерновоподзолистой почве Брянской области установить влияние повышенных доз минеральных удобрений на урожай озимой ржи Новозыбковская 150. Схему опыта составить из пяти вариантов. В контрольном варианте предусмотреть посев озимой ржи без удобрений.
7. На легких дерновоподзолистых почвах Брянской области изучить влияние доз минеральных удобрений на урожай картофеля Журавинка и Ласунок. Схему опыта составить из шести вариантов. В контрольном варианте взять сорт Ласунок и рекомендуемые в указанных условиях дозы NPK.
8. Провести сравнительную оценку сортов озимой пшеницы выращиваемых в условиях Центрального региона. В качестве контрольного варианта взять сорт Московская 39.
9. Изучить влияние норм посадки на урожай картофеля сорта Журавинка. Схема опыта из трех вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе норму посадки 55 тыс. растений на один гектар.

10. В условиях Брянской области изучить влияние сроков посева озимой тритикале Консул на рост, развитие и урожайность. Схема опыта из четырех вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемый в этом регионе срок посева 1-10 сентября.

11. Установить эффективную глубину зяблевой вспашки после кукурузы под ячмень на черноземах обыкновенных карбонатных среднегумусовых. Общее число вариантов должно быть равно шести. За контрольный вариант принять рекомендуемую в этом регионе глубину зяблевой вспашки под ранние яровые зерновые культуры.

12. Изучить на обыкновенном черноземе влияние систем зяблевой обработки почвы после ячменя и глубины посева на урожай овса. В схеме опыта предусмотреть изучение возможности исключения основной обработки и замены ее весенней предпосевной поверхностной обработкой. Общее число вариантов не менее 6. За контрольный вариант принять рекомендуемую в условиях Брянской области систему основной обработки почвы и глубину посева овса.

13. Изучить влияние предшественников на засоренность посевов и урожайность озимой ржи Таловская 15 в условиях Брянской области. В схему опыта включить пять вариантов. За контрольный вариант принять рекомендуемый в этом регионе предшественник – занятый пар.

Выполнение задания

1. Наименование культуры _____

2. Формулировка темы исследования _____

3. Цель исследования _____

4. Четкая формулировка задачи опыта _____

5. Объект исследования (культура, сорт, нормы и срок посева и т.д.) _____

6. Характеристика земельного участка под опыт. Его расположение, и выравнивание по плодородию почвы, размеры, предшественник.

Под опыт выделен _____

7. Схема опыта _____

- число вариантов (согласно схеме опыта) _____

- площадь и размеры учетной делянки и всей опытной делянки

Способ посева культуры _____

Ширина учетной делянки подбирается учитывая ширину захвата сельскохозяйственных машин и орудий, ширину захвата агрегата, планируемых для работ на опытном поле, пестроту почвенного плодородия.

Длина учетной делянки _____

Ширина опытной делянки _____

Длина опытной делянки _____

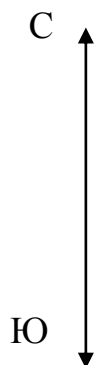
Площадь опытной делянки общая _____ м², учетная _____ м².

Повторность опыта (количество повторений) _____

Способ уборки урожая _____

Метод учета урожая _____

Схематический план полевого опыта



2. Программа исследований.

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Раздел. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 1. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта

Цель занятия:

1. Познакомиться с особенностями проведения дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта с однолетними культурами.
2. Уметь применять полученные навыки при исследовании причинно-следственных связей в агрономических опытах.

Задание:

1. Изучить дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта проведенного методом организованных-рэндомизированных повторений.
2. Освоить практические навыки проведения дисперсионного анализа данных полевого опыта.

Пояснения к заданию

В результате опытной работы агроном-исследователь получает большое количество данных, без систематизации и всестороннего анализа которых не удастся извлечь заключенную в них информацию, открыть законы, по которым происходит формирование урожая сельскохозяйственных культур.

При проведении исследований, связанных с ростом и развитием сельскохозяйственных культур в естественных условиях (полевые опыты) или в близких к ним (вегетационный и лизиметрический опыты), ученый получает большое количество данных, что объясняется разной реакцией растительных организмов, имеющих неодинаковые силы, на изменение факторов внешней среды.

При изучении причинно-следственных отношений между явлениями особенно ценным оказался метод дисперсионного анализа, предложенный английским ученым Р.А. Фишером (1925) и усовершенствованный его последователями. Этот метод основан на разложении общей дисперсии статистического (дисперсионного) комплекса на составляющие компоненты (отсюда и название метода), сравнивая их друг с другом посредством F- критерия, можно определить долю общей вариации изучаемого (результативного) признака, обусловленную действием на него как регулируемых, так и не регулируемых в опыте факторов.

В полевом опыте, размещенном методом рэндомизированных повторений, урожай изменяется в зависимости от вариантов, повторностей, а также случайных причин (изменения окружающей среды или индивидуальная изменчивость самих растений). Эти причины влияют на ошибку опыта. Английский математик Р. Фишер выразил эти изменения суммами квадратов следующих рассеиваний: вариантов C_v ; повторений C_p ; ошибки C_z . Их сумма является суммой квадратов общего рассеивания: $C_y = C_v + C_p + C_z$.

Выполнение задания 1

(дать ответы на вопросы по данной теме)

Сущность дисперсионного анализа – _____

Ценность дисперсионного анализа – _____

Критерий достоверности Фишера ($F_{\text{факт}}$) – _____

Дисперсия (S^2) – _____

Дисперсионный анализ полевого опыта проводится по схеме, которая зависит от метода размещения повторений и факториальности. Для однофакторных полевых опытов, размещенных методом рандомизированных повторений с полным набором данных, такой схемой может служить следующий порядок операций.

1. Исходные данные группируют в виде комбинационной таблицы таким образом, чтобы градации регулируемого фактора располагались по вертикали, образуя столбцы, а значения результативного признака, т.е. варианты – по горизонтали. Затем вычисляют суммы и средние по каждой градации факторы, определяют среднюю арифметическую всего опыта.

2. Вычисляют суммы квадратов отклонений по повторениям и вариантам от произвольной величины А.

3. Вычисляют суммы квадратов рассеиваний общего (C_y), повторений (C_p), вариантов (C_v) и ошибки (C_z).

4. Вычисляют число степеней свободы: общего рассеивания, вариантов, повторений, остатка.

5. Составляют таблицу дисперсионного анализа.

6. Определяют ошибку разности (S_d) и вычисляют наименьшую существенную разность (НСР).

7. Заполняют итоговую таблицу результатов опыта и статистической обработки.

8. Сделать вывод в соответствии с полученными результатами по опыту.

Задание. В условиях полевого опыта изучали сорта озимой пшеницы. Провести дисперсионный анализ данных опыта, определить НСР_{0,95}, сделать выводы.

Решение

1. Урожайность озимой пшеницы, ц/га

| Предшественник | Повторения, X | | | | Сумма по варианту ΣV (по горизонтали) | Среднее по вариантам $\Sigma V : 4$ |
|---|---------------|------|------|------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Московская 39 | 47,8 | 46,9 | 45,4 | 44,1 | | |
| Памяти Федина | 53,7 | 50,3 | 50,6 | 48,0 | | |
| Ангелина | 46,7 | 42,0 | 43,4 | 40,7 | | |
| Галина | 48,0 | 47,0 | 45,9 | 45,7 | | |
| Мироновская 808 | 41,8 | 40,0 | 43,0 | 41,6 | | |
| Сумма по повторениям, ΣP (по вертикали) | | | | | ΣX | $\bar{x}_{N=}$ |

Заполнение таблицы 1

Сумма по варианту - ΣV – сумма урожайности по вариантам (по горизонтали) –
 $47,8 + 46,9 + 45,4 + 44,1 =$
 $- 53,7 +$
 $- 46,7 +$
 $- 48,0 +$
 $- 41,8 +$

Сумма по повторениям, - ΣP сумма урожайности по каждому повторению (по вертикали) – $47,8 + 53,7 + 46,7 + 48,0 + 41,8 =$
 $- 46,9 + 50,3 + 42,0 + 47,0 + 40,0 =$
 $- 54,4 +$
 $- 44,1 +$

Правильность расчетов проверяют по равенству - $\Sigma P = \Sigma V = \Sigma X$

Средняя урожайность по вариантам $\bar{x} = \Sigma V : n$ (число повторностей) =

Общая средняя урожайность озимой пшеницы для всего опыта - $X_N = \Sigma X : N$, где N - общее число наблюдений: - $l \cdot n$ (число вариантов \times число повторностей) =
 Если общая средняя урожайность по опыту будет дробным числом, то выбирают произвольное начало, значение которого должно выражаться целым числом и быть близким к общей средней ($A =$) и составить таблицу отклонений

(табл.2), в которую следует занести суммы отклонений по вариантам (ΣV_A), по повторениям (ΣP_A) и сумму сумм по вариантам и повторениям (L).

Заполнение таблицы 2

2. Таблица преобразованных дат ($A = \quad$)

| Варианты | $X_1 = X - A$ | | | | ΣV_A |
|--------------|---------------|---|---|---|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1st | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| ΣP_A | | | | | L |

$X_1 = X - A$ – из урожайности по вариантам табл.1 минус среднюю урожайность по опыту A

$\Sigma V_A =$ сумма отклонений по вариантам (по горизонтали)

$\Sigma P_A =$ сумма отклонений по повторениям (по вертикали)

Правильность расчетов проверяют по равенству - $\Sigma P_A = \Sigma V_A = L$

Все полученные отклонения и их суммы возвести в квадрат и записать в таблицу 3.

3. Квадраты отклонений от произвольного начала и их суммы

| Варианты | Повторения | | | | $(\Sigma V_A)^2$ |
|------------------|------------|---|---|---|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1st | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| $(\Sigma P_A)^2$ | | | | | L^2 |

Далее рассчитать корректирующий фактор C и суммы квадратов рассеиваний: общего – S_u ; повторений S_p ; вариантов S_v ; остатка или ошибки S_z .

Для этого следует использовать формулы:

Общее число наблюдений: $N = l \cdot n =$

Корректирующий фактор: $C = L^2 : N =$

Сумма квадратов рассеиваний общего: (взять квадраты отклонений по вариантам и повторностям, т.е. их 20 чисел) минус корректирующий фактор - $C_y = \sum (X-A)^2 - C =$

Сумма квадратов рассеиваний повторений - $C_p = (\sum P_A)^2 : l - C =$

Суммы квадратов рассеиваний вариантов - $C_v = (\sum V_A)^2 : n - C =$

Сумма квадратов рассеивания остатка - $C_z = C_y - C_v - C_p =$

Вычислить число степеней свободы общего рассеивания ν_y , повторений ν_p , вариантов ν_v и ошибки ν_z

$$\nu_y = N - 1 =$$

$$\nu_p = l - 1 =$$

$$\nu_v = n - 1 =$$

$$\nu_z = (l - 1) \times (n - 1) =$$

Полученные результаты занести в таблицу 4, на основе которых вычислить дисперсию вариантов S_v^2 , дисперсию ошибки S_z^2 и критерий Фишера фактический $F_{\text{факт}}$.

Дисперсию рассчитывают по формулам

$$\text{Дисперсия вариантов } S_v^2 = C_v : \nu_v =$$

$$\text{Дисперсия ошибки } S_z^2 = C_z : \nu_z =$$

Критерий Фишера фактический $F_{\text{факт}} = S_v^2 / S_z^2 =$
Результаты расчетов занести в таблицу 4.

4. Результаты дисперсионного анализа

| Рассеивание | Суммы квадратов | ν | S^2 | $F_{\text{факт}}$ | $F_{\text{теор}}$ | |
|-------------|-----------------|-------|-------|-------------------|-------------------|------------|
| | | | | | $P_{0,95}$ | $P_{0,99}$ |
| Общее | | | | | | |
| Повторений | | | | | | |
| Вариантов | | | | | | |
| Ошибки | | | | | | |

Теоретическое значение критерия Фишера находят в таблицах по числу степеней свободы вариантов $\nu_y =$ (большая дисперсия) и ошибки $\nu_z =$ (меньшая дисперсия). На пересечении этих чисел находят теоретическое значение Фишера, при $P_{0,95}$ оно составляет _____, а при $P_{0,99}$ - _____.

Если критерий Фишера фактический равен теоретическому или больше его, то различия между всеми или отдельными вариантами опыта считаются достоверными.

Для оценки существенности частных различий и группировки вариантов (сортов) вычисляют обобщенную ошибку опыта E и ошибку разности средних Sd по формулам:

$$E =$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2z}{n}} =$$

Наименьшую существенную разность рассчитывают по формулам

$$HCP_{0,95} = t_{0,95} \cdot Sd =$$

$$HCP_{0,99} = t_{0,99} \cdot Sd =$$

Относительную ошибку всего опыта вычисляют по формуле

$$S\bar{x}\% = E \times 100 / \bar{x}_N =$$

Точность опыта рассчитывают по формуле

$$T\% = 100 \times S\bar{x}\% =$$

Результаты опыта и статистической обработки записываем в таблицу 5.

5. Урожай озимой пшеницы, ц/га

| Варианты, сорта | Урожай | Отклонения от стандарта | |
|---------------------|--------|-------------------------|---|
| | | ц/га | % |
| Московская 39 | | | |
| Памяти Федина | | | |
| Ангелина | | | |
| Галина | | | |
| Мироновская 808 | | | |
| НСР _{0,95} | | | |

Выводы:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Раздел. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 1. Документация и отчетность по полевому опыту

Задание:

1. Дать краткие ответы на вопросы по теме:

Пояснения

Объективность и обоснованность анализа результатов исследований в значительной степени зависят от правильного ведения научной документации и надежного его хранения.

Документация полевого опыта по возможности должна быть полной по содержанию, объективной, точной, своевременной, по возможности лаконичной и однотипной.

Основу всего учета и отчетности составляет **первичная документация**: протокол научного исследования, или паспорт опыта и текущие документы: дневник исследований и журнал опыта.

Дополнительными документами служат рабочие тетради, лабораторные журналы, ведомости учета, дискеты и т.п.

Основную документацию составляют научные отчеты, опубликованные статьи, диссертационные и дипломные работы, монографии и т.п.

Задание.

1. Дать краткие ответы на вопросы по теме исследований
2. Описать структуру и содержание отчета о НИР

1.

Дневник исследований. _____

Журнал опыта _____

Отчет о научно-исследовательской работе (НИР) _____

2. Структура и содержание отчета о НИР

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Сущность научного исследования и его виды.
2. Перечислить основные компоненты эксперимента.
3. Классификация опытов (методов) агрономических исследований.
4. Требования к полевому опыту.
5. Проблемы подготовки земельного участка.
6. Оптимальная форма делянки, повторения и земельного участка под опыт.
7. Как размещаются повторения и делянки в полевом опыте и как определить их число.
8. Оптимальная площадь делянки и принцип ее ориентации. Посевная, опытная и учетная делянки. Как определить ширину защиток.
9. Современные методы размещения вариантов в полевом опыте и суть рендомизации.
10. Возможные схемы систематического блока с 5 вариантами в 4-кратной повторности.
11. Ваше мнение о точности опыта, в котором средняя урожайность равна 45 ц/га, а $НСР_{05}$ – 15 ц/га (урожайность 450 ц/га, а ошибка – 0,45 ц/га).
12. В опыте изучаются нормы высева яровой пшеницы. Как провести посев – вдоль или поперек делянок (укажите на схеме)?
13. Преимущества и недостатки вытянутой (удлиненной) и квадратной формы делянок в полевом опыте.
14. Требования к полевым работам на опытном участке.
15. «за» и «против» использования пробных площадок одной делянки в качестве повторности.

16. Метод размещения 4-х вариантов опыта около лесной полосы (покажите схематично).
17. В каких случаях рекомендуют размещать опыты латинским квадратом (прямоугольником)?
18. Что такое схема опыта? Пример схемы однофакторного и двухфакторного опыта 3х3.
19. Возможна ли статистическая оценка данных опыта, в котором нарушена агрономическая сущность изучаемых приемов (пример)?
20. Основные этапы планирования эксперимента. План размещения 6-ти вариантов в 5-ти рендомизированных повторениях.
21. Основные принципы планирования наблюдений и учетов в опыте.
22. Что понимают под техникой закладки полевого опыта?
23. Методы учета урожая в полевом опыте (классификация).
24. Как следует понимать принцип единственного различия в опыте?
25. Принципы планирования наблюдений и учетов в опыте
26. Основные документы полевого опыта. Структура научного отчета.
27. Основные требования к схеме однофакторного опыта. Шаг варьирования.
28. Влияние элементов полевого опыта на его точность.
29. Изучение и подготовка участка для полевого опыта. Требования к полевым работам на опытном участке.
30. Чем определяется оптимальная площадь делянки?
31. Составляющие элементы методики научной агрономии (техники полевого опыта).

ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Асимметричное распределение - распределение, отличающееся от нормального увеличением частот правой или левой части вариационной кривой.

Блок - часть повторения, компактная группа нескольких делянок опыта; в зарубежной литературе термин применяется как для обозначения обычных повторений, так и собственно блоков – неполных повторений.

Вариант опыта - изучаемое растение, сорт, условия возделывания, агротехнический прием или их сочетание.

Вариабельность - свойство условных единиц-растений, урожаев на параллельных делянках полевого опыта и т.п. отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях.

Вариационный ряд - ряд данных, в которых указаны значения варьирующего признака в порядке возрастания или убывания и соответствующие им численности объектов - частоты.

Вероятность - мера объективной возможности события, отношение числа благоприятных случаев к общему числу всех возможных случаев. Обозначается вероятность буквой *P*.

Выключка - часть учетной делянки, исключенной из учета вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных при проведении опыта.

Гипотеза – научное предположение, истинное значение которого неизвестно.

Делянка опытная - элементарная единица полевого опыта, часть площади опыта, имеющая определенный размер и форму и предназначенная для размещения отдельного варианта.

Делянка учетная - часть площади опытной делянки, предназначенной для учета урожая (без боковых и концевых защиток).

Дисперсия выборочная - показатель вариации, изменчивости изучаемого признака.

Дисперсионный анализ - метод анализа результатов эксперимента, заключающийся в разложении общей изменчивости результативного признака, например урожая, на части — компоненты, соответствующие повторениям, вариантам, ошибкам случайного порядка и т. д. Значимость действия и взаимодействия изучаемых факторов оценивают по *F-критерию* и *HCP₀₅* и *HCP₀₁*.

Достоверность опыта - правильно спланированные и реализованные схема и методика проведения опыта, соответствие их поставленным перед исследователем задачам, правильный выбор объекта, условий проведения опыта и метода статистической обработки данных.

Дробный учет - учет урожая рекогносцировочного посева одинаковыми (10 – 50 - 100 м²) делянками.

Защитная полоса, защитка - краевые (боковые и концевые) части делянок, которые не подвергаются учету и служат для исключения влияния растений соседних вариантов, для предохранения учетной части делянки от случайных повреждений, для разворота машин и орудий и т. п.

Значимость (существенность) - мера объективной возможности (риск) сделать ошибочное заключение при оценке результатов опыта. При оценке результатов полевого опыта принято опираться на 5 %-ный уровень значимости, при котором риск сделать ошибочное заключение составляет 5 %. При более строгой оценке принимают 1 %-ный уровень значимости.

Изменчивость - вариабельность, вариация, колеблемость индивидуальных значений признаков X около среднего значения x . Основной мерой изменчивости является дисперсия S^2 и стандартное отклонение S .

Контроль (стандарт) - один или несколько вариантов, с которыми сравнивают опытные варианты.

Корректирующий фактор - поправка в дисперсионном анализе при расчете сумм квадратов отклонений от условной и средней произвольного начала. Обозначается буквой C .

Корреляционный анализ - статистический метод определения тесноты и формы связи между признаками.

Корреляция - взаимосвязь между признаками, заключающаяся в том, что средняя величина значений одного признака меняется в зависимости от изменения другого признака.

Коэффициент вариации (изменчивости) - относительный показатель изменчивости признака, представляет отношение среднего отклонения S к средней арифметической, выраженное в процентах. Обозначается буквой V .

Коэффициент детерминации - *дух* показывает процент (долю) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора; равняется квадрату коэффициента корреляции r^2 .

Критерий – это показатель, позволяющий судить о надежности выводов, подтверждающих или опровергающих статистическую гипотезу.

Латинский квадрат - схема рендомизированного (случайного) размещения вариантов в полевом опыте, в котором делянки располагаются рядами и столбцами (4x4, 5x5, 6x6 и т. д.). В каждом ряду и столбце должен быть полный набор вариантов схемы (повторения) и, следовательно, в латинском квадрате число повторений равно числу вариантов, и общее число делянок равно квадрату числа вариантов.

Латинский прямоугольник - схема рендомизированного (случайного) размещения вариантов в полевом опыте. В основе лежит латинский квадрат, который и определяет повторность опыта, число рядов и столбцов. Число вариантов должно быть кратным повторности (4x4x3), (повторность $n=4$, число вариантов $l=4$, $4x3=12$).

Методика полевого опыта - совокупность слагающих ее элементов: число вариантов, площадь делянок, их форма и направление, повторность, система размещения вариантов, повторений и делянок на территории, метод учета урожая, организация опыта во времени, а также метод статистического анализа данных.

Метод расщепленных (сложных) делянок - эксперимент, в котором делянки одного опыта используются как блоки для другого. Делянки первого порядка расщепляются на делянки второго порядка, а последние на более мелкие делянки третьего порядка. Метод расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов используют для закладки многофакторных опытов.

Метод рендомизированных (случайных) повторений - эксперимент, в котором варианты по делянкам размещены в случайном порядке по таблице случайных чисел или по жребию. Это наиболее распространенный метод размещения вариантов.

Наименьшая существенная разность (НСР) - величина, указывающая границу возможных случайных отклонений в эксперименте; это та минимальная разность в урожаях между средними, которая в данном опыте признается существенной при 5%-ном (НСР₀₅) или 1%-ном (НСР₀₁) уровне значимости.

Ошибка опыта, выборки - мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины. При обработке результатов полевого опыта методом дисперсионного анализа определяется обобщенная ошибка средних, выражаемая в тех же единицах измерения, что и изучаемый признак. Ошибка $S_{\bar{x}}$, выраженная в процентах от соответствующей средней, называется относительной ошибкой опыта или выборки ($S_{\bar{x}}\%$). В полевом опыте величина $S_{\bar{x}}\%$ часто без учета уровня урожайности используется в качестве показателя, характеризующего «точность полевого опыта».

Повторение - часть площади опытного участка, включающего делянки с полным набором вариантов схемы опыта.

Повторность - число одноименных делянок каждого варианта в данном полевом опыте. Повторность опыта во времени — число лет испытания агротехнических приемов или сортов.

Полевой опыт - исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном участке для оценки действия различных вариантов (сортов) на урожай растений и его качество.

Производственный опыт - комплексное исследование, которое проводится непосредственно в производственных условиях бригадами, отделениями, хозяйствами или группой хозяйств и отвечает конкретным задачам самого материального производства, его развития и совершенствования.

Уравнительный посев - сплошной посев одной культуры для повышения плодородия почвы участка, выбранного для закладки опыта.

Уровень значимости - риск сделать ошибочное заключение. В агрономических исследованиях допускается 5 и 1 %. Обозначается буквой P_j .

Рекогносцировочный посев (разведывательный) - сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке полевого опыта и проводимый для выявления степени однородности (путемдробного учета урожая) почвенного плодородия на площади опыта.

Рендомизированное (случайное) размещение вариантов - такое расположение полевого опыта, когда порядок следования вариантов в каждом повторении определяется по жребию или таблице случайных чисел.

Систематическое размещение вариантов - порядок следования вариантов в каждом повторении подчиняется определенной системе (последовательно, в шахматном порядке).

Средняя арифметическая – основная статистическая характеристика вариационного ряда, являющаяся центром распределения, вокруг которого группируются все варианты статистической совокупности. Она определяет только среднее числовое значение и обозначается \bar{x} .

Стандартное размещение вариантов - такое расположение полевого опыта, когда контрольные варианты (стандарты) располагаются через 1-2 опытных варианта.

Схема опыта - совокупность опытных и контрольных вариантов, объединенных общей идеей.

Типичность (репрезентативность) - соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям сельскохозяйственного производства данной зоны.

Точность опыта (относительная ошибка) - ошибка средней $S\bar{x}\%$, выраженная в процентах от соответствующей средней.

Учет урожая сплошной - метод учета урожая, при котором всю товарную часть продукции (зерно, клубни, волокно, сено и т. п.) взвешивают и учитывают со всей площади каждой учетной делянки полевого опыта.

Учет урожая по пробным снопам - метод учета урожая, при котором взвешивают и учитывают общую массу урожая со всей площади каждой учетной делянки, а товарную его часть (зерно, сено и т. п.) рассчитывают по данным учета с пробных снопов, отбираемых от общей массы урожая перед ее взвешиванием в поле.

Факториальный опыт (ПФЭ) - многофакторный опыт, схема которого включает всевозможные сочетания (комбинации) факторов, что позволяет установить действие и взаимодействие изучаемых факторов.

Число степеней свободы - число свободно варьирующих единиц и элементов в составе численно ограниченной совокупности. Обозначается буквой ν и в простейшем случае равно числу всех наблюдений минус единица ($n-1$).

Шахматное размещение вариантов - разновидность систематического размещения, когда повторения в опыте располагаются в несколько ярусов и для более равномерного размещения вариантов по площади опыта расположение их в каждом ярусе сдвигается на частное от деления числа вариантов на число ярусов.

Ямб-метод - стандартное размещение вариантов, при котором опытный вариант чередуется со стандартом.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии: учебник. СПб.: ООО «Квадро», 2013. 408 с.

2. Основы научных исследований / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Е.В. Злобина, Е.В. Нижегородов, Г.И. Терехова. 2-е изд. доп. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 272 с.

Дополнительная:

1. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под ред. В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифоновой. М.: КолосС, 2009. 268 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.

Периодические издания - отечественные журналы

«Плодородие», «Земледелие», «Агрохимия», «Зерновые культуры».

Информационно-телекоммуникационная сеть "Интернет"

В процессе обучения студентами могут быть использованы ресурсы электронно-библиотечных систем, имеющих в свободном доступе библиотеки Брянского ГАУ: ЭБС «Лань» (<http://e.lanbook.com>), национальный цифровой ресурс ЭБС «Руконт» - межотраслевая электронная библиотека на базе технологии «контекстум», лицензионная библиотека современной учебной и научной литературы «**BOOK.ru**», ресурсы научной электронной библиотеки «**elibrary**» (<http://elibrary.ru>), которые содержат учебные и научные издания ведущих вузов России. Обучающимся также доступны полнотекстовые источники ученых и преподавателей ВУЗа, включенные в электронную библиотеку Брянского ГАУ (электронный ресурс доступен на портале Брянского ГАУ, научная библиотека, полнотекстовые документы, режим доступа: <http://www.bgsha.com>).

Учебное издание

Наумова М.П.

Мельникова О.В.

ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА

Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям
специальность 35.02.05 Агрономия

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 09.01.2019 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 2,44. Тираж 50 экз. Изд. № 6295.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ