

ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет

Полоус Г.П., А.И. Войсковой

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Издание второе, дополненное

Допущено УМО вузов РФ по агрономическому образованию в
качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению «Агрономия»

СТАВРОПОЛЬ

«АГРУС»

2013

УДК 633/635
ББК 41/42
П52

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой агрохимии СтГАУ

А.Н. Есаулко;

доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник СНИИСХ

В.В. Кравцов

П52 Полоус Г.П., Войсковой А.И.

Основные элементы методики полевого опыта : учебное пособие / Г.П. Полоус, А.И. Войсковой : Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : АГРУС, 2013.

ISBN 978-5-9596-0615-2

Дана подробная характеристика основных элементов методики полевого опыта, составляющих его структуру. Разработаны задания для самоконтроля и определения уровня усвоения заданий студентами.

Для преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям, работников научных учреждений.

УДК 633-635
ББК 41/42

ISBN 978-5-9596-0615-2

Полоус Г.П., Войсковой А.И., 2013
ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный
аграрный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Вариант, схеме опыта

Контрольные вопросы

2. Площадь, форма и направление опытной делянки

Контрольные вопросы

3. Защитные полосы, дорожки и дороги в опыте

Контрольные вопросы

4. Повторность и повторение

Контрольные вопросы

5. Расположение делянок и повторений на опытном участке

Контрольные вопросы

6. Размещение вариантов на опытных делянках

6.1. Стандартное размещение

6.2. Систематическое размещение

6.3. Рендомизированное размещение

6.3.1. Метод неорганизованных повторений (полная рендомизация)

6.3.2. Метод рендомизированных повторений (рендомизация внутри повторения, или рендомизация с одним ограничением)

6.3.3. Латинский квадрат и прямоугольник (рендомизация с двумя ограничениями)

6.3.4. Решетка

6.3.5. Расщепленная делянка

6.3.6. Метод смешивания

Контрольные вопросы

7. Уборка и учет урожая в опыте

7.1. Включка в полевом опыте

7.2. Методы и способы уборки и учета урожая

Контрольные вопросы

8. Особенности планирования элементов методики в опытах с овощными, плодовыми культурами и виноградом.

8.1. Опыты с овощными культурами открытого грунта

8.2. Опыты с овощными культурами в защищенном грунте

8.3. Опыты с плодовыми культурами и виноградом

Контрольные вопросы

Задания для самоконтроля

Тесты

Ответы на вопрос 13

Глоссарий

Библиографический список

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей растениеводческой отрасли сельского хозяйства является получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Для решения этой задачи необходимо постоянное расширение научных знаний. Разработкой теоретических основ и агротехнических приемов повышения урожайности и улучшения качества культурных растений занимается агрономическая наука.

Научная агрономия использует свои специфические методы исследования. К ним относятся – лабораторный, вегетационный, лизиметрический, полевой и вегетационно-полевой методы. Но основным ведущим методом исследования является **полевой опыт**. Полевой опыт относится к биологическим методам исследования, когда для оценки плодородия почвы, эффективности агротехнических приемов и сортов, применяют такой биологический индикатор, как само растение. По своему логическому характеру полевой метод, как эксперимент, является аналитико-синтетическим. Он расчленяет, изменяет приемы возделывания сельскохозяйственных культур, а затем синтезирует их для получения высокого урожая в производственных условиях. Это метод изучения, дополненный другими методами изучения факторов жизни растений, обеспечивает наибольший успех, как для теоретического понимания, так и для практического применения результатов опыта и получения высокого урожая наилучшего качества. Проводится полевой опыт в поле на специально выделенном участке в целях установления влияния факторов жизни, условий и приемов возделывания на урожайность и качество сельскохозяйственных растений. Культурное растение в полевом опыте изучается в естественных условиях вместе со всей совокупностью почвенных, климатических, погодных и агротехнических

условий, близких к производственным, или непосредственно в производственных условиях. При помощи этого метода испытываются новые сорта и гибриды, изучаются севообороты, способы обработки почвы, применение удобрений, средств защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности и многие другие приемы агротехники. Результаты полевых опытов используют при разработке новых зональных технологий возделывания сельскохозяйственных растений, районировании новых сортов и гибридов.

Несмотря на его кажущуюся простоту, полевой опыт является сложным методом познания, так как он проводится всегда при большом числе неконтролируемых факторов: погодные условия, неоднородность почвы, повреждения растений вредителями и болезнями и др. Поэтому, чтобы результаты полевых опытов были воспроизводимы при внедрении их в производство, опыты необходимо закладывать и проводить с соблюдением основных методических требований:

- типичность (репрезентативность);
- принцип единственного различия;
- закладка опыта на специально выделенном участке;
- учет урожая и достоверность опыта по существу.

Высокой точности опыта можно достигнуть только при правильной методике его постановки. Полевой опыт должен быть правильно спланирован, для чего надо знать основные элементы методики полевого опыта. Под методикой полевого опыта подразумевают совокупность слагающих ее элементов: вариант, схема опыта, площадь, форма и направление опытной делянки, защитные полосы, повторность и повторение, методы размещения делянок, повторений и вариантов, учет урожая и организация опыта во времени. Правильное сочетание этих элементов обеспечивает максимальную точность проведения полевого опыта в конкретных условиях.

1. ВАРИАНТ, СХЕМА ОПЫТА

Плевой опыт проводится на делянках различной величины и формы. **Вариант** – одна делянка опыта, на которой изучается какой-либо сорт, гибрид или агротехнический прием. Вариант обозначается буквой «I». Если невозможно или нецелесообразно изолированное изучение отдельных агротехнических вопросов, вариантом опыта может быть весь комплексный прием в целом, а не отдельная его часть. Например, технологии возделывания сельскохозяйственной культуры, системы удобрения, системы обработки почвы. Сравнение между собой комплексных приемов нельзя квалифицировать как нарушение, при проведении опыта, принципа единственного различия, т.к. это сравнение проводится при тождестве прочих условий, которые не являются составными элементами сравниваемых агрокомплексов.

Опытные варианты бывают контрольные и изучаемые. Совокупность контрольных и изучаемых вариантов, разработанных с целью выяснения изучаемого вопроса, есть **схема опыта**. Разработка схемы опыта является ответственной и трудной задачей, определяющей успех научной работы. Надо суметь предвидеть результат, проникнуть в сущность неизвестного.

Схема полевого опыта определяется темой исследования и строится по принципу единственного различия. Правильно составленная схема опыта позволяет сравнивать каждый ее вариант с другими при наличии между ними единственного изучаемого различия и единстве прочих условий. Например, тема: «Изучение сортов озимой пшеницы».

- | | |
|--------------|------------------------|
| Схема опыта: | 1. Скифянка (контроль) |
| | 2. Дон 95 |
| | 3. Ермак |
| | 4. Фишт |
| | 5. Уманка |

В этом опыте единственное различие – сорт. Чтобы оценить роль сорта, все другие условия жизни растений озимой пшеницы должны быть одинаковыми: предшественник, обработка почвы, удобрение, срок сева, норма высева семян, уход за опытом.

Тема: «Доза азотного удобрения при допосевном внесении под озимую пшеницу».

Схема опыта:

1. $P_{60}K_{60}$ (контроль)
2. $N_{30}P_{60}K_{60}$
3. $N_{50}P_{60}K_{60}$
4. $N_{70}P_{60}K_{60}$
5. $N_{90}P_{60}K_{60}$

Единственное различие – доза азотного удобрения. Единство условий – предшественник, сорт, обработка почвы, фосфорно-калийный фон, форма азотного, фосфорного и калийного удобрения, срок и способ его внесения, срок сева, норма высева семян и уход за опытом.

В схеме опыта каждому варианту присваивается порядковый номер. При разработке плана (схемы) размещения опыта на опытном участке на делянке пишется номер варианта, под которым он записан в схеме опыта (рис. 1, а). Если записывать на делянке полное название варианта, то такая схема размещения опыта будет трудно читаемой (рис. 1, б).

В имеющихся пособиях по закладке и проведению полевых опытов часто смешивают понятие варианта с понятием делянки, хотя эти понятия далеко не равнозначные. Предположим, что ставится опыт по изучению гербицидов против двудольных и однодольных сорняков на посевах сахарной свеклы при двукратной повторности по схеме:

1. Без гербицидов
2. Пирамин Турбо

3. Агрон

Вариантов опыта будет три. Число же делянок в данном опыте будет шесть. Если бы повторность опыта была не дву-, а трехкратной, то делянок было бы девять, а вариантов по-прежнему осталось бы три.

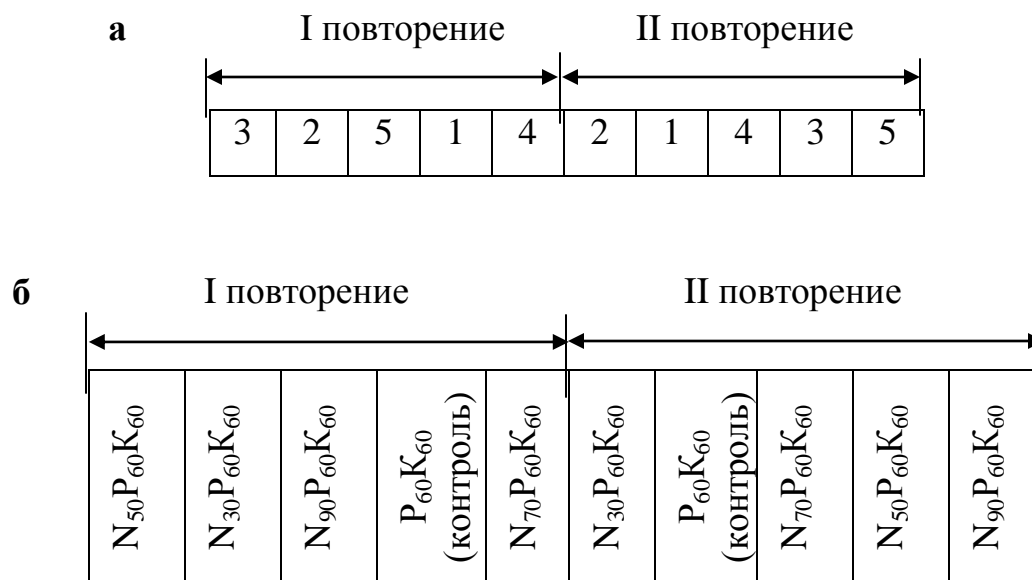


Рисунок 1. Схема размещения опыта: пять вариантов, двукратная повторность

В каждом правильно поставленном опыте всегда должна быть возможность какого-то сравнения, сопоставления вариантов. **Контроль** (стандарт) – вариант, с которым сравнивают все остальные варианты схемы опыта. Он позволяет оценить меру чувствительности растения к изучаемому фактору. В опытах по сортоиспытанию за контроль принимается вариант, на котором высевается районированный сорт или гибрид, в агротехнических опытах – применяется рекомендуемый агротехнический прием. При изучении удобрений, пестицидов в качестве контроля может быть вариант без их внесения (нулевой вариант).

Число вариантов в схеме опыта определяется исследователем и зависит от его содержания, то есть от тех вопросов, которые в данном опыте разрешаются. Минимальное число вариантов в схеме опыта два. Чем больше число вариантов в схеме опыта, тем выше его информативность. Но с увеличением числа вариантов (при неизменной площади опытной делянки и повторности опыта) увеличивается площадь под опытом, уменьшается вероятность расположить его на однородном по плодородию земельном участке, увеличивается ошибка эксперимента и, следовательно, уменьшается его точность (табл. 1). В связи с этим, при разработке схемы опыта необходимо осторожно увеличивать число вариантов и стремиться к тому, чтобы в опыте было не более 12-16 вариантов при общем числе делянок 60-64. Опыты с большим числом вариантов требуют, как правило, более сложных методов постановки опыта.

Таблица 1. Увеличение относительной ошибки опыта ($S_{\bar{x}},\%$) в зависимости от числа вариантов (l) при одинаковой площади делянки (Н.Ф. ДЕРЕВИЦКИЙ, 1960)

Картофель		Сахарная свекла	
l	$S_{\bar{x}},\%$	l	$S_{\bar{x}},\%$
2	3,91	2	2,67
3	4,03	3	3,23
4	4,51	4	3,70
5	4,39	6	3,73
8	6,02	9	4,02
12	6,79	12	4,15
16	6,27	18	4,31
24	6,66	27	4,36
32	7,86	36	4,57
48	11,73	54	4,58
96	14,14	108	6,08

По содержанию варианты схемы опыта могут быть качественные (предшественник, сорт, вид и форма удобрения, способ посева, обработка почвы) и количественные (сроки сева, нормы высева семян, дозы и нормы удобрений, пестицидов, глубина обработки почвы и т.п.). Полевые опыты, в зависимости от изучаемого вопроса, продолжительности во времени, условий и места проведения бывают различных видов. Но, прежде всего, по схеме опыта они подразделяются на однофакторные и многофакторные.

Однофакторные опыты – это простые эксперименты. На основании полученных результатов можно ответить только на один вопрос. Например, какой предшественник лучше для изучаемого сорта, или какой сорт лучше при изучении нескольких сортов по одному предшественнику.

При разработке схемы **однофакторного опыта** с качественными вариантами в общем виде они обозначаются заглавными буквами латинского алфавита. Например:

1. А
2. В
3. С
4. D
5. Е и т.д.

К схеме опыта с качественными вариантами предъявляются два требования. Первое – необходимо правильно выбрать контрольный вариант. Второе – выдержать принцип единственного различия с учетом принципа оптимальности и целесообразности, определить сопутствующие, не изучаемые в опыте агротехнические условия. Минимальное число вариантов в схеме равно двум.

Схему однофакторного опыта с количественными вариантами (градациями) можно представить так:

1. a_0 2. a_1 3. a_2 4. a_3 5. a_4 .

При составлении схемы опыта с количественными вариантами, необходимо соблюдать требования, предъявляемые к схеме опыта с качественными вариантами и, кроме того, правильно установить единицу (шаг) варьирования для доз изучаемого фактора и число градаций (вариантов). Важно так спланировать схему опыта, чтобы на основании полученных результатов, можно было построить **кривую отклика**, которая будет характеризовать зависимость урожайности от изменения изучаемых градаций фактора (рис. 2).

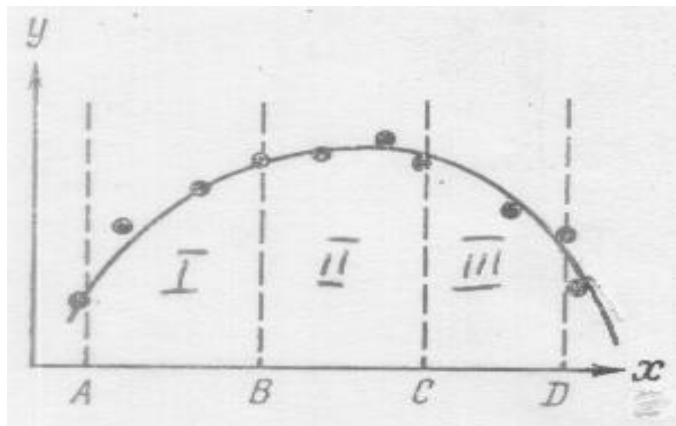


Рисунок 2. Кривая отклика,

где y – урожайность; x – градации изучаемого фактора

Если схема опыта разработана правильно, кривая отклика имеет три зоны, в которых с увеличением изучаемого фактора, урожайность:

- увеличивается. Лимитирующая зона (I);
- стабилизируется. Стационарная зона (II);

–уменьшается. Ингибирующая зона (III).

Задача исследователя заключается в том, чтобы правильно определить центр схемы опыта и шаг варьирования. Обычно достаточно иметь 5-8 вариантов. Точные рекомендации по шагу варьирования дать сложно. Многое здесь зависит от квалификации и интуиции экспериментатора. Если шаг варьирования маленький, данные по урожайности попадают в лимитирующую зону и для проявления эффекта стационарной зоны необходимо увеличивать число ненужных вариантов. В том случае, когда шаг варьирования выбран слишком большим, можно «проскочить» оптимальный вариант. Как правило, шаг варьирования выбирают таким, при котором разность между соседними вариантами превышает существенную наименьшую разность (НСР), для выбранного уровня вероятности.

При планировании повторности опыта, необходимо учитывать, какие варианты будут изучаться: качественные, или количественные. Если изучаются качественные варианты, важно точнее определить прибавку урожайности относительно контроля, т.е. эффект варианта. Для этого существует одна возможность – увеличить повторность. Обычно это 4-6-кратная повторность. Иное положение, когда в опыте изучаются количественные варианты по изучаемому фактору. Здесь преследуется цель оценить не отдельные прибавки урожайности, а установить формулу соответствующей кривой действия фактора. В этом случае, для достижения высокой точности опыта необходимо иметь больше доз. Поэтому, в таких опытах, целесообразно, вместо увеличения повторности, увеличить число вариантов изучаемого фактора, при 3-4-кратной повторности. Урожайность сельскохозяйственных культур формируется под влиянием не одного, а многих факторов (предшественник, сорт, удобрение, орошение и др.), которые взаимосвязаны между собою. Чтобы установить действие изучаемых факторов, характер и величину их взаимодействия при совместном применении, проводятся **многофакторные опыты**.

Фактором считается то, что в данном опыте нормируется или дозируется и эффективность его может быть определена.

Взаимодействие факторов – тот дополнительный эффект, который получается при совместном действии двух или более факторов. Например, если при основном внесении под озимую пшеницу N_{30} получена прибавка в урожайности зерна 3,0 ц/га, от P_{60} – 5 ц/га, а при совместном внесении $N_{30}P_{60}$ прибавка составила 11 ц/га, то дополнительный эффект от их совместного внесения будет равен $11 - (3+5)=3$ ц/га.

В многофакторном опыте эффект взаимодействия может быть:

–положительный (синергизм). Прибавка от совместного применения нескольких факторов существенно больше суммы прибавок от их отдельного применения;

–отрицательный (антагонизм). Прибавка от совместного применения нескольких факторов существенно меньше суммы прибавок от их отдельного применения;

–отсутствие эффекта (аддитивизм). При совместном применении факторов прибавка существенно не отличается от суммы прибавок при их отдельном применении.

Чтобы на основе данных многофакторного опыта можно было вычислить эффекты действия и взаимодействия факторов при разработке схемы, необходимо выдержать принцип факториальности, суть которого заключается в том, что схема опыта должна предусматривать изучение всех возможных сочетаний факторов и их градаций. Такой опыт называют **полным факториальным экспериментом (ПФЭ)**.

Сокращенно схема многофакторного опыта записывается в виде произведения чисел. Число сомножителей указывает, сколько в опыте изучается факторов, каждое число – на количество вариантов (градаций, доз) по каждому

фактору, а произведение чисел – на общее число вариантов в схеме опыта. Например:

1. 2×3 . Опыт двухфакторный. По фактору А изучается два варианта, по фактору В – три. Всего вариантов 6.
2. $3 \times 3 \times 4$. Опыт трехфакторный. По факторам А и В изучается по 3 варианта, по фактору С – 4. Общее количество вариантов 36.
3. $4 \times 5 \times 3 \times 2$. Опыт четырехфакторный. Число вариантов по фактору А – 4, В – 5, С – 3 и Д – 2. Общее количество вариантов в схеме опыта 120.

Схема многофакторного опыта, так же как и однофакторного, разрабатывается с учетом принципа единственного различия. Так как число вариантов в схеме опыта может быть большим, разработка факториальных схем облегчается использованием специальной символики (кодирования) вариантов. Изучаемые факторы обозначаются заглавными латинскими буквами А, В, С, Д и т.д., а их градации (варианты) цифрами 0, 1, 2, 3, 4 и т.д. или строчными буквами с индексами $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$; $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ и т.д.

Минимальное число вариантов в схеме многофакторного опыта равно 4. Это двухфакторный опыт 2×2 .

В факториальных схемах может изучаться действие и взаимодействие как качественных, так и количественных факторов и их градаций. Для количественных факторов нулевая градация (0) означает отсутствие изучаемого фактора, например: без удобрений, без гербицидов, без орошения и т.п. или его низший уровень. Для качественных факторов нулевая градация означает контрольный вариант (рекомендуемый сорт, агротехнический прием).

При разработке схемы многофакторного опыта строится матрица. **Матрица** – таблица, в которой число столбцов равно числу изучаемых факторов плюс два, а число строк равно общему количеству вариантов в схеме опыта.

Наиболее простой факториальной схемой является двухфакторный опыт, в котором факторы А и В изучаются в двух градациях 0 и 1. Например, требуется изучить два сорта озимой пшеницы Скифянка (0) и Ермак (1) при размещении их по двум предшественникам: горох (0) и соя (1). Матрица опыта представлена в таблице 2. В начале составляется схема опыта для фактора А (сорт), а затем каждый вариант фактора А сочетается с вариантами фактора В (предшественник).

Таблица 2. Матрица факториального опыта 2×2

Номер варианта	Фактор		Название (код) варианта
	А	В	
1	0	0	00 – Скифянка, предшественник горох
2	1	0	10 – Ермак, предшественник горох
3	0	1	01 – Скифянка, предшественник соя
4	1	1	11 – Ермак, предшественник соя

При разработке схем трех- и четырехфакторных опытов факторы С, Д вводятся последовательно (табл. 3).

Полная схема многофакторного опыта дает возможность получить из него максимум информации, поэтому ей нужно отдавать предпочтение. Стремление сократить схему путем исключения практически неинтересных вариантов ведет к потере значительной части информации, так как не позволяет установить эффект взаимодействия факторов и сводит эксперимент к простому однофакторному опыту.

Таблица 3. Матрица факториального опыта 2×3×3

Номер варианта	Фактор			Название (код) варианта
	А	В	С	
1	0	0	0	000
2	1	0	0	100
3	0	1	0	010
4	1	1	0	110
5	0	2	0	020
6	1	2	0	120
7	0	0	1	001
8	1	0	1	101
9	0	1	1	011
10	1	1	1	111
11	0	2	1	021
12	1	2	1	121
Номер варианта	Фактор			Название (код) варианта
	А	В	С	
13	0	0	2	002
14	1	0	2	102
15	0	1	2	012
16	1	1	2	112
17	0	2	2	022
18	1	2	2	122

Контрольные вопросы

1. Что понимается под методикой полевого опыта?
2. Понятия: вариант, схема опыта.
3. Виды вариантов по назначению и содержанию.
4. Контрольный вариант. Назначение контрольного варианта.
5. Количество вариантов в схеме однофакторного опыта.
6. Кривая отклика.
7. Влияние числа вариантов на ошибку эксперимента.
8. Многофакторный опыт. Требования к схеме ПФЭ.

9. Понятия: фактор, эффект взаимодействия и виды взаимодействия в многофакторном опыте.

2. ПЛОЩАДЬ, ФОРМА И НАПРАВЛЕНИЕ ОПЫТНОЙ ДЕЛЯНКИ

Опытная делянка – это часть площади опытного участка определенного размера и формы. Делянки служат для размещения на них контрольных и изучаемых вариантов.

Вопрос о размерах опытных делянок неоднократно был предметом обсуждения. Сторонники больших делянок от 1000 кв.м до 1-2 га и более считали, что на таких делянках нивелируется пестрота почвенного плодородия. Делянки увеличенных размеров, охватывая большее разнообразие почвенного плодородия, приближают опыт к типичным почвенным условиям. Проведение опытов на больших делянках также приближает все работы на них к типичным производственным условиям. Можно механизировать все процессы, начиная от посева и заканчивая уборкой урожая. Следовательно, на больших делянках лучше будет выдержана и агротехническая типичность опыта. Ошибки на делянках большого размера от технологических приемов, например, от огрехов во время вспашки, неравномерности высева семян, повреждения растений при междурядных обработках, повреждаемости их вредителями и болезнями, относительно в меньшей степени скажутся на окончательных результатах, чем это может быть на малых делянках.

Сторонники малых делянок считают, что при размещении опыта на больших делянках, не всегда можно достичь выравнивания почвенного плодородия на всем опытном участке. Общая земельная площадь под опытом может выходить за пределы однородного по плодородию участка и точность его проведения снижается. Важнейшим правилом при проведении полевого опыта является одновременность и высококачественность всех выполняемых на опытном участке агротехнических работ, не подлежащих изучению. Все работы, как правило, должны быть проведены в один день. При большой площади опытного участка, это не всегда возможно и, как следствие, –

нарушение принципа единственного различия. При малой площади опытной делянки гораздо легче достичь большей точности при проведении опыта. Они удобнее и требуют меньше затрат средств и труда, чем аналогичные опыты на крупных делянках. Чем больше площадь под опытом, тем дороже обходится его проведение.

Большое число дробных учетов урожая рекогносцированных посевов, проведенных в России и за рубежом, показало, что универсальной площадью опытной делянки является примерно 100 кв. м. При таком размере делянки обеспечивается выполнение важнейших полевых работ на тракторной тяге. Отклонение в ту или иную сторону от указанной площади в каждом конкретном случае определяется в основном:

- изучаемой культурой;
- назначением и задачей опыта;
- степенью изученности вопроса;
- видом опыта;
- степенью и характером пестроты почвенного покрова;
- технологией возделывания культуры;
- применяемыми сельскохозяйственными машинами и орудиями;
- возможностью обработки почвы на всех делянках одновременно, или их придется обрабатывать отдельно.

Целесообразно проектировать размер опытной делянки, допускающей проведение всех полевых работ с максимальной механизацией, включая и уборку урожая. Поэтому предел, меньше которого не должна быть площадь делянки, определяется возможностью нормально проводить все агротехнические работы.

В конечном итоге, необходимая площадь одной опытной делянки может быть определена, как оптимальная, минимальная. В практике опытного дела наиболее широко используются делянки размером 50-200 м², на

первоначальных этапах исследования 10-50 м². Опытные делянки меньше 10 м² обычно применяются в микрополевых опытах.

На опытной делянке необходимо иметь достаточное число растений, чтобы можно было сгладить индивидуальные различия в их развитии. Для культур сплошного сева (пшеница, ячмень, овес, лен, горох и др.), которые имеют сотни растений на 1 м², площадь опытной делянки может быть 40-60 м², в сортоиспытании 25-50 м². При изучении пропашных культур (кукуруза, подсолнечник, картофель, свекла и др.), число растений на 1 м² определяется единицами, поэтому учетная площадь опытной делянки увеличивается. Она должна быть достаточной, чтобы исключить влияние индивидуальной изменчивости отдельных растений на точность опыта. Наиболее часто для пропашных культур размер опытной делянки планируется 50-150 м², при условии, что на делянке будет 80-100 учетных растений. Для картофеля достаточно на учетной делянке иметь 40-50, для кукурузы – 60 растений (табл. 4).

Таблица 4. Площадь опытной делянки в зависимости от изучаемой культуры

Культура	Площадь, м ²
Пшеница, овес, горох, гречиха	40-60
Кукуруза, свекла, картофель	50-150
Арбузы, тыква	150-200
Огурцы, томаты, капуста, баклажаны	20-50
Лук, морковь, перец, петрушка	10-30
Редька, редис	5-10

В селекционной практике, на первых этапах работы, когда имеется ограниченное число семян (от одного колоса, или растения), используются делянки размером 0,5-2,0 м², в малом сортоиспытании 5-10 м². Агротехнические опыты, не требующие отдельной обработки почвы, закладывают обычно на делянках площадью 50-200 м². При изучении способов обработки почвы или

других приемов, требующих отдельного применения машин и орудий на каждой делянке, размер ее может быть увеличен до 300-1000 и более кв. м.

Крупная делянка имеет преимущество в сравнении с небольшой при закладке многолетних стационарных опытов, так как при проведении опыта может возникнуть необходимость изучить новые факторы и приемы, не предусмотренные при его закладке. В этой связи такие опыты целесообразно закладывать на делянках 300-500 м² и более, с тем, чтобы при необходимости расщепления каждая из них имела площадь 50-100 м².

Приведенные размеры делянок являются ориентировочными и в каждом отдельном случае размер делянки надо устанавливать на основании всей совокупности конкретных условий. Например, при постановке опытов с пшеницей, опытная делянка может быть: 0,2 м² – в селекционной работе, 25 м² – при сортоиспытании, 10-50 м² – в опытах с удобрениями, 200-300 м² – при изучении способов обработки почвы, 50-1000 м² – при орошении, 500-1000 м² – в стационарных многолетних опытах и опытах в производственных условиях (табл. 5).

Таблица 5. Площадь опытной делянки для пшеницы в зависимости от вида опыта

Вид опыта	Площадь, м ²
Сортоиспытание	25
Агротехнический по изучению: удобрений	10-50
обработки почвы	200-300
орошения	50-1000
Стационарный	300-500
В производственных условиях	500-1000

Точность полевого опыта может быть повышена правильным выбором **формы делянки**. По форме опытные делянки бывают: квадратные,

прямоугольные, вытянутые, линейные, круглые. Форма опытной делянки определяется соотношением короткой и длинной сторон. Делянки называют квадратными при отношении длины к ширине, равном 1 (4×4 , или 10×10), прямоугольными, если отношение больше 1, но равно, или меньше 10 (20×5 , или 20×2), удлинёнными (вытянутыми) – при отношении больше 10 ($40 \times 2,5$, или 60×2). Линейными считаются одно- или двухрядковые делянки. Круглая опытная делянка применяется в плодоводстве, когда каждое дерево или куст считается опытной делянкой.

При прямоугольной и вытянутой форме опытной делянки ошибка обычно меньше и точность опыта выше. Такие по форме делянки лучше охватывают разнообразие почвенного плодородия опытного участка, способствуют размещению вариантов опыта в более близких условиях, повышаются их сравнимость и достоверность получаемых результатов, улучшается использование техники при проведении механизированных работ. Вытянутая форма делянки необходима в опытах, требующих отдельного применения на делянках сельскохозяйственных орудий и машин. Это опыты по изучению обработки почвы, способов и сроков сева, механизированного внесения удобрений, испытанию новых сельскохозяйственных машин и орудий.

Преимущество вытянутых делянок наиболее сильно проявляется при их больших размерах, в сложных схемах опытов, когда расстояние между вариантами при квадратной форме делянки может быть очень значительным. Эффект от удлинения наиболее сильно проявляется при отношении сторон в пределах 1:10 или 1:15. Дальнейшее удлинение не оказывает существенного влияния на повышение точности при проведении опыта. При планировании опыта предпочтение отдают делянкам прямоугольной формы. Вытянутую форму следует применять лишь в опытах с большой площадью опытной делянки, не менее 150 м^2 , так как при меньших размерах делянка получается

настолько узкой, что не позволяет выделить достаточной ширины боковые защитные полосы.

Существенным недостатком вытянутых делянок, по сравнению с квадратными, является их большой периметр. Это требует выделения большей площади под боковые защитные полосы для устранения влияния соседей и краевого эффекта.

Квадратная форма опытной делянки предпочтительнее прямоугольной и вытянутой в опытах, где смежные варианты могут сильно влиять друг на друга (влияние соседей). Например, при изучении удобрений. Чтобы снять это влияние, увеличивается ширина боковых защитных полос, что ведет к уменьшению учетной площади опытной делянки или увеличению общей площади под опытом.

В опытах по изучению химических средств борьбы с вредителями и болезнями лучшей будет квадратная форма опытной делянки. Из центра опытной делянки квадратной формы вредителям и грибам труднее мигрировать на соседние варианты, так как путь их будет длиннее, чем из центра прямоугольной или вытянутой делянок.

Самая узкая возможная делянка – это делянка в один рядок. Такая делянка применяется в селекционной работе, когда для первоначального изучения в питомнике селекционного материала приходится высевать небольшое количество семян с одного колоса или метелки. Для изучения агротехнических приемов одно- или двухрядную делянку применять нельзя. В делянке допускается не менее трех рядков, из которых два крайних являются защитными, а средний – учетным.

Форма опытной делянки зависит от метода расположения делянок в опыте. При одноярусном расположении делянок, лучшей будет вытянутая, или прямоугольная, а при многоярусном – целесообразно придавать им форму, приближающуюся к квадрату.

При размещении вариантов на делянках по методу латинского квадрата, лучшей формой опытной делянки считается квадратная, или прямоугольная. При удлиненной (вытянутой) форме делянок, латинский квадрат не имеет преимуществ перед методом рендомизированных повторений.

Немалое значение в повышении достоверности и точности опыта имеет **направление длинной стороны делянки**, то есть её ориентация на опытном участке. Опытные делянки длинной стороной должны располагаться по направлению к наиболее сильно действующему, не изучаемому фактору. Так, при расположении опыта на склоне, опытная делянка обязательно должна быть вытянута вдоль склона, а не поперек. На полях, защищенных лесными полосами, делянка своей длинной стороной располагается перпендикулярно к лесной полосе. При наличии на земельном участке каких-либо других полос различного плодородия, она располагается также по направлению их действия.

При закладке опытов на выровненных по плодородию участках, направление делянок не оказывает существенного влияния на точность опыта и определяется техническими условиями проведения эксперимента.

Форма опытного участка определяется длиной и шириной одной опытной делянки, числом вариантов, методом расположения делянок. Предпочтение следует отдать форме, близкой к квадрату. Например, в опыте изучается пять вариантов, площадь опытной делянки 100 м^2 , повторность опыта четырехкратная. Всего делянок в опыте 20. Без учета площади дорожек площадь под опытом 2000 м^2 . При квадратной форме опытной делянки $10\text{м} \times 10\text{м}$ и одноярусном расположении делянок опытный участок будет иметь размеры: ширина 10м, длина 200м, а при прямоугольной форме опытной делянки $5\text{м} \times 20\text{м}$ – соответственно 20м и 100м. Если же применить двухъярусное расположение опытных делянок $5\text{м} \times 20\text{м}$, опытный участок принимает форму, близкую к квадрату $40\text{м} \times 50\text{м}$ (рис. 3). В этом случае, при любом методе размещения

вариантов, расстояние между ними будет минимальное и сравнимость между собой – лучшая.

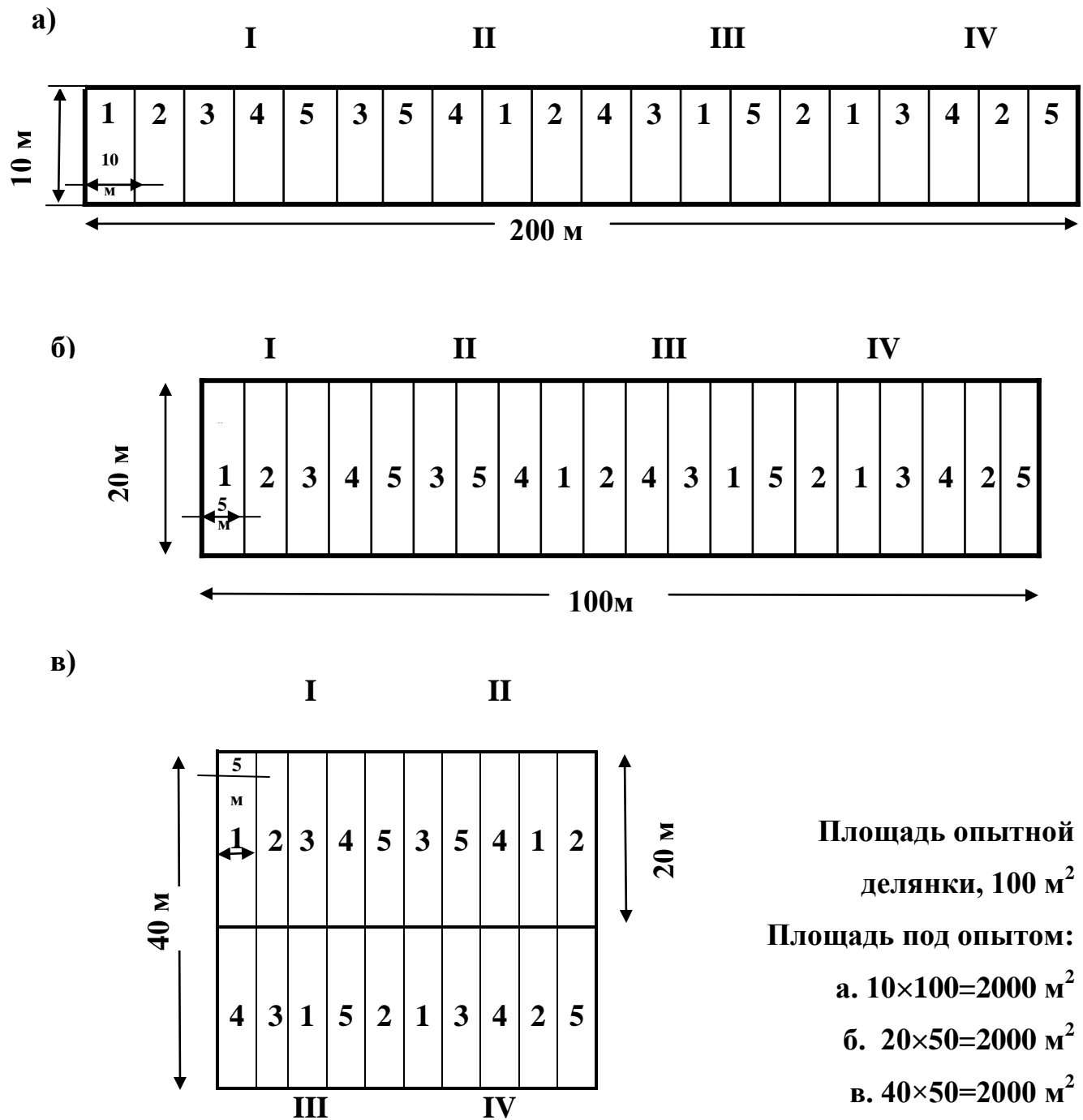


Рисунок 3. Форма опытного участка при одинаковой площади опытной
делянки и опытного участка

Контрольные вопросы

1. Дать определение, что такое опытная делянка, опытный участок.
2. Зависимость площади опытной делянки от культуры, числа растения на 1 м^2 , степени изученности вопроса, вида опыта, варьирования плодородия почвы опытного участка, используемых при закладке и проведении опыта машин и орудий.
3. Форма опытной делянки.
4. Требования к форме и площади опытного участка.
5. Оптимальная минимальная площадь опытной делянки для культур сплошного сева и пропашных культур.
6. Направление опытной делянки.
7. В каких случаях квадратная форма опытной делянки считается предпочтительной?
8. Влияние площади опытной делянки на типичность опыта и ошибку эксперимента.

3. ЗАЩИТНЫЕ ПОЛОСЫ, ДОРОЖКИ И ДОРОГИ В ОПЫТЕ

На одной опытной делянке различают посевную, учетную и защитную площади (рис. 4). **Посевная площадь** – делянка в целом, **учетная** – та ее часть, на которой проводят визуальные наблюдения, отбирают на анализ пробы почвы и растений, определяют урожайность. **Защитная площадь** (сокращенно защитка) – это разность между посевной и учетной площадью. Цель защитки – исключить из учета урожая растения, которые находятся по краям опытной делянки в иных условиях роста и развития, чем растения внутри делянки.

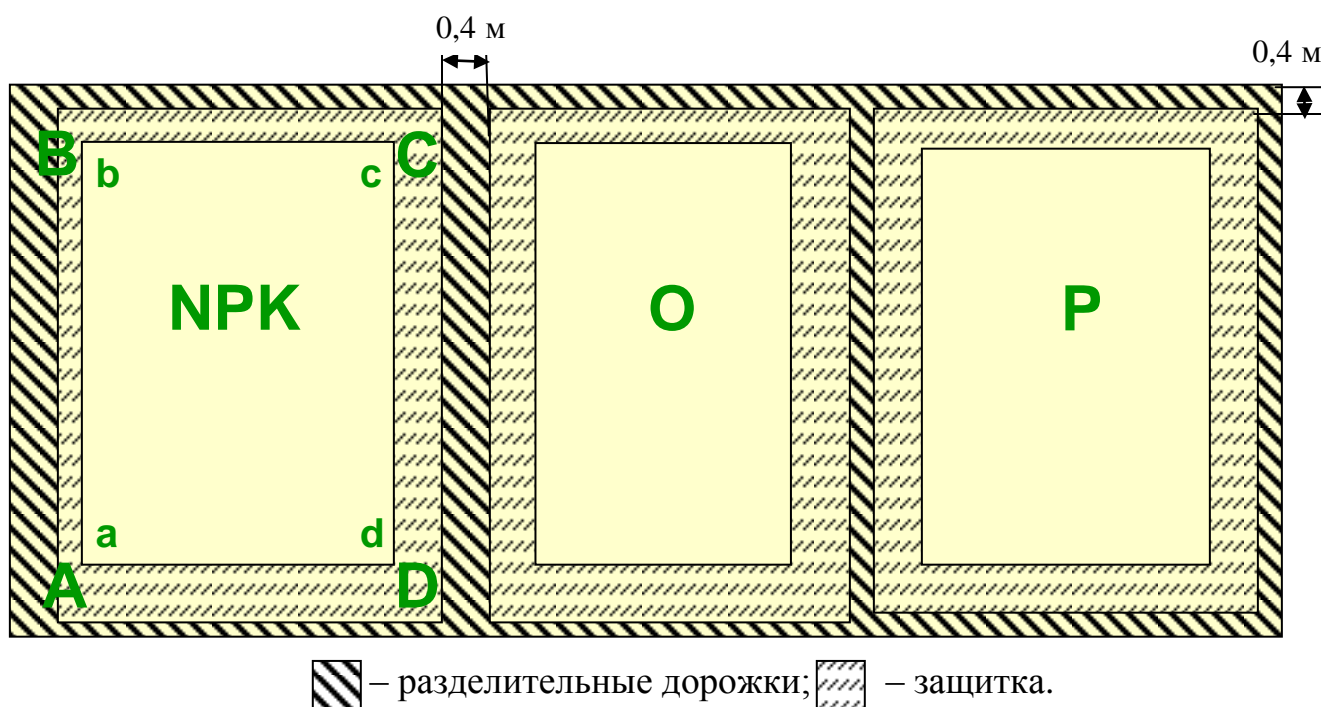


Рисунок 4. Посевная (ABCD), учетная (abcd) и защитная площади опытной делянки

Защитки в полевом опыте бывают:

- внутри опытной делянки, которые подразделяют на боковые и концевые;
- вокруг опыта для разворота машин и орудий.

Для удобства проведения работ (обработка почвы, посев, уход за опытом), ширину посевной делянки целесообразно устанавливать кратной ширине захвата сельскохозяйственных машин и, прежде всего, ширине захвата сеялки. Ширина учетной площади делянки должна быть кратной ширине захвата жатки комбайна.

При работе с культурами сплошного сева для разграничения опытных вариантов и обеспечения удобного прохода между делянками, выделяют узкие незасеянные полосы – **дорожки**, которые обычно содержат в продолжении всего вегетационного периода изучаемой культуры под чистым паром. Ширина дорожек 30-40 см. Дорожки создают условия, не типичные для сплошного посева, и в опыте получаются результаты, отличающиеся от тех, которые были бы в условиях сплошного массива. Краевые растения, соприкасаясь с незасеянными дорожками, развиваются лучше остальных, так как они дополнительно используют влагу и питательные вещества с этих дорожек. Влияние такого усиленного развития краевых растений на общий урожай делянки тем сильнее, чем меньше ее площадь. Кроме того, краевые растения находятся в лучших условиях освещения и вентиляции посевов, что создает совершенно нетипичные условия, особенно для развития болезней и вредителей. Последние в этих условиях могут развиваться сильнее или слабее, чем на сплошном посеве и, тем самым, вносят искажения в результаты опыта.

Растения, которые имеют лучшие условия питания и освещения, развивают более мощную надземную массу и корневую систему. Многочисленные исследования показали, что корневая система большинства культурных растений развивается в глубину на 100 см и более и в ширину до 60 см. Развитие корневой системы вширь сахарной свеклы до 100 см, картофеля – 60-70 см. Корневая система растений соседних вариантов переплетается, и это, конечно, не может не влиять на их рост и развитие.

В опытах с зерновыми культурами растения крайних рядков, как правило, запаздывают с созревaniem. Уборка проводится при созревании центральных рядков, а краевые рядки убираются в прозелень. Это сказывается на однородности и качестве зерна.

Растения, расположенные по краю делянки, могут использовать своими корнями питательные вещества и влагу не только со своей, но и с соседней делянки (влияние «соседей»). Особенно сильно такое влияние может проявляться в опытах по изучению удобрений. Растения на делянке с лучшими условиями питания, имея более мощное развитие надземной массы, будут «угнетателями» по отношению к соседней делянке с худшими условиями питания. Без учета влияния «соседей» искажаются результаты исследований на контрольном варианте без внесения удобрений. Краевые растения, проникая корнями на соседнюю удобренную делянку, будут использовать питательные вещества и сформируют более высокий урожай. Роль контроля, как оценщика меры чувствительности растения к удобрению, будет занижена.

При обработке почвы и работах по уходу за растениями, проводимых поперек делянок, происходит чисто механический перенос почвы, а с ней и вносимых удобрений, с делянки на делянку.

В таблице 6 приведены результаты исследований над изменением урожайности разных рядков делянки при 17-рядной сеялке, с междурядьями 15 см и при продольной дорожке 45 см (Н.Ф. Деревницкий, 1960).

Для исключения влияния края и «соседей» при постановке полевых опытов, выделяют боковые (продольные) и концевые (торцевые) защитные полосы. Боковые защитные полосы выделяют вдоль длинных сторон делянок. Ширину защитных полос определяют в зависимости от того, насколько далеко в глубь делянки может распространяться влияние «соседей» и незасеянной дорожки. В большинстве случаев в обычных опытах влияние края и соседей распространяется на 1-3 рядка. Поэтому при работе с культурами

сплошного сева с междурядьями 15 см, боковая защитка бывает 30-45 см, в опытах с пропашными культурами 1-2 рядка. Так как на границе двух делянок защитные боковые полосы выделяются на каждой, то общая ширина не учитываемой полосы, разделяющей учетные площади, равна удвоенной ширине защитной полосы плюс ширина дорожки. Например, в опыте с озимой пшеницей при ширине боковой защитки в 30 см и дорожке в 40 см, общая защитная полоса составит $30+30+40=100$ см.

Таблица 6. Относительные урожаи рядков делянки при разном расстоянии от дорожки

Культура	Относительные урожаи			
	средних 11 рядков	третьих от края	вторых от края	крайних
Овес	100	129	134	191
Яровая пшеница	100	113	131	186
Яровая ячмень	100	127	151	215

При проведении многолетних стационарных опытов, особенно с изучением удобрений, предшественников, обработок почвы, влияние одного варианта на другой может распространяться на более широкую полосу. В таких опытах боковая защитка увеличивается до 2 и более метров.

В опытах по сортоиспытанию влиянием соседних делянок пренебрегают и боковые защитные полосы, как правило, не выделяются. Считается, что взаимовлияние сортов незначительное по сравнению с действием сорта.

По краям каждого яруса опыта выделяют **защитные делянки**. В опытах по сортоиспытанию защитные делянки выделяют и между повторениями. При резком различии испытываемых сортов по высоте и мощности развития растений, скороспелости и т.п. их размещают в повторении группами, включая

между группами защитную делянку с посевами двух соседних сортов (по половине делянки). Защитные делянки по краям яруса и между повторениями засевают или засаживают скороспелым сортом изучаемой культуры (рис. 5).



A, B, C, D, E – изучаемые сорта;  – защитная делянка.

Рисунок 5. Схема размещения опыта по изучению сортов

Концевые (торцевые) защитные полосы служат для защиты растений на учетной площади делянки от всевозможных посторонних влияний и механических повреждений. Наличие концевых защиток мало влияет на сравнимость урожая опытных делянок. Обычно их выделяют шириной 1-2 м. Но, если предполагается отбор проб почвы и проведения различных учетов до уборки урожая, связанных с повреждением части учетной площади делянки, размер концевых защиток увеличивают, согласно программе наблюдений, и на них проводят все отборы и учеты.

В опытах с пропашными культурами продольные дорожки не выделяют, так как их роль выполняет междурядье шириной 45-70 см. Поперечные дорожки, особенно при работе с высокорослыми культурами (кукуруза, подсолнечник, сорго, клещевина и др.) и многоярусном размещении делянок увеличивают до 1 м.

При многоярусном размещении делянок в опыте и изучении вопросов, требующих отдельных механизированных работ по вариантам опыта между ярусами для прохода машин и с.-х. орудий, оставляется **дорога** шириной 4-6 м и более.

Кроме защитных полос внутри опытной делянки и защитных делянок, выделяются защитные полосы вокруг опыта для разворота машин и орудий. Ширина их 5-10 м. Защитная полоса вокруг опыта и межьярусные дороги могут засеваться той же культурой, что и в опыте, или они обрабатываются по типу чистого пара.

Контрольные вопросы

- 1.Посевная и учетная площадь опытной делянки.
- 2.Понятие влияния края и влияния «соседей». Меры устранения.
- 3.Защитные полосы, защитные делянки в полевом опыте. Назначение, размеры.
4. Концевые защитные полосы. Назначение, размеры.
- 5.Дорожки и дороги в полевом опыте. Назначение, размеры.

4. ПОВТОРНОСТЬ И ПОВТОРЕНИЕ

В любом полевом опыте, независимо от воли исследователя, присутствует случайная ошибка. Она обусловлена невыравненностью плодородия почвы опытного участка, индивидуальными различиями растений, случайными повреждениями, поражениями их болезнями и вредителями, неравноточностью в работе машин и орудий и другими ошибками технического характера. Случайная ошибка двусторонняя. Она действует как в сторону повышения, так и в сторону снижения результатов исследований.

Согласно теории случайных ошибок, положительные и отрицательные ошибки возникают при проведении опытов приблизительно одинаково часто и при большом числе повторных наблюдений они могут частично погашаться. Чтобы снизить ошибку и получить более правильное представление по урожайности или другим наблюдениям для повышения точности, необходимо делянку с опытным вариантом повторить несколько раз.

Существует три вида повторности:

- на территории;
- во времени;
- в пространстве.

Повторность опыта на территории – это число делянок каждого варианта. Повторность обозначается буквой «n». Повторные делянки дают возможность полнее охватить каждым вариантом возможную пестроту плодородия почвы опытного участка.

Повторные делянки одного варианта, размещенные в разных местах опытного участка, можно рассматривать как части одной крупной делянки. Однако средняя урожайность, вычисленная по результатам нескольких повторностей, дает более правильное представление по варианту опыта, чем данные одной крупной делянки.

Повторность опыта на территории зависит от пестроты плодородия почвы опытного участка, требуемой точности опыта, площади опытной делянки. Наиболее объективно необходимую повторность опыта с учетом площади, формы и направления опытной делянки для заданной ошибки эксперимента можно рассчитать на основании данных дробного учета урожайности рекогносцировочного посева по формуле:

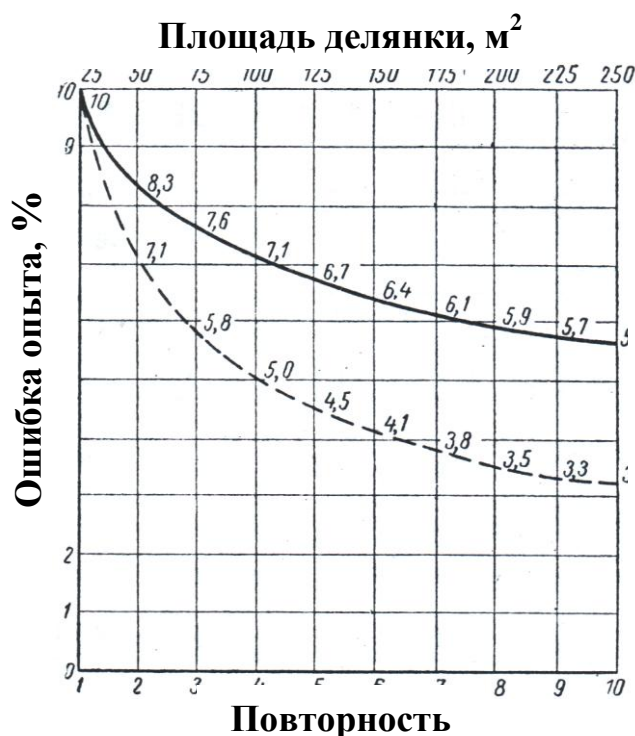
$$n = \left(\frac{V\%}{S\bar{x}\%} \right)^2, \text{ где}$$

n – повторность опыта; $V\%$ – коэффициент вариации плодородия почвы опытного участка; $S\bar{x}\%$ – ошибка эксперимента.

Однако, следует учитывать, что рекогносцировочные посевы из-за большой трудоемкости и громоздкости работы целесообразно применять лишь при проведении многолетних стационарных опытов. При постановке краткосрочных нестационарных опытов, повторность опыта определяется на основании многолетнего опыта работы исследователей по оценке точности проведения полевого опыта в зависимости от числа повторностей.

Большую часть полевых опытов рекомендуется проводить при 4-6 кратной повторности, но на практике в основном применяется 3-4 кратная повторность. Повторность 6-8 кратную применяют в опытах с площадью опытной делянки 2-10 кв.м. и на недостаточно выровненных по плодородию земельных участках. Повторность свыше 8-кратной используют только в исключительных случаях. Например, для доказательства незначительных различий между вариантами. Считается, что точность опыта с увеличением повторности до 8 повышается, а при дальнейшем ее увеличении, при неизменной площади опытной делянки начинает снижаться, т.к. увеличивается площадь под опытом и возрастает вероятность выйти за пределы однородного по плодородию земельного участка. Увеличение числа повторностей при неизменной площади делянки сильнее

уменьшает ошибку опыта (т.е. повышает его точность), чем соответствующее увеличение площади делянки при неизменной повторности (рис. 6).



- С увеличением площади делянки
 --- С увеличением повторности

Рисунок 6. Влияние повторности и площади делянки на ошибку опыта (по Ремеру)

Минимальная повторность опыта двукратная. Но она допустима лишь в предварительных и демонстрационных опытах. При постановке полевых опытов в условиях производства также возможна двукратная повторность. Необходимой точности этих опытов следует добиваться за счет увеличения размера делянки при малом числе вариантов.

Следует отметить, что двукратная повторность в опыте, давая общую оценку расхождения результатов повторных делянок, не дает возможности при появлении «сомнительных» значений, судить, который из параллельных результатов лежит ближе к истинному значению, т.к. оба значения являются арифметически равноценными. Определить принадлежность «сомнительной» даты к совокупности можно только при числе повторностей 3 и более. При двукратной повторности, в случае выпадения одной делянки по случайным

причинам, вариант остается с одной повторностью и не представляет научной ценности.

Повторность на территории позволяет при отсутствии данных дробного учета получить представление о пестроте плодородия почвы опытного участка, о ее влиянии на урожайность с отдельных делянок опытного варианта.

Наличие повторности в опыте дает возможность количественно определить величину случайных ошибок, что необходимо для оценки существенности (достоверности) различий между вариантами опыта, поэтому повторность однородных делянок нужно считать обязательным условием для полевого опыта независимо от места и условий его постановки. Д.Н. Прянишников писал, что работа без повторностей подобна хождению с завязанными глазами или плаванию без компаса.

При проведении полевых опытов сильнодействующим фактором на результаты наблюдений и учетов являются метеорологические условия года. Большая зависимость результатов опыта от погодных условий требует от экспериментатора максимальной осторожности и объективности в интерпретации однолетних данных полевого опыта, а сильная вариабельность неконтролируемых природных факторов при проведении полевого опыта требует обязательного повторения опыта, в разных погодно-климатических условиях. Поэтому для получения надежных результатов, наряду с повторностью на территории, необходимо повторять полевые опыты во времени.

Повторность опыта во времени – это число лет испытаний новых сортов и агротехнических приемов. Такая повторность позволяет иметь ценную информацию об эффективности изучаемых приемов и сортов в зависимости от возможного разнообразия метеорологических условий. На основании многолетних исследований, можно с большой уверенностью говорить о

значении показателей, характеризующих погоду и, прежде всего, от количества выпадающих осадков и температуры воздуха, в формировании урожайности.

Кроме того, многие агротехнические приемы имеют длительное последствие (удобрения, предшественники, гербициды, обработка почвы и др.), для определения которого опыт необходимо повторять несколько лет.

Минимальная повторность опыта во времени 3 года. Исследования в севооборотах по изменению агрофизических свойств почвы, запасов гумуса, элементов питания под влиянием различных агротехнических приемов, разработка систем обработки почвы и удобрений диктуют необходимость увеличения повторности опыта во времени до 10 и более лет.

Повторность опыта в пространстве – это закладка опыта в один год в различных почвенно-климатических зонах. Такие опыты называют еще географическими. Они позволяют быстро получить ответ о влиянии погодных и почвенных условий на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Полевые опыты на земельном участке располагают методом организованных или неорганизованных повторений.

Повторение – совокупность вариантов схемы опыта, объединенных территориально. Повторение, взятое в отдельности, представляет, в сущности, самостоятельный опыт при однократной повторности, который позволяет делать все возможные сравнения между вариантами. Выделить для закладки опыта земельный участок, идеально выровненный по плодородию почвы практически очень трудно. Это послужило основой для введения метода организованных повторений. При использовании метода организованных повторений различия в плодородии почвы внутри повторения, обусловленные микропестротой, обычно значительно меньше, чем на всем опытном участке. Различия в плодородии почвы между отдельными повторениями не нарушают сравнимости вариантов, а возникшая систематическая ошибка элиминируется

статистической обработкой результатов опыта. На схеме размещения полевого опыта повторение обозначается римскими числами – I, II, III, IV и т.д.

Повторность и повторение – понятия разные, хотя часто различия между ними улавливаются недостаточно четко. В простых опытах при применении систематического размещения вариантов опыта, а так же при рендомизированном их размещении внутри повторений, по методу решетки и расщепленной делянки, число повторностей равно числу повторений в опыте. Например, при изучении 5 вариантов и их рендомизированном размещении внутри повторения, каждый из них имеет 3-кратную повторность и все варианты объединены в три повторения (рис. 7).

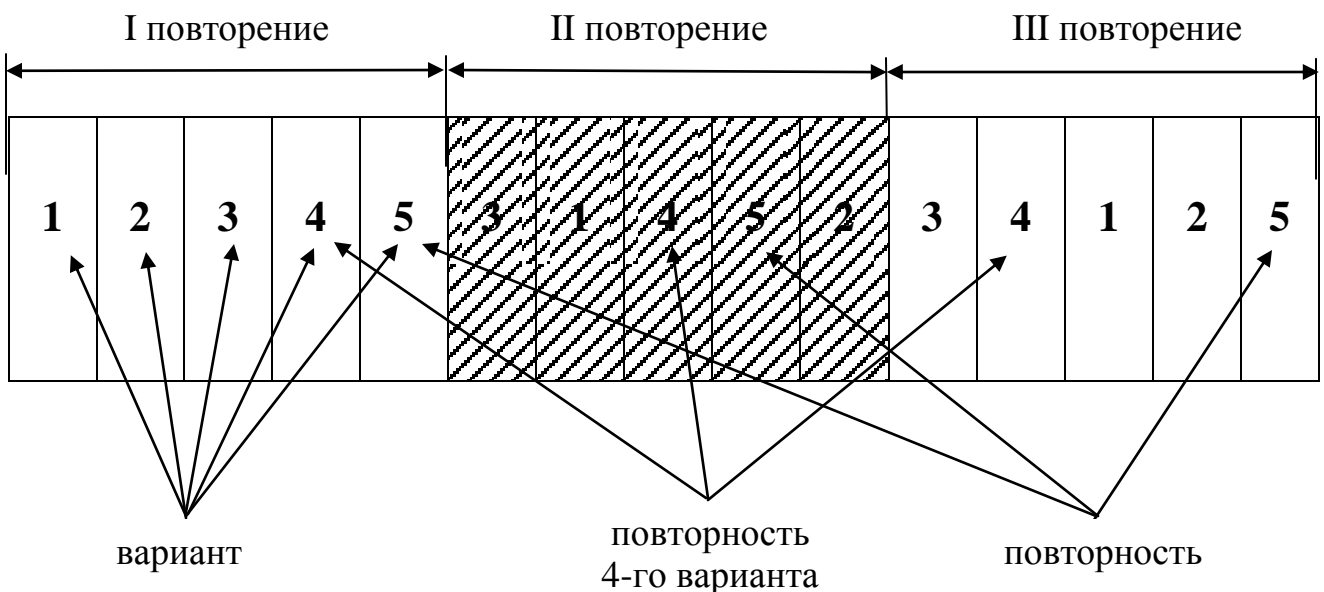


Рисунок 7. Повторность и повторение в полевом опыте при рендомизированном размещении вариантов внутри повторений

При стандартном размещении вариантов, число повторностей контрольного варианта не равно числу повторений в опыте. Например, при размещении 5 вариантов дактиль-методом, вариант 1-контроль имеет 7 кратную

повторность, а варианты 2,3,4 и 5 – 3 кратную повторность при наличии трех полевых повторений опыта (рис. 8).

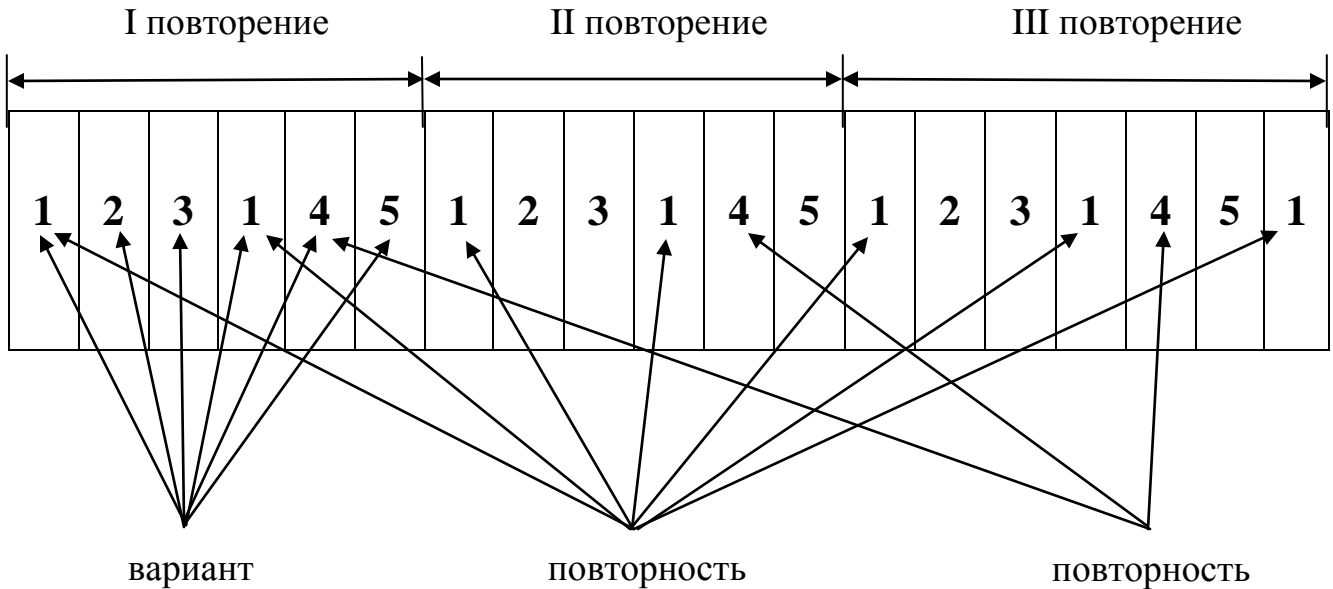


Рисунок 8. Повторность и повторение в полевом опыте при размещении вариантов дактиль-методом

Если на опытных делянках варианты размещаются латинским квадратом и латинским прямоугольником, число повторений в 2 раза больше, чем число повторностей вариантов на территории. Так, при размещении 5 вариантов латинским квадратом, каждый из них имеет 5 повторностей, но повторений в опыте будет 10 (рис. 9).

Опыты могут располагаться на земельном участке и без территориального объединения вариантов в компактные группы – повторения, а полностью случайно. Такое расположение опыта называют **методом неорганизованных повторений** или полной рендомизацией. Его используют в тех случаях, когда нет необходимости ставить под контроль возможное закономерное изменение плодородия почвы опытного участка. На рисунке 10 показано размещение

четырёх вариантов в трехкратной повторности методом неорганизованных повторений.

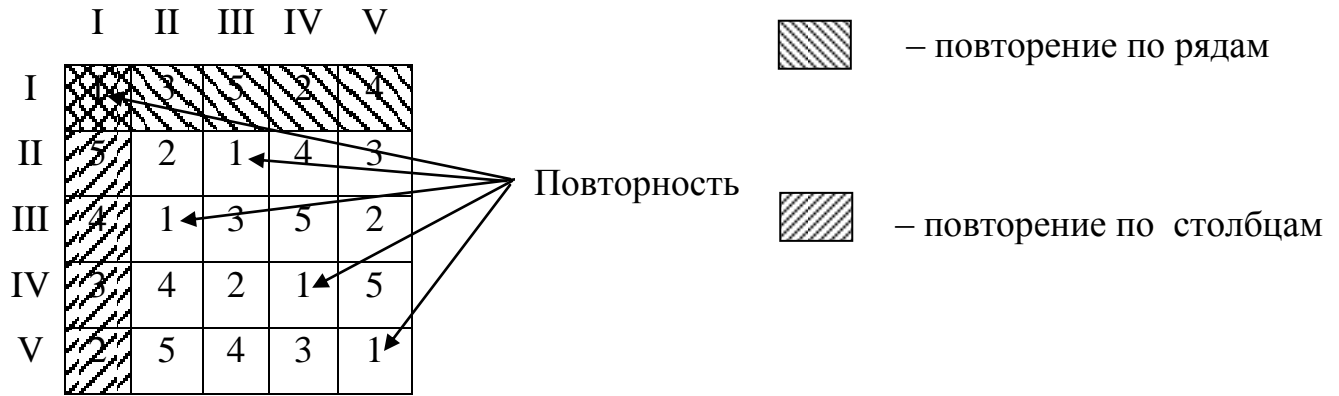


Рисунок 9. Повторность и повторение в полевом опыте при размещении Вариантов латинским квадратом

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

Рисунок 10. Размещение полевого опыта методом неорганизованных повторений

Организация полевого опыта, когда в каждом его повторении представлены все варианты схемы, называется взаимно ортогональной. Организованные повторения контролируют значительную часть территориальной изменчивости плодородия почвы опытного участка и обеспечивают повышение точности исследования.

Контрольные вопросы

1. Значение повторности в опыте.
2. Виды повторностей в опыте.
3. Повторение опыта.
4. Число повторностей в опыте на территории и во времени.
5. Влияние повторности на ошибку эксперимента.
6. Как определяется число повторностей в опыте?
7. Зависимость между площадью опытной деланки и повторностью в опыте.
8. Метод неорганизованных повторений.

5. РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛЯНОК И ПОВТОРЕНИЙ НА ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ

После выбора и подготовки участка для закладки полевого опыта, с целью повышения его точности и уменьшения различий в исходном плодородии почвы между вариантами, необходимо правильно расположить опытные делянки на местности. В агрономических исследованиях применяют 2 основных метода расположения делянок на опытном участке – одноярусное и многоярусное (рис. 11).

а) Одноярусное



б) Многоярусное

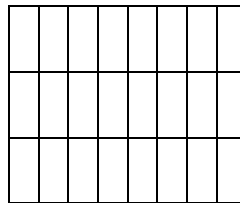
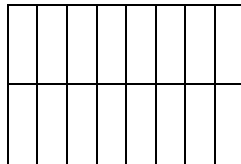


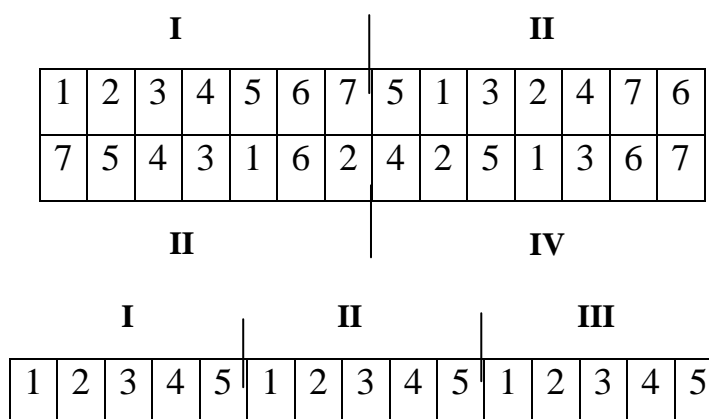
Рисунок 11. Расположение делянок в опыте

Одноярусное расположение делянок применяют обычно при небольшом числе вариантов и прямоугольной, или вытянутой форме опытной делянки. Такой метод предпочтителен в опытах по испытанию сортов, изучению сроков сева и норм высева семян, способов обработки почвы, так как сельскохозяйственные машины и орудия должны свободно разворачиваться за пределами опытных делянок. Делянки нарезают при этом перпендикулярно длинной стороне опытного участка. Используется этот метод и при закладке опытов в условиях производства.

Многоярусное расположение делянок применяется при большом числе вариантов в опыте, а также при таких методах размещения вариантов, как расщепленная делянка, решетка, латинский квадрат и латинский прямоугольник. В каждом ярусе располагается, как правило, целое число повторений.

Повторения в полевом опыте располагаются на земельном участке сплошным методом или разбросанно (рис. 12). **Сплошное расположение** – все повторения объединены территориально, имеют общую границу, соприкасаются. **Разбросанное расположение** – каждое повторение опыта занимает отдельный земельный участок и повторения территориально удалены друг от друга. Повторения по одному или по несколько расположены в разных частях поля или даже разных полях севооборота и опытный участок, в целом, не имеет одной общей границы.

а) сплошное



б) разбросанное

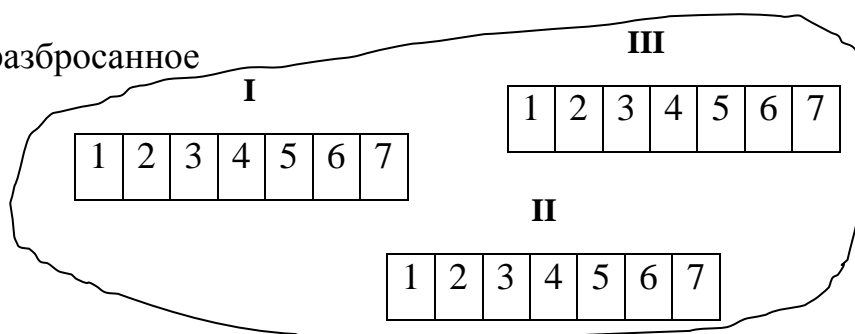


Рисунок 12. Расположение повторений опыта

Обычно в полевом опыте применяют сплошное расположение повторений на опытном участке. Второй метод используется при невозможности выделить для опыта земельный участок достаточной площади. Например, при постановке опытов на солонцах, в опытах по фитопатологии и энтомологии на естественных инфекционных фонах. Но во всех случаях при применении разбросанного метода расположения повторений в каждом повторении должен быть полный набор вариантов схемы опыта.

Контрольные вопросы

1. Методы расположения делянок в опыте.
2. Методы расположения повторений в опыте.
3. В каких случаях применяется разбросанное расположение повторений в опыте?

6. РАЗМЕЩЕНИЕ ВАРИАНТОВ НА ОПЫТНЫХ ДЕЛЯНКАХ

Основная цель любого метода размещения вариантов на опытных делянках – обеспечение наилучшего охвата каждым вариантом всей пестроты почвенного плодородия опытного участка, создание возможно одинаковых условий для их сравнения. Чем лучше будет выполнено это условие, тем точнее будет опыт и, следовательно, достовернее суждение экспериментатора об агрономической эффективности изучаемых приемов и сортов.

Метод размещения - это чередование вариантов схемы опыта на опытных делянках. Выделяют три основных метода: стандартное, систематическое и рендомизированное (случайное), каждый из которых имеет свои модификации (рис. 13).

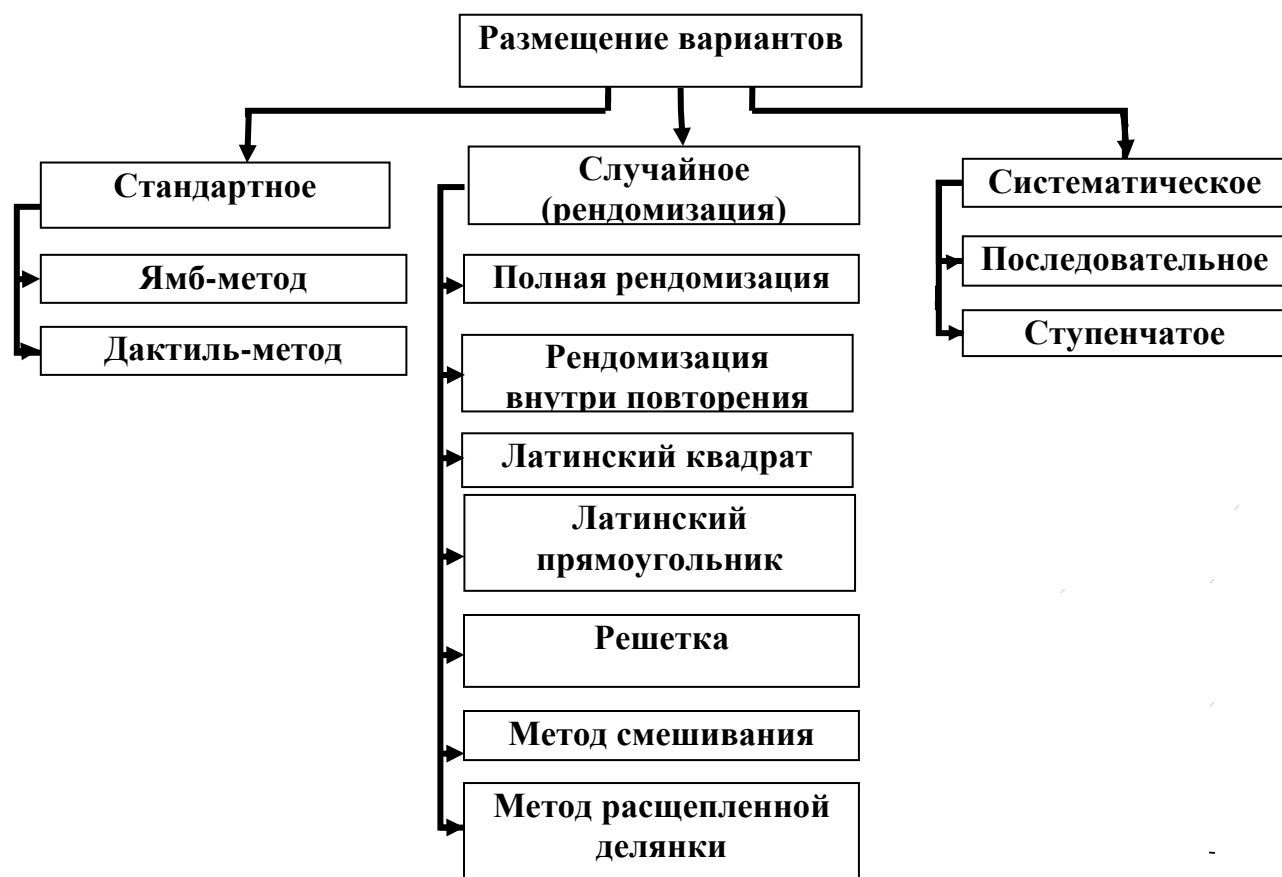
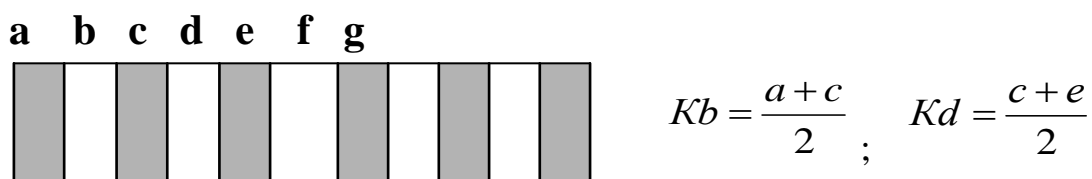


Рисунок 13. Размещение вариантов на делянках полевого опыта

6.1. Стандартное размещение вариантов. Стандарт – слово английское, означает «мерило». Применительно к полевому опыту, стандартный метод размещения вариантов назван так потому, что эффективность изучаемого варианта измеряется одним и тем же мерилем – контролем (стандартом). Оценка действия изучаемого фактора проводится не со **среднеарифметическим** всех стандартов, а с урожайностью ближайшего контроля, или со средним двух соседних. Стандартное размещение – характеризуется более частым размещением на делянках контрольного варианта. Наиболее часто среди стандартных методов применяются **ямб-метод** и **дактиль-метод** (рис. 14). Размещение делянок всегда одноярусное, опыт начинается и заканчивается контрольным вариантом. При ямб-методе контрольный вариант располагается через один изучаемый, а при дактиль-методе – через два изучаемых варианта.

а) Ямб-метод



б) Дактиль-метод

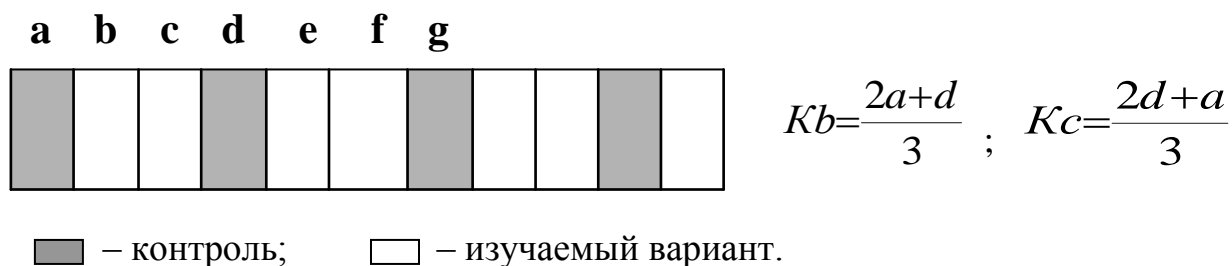


Рисунок 14. Стандартное размещение вариантов

Стандартные методы размещения вариантов основаны на том, что плодородие опытного участка изменяется постепенно. Между близлежащими опытными делянками существует корреляционная связь и, следовательно,

урожаи ближайших вариантов более сравнимы между собой, чем урожаи вариантов, удаленных друг от друга. Чем ближе расположены варианты друг к другу, тем более они равны по плодородию. Поэтому, предполагается, что каждый изучаемый вариант и его контроль находятся в одинаковых условиях, а разница в урожайности выражает эффективность изучаемого сорта, гибрида, или агротехнического приема. Таким сравнением через соседний контроль стараются устранить влияние неоднородности плодородия почвы опытного участка. При выравнивании плодородия почвы земельного участка или при наличии на нём лишь малой пестроты, стандартные методы не имеют никакого преимущества и лишь усложняют опытную работу.

При стандартном размещении вариантов каждый изучаемый вариант сравнивается со своим контролем. При ямб-методе урожайность на контроле для каждого изучаемого варианта вычисляется, как среднее арифметическое значение двух контролей, примыкающих к изучаемому варианту. Так, контроль для варианта «b» (рис. 14, а) будет равен $\frac{a+c}{2}$, для варианта «d» – $\frac{c+e}{2}$.

При применении дактиль-метода контроль для изучаемого варианта вычисляется методом интерполяции между двумя ближайшими контролями, один из которых непосредственно прилегает к изучаемому варианту, а другой – через один изучаемый вариант. Например, контроль для варианта «b» равен $\frac{2a+d}{3}$, для варианта «c» – $\frac{2d+a}{3}$ (рис. 14, б).

Стандартное размещение вариантов в опыте подкупает простотой и предполагаемой возможностью устранить влияние пестроты плодородия почвы. Но такое размещение имеет и существенные недостатки:

–не всегда имеется корреляционная зависимость между соседними деланками;

–трудно сравнивать между собой изучаемые варианты, далеко расположенные друг от друга, что бывает при числе вариантов в схеме опыта свыше 10 – 12;

–нерациональное использование земельной площади. При ямб-методе более 50%, а дактиль-методе – 40% площади опытного участка занято под контрольными вариантами;

–при одноярусном размещении делянок опыт получается растянутым и возникает вероятность расположить его на неоднородном по плодородию почвы земельном участке. Возникают неудобства в обслуживании такого опыта.

Учитывая достоинства и недостатки стандартного размещения вариантов на делянках опыта, в настоящее время этот метод используется в коротких схемах, при размещении опыта на пестрых по плодородию почвах. Стандартное размещение используется в селекционных опытах, на первых этапах селекционной работы, когда из-за недостатка семян невозможно иметь делянку нужной величины и соответствующую повторность. Стандартное размещение вариантов позволяет визуально, при сравнении контролем, достаточно объективно выявить наиболее перспективные линии и сорта.

При постановке полевых опытов в условиях производства, когда необходимо иметь делянки большого размера (испытание новых сельскохозяйственных машин и орудий, изучение систем обработки почвы и систем удобрений, способов и режимов полива и др.), также возможно применение стандартных методов размещения вариантов.

6.2. Систематическое размещение вариантов. Систематическое размещение предполагает неизменный порядок размещения вариантов на делянках, в каждом повторении опыта, порядок следования которых определяется заранее экспериментатором. Имеется много модификаций этого метода, но наиболее часто применяется последовательное и ступенчатое

размещение вариантов (рис. 15).

Последовательное размещение вариантов применяется при одноярусном расположении делянок. Например, если в первом повторении опыта намечен порядок размещения вариантов схемы опыта 1, 2, 3, 4, 5, и 6, то этот же порядок сохраняется и во всех остальных повторениях.

При многоярусном расположении опытных делянок применяется ступенчатое размещение вариантов. Этот метод размещения не допускает, чтобы одноименные варианты соприкасались своими длинными или короткими сторонами. Для этого схему опыта в каждом последующем ярусе необходимо сдвинуть. Число вариантов, на которое надо сдвинуть схему опыта, определяется как результат от деления числа вариантов на число ярусов. Так, при 10-ти вариантах и трехъярусном расположении делянок схему опыта необходимо сдвигать на 3 варианта ($10:3=3$). В первом ярусе варианты размещаются – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, во втором – 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1, 2, 3, в третьем – 7, 8, 9, 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6.

1. Последовательное

а)

I						II						III					
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

б)

I						II						III					
2	3	1	5	6	4	2	3	1	5	6	4	2	3	1	5	6	4

2. Ступенчатое

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
III	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6

Рисунок 15. Систематическое размещение вариантов в полевом опыте

Систематическое размещение вариантов отличается простотой, легко запомнить схему размещения вариантов на опытном участке. Первоначально этот метод занимал господствующее положение при проведении полевых опытов. Однако этот метод нельзя применять при закономерном или смешанном варьировании плодородия почвы земельного участка.

При проведении рекогносцировочных посевов на основании drobных учетов урожайности была установлена территориальная неоднородность плодородия почвы. Следовательно, в поле экспериментатор не имеет возможности выбрать для закладки опыта идеально выровненный по плодородию земельный участок. Почвенное плодородие всегда варьирует. Варьирование почвы бывает случайное и закономерное (рис. 16). При случайном варьировании, урожайность на делянках drobного учета колеблется вокруг среднего значения и разности между выборочными средними значениями, характеризующими отдельные участки drobного учета, является статистически несущественной.

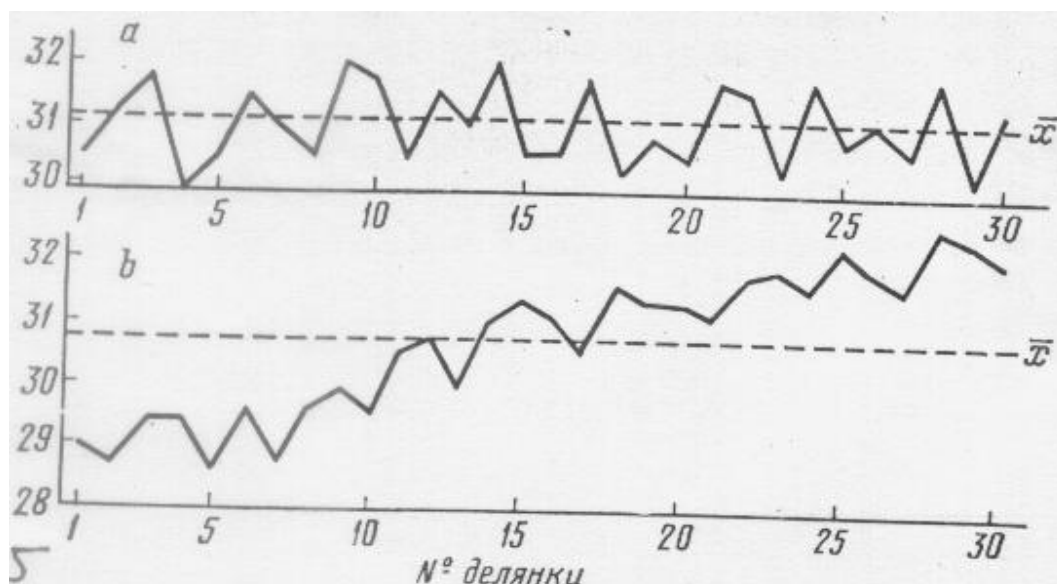


Рисунок 16. Случайное (ряд а), случайное и закономерное (ряд б) варьирование урожайности овса по делянкам drobного учета (Б.А. Доспехов, 1985)

Если на участке, выделенном для закладки полевого опыта независимо от неизбежного случайного колебания, будет закономерное варьирование, то при переходе от делянки к делянке плодородие почвы повышается и урожайность возрастает или, наоборот, уровень плодородия снижается и урожайность падает. Разности между некоторыми выборочными средними отдельных участков дробного учета еще до закладки полевого опыта статистически существенны. При размещении на таком участке полевого опыта нарушается одно из методических требований полевого опыта – принцип единственного различия. При систематическом последовательном размещении вариантов одни постоянно попадают в лучшие, другие в худшие условия. Одни варианты систематически будут давать завышенные, другие заниженные результаты. Ступенчатое размещение вариантов несколько нарушает влияние закономерного варьирования почвы, но полностью оно не устраняется. Этот существенный недостаток систематического размещения вариантов особенно сильно проявляются при числе вариантов больше 10.

Особенность варьирования плодородия почвы заключается и в том, что на одном и том же поле в разных его частях может быть и случайное, и закономерное изменение плодородия почвы. Территориальное распределение пестроты плодородия почвы меняется во времени и пространстве, зависит от возделываемой культуры, рельефа, площади опытной делянки и др. причин. Случайное варьирование в один год может смениться закономерным в последующий год. Все это вызывает затруднения при проведении полевого опыта с использованием систематического метода размещения вариантов на опытных делянках. Случайное варьирование плодородия почвы можно, в определенных пределах, уменьшить увеличением площади опытной делянки. Закономерное изменение плодородия не элиминируется увеличением размера опытной делянки. Это затруднение в варьировании плодородия преодолевается при использовании современных методов размещения вариантов, основой которых является рендомизация.

6.3. Рендомизированное размещение вариантов. Рендомизация устраняет возможное одностороннее влияние закономерной изменчивости почвенного плодородия на результаты опыта. Преимущества и эффективность рендомизированного размещения вариантов убедительно доказаны Р. Фишером, Д. Снедекором, С. Пирсом, В.Н. Перегудовым, Б.А. Доспеховым и другими учеными. **Рендомизация** – случайное размещение вариантов по делянкам полевого опыта. Место вариантов определяют по жребию или таблице случайных чисел. Наиболее простой способ рендомизации по жребию заключается в следующем. Как указывалось ранее (стр. 6), варианты схемы опыта нумеруют и эти номера пишут на карточках. Карточки тщательно перемешивают, после чего вынимают по одной. Варианты на делянках размещают в последовательности, определенной жребием.

Более современный способ рендомизации – по таблице случайных чисел (табл. 7). Табулированные цифры в таблице 1 сгруппированы по две. Случайность расположенных цифр – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 заключается в том, что нет никакого закона в их расположении, но каждое число встречается приблизительно одинаковое число раз. Например, планируется заложить опыт с шестью вариантами в трехкратной повторности. Обозначим варианты цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6 и по таблице определим порядок их размещения по повторениям. По таблице случайных чисел отметим произвольно начальный пункт отчета и просмотрим таблицу в любом направлении до тех пор пока не получим указанный набор цифр. Предположим, что мы выбрали цифру 6 в первой строке 10 столбца. Двигаясь по этой колонке вниз, получим рендомизированное размещение для первого повторения – 6, 3, 5, 2, 1, 4. Номер последнего варианта (у нас 4) проставляют автоматически, повторяющиеся цифры и цифры, превышающие 6, пропускают. Итак, в первом повторении на первой делянке размещается вариант 6, на второй – вариант 3, на третьей – вариант 5 и т.д. Для каждого повторения рекомендуется менять точку отсчета и

направление движения по таблице случайных цифр (вниз, вверх, влево, вправо, по диагонали). В итоге получен, например, такой порядок размещения вариантов по повторениям опыта: I повторение – 6, 3, 5, 2, 1, 4; II повторение – 1, 5, 3, 2, 4, 6; III повторение – 2, 3, 6, 5, 1, 4.

Рендомизация имеет ряд преимуществ перед другими методами размещения вариантов:

- исключается субъективный подход к размещению вариантов на опытных делянках. Все варианты имеют одинаковую вероятность попасть на любую делянку опыта;
- сводится к минимуму влияние закономерного варьирования плодородия почвы, предотвращается накопление систематических ошибок, которые, при рендомизированном размещении вариантов, превращаются в случайные;
- разрушается возможная корреляционная связь между соседними вариантами, что делает более равнозначными их попарные сравнения;
- случайное размещение вариантов позволяет наиболее объективно использовать методы статистической обработки результатов опыта, т.к. методы вариационной статистики приложимы в полной мере только к случайным явлениям, и поэтому статистическая обработка результатов наиболее обоснованно применима при случайном размещении вариантов на делянках полевого опыта.

Рендомизированное размещение вариантов имеет несколько модификаций.

Таблица 7. Таблица случайных чисел

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	10	09	73	25	33	76	52	01	35	68	34	67	35	48	76	80	95	90	91	17
2	37	54	20	48	05	69	89	47	42	39	24	80	52	40	37	20	63	61	04	02
3	08	42	26	89	53	14	64	50	93	60	23	20	90	25	60	15	95	33	47	64
4	99	01	90	25	29	09	37	67	07	51	38	31	13	11	63	88	67	67	43	97
5	12	80	79	99	70	80	15	73	61	74	64	03	23	66	53	98	95	11	68	77
6	66	06	57	47	17	34	07	27	68	05	36	69	73	61	70	65	81	33	98	85
7	31	06	01	08	05	45	57	18	24	60	35	30	34	26	14	86	79	90	74	39
8	85	26	97	76	02	02	05	16	56	29	68	66	57	48	18	73	05	38	52	47
9	63	57	33	21	35	05	32	54	70	84	90	55	35	75	48	28	46	82	87	09
10	73	79	64	47	53	03	52	96	47	87	35	80	83	42	82	60	93	52	03	34
11	98	52	01	77	67	14	90	56	86	70	22	10	94	05	58	60	97	09	34	33
12	11	80	50	54	31	39	80	82	77	23	50	72	56	82	48	29	40	52	42	01
13	83	45	29	96	34	06	28	89	80	38	13	74	67	00	78	18	47	54	06	10
14	88	68	54	02	00	86	50	75	84	01	36	76	66	79	51	90	36	47	64	93
15	99	59	46	73	48	87	51	76	49	69	91	82	60	89	28	93	78	56	13	68
16	65	48	11	76	74	17	46	85	09	50	58	04	77	69	74	73	03	95	71	86
17	80	12	43	56	35	17	72	70	80	15	45	31	82	23	74	21	11	57	82	53
18	74	35	99	98	17	77	40	27	72	14	43	23	60	02	10	45	52	16	42	37
19	69	91	62	68	03	66	25	22	91	48	36	93	68	72	03	76	62	11	39	90
20	09	89	32	05	05	14	22	56	85	14	46	42	75	67	88	96	29	77	88	22
21	91	49	91	45	23	68	47	92	76	86	46	16	28	35	54	94	75	08	99	23
22	80	33	69	45	98	26	94	03	68	58	70	29	73	41	35	53	14	03	33	40
23	44	10	48	19	49	85	15	74	79	54	32	97	92	65	75	57	60	04	08	81
24	12	55	07	37	42	11	10	00	20	40	12	86	07	46	97	96	64	48	94	39
25	63	60	64	93	29	16	50	53	44	84	40	21	95	25	63	43	65	17	70	82
26	61	19	69	04	46	26	45	74	77	74	51	92	43	37	29	65	39	45	95	93
27	15	47	44	52	66	95	27	07	99	53	59	36	78	38	48	82	39	61	01	18
28	94	55	72	85	73	67	89	75	43	87	54	62	24	44	31	91	19	04	25	92
29	42	48	11	62	13	97	31	40	87	21	16	86	84	87	67	03	07	11	20	59
30	23	52	37	83	17	73	20	88	98	37	68	93	59	14	16	26	25	22	96	63

6.3.1. Метод неорганизованных повторений (полная рендомизация). Варианты по делянкам опытного участка распределяются совершенно случайно. Расположение делянок может быть одно- и многоярусное (рис. 17)

а) Одноярусное расположение делянок

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

б) Многоярусное расположение делянок

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

Рисунок 17. Схема размещения четырех вариантов в трехкратной повторности методом полной рендомизации

Метод полной рендомизации рекомендуется применять при небольшом числе вариантов (3-4), когда есть основание не ставить под контроль территориальное закономерное варьирование плодородия почвы. Такие условия часто встречаются при работе с многолетними плодовыми культурами, которые характеризуются сильной индивидуальной, генетической изменчивостью. Индивидуальное варьирование урожая с дерева превышает варьирование плодородия почвы.

При небольшом числе вариантов преимущество метода полной рендомизации заключается и в том, что критерий Фишера приобретает наибольшее значение по сравнению с другими методами. Максимально увеличивается число степеней свободы остаточной дисперсии, что позволяет уменьшить ошибку опыта и, следовательно, повышается его точность и статистическая достоверность. Например, при размещении четырёх вариантов при трёхкратной повторности методом полной рендомизации, число степеней свободы для остаточной дисперсии составляет: $\nu_z = (N - l) = 12 - 4 = 8$, при размещении вариантов

методом рендомизации внутри повторений оно равно $(l-1) \times (n-1) = (4-1) \times (3-1) = 6$, чтобы считать, что в опыте есть существенные различия в первом случае фактическое значение критерия F должно превысить $F_{\text{теор.}} = 4,06$, а во втором – 4,76.

6.3.2. Метод повторений (рендомизация внутри повторения, или рендомизация с одним ограничением) – случайное размещение вариантов схемы опыта в пределах каждого повторения. Это наиболее распространенный в мировой практике метод размещения вариантов по делянкам полевого опыта. Опытные делянки могут располагаться в один ярус и многоярусно. Рендомизация проводится отдельно по каждому повторению (рис. 18).

I						II						III					
5	1	3	6	4	2	3	6	5	1	4	2	3	5	4	6	1	2

Рисунок 18. Размещение вариантов опыта методом рендомизированных повторений

Метод рендомизированных повторений представляет собой ортогональную схему размещения вариантов. Это означает, что в каждом повторении имеется полный набор вариантов, и каждый из них повторяется только один раз.

При постановке полевых опытов с большим числом вариантов (15-20), которые отличаются по своим морфологическим, биологическим и другим признакам (высота, скороспелость и др.), варианты внутри повторения целесообразно объединять в однородные группы. Порядок расположения групп в каждом повторении и вариантов внутри групп также определяется рендомизацией. При этом в каждой группе может быть выделен свой контрольный вариант (рис. 19).

3 группа					1 группа					2 группа					I
11	13 (к)	15	12	14	1	4	3 (к)	5	2	6	8 (к)	10	7	9	
2 группа					3 группа					1 группа					II
9	7	8 (к)	6	10	13 (к)	11	14	12	15	4	2	1	3 (к)	5	
3 группа					1 группа					2 группа					III
15	14	12	13 (к)	11	3 (к)	2	4	1	5	8 (к)	6	10	7	9	

Рисунок 19. Схема рендомизированного размещения 15 вариантов в трех повторениях, в каждом повторении по три группы

При небольшом числе вариантов и их рендомизированном размещении в одном из повторений возможно размещение вариантов систематическим методом. Это частичное отступление от строгой рендомизации не является грубым нарушением и может быть допустимо, т.к., согласно теории вероятности, такой случай размещения вариантов не исключается.

6.3.3. Латинский квадрат и прямоугольник (рендомизация двумя ограничениями). Латинский квадрат и прямоугольник применяются, если плодородие почвы опытного участка изменяется в двух взаимно перпендикулярных направлениях (лесные полосы, склон и др.). Варианты опыта располагаются по рядам и столбцам, число рядов равно числу столбцов. В каждом ряду и в каждом столбце должен быть полный набор изучаемых вариантов и, следовательно, ни один из вариантов не повторяется дважды ни в ряду, ни в столбце. Варианты внутри столбцов и рядов размещаются случайно. Такое расположение позволяет контролировать изменение плодородия почвы по двум взаимно

перпендикулярным направлениям и математической обработкой сэлиминировать, устранить влияние закономерного изменения плодородия почвы опытного участка на результаты опыта, повысить точность эксперимента. Такое размещение вариантов на делянках опыта способствует доказательству небольших различий между вариантами. При других методах размещения вариантов такие различия могут быть в пределах ошибки эксперимента.

Латинский квадрат применяется при числе вариантов 4-8 (рис. 20). Повторность вариантов на территории равна числу вариантов, $n = l$. При числе вариантов менее четырёх, нецелесообразно размещать их по методу латинского квадрата. В этом случае остаточная дисперсия S_z^2 опирается на небольшое число наблюдений и становится неустойчивой базой для оценки существенности различий между вариантами. Например, если число вариантов равно трём, то число степеней свободы для остаточной дисперсии определяется по формуле $\nu_z = (n-1)(n-2)$ и равно 2. Если же использовать метод полной рендомизации, – 6, так как рассчитывается этот показатель по формуле $\nu_z = (nl - l)$.

а)		Столбцы				
		I	II	III	IV	V
Ряды	I	3	5	1	4	2
	II	4	1	2	5	3
	III	2	4	5	3	1
	IV	1	3	4	2	5
	V	5	2	3	1	4

б)		Столбцы			
		I	II	III	IV
Ряды	I	1	3	4	2
	II	2	4	3	1
	III	4	2	1	3
	IV	3	1	2	4

Рисунок 20. Размещение вариантов латинским квадратом: а – вариантов 5 (5×5), б – вариантов 4 (4×4)

Большое преимущество латинского квадрата состоит в возможности двукратной нивелировки влияния неоднородности почвы, а именно, по рядам, столбцам. При всех остальных методах размещения вариантов, это сглаживание происходит лишь в одном направлении.

С увеличением числа вариантов в схеме опыта более 5 и их рендомизированном размещении по рядам и столбцам латинского квадрата, можно воспользоваться уже разработанными схемами размещения вариантов на опытном участке (рис. 21).

6 вариантов (6×6)

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

7 вариантов (7×7)

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

8 вариантов (8×8)

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

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

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

Латинский квадрат имеет тот недостаток, что в нем число вариантов должно быть равно числу повторений. С увеличением числа вариантов и соблюдением этого равенства, увеличивается количество опытных делянок, опыт становится громоздким при небольшой его информативности. Так, если в схеме опыта 10 вариантов, потребуется заложить 100 опытных делянок. Поэтому, считается нерациональным использование латинского квадрата при числе вариантов более 8. Отсюда, стремление найти другой метод размещения вариантов по принципу латинского квадрата, но без равенства $l = n$. Чтобы, не увеличивая повторности, использовать преимущество латинского квадрата, вариант опыта на опытных делянках необходимо размещать латинским прямоугольником.

Латинский прямоугольник применяется, если число вариантов больше 8 и кратно числу повторностей. При числе вариантов 9 можно заложить опыт с трёхкратной повторностью, но нельзя при четырёхкратной. Если в схеме опыта 12 вариантов, размещение вариантов латинским прямоугольником возможно при 2, 3, 4 и 6 повторностях.

В основе латинского прямоугольника лежит латинский квадрат, форма которого определяется по числу повторностей. Чтобы квадрат преобразовать в прямоугольник, необходимо число вариантов разделить на число повторностей. На полученное число расщепить каждый ряд или столбец квадрата. Например, число вариантов в схеме опыта 12, повторность – четырёхкратная, число делянок – 48. Вначале строим латинский квадрат 4×4 (рис. 22, а). Затем каждый столбец расщепляем на 3 делянки ($12:4 = 3$). Получаем необходимое число делянок – 48. В каждом ряду и в каждом столбце будет 12 делянок, на которых размещаются варианты опыта. Так же, как и в латинском квадрате, столбцы и ряды содержат полный набор вариантов (рис. 22, б).

а)

	I	II	III	IV
I				
II				
III				
IV				

б)

	I			II			III			IV		
I	4	9	11	1	7	2	8	12	10	6	3	5
II	1	5	2	6	10	12	3	4	7	11	9	8
III	12	6	8	3	4	9	1	5	11	2	7	10
IV	3	7	10	5	8	11	9	2	6	4	1	12

Рисунок 22. Размещение вариантов латинским прямоугольником $4 \times 4 \times 3$

Формула латинского прямоугольника записывается в виде произведения чисел. Например, $4 \times 4 \times 3$, $5 \times 5 \times 3$. Первые два множителя указывают, какой квадрат лежит в основе прямоугольника (4×4), (5×5), а третий – на сколько делянок необходимо расщепить каждый ряд, или столбец, чтобы превратить квадрат в прямоугольник. Произведение второго и третьего множителей указывает на число вариантов в схеме опыта. На рисунке 23 показаны схемы размещения опытов по методу латинского прямоугольника:

15 вариантов (3×3×5)

	I					II					III				
I	3	13	12	14	11	2	1	5	15	6	7	9	4	10	8
II	9	10	4	8	7	13	14	3	12	11	5	6	1	15	2
III	1	5	6	15	2	8	7	4	9	10	14	12	3	13	11

18 вариантов (3×3×6)

	I						II						III					
I	12	2	9	5	8	7	6	13	3	15	10	1	14	17	4	11	16	18
II	4	14	16	18	3	10	17	8	16	12	2	11	6	9	1	5	7	13
III	13	1	7	16	11	6	5	14	7	4	9	18	8	3	10	2	12	15

16 вариантов (4×4×4)

	I				II				III				IV			
I	7	9	12	3	15	16	1	6	2	4	14	13	11	8	5	10
II	8	6	5	14	11	2	4	7	12	3	1	10	9	16	13	15
III	2	11	10	4	5	13	9	8	6	15	16	7	3	14	12	1
IV	15	1	16	13	3	10	12	14	11	8	5	9	2	7	4	6

20 вариантов (5×5×4)

	I				II				III				IV				V			
I	10	2	1	14	9	20	3	15	13	5	8	19	16	4	18	11	7	6	17	12
II	3	20	15	9	8	19	13	5	17	7	12	6	2	1	14	10	11	16	18	4
III	13	5	19	8	16	4	11	18	20	9	15	3	12	6	7	17	14	2	10	1
IV	4	11	16	18	6	12	17	7	14	1	2	10	15	20	9	3	13	19	8	5
V	6	12	7	17	2	1	14	10	17	11	4	16	19	8	13	5	20	15	9	3

Рисунок 23. Схемы размещения опытов с 15-20 вариантами методом латинского прямоугольника (Б.А. Доспехов, 1985)

6.3.4. Решетка применяется при большом числе вариантов – 25, 50 и более. Размещение полевого опыта методом организованных повторений позволяет контролировать варьирование урожайности и других наблюдений, вызванное различием плодородия между повторениями, но не учитывает территориальную неоднородность внутри их. При большом числе вариантов, когда увеличивается площадь, занятая отдельными повторениями, значительно ухудшается сравнимость вариантов.

Метод решетки, путем специального размещения вариантов, позволяет контролировать пестроту плодородия почвы не только повторения в целом, но и их отдельных его частей – блоков.

Существует много модификаций этого метода размещения вариантов. Решетка может быть двухместная, трехместная, сбалансированная, прямоугольная и др. Наиболее простой и распространенной является простая двухместная решетка, которая характеризуется тем, что число вариантов в схеме опыта равно квадрату целого числа (16, 25, 36, 48 и т.д.). Варианты размещаются по блокам, а блоки объединяются в повторения. Число блоков в каждом повторении и число вариантов в блоке равно корню квадратному из числа вариантов (\sqrt{t}). Блоки в каждом повторении обозначаются римскими числами – I, II, III, IV и т.д. Простая двухместная решетка применяется при четном числе повторений. Нечетные повторения обозначаются «X», четные – «У». В повторении «X» в блоках варианты размещаются по горизонтали, в повторении «У» – по вертикали и так, чтобы варианты каждого блока повторения «X», по одному входили в во все блоки повторения «У». На рисунке 24, а показано размещение по методу двухместной решетки. 16 вариантов при двукратной повторности. Распределение блоков внутри повторения и вариантов внутри блока рекомендуется проводить случайно, т.е. рендомизировать (рис. 24, б).

а)

Блок	Х				У				Блок
I	1	2	3	4	1	5	9	13	I
II	5	6	7	8	2	6	10	14	II
III	9	10	11	12	3	7	11	15	III
IV	13	14	15	16	4	8	12	16	IV

б)

Блок	Х				У				Блок
II	7	8	5	6	10	6	14	2	II
IV	16	15	13	14	5	1	13	9	I
I	1	4	3	2	11	15	3	7	III
III	9	10	11	12	12	8	4	16	IV

Рисунок 24. Размещение вариантов опыта по методу решетки

6.3.5. Расщепленная делянка. Все ранее рассмотренные методы размещения вариантов можно применять при проведении одно- и многофакторных опытов. Размещение вариантов по методу расщепленной делянки применяется только при закладке многофакторных опытов. При таком методе размещения варианты одного фактора (делянки первого порядка), используются для размещения вариантов второго фактора (делянки второго порядка), которые потом используются для размещения вариантов третьего фактора (делянки третьего порядка) и т.д. В агротехнических опытах на делянках первого порядка целесообразно изучать приемы, которые выполняются первыми (предшественник, обработка почвы). При проведении многолетних стационарных многофакторных опытов, методу расщепленных делянок следует отдавать предпочтение. В процессе опытной работы возникают новые идеи, мысли, требующие экспериментального изучения. Метод расщепленной делянки позволяет вводить для изучения новые факторы. Для введения новых вариантов расщепляют делянки предыдущих

порядков.

Делянки первого порядка называют главными делянками, а делянки второго, третьего и т.д. порядков называют субделянками. По площади, главные делянки являются самыми крупными. По мере их расщепления, площадь делянок для последующих факторов уменьшается.

Варианты по главным делянкам и субделянкам размещают методом рендомизации. Особенность их размещения в том, что варианты главных делянок рендомизируются самостоятельно по каждому повторению, варианты второго и последующих порядков рендомизируются каждый раз заново. Размещение вариантов в трехфакторном опыте $3 \times 2 \times 3$ по изучению предшественников (a_0, a_1, a_2), обработок почвы (b_0, b_1) и удобрений (c_0, c_1, c_2) по методу расщепленной делянки показано на рисунке 25.

I повторность																	
a_0						a_2						a_1					
b_0			b_1			b_1			b_0			b_1			b_0		
c_2	c_0	c_1	c_0	c_2	c_1	c_0	c_1	c_2	c_1	c_2	c_0	c_2	c_1	c_0	c_1	c_0	c_2

II повторность																	
a_2						a_0						a_1					
b_0			b_1			b_0			b_1			b_1			b_0		
c_2	c_1	c_0	c_2	c_0	c_1	c_2	c_1	c_0	c_2	c_0	c_1	c_1	c_2	c_0	c_2	c_0	c_1

Рисунок 25. Размещение вариантов опыта по методу расщепленной делянки

Расщеплять опытные делянки можно в горизонтальном и вертикальном направлениях, что диктуется техническими условиями закладки и проведения полевого опыта. На рисунке 26 показано последовательное расщепление делянок в трехфакторном опыте.

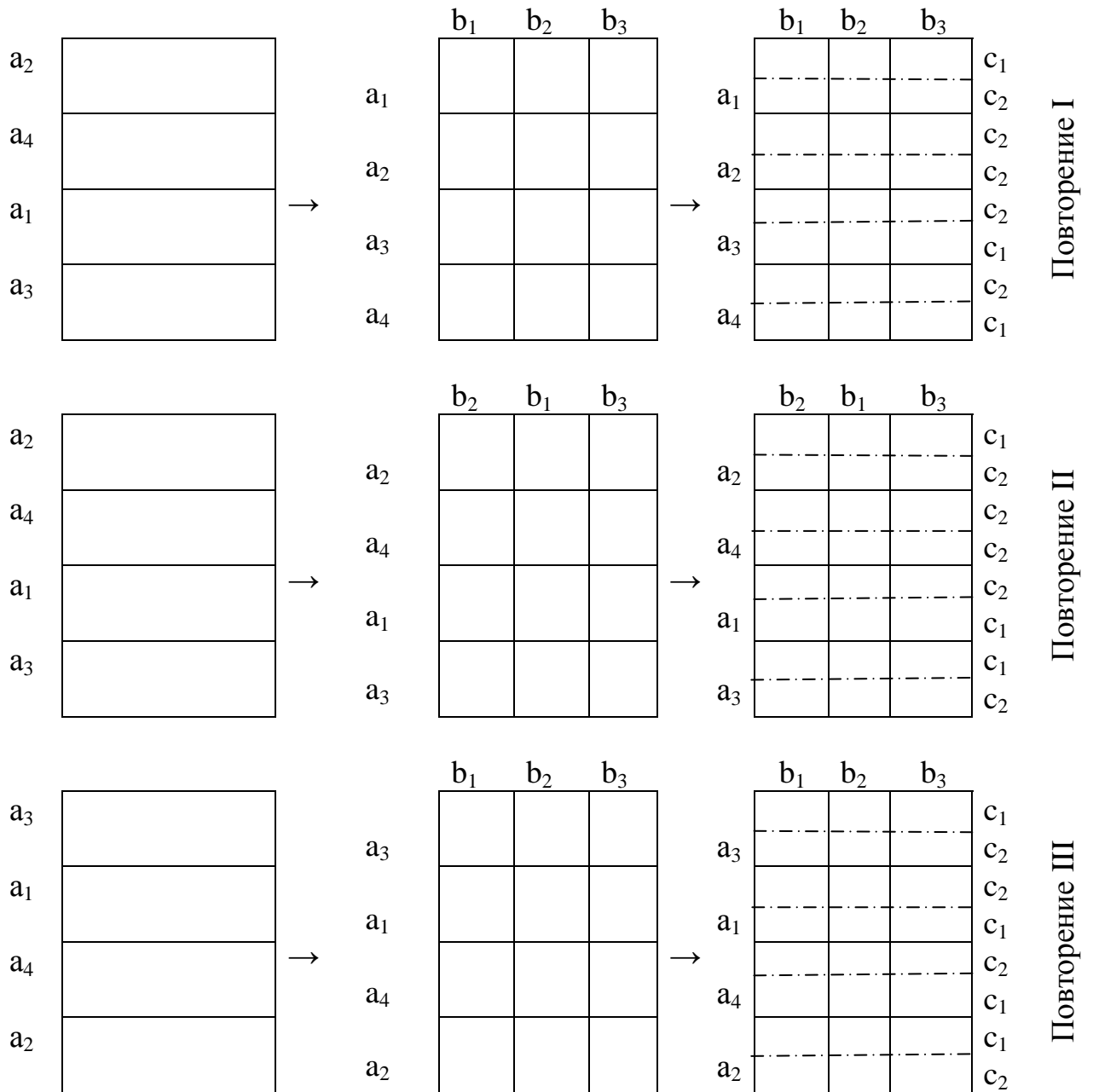


Рисунок 26. Схема последовательного расщепления вариантов в трехфакторном опыте с 24 вариантами (4×3×2).

6.3.6. Метод смешивания. В многофакторных опытах с увеличением числа факторов и вариантов по каждому фактору, увеличивается общее количество вариантов, для изучения которых требуется увеличение размера опытного участка. При этом из-за возможной неоднородности плодородия почвы варианты могут оказаться в неодинаковых условиях, нарушается принцип единственного различия,

увеличивается ошибка, что неизбежно ведет к снижению точности исследования. Одним из эффективных приемов для снижения этих недостатков является применение при размещении вариантов метода смешивания.

Смешиванием называется такой метод размещения вариантов при котором в каждом повторении опыта варианты объединяются в группы (блоки), равноценные в отношении главных характеристик так, чтобы разности между группами составляли взаимодействие высшего порядка, представляющее меньший интерес, чем главные эффекты и взаимодействия между двумя факторами. В этом случае точность опыта определяется варьированием почвенного плодородия не по всему повторению, а внутри его части – внутри блока. Чтобы более точно сравнить варианты внутри блока, взаимодействия высшего порядка отождествляются, смешиваются с межблоковыми различиями, которые в условиях полевого опыта, как правило, не существенны и не представляют интереса.

На рисунке 27 показано размещение трехфакторного опыта по изучению удобрений: 0, N, P, K, NP, NK, PK и NPK. Факторами здесь являются азотное, фосфорное и калийное удобрения, которые изучают в двух градациях (дозах) 0 и 1.

		1		2		3		4		
I		K	NPK	PK	NK	0	NP	N	P	II
		N	P	0	NP	PK	NK	NPK	K	
III		NK	0	NPK	N	P	N	PK	NK	IV
		NP	PK	K	P	K	NPK	NP	0	
		5		6		7		8		

Рисунок 27. Схема размещения трехфакторного опыта ($2 \times 2 \times 2$) методом смешивания в 8 блоках четырех повторений (смешано взаимодействие NPK).

Эффект тройного взаимодействия, которое жертвуется, определяется по формуле: $(NPK) = \frac{1}{4} (N+P+K+NPK) - (0+NP+NK+PK)$. Если варианты N, P, K, NPK расположить территориально в одном блоке, а варианты 0, NP, NK, PK – в другом, то тройное взаимодействие «смешивается» (отождествляется) с блоковыми различиями. Блокировка для опыта $2 \times 2 \times 2$, в котором всего 8 вариантов, не является обязательной, но она становится необходимой, если число вариантов более 16-20 и территориальные размеры повторения становятся большими, что ведет к увеличению ошибки опыта.

Контрольные вопросы

1. Методы размещения вариантов в опыте.
2. Техника рендомизации вариантов в полевом опыте.
3. Какой метод размещения вариантов применяется на участке с закономерным изменением плодородия почвы?
4. Стандартное размещение вариантов в опыте. Ямб-метод. Дактиль-метод.
5. Преимущества и недостатки стандартных методов размещения вариантов.
6. Систематическое размещение вариантов в опыте. Недостатки систематического размещения вариантов в опыте и их статистическая необоснованность.
7. Последовательное и ступенчатое систематическое размещение вариантов в опыте.
8. Рендомизированные методы размещения вариантов в опыте. Преимущества рендомизированных методов размещения вариантов в опыте.
9. Размещение вариантов по методу полной рендомизации и рендомизации внутри повторений.
10. Размещение вариантов в опыте по методу латинского квадрата и прямоугольника.
11. Рендомизированное размещение вариантов в опыте с одним и двумя ограничениями.

12. Какой метод размещения вариантов в опыте применяется, если $l = n$ и $l > 8$, l / n ?

13. Какие методы размещения вариантов применяются, если плодородие почвы изменяется в 2-х взаимно перпендикулярных направлениях?

14. При каких условиях варианты в опыте размещаются по методу расщепленной делянки?

15. Размещение вариантов в опыте по методу решетки. Как контролируется варьирование плодородия почвы при размещении вариантов по методу решетки?

7. УБОРКА И УЧЕТ УРОЖАЯ В ОПЫТЕ

7.1. Выключка в полевом опыте. Заключительная часть эксперимента – уборка и учет урожая. Этот очень ответственный этап при проведении полевого опыта требует большого внимания и аккуратности, так как урожайность – главный показатель в оценке эффективности испытываемых агротехнических приемов и сортов растений. Небрежность и излишняя поспешность при выполнении этой важной работы неизбежно ведут к ошибкам, которые обесценивают конечные результаты опыта. Малейшая неточность при пересчете урожая с опытной делянки в кг в центнеры с 1 гектара приводит к большим погрешностям. Например, при опытной делянке площадью 50 м^2 , все ошибки при пересчете на гектар будут увеличиваться в 200 раз.

К уборке урожая необходимо заранее подготовиться. Необходимо подготовить этикетки, мешки. Работа должна быть организована так, чтобы исключить возможность даже незначительных потерь урожая. За один - два дня до уборки нужно тщательно осмотреть весь опыт, убрать этикетки, колышки и другие посторонние предметы, которые могут попасть в уборочную технику и вывести ее из строя.

С момента появления всходов ведутся наблюдения за состоянием посева. Всякие отклонения (нетипичные места) отмечаются и фиксируются в полевом журнале. Особенно тщательно осматривают учетные площади опытных делянок и при необходимости делают выключки. **Выключка** – часть учетной площади опытной делянки, на которой не учитывается урожай. Иногда выбраковывают и целые делянки. К определению того, что следует считать выключкой, необходимо подходить очень осторожно и делать их только в случае их явной необходимости, так как необоснованное исключение из учета части делянки может сильно исказить результаты опыта. Причиной для выбраковки могут служить только факторы, не связанные с действием изучаемого вопроса:

- стихийные явления природы (смывы, размывы, градобитие);
- отравы скотом, птицей, грызунами и пр.;
- ошибки при закладке и проведении опыта (просевы, изреживание посевов пропашных культур при междурядных обработках и пр.);
- грубые ошибки.

Недопустимо делать выключки или браковку целых делянок лишь по сугубо субъективному впечатлению, на глаз. Не может служить основанием для каких-либо выключек равномерная неоднородность растений на делянке. Необходимо определить причину ненормально хорошего или плохого состояния растений. Тщательно смотреть состояние одноименных вариантов на всех повторностях и установить, не является ли наблюдаемое явление закономерным. Только при совершенно случайном характере нетипичного состояния посева можно сделать выключку.

Выключки и выбраковки делянок делают с учетом всех предыдущих записей наблюдений и только в том случае, если есть совершенно объективные данные, объясняющие природу выключки. При наличии на учетной части опытной делянки солонцовых пятен, типичных для почв места проведения опыта, к выключкам их не относят и из учета не исключают. Нельзя делать выключки при изучении сортов, если гибель или изреживание их связано с засухой, морозами, заморозками, ледяной коркой и другими неблагоприятными метеорологическими факторами, повреждением вредителями и поражением болезнями, к которым сорта относятся неодинаково. При гибели сортов их урожайность равна нулю, который принимают во внимание при вычислении средней многолетней урожайности. Для выбраковки не может быть убедительным доводом тот факт, что, например, делянка варианта, от которого экспериментатор ждет хороших результатов, кажется ему необычно малоурожайной.

Совершенно недопустимо браковать опытные делянки на основании чисто субъективного впечатления о расхождении или неоднородности повторений или пестроты урожаев по повторениям, особенно после того, как

урожай убран и взвешен, если не выявлены конкретные причины этих расхождений. Если возникают какие-то сомнения, используют статистический метод браковки сомнительных дат.

Уменьшение учетной площади делянки из-за выключек допускается не более, чем на 50%, если больше – делянку выбраковывают полностью и относят к выпавшим. При выпадении из учета более 50% делянок варианта, его целиком исключают из опыта. При выпадении из учета 50% делянок повторения его целиком исключают из учета. Если в равной степени надо браковать вариант или повторение, бракует повторение. На делянках площадью не более 10 кв. м выключки не делают. Однако, если есть основание на таких делянках сделать выключку площадью более 30%, их исключают из учета целиком.

Форма выключки – прямоугольная. В выключку попадают не только поврежденные растения, но и находящиеся рядом с ними, так как рост и развитие этих краевых растений проходил в нетипичных условиях их освещения, питания и т.п. При небольшой ширине делянок целесообразно выключать отрезок делянки в полную ее ширину.

Выключки отграничивают колышками, измеряют длину, ширину, рассчитывают площадь с точностью до 0,1 кв. м. и все заносится в журнал. По культурам с заданной площадью питания растений, длина выключки должна быть кратной расстоянию между растениями в ряду, а ширина – кратной ширине междурядий.

Урожай на всех выключках и концевых защитных полосах убирают до уборки урожая с учетной площади опытной делянки. Боковые защитные полосы можно убирать до и после уборки урожая с учетной площади. Все определяется тем, как были спланированы размеры опытной делянки, ширина боковых защитных полос и расположение делянок в опыте.

7.2. Методы и способы уборки и учета урожая. В исследовательской работе применяются два метода уборки и учета урожая – прямой (сплошной) и косвенный и два способа уборки – комбайном и вручную.

При сплошном учете весь урожай с учетной части опытной делянки убирают и взвешивают на весах, удовлетворяющих требованиям Госстандарта РФ.

Метод и способ уборки урожая должны быть одинаковыми для всех вариантов опыта. Исключением из этого правила могут быть только опыты, в которых вопрос изучения сроков и способов уборки урожая является составной частью программы исследований.

При работе с культурами сплошного сева, уборка чаще всего проводится комбайном. Малогабаритными комбайнами можно убирать урожай на делянках с относительно небольшими учетными площадями (10-25 м² и больше). При планировании площади учетной делянки для комбайновой уборки урожая, необходимо учитывать такую закономерность, что чем выше урожайность культуры, тем меньше может быть учетная площадь и наоборот.

На небольших делянках, или если величина урожая не позволяет использовать на уборке комбайн, растения скашивают вручную (серпом или косой). После скашивания немедленно связывают в снопы, к снопам каждого варианта прикрепляют этикетку, помещают в мешок колосьями внутрь, перевозят в молотильный сарай и обмолачивают на молотилке.

Прежде, чем приступить к обмолоту урожая с опытных делянок, комбайн опробуют на защитках с тем, чтобы добиться полного обмолота зерна (семян), минимального дробления и потерь. Правильная сравнимость вариантов по урожайности предусматривает уборку по мере созревания. Все варианты опыта убирают в одинаковой степени зрелости.

Уборку урожая, желательно, проводить в течение одного дня, а если по каким-то причинам этого сделать нельзя, убирают опыт по повторениям.

При уборке комбайном зерновых и зернобобовых культур между уборкой двух делянок комбайн должен в течении 3-4 минут работать холостую с включенной пневмоочисткой. Этого времени обычно бывает достаточно, чтобы все вымолоченные зерна попали в приемную камеру, для затаривания зерна из бункера комбайна в мешки и этикетирования. В опытах по сортоиспытанию каждый сорт по мере созревания убирают в один день на всех повторностях. После чего комбайн тщательно очищают и только после этого приступают к уборке следующего сорта.

Бункерный урожай (в кг) с каждой делянки взвешивают в поле или после перевозки мешков на ток, или в специально отведенное помещение. После взвешивания зерна из каждого мешка отбирают среднюю пробу массой 1-2 кг для определения влажности, засоренности и показателей качества. Результаты взвешивания бункерной массы с делянки пересчитывают с килограммов в центнеры с одного гектара при стандартной влажности и 100% чистоте по формуле:

$$X = \frac{Y \times (100 - C) \times (100 - B)}{S \times (100 - B_1)}, \text{ где}$$

X – урожайность зерна при 100%-ной чистоте и стандартной влажности, ц/га;

Y – бункерная масса зерна с делянки, кг;

C – засоренность зерна, %;

B – фактическая влажность зерна, %;

B₁ – стандартная влажность зерна;

S – площадь опытной делянки, м².

Пропашные культуры, как правило, убирают вручную. При учете кукурузы на зерно с учетной площади делянки убирают все початки, делят их на три фракции (с зерном полной, восковой спелости и недозрелые) и взвешивают отдельно каждую фракцию. Затем с каждой делянки отбирают по 50 початков с зерном полной и восковой спелости (пропорционально их долям в урожае), взвешивают, обмолачивают и определяют выход зерна.

Урожайность чистого зерна при стандартной 14% - ной влажности рассчитывают по формуле:

$$X = \text{УП} (100 - \text{В}) / 8600, \text{ где}$$

X – урожайность зерна при 14%-ной влажности, ц/га;

У – урожай початков в полной и восковой спелости, ц/га;

П – выход зерна от урожая початков, %;

В – фактическая влажность зерна, %;

8600 – коэффициент пересчета урожая початков к урожаю зерна при 14%-ной влажности.

При учете урожая кукурузы на силос, растения на учетной площади делянки скашивают и немедленно взвешивают. Для определения в общем урожае зеленой массы доли листьев, стеблей и початков в молочной и восковой спелости зерна, с каждой делянки берут средние пробы по 10-12 растений, разделяют их на основные части, отдельно взвешивают и определяют их процентное соотношение в урожае.

Подсолнечник. При побурении корзинок их срезают и насаживают на стебли растений семенами вниз (чтобы их не склевали птицы). Когда корзинки полностью подсохнут, семена вымолачивают и взвешивают. Из них отбирают пробы для определения чистоты, влажности и показателей качества семян. Пересчет урожайности с делянки (кг) с учетом чистоты и влажности в ц/га проводят по формуле для зерновых культур.

Картофель, свекла, морковь и другие корне- и клубнеплоды. После выкапывания корнеплоды и клубни слегка подсушивают, тщательно очищают от почвы и взвешивают. При значительной загрязненности почвой, которая при подсыхании не обтряхивается, отбирается проба массой 10-15 кг. Отобранные клубни (корни) взвешивают, промывают в воде, подсушивают и вновь взвешивают. Урожайность в ц/га рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{Y \times B \times 100}{S \times A}, \text{ где}$$

X – урожайность клубне-, корнеплодов, ц/га;

У – масса клубне-, корнеплодов с делянки, кг;

В – масса пробы клубне-, корнеплодов после промывания и подсушивания, кг;

А – масса пробы клубне-, корнеплодов до промывания, кг;

S – учетная площадь опытной делянки, м².

Пробы после промывания используют для определения показателей качества. При уборке свеклы, моркови параллельно учитывают и побочную продукцию – ботву.

Косвенный метод учета урожая применяется в том случае, когда по каким-то причинам нельзя применить сплошной метод. Известно несколько модификаций косвенного учета урожая:

- по пробному снопу;
- по пробным площадкам;
- отдельными растениями.

Все методы косвенного учета основаны на определении урожайности по средней пробе.

Учет урожая по пробным снопам применяется в опытах с прядильными и кормовыми (многоукосными) культурами. Растения на учетной делянке скашивают, взвешивают и отбирают в 40-80 местах делянки два пробных снопа массой по 5-7 кг. Пробные снопы взвешивают, упаковывают в мешки, перевозят в специальное хорошо проветриваемое помещение, подвешивают и сушат до постоянной массы. Урожайность с варианта определяют по формуле:

$$y = \frac{A \times B \times 100}{B \times S}, \text{ где}$$

У – урожайность сухой массы, ц/га;

А – общая масса урожая с делянки, кг;

В – массу сухого пробного снопа, кг;

Б – масса сырого пробного снопа, кг;

S – учетная площадь опытной делянки, м².

При работе с многолетними травами после скашивания и взвешивания зеленую массу удаляют с делянки, чтобы создать благоприятные условия для последующего отрастания растений.

При применении метода пробных площадок растения для учета урожая отбирают в нескольких местах учетной делянки малыми площадками, обычно по 1 кв.м на «типичной» ее части, а затем делают перерасчет на всю учетную площадь и урожайность с 1 га. При площади опытной делянки 100-200 м² рекомендуется брать 30-40 пробных площадок по 1 м², площадью 300-400 м² – 40-60. Урожай с них учитывают суммарно с каждой делянки. По существу, учет урожая по пробным площадкам сводится к уменьшению учетной площади делянки. Учет урожая по пробным площадкам в той или иной степени приблизительный и не лишен субъективизма, так как каждый исследователь в понятие «типичная часть учетной площади делянки» вкладывает свое видение.

Учет урожая отдельными растениями применяют при работе с пропашными культурами с заданным количеством растений на одном погонном метре. На учетном рядке опытной делянки выделяют первые 10 растений и методом рендомизации определяют первое учетное растение. Начиная с него отсчет, для учета урожая берут каждое, например, 5 или 10, растение, а затем делают перерасчет на всю площадь опытной делянки.

Косвенный метод учета урожая по пробным площадкам и отдельными растениями нельзя рекомендовать для точных опытов, они дают значительно большую ошибку по сравнению со сплошным методом уборки и учета урожая. И их можно использовать лишь в том случае, когда такой учет – единственный выход из создавшегося положения, когда какие-либо непредвиденные обстоятельства (например, неблагоприятные погодные условия) не дают возможности собрать и учесть весь урожай сплошным методом.

Полученные при уборке и учете тем или иным методом урожаи по каждой делянке, пересчитанные на гектар в центнерах, используют для

определения средней урожайности. Среднюю урожайность по варианту выводят как простую (а не взвешенную) среднюю арифметическую урожайность по повторностям, независимо от изменения размера учетной площади деланки в результате выключек.

Научно-исследовательская работа в агрономии связана с большим объемом вычислительной работы, а отсюда неминуемо возникает вопрос и степени точности расчетов, т.е. сколько десятичных знаков следует оставлять после запятой. Избыточная точность вычислений нежелательна, так как она загромождает и затрудняет работу, отнимает время. Поэтому излишние десятичные знаки необходимо ликвидировать путем округления.

Урожайность (ц/га) рассчитывают до третьей значащей цифры. Например, 215 ц/га, 2,15 ц/га, 0,215 ц/га. Каждое из этих значений урожайности содержит по три значащие цифры.

Урожайность и другие показатели наблюдений и учетов, выраженные дробными числами, округляют. При округлении чисел необходимо придерживаться следующих правил. Если отбрасываемая при округлении цифра:

- меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не изменяется;
- больше 5, то последняя значащая цифра увеличивается на единицу;
- перед округлением за значащей цифрой стоит 5, то последнюю значащую цифру увеличивают на единицу, если она нечетная и оставляют без изменения, если она четная или равна нулю.

Например, $15,746 \rightarrow 15,7$; $17,764 \rightarrow 17,8$; $17,752 \rightarrow 17,8$; $17,252 \rightarrow 17,2$; $17,052 \rightarrow 17,0$.

Наряду с правилами округления должно соблюдаться и правильное написание чисел. Например, при внесении в предпосевную культивацию под озимый ячмень фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{40}$ на первой повторности, получено 47,1 ц/га, на второй – 45 ц/га, на третьей – 46,5 ц/га. В таблице урожайности следует записать: 47,1; 45,0 и 46,5 ц/га. При

неправильной записи возможны грубые ошибки при выполнении математических действий.

Результаты по урожайности обязательно должны быть обработаны статистически, что позволит сделать объективные выводы по изучаемым вариантам.

Контрольные вопросы

1. Значение правильного учета урожая.
2. Подготовка полевого опыта к уборке и учету урожая.
3. Выключки на делянках и выбраковки целых делянок. Как это осуществляется практически.
4. Методы и способы уборки урожая.
5. Недостатки косвенных методов уборки и учета урожая.

8. ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДИКИ В ОПЫТАХ С ОВОЩНЫМИ, ПЛОДОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ВИНОГРАДОМ.

8.1 Опыты с овощными культурами открытого грунта

Основная цель полевого опыта – получить данные, которые помогут объяснить какое-либо непонятное явление или определить направление дальнейших исследований. Объективность, достоверность сделанных выводов зависит от того насколько правильно были соблюдены основные методологические требования предъявленные к полевому опыту и спланированы основные элементы методики полевого опыта.

Опыты с овощными растениями необходимо проводить в типичных севооборотах с соблюдением методических требований: типичности, принципа единственного различия с учетом принципа целесообразности и оптимальности, учета урожайности и достоверности опыта по существу. В условиях орошаемого овощеводства, где орошение используют как фон, поливы надо проводить одинаково на всех вариантах учитывая расход поливной воды. Если орошение изучают в опыте, поливают в соответствии со схемой опыта.

Методика проведения опытов с овощными культурами открытого грунта каких-либо существенных различий от опытов с полевыми однолетними культурами не имеют, поэтому основные элементы методики полевого опыта, рассмотренные ранее применимы и к опытам с овощными культурами, однако имеются и особенности методики, обусловленные большим разнообразием овощных растений, их биологией.

Размер опытных делянок зависит от культуры, площади питания растений, вида опыта и уровня механизации. Ширина опытной делянки должна быть кратной ширине захвата сеялки или рассадопосадочной машины, на учетной площади делянки должно быть не менее трех рядов.

На выровненных по плодородию почвах опытных участках при 3-4 кратной повторности размер учетной площади опытной делянки может быть следующий м²:

- укроп, салат, шпинат, петрушка, сельдерей, пастернак – 3-8;
- лук, чеснок, ревень, эстрагон, редис, редька – 8-10;
- горох, фасоль, перцы, баклажаны – 10-20;
- огурец – 15-20;
- капуста, томат, свекла, морковь – 10-25;
- картофель – 20-25;
- кабачок, тыква и дыня короткостебельные – 80;
- тыква, дыня, арбуз – 100-150.

Минимальная площадь опытной делянки с овощными культурами определяется числом растений, при котором индивидуальные различия между ними не будут оказывать существенного влияния на точность опыта. В большинстве случаев считается достаточным иметь 80 учетных растений на одной опытной делянке.

Концевые защитные полосы в опытах без орошения выделяют 1,0-1,5 м, в условиях орошения – 1,5-2,0 м. При выборе ширины боковых защитных полос обычно используется правило: чем значительнее различия в росте и развитии растений по вариантам опыта, тем шире должны быть защитки. У большинства овощных растений диаметр корневой системы около 1 м, поэтому в боковые защитные полосы выделяют 1-2 рядка, а при сильных различиях между вариантами опыта 2-4 рядка. В связи с тем, что в опытах с бахчевыми культурами междурядья достаточно широкие (140-210 см), боковые защитные полосы, как правило, не выделяются. Учетную площадь опытных делянок в опытах с переплетающимися растениями – огурцами, бахчевыми культурами, а так же горохом и томатами выделяют при отбивке защитных полос перед смыканием растений, отодвигая ветви в стороны, чтобы была видна дорожка разделяющая учетную площадь и защитные полосы. У остальных растений – капуста, морковь, свекла, перц, лук и др. –

защитные полосы отбивают перед уборкой урожая. Границы учетных делянок обозначают колышками, бороздками, рейками, шнурами.

При применении в опыте рассадного способа возделывания овощных растений рассаду необходимо выращивать в одинаковых условиях. Рассаду используют только однородную по силе роста и развитию растений. Чтобы иметь возможность отбора, рассады выращивают на 25-30% больше, чем нужно для закладки опыта. Запас нужен также для подсадки в случае изреживания насаждений. Высаживают рассаду в грунт на всем опыте в один день. Необходимо учитывать, что на приживаемость рассады оказывает влияние время высадки в течение дня. Рассада, высаженная в жаркую погоду во второй половине дня, приживается иначе, чем высаженная утром. Учитывая это, работу по высадке рассады необходимо спланировать так, чтобы влияние времени посадки на всех вариантах опыта было одинаковым. Если это условие выполнить для всего опыта не представляется возможным, высадку рассады в грунт необходимо перенести на следующий день, но только в пределах целых повторений опыта, а не части вариантов. По каждому варианту на боковых защитках высаживают дополнительно 20-25 резервных растений, которые в дальнейшем могут быть использованы для подсадки не прижившейся рассады. Подсадку проводят не позднее, чем через 7 дней после высадки рассады в грунт. Выросшие из нее растения еще можно брать в учет урожайности. Более поздние будут сильно отличаться и их следует исключить из учетных. Растения для подсадки выкапывают с большим комом почвы. После подсадки или по истечении семи дней неиспользованные резервные растения с защиток удаляют.

Наиболее приемлемая форма опытной делянки с овощными культурами прямоугольная 1:5, при использовании механизации 1:10.

В опытах с овощными культурами открытого грунта применяют те же методы расположения делянок, повторений, как и с полевыми культурами. При размещении вариантов на опытных делянках предпочтение следует

отдавать рендомизированному (случайному) размещению вариантов по жребью или таблице случайных чисел.

Урожай овощных культур с опытных делянок убирают, как правило, вручную. Перед уборкой проводят осмотр всех делянок и делают выключки. В опытах с луком и морковью выключку делают, если в ряду растения выпадают на расстоянии не менее 30 см, в опытах с огурцами, свеклой, бобовыми – не менее 50 см. В опытах с капустой, томатами, баклажанами, перцами и бахчевыми выключки делают при выпадении не менее двух растений подряд. При этом выключают ближайшие крайние растения в этом же рядке и прилегающие растения в соседних рядках, если будет замечена разница в росте и развитии растений. Если выпадения в рядке одного-двух растений встречаются часто и в сумме составляют больше половины рядка, такой рядок целиком исключают из учета.

Выключки фиксируют, измеряют. В опытах с одноборовыми культурами убирают овощи с защитных полос, выключек, удаляют их с опытного участка, а потом убирают растения на учетной площади опытной делянки. Такая очередность позволяет предотвратить многие случайные ошибки. Однако иногда по организационным соображениям и другим причинам сначала необходимо снять урожай с учетной площади делянки, а затем с защиток. У многоборových культур перед каждым сбором защитки и выключки отделяют, чтобы четко обозначить учетную площадь делянки.

Урожай учитывают сплошным методом, взвешивая овощи со всей учетной площади каждой делянки. Весь опыт необходимо убрать за один день, максимум за два дня. На второй день переносят только целые повторения, а не отдельные варианты.

Урожай учитывают сплошным методом, взвешивая овощи со всей учетной площади каждой делянки. Весь опыт необходимо убрать за один день, максимум за два дня. На второй день переносят только целые повторения, а не отдельные варианты. Одноборовые культуры (картофель, лук, чеснок, корнеплоды, капуста поздняя, тыква и др.) убирают в один

прием. Картофель убирают, когда у 75% растений на делянке наступило естественное отмирание ботвы.

Убранная продукция должна быть взвешена поделяночно в день уборки, а лук - репку, чеснок взвешивают после просушки луковиц в валках в зависимости от степени созревания в течение 3-7 дней, или в закрытых проветриваемых помещениях. Вызревшими считаются луковицы, у которых шейка тонкая, сухая. После просушки у луковицы обрезают корни и часть шейки, оставляя её длиной 3-5 см. Время уборки лука и нестрелкующихся форм чеснока определяют наступлением массового полегания и пожелтения листьев, что является признаком окончания формирования луковицы. У стрелкующихся форм чеснока время уборки определяют по подсыханию нижних листьев и пожелтению верхних. Кроме того к моменту уборки желтеют нижняя часть ложного стебля и частично растрескиваются обертки соцветия. Уборку проводят по мере созревания лука на вариантах опыта. Нельзя оставлять луковицы вызревшего варианта в почве, до созревания его на других вариантах, потому что они могут тронуться вторично в рост чеснок распадается на зубки, теряет товарный вид. Такая продукция будет плохо храниться в зимний период.

В опытах с зимними сортами капусты необходимо иметь в виду, что вполне развитые кочаны, если они закрыты зелеными листьями, не боятся первых легких заморозков и в позднеосенний период дают наибольший прирост урожая. Если кочаны поздней капусты созревают неравномерно, в пределах варианта, их убирают в два срока, чтобы не допустить растрескивания. При уборке кочерыгу срезают на расстоянии 2 см от кочана. Хозяйственный отход – листья, цветущие растения и недоразвитые кочаны не учитывают. Учет их проводят лишь в специальных опытах, когда например, изучают биологию сорта, влияние площади питания, удобрения и орошения, величину продуктивной и непродуктивной части растения.

К уборке и учету урожая свеклы, моркови, редьки зимней, брюквы приступают, когда не менее 75% корнеплодов достигнут размера товарных.

Выдернутые корнеплоды очищают от почвы, ботву обрезают. Урожай с делянок сортируют на товарный и не товарный, взвешивают их отдельно и вычисляют процент от общего урожая.

Урожай многосборных культур (огурцы, томаты, баклажаны, перцы, фасоль, горох, бахчевые и др.) убирают регулярно через определенные промежутки времени при наступлении технической спелости, не допуская перезревания и огрубления продукции. Общий урожай определяют путем суммирования урожая за все сборы.

Сборы огурцов начинают при появлении единичных плодов хозяйственной спелости одного из вариантов. Варианты, не давшие к первому сбору хозяйственно спелых плодов, начинают собирать по мере созревания их в следующие сроки. Промежутки между сборами устанавливают в 1-2 дня, соблюдая их в течении всего периода уборки. В исключительных случаях по отдельным периодам сборов (в начале и в конце плодоношения) могут устанавливаться разные промежутки между сборами, но каждый из них должен быть одинаковым для всех вариантов. При каждом сборе плоды по вариантам опыта сортируют на товарные и не товарные и взвешивают отдельно. К нетоварным относят уродливые, желтяки, пораженные болезнями, поврежденные птицами, грызунами и прочий брак. Вычисляют общий урожай за все сборы по каждому варианту и повторностям и процент товарных плодов.

Уборку и учет урожайности томатов проводят в зависимости от зоны выращивания и их использования. Плоды убирают в полной зрелости (с окраской присущей сорту), розовыми, бурыми, бланжевыми или зелеными. Бланжевыми считаются плоды с ясно выраженной блестостью (молочным оттенком), а у сортов белоплодных в зеленой спелости бланжевыми считается плоды с появляющейся оранжево-бурой окраской. Особенно тщательно необходимо следить за своевременностью первых сборов, чтобы можно было правильно выявить действие изучаемого приема на ускорение созревания и величину первого сбора урожая. При более раннем созревании

плодов на делянках с изучаемыми приемами первые сборы на них проводят, не дожидаясь созревания урожая на остальных вариантах опыта. Последующие сборы проводят одновременно на всех делянках опыта. Сборы начинают со времени появления единичных плодов соответствующей зрелости хотя бы на одном варианте. Промежутки между сборами плодов устанавливают в 3-4 дня или больше. При необходимости в отдельные периоды сборов (начало плодоношения, конец плодоношения) промежутки между сборами могут быть разные, но каждый из них должен быть одинаковым для всех вариантов. Учет урожая на вариантах, у которых к первому сбору не оказалось плодов съемной зрелости, начинают проводить по мере созревания в следующие сроки сборов. Порядковый номер сбора для всех испытываемых вариантов должен быть один, его устанавливают по началу сбора самого раннего варианта в опыте.

При каждом сборе плоды сортируют на товарные и нетоварные (уродливые, треснувшие, больные, поврежденные вредителями, с солнечными ожогами и др. брак) и взвешивают отдельно. При последнем сборе, перед наступлением осенних заморозков, учитывают зрелые плоды вместе с розовыми, бурыми и отдельно бланжевые вместе с зелеными. Учет зрелых, розовых и бурых плодов проводят, как при обычном очередном сборе. Зеленые и бланжевые плоды учитывают только те, которые пригодны для дозаривания и засолки. Нетоварные зеленые и бланжевые плоды (больные, сильно уродливые, треснувшие и прочий брак) последнего сбора не учитывают. Урожай всех плодов и отдельно товарных плодов суммируют за все сборы по вариантам и повторностям опыта. Товарную часть урожая составляют зрелые и незрелые плоды, соответствующие стандарту. Количество зрелых товарных плодов и отдельно зеленых товарных плодов, в том числе бланжевых выражают в процентах от общего урожая плодов по варианту.

Общий выход зрелых товарных плодов по варианту рассчитывают с точностью до 1% по формуле:

$$\frac{(100 - B_c) * B_g}{100} * B_c, \text{ где}$$

B_c – выход товарных плодов созревших на корню, от общей массы урожая, %;

B_g – выход товарных плодов при дозаривании, %.

При изучении зеленых и пряных многолетних овощных культур необходимо обратить внимание на сроки отрастания. К уборке приступают по мере достижения культуры технической спелости (хозяйственной годности). У сортов листового салата техническая спелость характеризуется началом стеблевания 10-15% растений на делянке, у сортов кочанного – когда кочаны у 25% растений уплотняются и покрывающие их листья примут бледно-зеленый, белесоватый или бело-желтоватый оттенок (в зависимости от окраски листьев), а у единичных растений появится цветуха. У ранних сортов кочаны могут, не отбеливаясь, переходить к стеблеванию. У таких сортов хозяйственная годность учитывается при появлении единичных стеблей. Кочанный салат убирают выборочно в 2-3 срока при появлении хозяйственно-годных кочанов у 25% растений. Уборку листового салата можно проводить в один прием, лучше в сухую погоду, когда листья просохнут от россы.

Укроп употребляется в виде зелени (молодые растения в фазе закладки соцветий у 75% растений) в качестве специй (в фазе конца цветения зонтиков первого порядка у 75% растений) при засолке огурцов и других овощей). Уборку при весеннем посеве проводят в два срока (по половине делянки): первый – при наступлении хозяйственной годности и второй - в фазе конца цветения зонтиков первого порядка (у 75% растений). При летнем и осеннем посеве уборку молодых растений проводят в один срок при наступлении хозяйственной годности (закладка соцветий).

Щавель – многолетняя культура, В первый год обычно проводят один сбор листьев. Основные сборы начинают на второй год по мере отрастания листьев (до трех сборов, а при хорошем отрастании и больше). Собранные листья взвешивают. Осеннюю уборку листьев не проводят.

У корневого сельдерея и корневой петрушки в пищу употребляют листья и корнеплоды, у листового сельдерея и листовой петрушки – только черешки и листья, у пастернака – только корнеплоды. Признаком технической спелости корневого сельдерея является пожелтение внешних листьев. Урожай корнеплодов пастернака учитывают без листьев, корневой петрушки и корневого и корневую сельдерея с листьями, затем у растений одного повторения обрезают листья, определяют процент выхода корнеплодов. У листовой петрушки, листового и черешкового сельдерея при уборке удаляют желтые и больные листья и взвешивают целые растения.

Эстрагон – многолетнее растение, но как овощную пряную культуру его следует выращивать на одном месте не более 4-х лет. У него очень ароматичные листья, которые употребляют в пищу в виде свежего салата и приправы, в качестве специй при засолке огурцов и других овощей. Уборку урожая начинают при достижении хозяйственной годности. За сезон срезают ветки 2-3 раза, которые должны иметь длину 20-25 см. После последней срезки над землей должен остаться стебель высотой 10 см.

8.2 Опыты с овощными культурами в защищенном грунте.

При постановке опытов в защищенном грунте опытный участок - это вся площадь теплицы или блоков и отдельных зон. При использовании искусственного климата и почвы очень трудно создать равноценные условия света, температуры, влажности почвы и воздуха. В связи с чем в современных сооружениях защищенного грунта наблюдается неравномерное распределение микроклимата как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Это ведет к сильному закономерному и случайному варьированию урожайности овощных культур по зонам (северная, южная, восточная, западная, центральная) теплиц.

В ангарной остекленной теплице зависимости от изучаемой культуры разница в урожайности по зонам теплицы достигает 20-40% в. Поэтому территориальное варьирование урожаев может перекрывать величину

прибавки по вариантам опыта. Отсюда очевидна необходимость правильного планирования элементов методики и организации опыта в защищенном грунте.

Каждая теплица имеет свой режим, неповторимый уже в следующем году. Этим объясняется варьирование урожая по годам на одних и тех же опытных делянках. Поэтому постановка опытов в условиях защищенного грунта требует особого внимания к планированию схемы опыта и структуры эксперимента.

Прежде чем закладывать опыты, необходимо изучить распределение климатического режима в различных зонах теплицы. Питательным субстратом для овощных растений служит почва, искусственные среды. В теплицах с использованием почвогрунта необходимо провести обследование на однородность. При большой пестроте его необходимо тщательно перемешивать, добиваясь однородности в пределах опытного участка. В дальнейшем теплицу и почву необходимо ежегодно дезинфицировать.

Учитывая ограниченность площади теплицы в защищенном грунте закладывают мелкоделяночные опыты. Площадь учетная для крупных растений (томат, огурец, перец сладкий, баклажан, цветная капуста и др.) 5-10 м², для редиса, салата, шпината, сельдерея, петрушки 1-2 м². При изучении дыни, арбуза размер делянок с этими культурами увеличивается до 10-20 м². На искусственных субстратах площадь опытной делянки определяется размером стеллажей, бассейнов и вместимостью резервуаров для питательных растворов. При этом для каждого варианта с удобрениями необходимо организовывать автономное питание.

Форма опытной делянки прямоугольная с соотношением сторон от 1:2 до 1:4, если условия выращивания овощей в теплице варьирует в одном направлении, при варьировании условий в двух взаимно перпендикулярных направлениях лучше квадратная форма. В ангарных теплицах опытные делянки направляют перпендикулярно коньку, в блочных – вдоль конька.

Повторность опытов 4-6 квадратная. Варианты опыта объединяют в повторения. Число повторностей и повторений, как правило, одинаковое. По условиям выращивания в теплицах выделяют несколько зон. В ангарных – пять: центральная, западная, восточная, северная и южная. В блочных – три: примыкающая к центральной дороге, пяти-шести метровая зона вдоль боковых ограждений и центральная. Крайние секции теплиц для опытной работы непригодны, каждое повторение должно занимать площадь с однородными условиями. Размещение одной части вариантов, например, в южной зоне, а другой в восточной или иной недопустимо.

Делянки могут располагаться одно- и многоярусно. Повторения - сплошным методом или разбросанно по зонам, если весь опыт нельзя разместить в пределах одной зоны, выделяя достаточные защитные полосы (2-4 м) от торцовых и боковых ограждений.

Учитывая ограниченность однородной площади в условиях защищенного грунта и неравномерность в распределении микроклиматических факторов в схему однофакторного опыта следует включить не более 6-8 вариантов и до 32 в многофакторных. Варианты на делянках опыта лучше размещать рендомизированно. Систематическое размещение ведет к получению сильно искаженных данных при закономерной территориальной изменчивости плодородия опытного участка. Следует так же иметь в виду, что при установлении случайного варьирования плодородия в данном году, на следующий год оно может перейти в закономерное и при этом часть вариантов будет расположена в лучших вариантах, другие - в худших. При этом будет нарушено методическое требование – принцип единственного логического различия.

На боковые защиты выделяется один ряд. В опытах с удобрениями, проводимых на грунте, планируют защиты до 2 м, но чтобы уменьшить размер опытной делянки для исключения влияния соседей можно обойтись и без защиток, если между делянками на всю глубину грунта установить щиты, например, из пластмассы.

Уборку и учет урожая овощных культур в условиях защищенного грунта проводят с соблюдением положений для опытов открытого грунта. Урожайность определяют в кг с одного квадратного метра.

8.3. Опыты с плодовыми культурами и виноградом.

Методика полевого опыта с плодово-ягодными культурами в принципе такая же как и с полевыми культурами, но отличается рядом важных особенностей. Главная особенность состоит в том, что в этих опытах исследователь имеет дело с мощными многолетними растениями, требующими индивидуального ухода и учета урожайности. Многолетние растения живут дольше и, следовательно, нужна большая аккуратность при планировании элементов методики в опытах с ними. К тому же они, как правило, крупнее однолетних растений и предъявляют больший интерес в качестве отдельных индивидуумов. Можно легко определить урожайность с одного дерева, куста однако пшеницу, ячмень изучают только в виде совокупности, состоящей из нескольких сот растений на одном квадратном метре.

При работе с полевыми культурами основным источником ошибок полевого опыта является пестрота почвенного плодородия. Основной причиной сильного варьирования опытных данных в плодоводстве служит индивидуальная, генетическая изменчивость растений. У плодовых, ягодных и орехоплодных растений довольно устойчиво варьирует урожайность по годам. Отмечается прямая корреляционная связь между состоянием растений в начале опыта и на протяжении всех последующих лет. Следовательно, эту вариабельность необходимо учитывать и объединять растения в варианты надо по исходному состоянию так, чтобы каждый из них охватывал всё разнообразие условий опытного участка и опытных растений.

Правильно размещая опытные растения по вариантам на основе предварительного учета их исходного состояния и изучения плодородия опытного участка, можно значительно повысить точность опыта.

Участок, намеченный под закладку опыта, должен быть по местоположению вполне пригодным для изучаемой культуры, однородным по почвенному покрову, рельефу, водному режиму и по характеру использования в последние 3-5 лет. Земельный участок подбирают с учетом его длительного использования: для плодовых деревьев и винограда – несколько десятков лет, для ягодников – 10-15 лет. Почва и подпочвобразующая порода должны обеспечивать глубокое проникновение корней.

При планировании опытов во вновь закладываемых насаждениях особое внимание необходимо обращать на однородность посадочного материала, плодовых и кустарниковых ягодных растений, который необходимо вырастить в одинаковых условиях. Для плодовых культур использовать стандартные подвои. За всеми растениями в питомнике должен быть одинаковый и тщательный уход.

Посадочный материал для опыта отбирают в питомнике до выкопки саженцев. Измеряют диаметр штамба, высоту растений, количество и прирост побегов. Все отобранные саженцы должны быть одинаковыми по силе роста и с доброкачественной корневой системой. Из опыта следует исключить все неподходящие растения - большие, маленькие, уродливые. После отбора по делянкам опыта растения распределяют методом рендомизации, что бы исключить вольной или невольной субъективизм исследователя.

При закладке опытов в уже существующих садах и ягодниках они должны отвечать следующим требованиям:

- типичность насаждения для зоны деятельности опытного учреждения по породно-сортовому составу и местоположению: рельефу, почве и условиям увлажнения;

- однородность насаждения по сортовому и возрастному составу, обеспеченность сортами опылителями, здоровое состояние растений, изреженность в плодовых садах не выше 15-20%, в ягодниках не выше 10-

15%, чистосортность ягодных насаждений (примеси допускаются не выше 10%), изреженность кустов винограда и примесь посторонних сортов не должны превышать 10%. Следует учитывать, что с возрастом, в связи с обрезкой и обломкой, вариация урожайности отдельных кустов винограда сильно увеличивается, и если возраст не является изучаемым фактором, для опыта лучше использовать виноградники не старше 20-30 лет;

- однообразие агротехники, применявшейся в насаждениях за последние 3-5 лет (система содержания почвы, вносимые удобрения, формирование кроны, обрезка, борьба с вредителями, болезнями и др.);

- вариационный коэффициент урожайности плодовых культур высокий. Например, у яблони в зависимости от сорта, подвоя, возраста, условий насаждения он колеблется от 25 до 40-50%, а диаметра штамба до 20%. Учитывая, что индивидуальная изменчивость плодовых растений значительно превышает варьирование плодородия почвы, до закладки опыта за 1-2 года, необходимо провести учет урожайности по каждому дереву или кусту. При сильном варьировании основных показателей роста и урожайности плодовых растений на результаты опыта будут влиять не только условия вариантов (сорта, элементы, технологии или технологии в целом), но и различия в исходном состоянии растений. Поэтому необходимо учитывать урожайность и обхват штамба (по середине его высоты) каждого дерева перед закладкой опыта.

Диаметр или окружность штамба, а еще лучше площадь поперечного сечения штамба являются важными показателями состояния плодового дерева и находятся в прямой корреляционной связи с урожайностью. Считается, что в молодых садах при таксации насаждений можно ограничиться измерением диаметра штамба, а в плодоносящих при закладке опыта ориентироваться на урожайность, как наиболее изменчивый признак. Полученные данные используют для отбора более или менее одинаковых растений для закладки опыта. В зависимости от степени изменчивости

устанавливается количество деревьев в варианте, число повторностей, размер опытных делянок и их расположение в опыте.

Для опытов с плодовыми, ягодными культурами и виноградом площадь опытной делянки определяется количеством учетных и защитных деревьев. Исследованиями установлено, что использование небольших делянок, но с большим числом повторностей обеспечивает получение более точных данных, чем закладка опыта на больших делянках при небольшой повторности.

Повторность в опыте служит для повышения точности проведения опыта и должна быть такой, что бы в соответствии с количеством изучаемых вариантов обеспечить 15, а лучше 25 степеней свободы для остаточной дисперсии. Отсюда можно иметь «дерево-делянку», «куст-делянку», если повторные деревья рассеяны по опытному участку. Если деревья сосредоточены на одной делянке, то учет урожайности с каждого дерева не создает повторности и их нельзя использовать при статистической обработке данных.

В исследовательской работе с плодово-ягодными культурами и виноградом чаще всего используют опытные делянки со следующим числом растений:

- яблоня, груша, айва, слива, алыча, вишня, черешня, абрикос, персик – 6-15 деревьев;
- смородина, крыжовник, малина – 10-30 кустов;
- виноград столовые сорта – 20 кустов;
- виноград технические сорта – 30-40 кустов;
- в питомнике – 40-60 растений;
- в школе сеянцев – 20-25 м²;
- для земляники – 20-40 м²

Как правило, опыты требующие точных сравнений необходимо закладывать в 4-6 кратной повторности.

Общее число опытных растений в каждом варианте зависит от принятой повторности, но, как правило, для плодовых оно не должно быть менее 20-40, кустарниковых ягодников – 30-60, для питомников – 100-160, для школы сеянцев и опытов с земляникой не менее 50-100 м².

Для изучения динамики развития растений по годам, более детального и тщательного учета и анализа различных элементов, проведения агрохимических, биохимических, физиологических исследований на различных вариантах могут быть поставлены опыты с размером опытных делянок: с плодовыми деревьями 1-3 дерева, с кустарниковыми ягодниками – 3-4 растения, с земляникой – 4-10 м². Повторность должна быть не менее 5-8 кратной.

Конкретно размеры делянок устанавливают с учетом коэффициента вариации (V %) и требуемой точности опыта (Sx%).

По величине вариационного коэффициента урожайности и намеченной точности определяют ориентировочно количество (n) деревьев в варианте по формуле:

$$n = (V \% / Sx\%)^2, \text{ если } V \% = 30\%, Sx\% = 5$$

$$\text{то } n = (30/5)^2 = 36$$

Это количество деревьев каждого варианта должно быть размещено на площади сада в повторениях. Учетные растения на опытной делянке располагают в 1-2 ряда, землянику в 2-4 ряда.

Как и в опытах с полевыми культурами в опытах с плодовыми культурами выделяются защитные полосы (ряды). Существуют разновидности защитных рядов – внешние и внутренние. Первые используются для защиты экспериментального участка и выделяется с двух сторон квартала вдоль длинных делянок, необходимо иметь 1-2 защитных ряда, вторые для предотвращения взаимного влияния вариантов. Внутренние защитные ряды выделяются между вариантами опыта во всех случаях, когда изучаются удобрения, системы содержания почвы, орошение, опрыскивание, опыливание. Между вариантами выделяется обычно один защитный ряд. В

опытах с обрезкой защитки выделяются, если есть вероятность, что в результате обрезки деревья будут резко различаться по величине, форме.

В опытах с зелеными операциями, со сроками и способами укрытия и в других исследованиях, когда не наблюдается заметного взаимодействия вариантов можно обходиться без боковых защитных полос. Во всех опытах в конце опытных рядов выделяются защитные растения: у плодовых культур - 1-2 дерева, у ягодных кустарников – 2 куста, у земляники - 4-5 растений.

Варианты опыта на делянках размещаются рендомизированно по жребию или по таблице случайных чисел. При небольшом числе вариантов следует использовать метод полной рендомизации, а с увеличением их количества – рендомизацию внутри повторений. Если есть вероятность изменения изучаемых факторов в двух взаимно перпендикулярных направлениях применяется латинский квадрат или прямоугольник. При закладке многофакторных опытов применяется метод рендомизированных расщепленных делянок, позволяющий использовать делянки одного опыта в качестве блоков, повторений для другого. Расщеплять основную делянку можно до элементарной единицы, т.е. до одного растения. В опытах с плодовыми культурами по методу «дерево-делянка», когда деревья одноименных делянок размещают рассеянно по опытному участку и каждое дерево считается делянкой, особенно тщательно нужно изучить выделенное под опыт насаждение до закладки опыта.

Учет урожайности в опытах с плодовыми культурами также имеет свои особенности по сравнению с полевыми культурами.

За две недели до уборки урожая визуально определяют ожидаемую урожайность, срок съемной зрелости плодов.

На типичном дереве каждой делянки для определения оптимальной урожайности с дерева на одной, удобной для учета скелетной, ветви подсчитывают число плодов, определяют среднюю массу плода, перемножают оба показателя и получают массу плодов на этой плодовой

ветви. Полученный результат умножают на число равновеликих ветвей и получают массу плодов с дерева.

Срок съемной зрелости плодов определяют по содержанию в них крахмала с использованием йода калия. Чем меньше крахмала, тем спелее плод. Отсутствие крахмала или незначительное его количество указывают на потребительскую спелость плода. Этот метод необходимо дополнить морфологическими и биологическими показателями (окраска кожицы плодов, их аромат, консистенция мякоти и её плотность, легкость отделения плодов, вкус, побурение семян и др.).

Урожайность по вариантам опыта учитывают сплошным методом. Сначала убирают плоды на защитных рядах, а затем на учетных. Если учесть урожайность по всему опыту за один день невозможно, то эту работу проводят по повторениям. Из учета исключают деревья, у которых урожайность снижена по причинам не связанным с действием изучаемого приема (механические повреждения, хищения, несоответствие привоя и подвоя и др.). Так же как и при работе с полевыми культурами, не допускается браковка по субъективным причинам.

У молодых, вступивших в плодоношение садах урожайность учитывают со всей ученой площади опытной делянки. Средняя урожайность с одного дерева определяется путем деления урожайности с делянки на число учетных деревьев включая и не плодоносящие в данном году, но не исключенные из учета.

При полном плодоношении урожайность учитывают с каждого дерева. Условно началом полного плодоношения считается год, когда урожайность с одного учетного дерева в среднем достигает: у яблони не менее 25 кг, у груши – 15 кг и у косточковых – 10кг. В число учетных обязательно включают деревья, которые не плодоносят или слабо плодоносят в этом году.

Урожайность по вариантам опыта в тоннах с одного гектара рассчитывают по формуле:

$$У = А/Б * 10, \text{ где}$$

А – средняя урожайность с каждого дерева (кг);

Б – площадь питания одного дерева (м^2).

Учет урожайности земляники, малины проводят со второго года после посадки со всей учетной площади делянки с интервалом 1-2 дня по мере созревания ягод каждого сбора, но обязательно за один день со всех делянок. Если опыт включают много вариантов учет проводится по повторениям. Урожайность всех сборов суммируют по вариантам и делают расчет на один гектар в тоннах.

Урожайность смородины крыжовника определяют с каждого куста с последующим пересчетом на гектар. При неодновременном созревании ягод урожайность учитывают в два приема.

В опытах с виноградом перед сбором и учетом урожайности опытный участок тщательно осматривают и отмечают кусты, которые сильно отличаются от типичных кустов с действием изучаемого фактора. Эти кусты исключают из учета. Все не выключенные кусты, не давшие в данном году урожай входят в число учетных. Далее собирают и удаляют урожаи с делянок выключенных и защитных кустов. Урожайность по вариантам опыта определяют либо с каждого учетного куста (покустный учет), или в целом с опытной делянки (поделяночный учет). Покустный учет урожайности требует дополнительных затрат труда. Поэтому не следует выделять на делянках более 15 учетных кустов. Они должны быть наиболее типичными для каждой делянки опыта. Их подбирают сначала по типичному числу глазков, затем по типичному числу плодоносящих побегов и даже гроздей. Подобранные кусты обозначают этикетками и используют для учетов во все последние годы. Урожай с защитных рядов убирают в последнюю очередь.

Контрольные вопросы:

1. Минимальное количество учетных рядов в опытах с овощными культурами.
2. Площадь опытной делянки в опытах с овощными культурами открытого грунта.
3. Особенности влияния защитных полос в опытах с овощными культурами открытого грунта.
4. Требования к высадке рассады овощных культур на опытных делянках.
5. Учет урожая одно- и многоборовых культур в опытах с овощными культурами.
6. Особенности проведения опытов с овощными культурами в защищенном грунте.
7. Площадь опытной делянки в опытах с овощными культурами в защищенном грунте.
8. Особенности в разработке схем опытов с овощными культурами в закрытом грунте. Метод размещения вариантов на опытных делянках.
9. Главная особенность в разработке полевых опытов с плодовыми культурами.
10. Требования к закладке опытов во вновь закладываемых насаждениях в уже существующих садах.
11. Площадь опытной делянки в опытах с плодовыми культурами.
12. Методы размещения вариантов на делянках в опытах с плодовыми культурами.
13. Внутренние и внешние защитные полосы в опытах с плодовыми культурами.
14. Особенности учета урожая в опытах с плодовыми культурами и виноградом.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ УРОВНЯ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ.

Задания для самоконтроля.

1. Составить схему опыта на 6 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 6$, $n = 4$. Размещение делянок одноярусное, повторений – разбросанное, вариантов – рендомизированное.

2. Составить схему опыта на 4 варианта. Показать схему размещения опыта, если $l = 4$, $n = 3$. Размещение делянок одноярусное, повторений – сплошное, вариантов – рендомизированное внутри повторений.

3. Составить схему многофакторного опыта на 4 варианта. Показать схему размещения опыта, если $l = 4$, $n = 4$. Размещение делянок многоярусное. Вариантов – по методу полной рендомизации.

4. Составить схему многофакторного опыта на 9 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 9$, $n = 3$. Размещение делянок многоярусное, повторений – сплошное, вариантов – латинский прямоугольник.

5. Составить схему опыта на 3 варианта. Показать схему размещения опыта по методу неорганизованных повторений, если $l = 3$, $n = 4$. Размещение делянок – одноярусное.

6. Составить схему опыта на 7 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 7$, $n = 3$. Размещение повторений – сплошное, вариантов – по дактиль-методу.

7. Составить схему опыта на 6 вариантов. Показать схему размещения опыта по методу латинского квадрата.

8. Составить схему опыта на 16 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 16$, $n = 2$. Размещение повторений – сплошное, вариантов – по методу решетки.

9. Составить схему опыта на 5 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 5$, $n = 3$. Размещение делянок одноярусное, повторений – сплошное, вариантов – систематическое.

10. Составить схему опыта 5 вариантов. Показать схему размещения опыта, если $l = 5$, $n = 2$. Размещение повторений – сплошное, вариантов – по ямб-методу.

11. Составить схему многофакторного опыта $2 \times 2 \times 2$. Показать размещение опыта, если $l = 8$, $n = 3$. Размещение делянок многоярусное, повторений – сплошное, вариантов – систематическое.

12. Составить схему многофакторного опыта 5×3 . Показать схему размещения опыта, если $n = 3$. Размещение повторений – сплошное, вариантов – расщепленная делянка.

13. По схеме размещения полевого опыта определить:

1. Сколько в опыте:

- а) делянок;
- б) вариантов;
- в) повторностей;
- г) повторений.

2. Метод размещения:

- а) делянок;
- б) вариантов;
- в) повторений.

Опыт 1.

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

Опыт 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	I
5	7	4	3	8	9	1	2	6	II
9	8	6	1	2	4	3	5	7	III

Опыт 3.

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

Опыт 4.

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

Опыт 5.

	I				II				III				IV				V			
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
II	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3					
III	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6					
IV	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
V	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					

Опыт 6.

	A	B	C	Д	A	B	C	Д
a								
b								

I
II

Опыт 7.

X						Y							
I	1	2	3	4	5	6	1	7	13	19	25	31	I
II	7	8	9	10	11	12	2	8	14	20	26	32	II
III	13	14	15	16	17	18	3	9	15	21	27	33	III
IV	19	20	21	22	23	24	4	10	16	22	28	34	IV
V	25	26	27	28	29	30	5	11	17	23	29	35	V
VI	31	32	33	34	35	36	6	12	18	24	30	36	VI

Опыт 8.

Diagram illustrating a chromosome with three bands labeled I, II, and III, each containing a sequence of numbers representing genetic markers.

Band I: 1 3 5 9 1 6 8 2 4

Band II: 6 2 7 1 3 8 9 5 4

Band III: 9 6 3 5 3 1 4 7 8

Опыт 9.

	I			II			III		
I	9	1	3	5	8	6	4	2	7
II	8	5	6	7	4	2	1	9	3
III	2	7	4	1	3	9	8	6	5

Опыт 10.

Diagram illustrating four permutations of the set $\{1, 2, 3, 4, 5\}$:

- I**: $[2, 1, 4, 3, 5]$
- II**: $[5, 3, 2, 1, 4]$
- III**: $[3, 1, 4, 5, 2]$
- IV**: $[1, 2, 5, 3, 4]$

Опыт 11.

I				II				III			
2	3	1	5	6	4	2	3	1	5	6	4

Опыт 12.

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
II	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4
III	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8
IV	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Опыт 13.

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

Опыт 14.

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

Опыт 15.

I				II				III									
A		B		C		B		A		C		B		C		A	
a ₀	a ₁	a ₀	a ₁	a ₀	a ₁	a ₁	a ₀	a ₁	a ₀	a ₀	a ₁	a ₁	a ₀	a ₀	a¹	a ₀	a ₁

Опыт 16.

I												II											
a ₁				a ₂				a ₃				a ₂				a ₁				a ₃			
B ₁		B ₂		B ₁		B ₂		B ₁		B ₂		B ₁		B ₂		B ₁		B ₂		B ₁		B ₂	
c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂	c ₁	c ₂

Опыт 17.

I												II												
1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1	7	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1	7	1

Опыт 18.

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

Опыт 19.

	I				II				III				IV			
I	15	16	1	6	2	4	14	13	11	8	5	10	7	9	12	3
II	11	2	4	7	12	3	1	10	9	16	13	15	8	6	5	14
III	5	13	9	8	6	15	16	7	3	14	12	1	2	11	10	4
IV	3	10	12	14	11	8	5	9	2	7	4	6	15	1	16	13

Опыт 20.

I									II									
a	b	c	a	d	e	a	f	k	a	b	c	a	d	e	a	f	k	a

Опыт 21.

I	1	7	6	4	9	11	8	12	10	3	2	5
II	6	10	1	11	5	2	3	4	9	12	8	7
III	3	4	9	2	6	8	1	5	11	12	7	10
IV	5	8	12	3	7	10	9	2	6	11	4	1

Опыт 22.

I						II					
1	3	4	5	6	2	5	3	2	6	4	1
6	2	3	4	1	5	4	1	6	5	3	2

III

IV

Опыт 23.

	X				Y			
I	1	2	3	4	1	5	9	13
II	5	6	7	8	2	6	10	14
III	9	10	11	12	3	7	11	15
IV	13	14	15	16	4	8	12	16

Опыт 24.

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

Опыт 25.

	I				II				III				IV			
I	9	4	11	2	1	7	12	8	10	5	6	3				
II	6	2	1	12	6	10	7	3	4	9	8	11				
III	8	12	6	4	9	3	11	1	5	7	10	2				
IV	7	3	10	11	5	8	6	9	2	12	4	1				

Опыт 26.

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

Опыт 27.

	X						Y				
I	1	2	3	4	5	I	1	6	11	13	21
II	17	6	7	8	18	II	2	7	12	14	22
III	9	10	11	12	19	III	3	8	19	15	23
IV	13	14	15	16	20	IV	4	17	9	16	24
V	21	22	23	24	25	V	5	18	10	20	25

Опыт 28.

	B_0	B_1	B_1	B_0			B_1	B_0	B_1	B_0	
A_0					A_0	A_3					A_2
A_1					A_1	A_0					A_3
A_2					A_2	A_2					A_0
A_3					A_3	A_1					A_1
	I		II			III		IV			

Опыт 29.

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

Опыт 30.

	X					Y					
I	1	2	3	4	5	1	6	11	16	21	I
II	6	7	8	9	10	2	7	12	17	22	II
III	11	12	13	14	15	3	8	13	18	23	III
IV	16	17	18	19	20	4	9	14	19	24	IV
V	21	22	23	24	25	5	10	15	20	25	V

Опыт 31.

I												II												
1	2	3	1	4	5	1	6	7	1	8	9	1	2	3	1	4	5	1	6	7	1	8	9	1

Опыт 32.

1	2	1	1	3	2	3	3	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Опыт 33.

I	2	3	9	1	5	4	6	8	7
II	9	1	7	5	4	6	8	2	3
III	7	5	4	6	8	2	3	1	9
IV	4	6	8	2	3	9	7	5	1

Опыт 34.

I									II									III								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Опыт 35.

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

Опыт 36.

	I	II	III	IV	V	VI
I	3	2	6	5	4	1
II	2	5	3	4	1	6
III	4	6	1	3	2	5
IV	5	1	4	6	3	2
V	1	3	5	2	6	4
VI	6	4	2	1	5	3

Опыт 37.

I									II								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4
III									IV								

Опыт 38.

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
III	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6

Опыт 39.

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

Опыт 40.

I	II	III	IV	V	VI	
1	2	3	4	5	6	I
2	3	4	5	6	1	II
3	4	5	6	1	2	III
4	5	6	1	2	3	IV
5	6	1	2	3	4	V
6	1	2	3	4	5	VI

Опыт 41.

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

Тесты для самоконтроля и оценки уровня усвоения знаний. Одним из инструментов самоконтроля и оценки результатов усвоения учебного материала студентом являются тесты.

При изучении дисциплины «Основы научных исследований в агрономии» по разделу «Основные элементы методики полевого опыта» использованы следующие формы тестовых заданий:

–открытая. Имеет вид неполного утверждения, в котором отсутствуют один или несколько ключевых элементов, обычно 1-2 слова (напр., тест 12);

–закрытая. Задание, к которому прилагается список ответов, среди которых хотя бы один ответ должен быть правильным. Ситуация «все ответы правильные» исключается (напр., тест 45);

–на установления соответствия. Это задание, в котором объектам одной группы надо поставить в соответствие объекты другой группы. Соответствие устанавливается по принципу 1:1. Одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы. Количество элементов во второй группе превышает количество элементов в первой группе (напр., тест 76).

Содержание тестов

1. Основной метод исследования в агрономии ...
2. Главный объект исследования в агрономии ...
3. На основании данных рекогносцировочного посева определяется:
 - ☐ повторность опыта
 - ☐ площадь, форма и направление опытной делянки
 - ☐ защитные полосы
4. Виды вариантов опыта по назначению ...
5. Виды вариантов опыта по содержанию ...
6. Основные элементы методики полевого опыта:
 - ☐ рекогносцировочные посевы
 - ☐ вариант
 - ☐ площадь опытной делянки
 - ☐ защитные полосы
 - ☐ повторность опыта
 - ☐ уравнительные посевы
 - ☐ методы размещения опытных делянок
7. Вариант полевого опыта:
 - ☐ совокупность контрольных и изучаемых делянок
 - ☐ одна делянка, на которой изучается какой-то либо сорт или агрономический прием
 - ☐ число одноименных делянок на опытном участке
8. Методы размещения делянок в опыте:
 - ☐ одноярусное
 - ☐ многоярусное
 - ☐ шахматное
 - ☐ систематическое
9. Методы размещения повторений:
 - ☐ одноярусное ☐ разбросанное

- ☐ сплошное ☐ систематическое

10. Методы размещения вариантов в полевом опыте:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 стандартное | <input type="checkbox"/> размещение вариантов по жребью или
таблице случайных чисел |
| <input type="checkbox"/> 2 систематическое | <input type="checkbox"/> неизменный порядок размещения
вариантов в каждом повторении опыта |
| <input type="checkbox"/> 3 рендомизированное | <input type="checkbox"/> характеризуется повышенным
количеством контролей, которые
чередуются через 1-2 опытные делянки |
| | <input type="checkbox"/> разбросанное |

11. Повторение опыта:

- ☐ число одноименных вариантов на опытном участке
- ☐ часть площади опытного участка, включающая полный набор вариантов схемы опыта
- ☐ число повторностей по вариантам опыта

12. Повторность опыта на территории - число одноименных ...

13. Защитные полосы в полевом опыте:

- ☐ часть учетной площади опытной делянки, на которой не учитывается урожай
- ☐ разность между посевной и учетной площадями учетной делянки
- ☐ не засеянная площадь опытного участка

14. Цель защитных полос:

- ☐ исключить влияние края и влияние соседей
- ☐ повысить точность исследования
- ☐ защитить опытные делянки от влияния ветра

15. Ширина боковых защитных полос в агротехнических опытах с пропашными культурами:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2-5 м | <input type="checkbox"/> 3 рядка |
| <input type="checkbox"/> 1 рядок | <input type="checkbox"/> 0,0 м |
| <input type="checkbox"/> 2 рядка | |

16. Ширина защиток вокруг опытного участка для разворота машин и орудий:

- ☐ 5 м
- ☐ 1 м
- ☐ 10 м
- ☐ 2 м

17. Оптимальная минимальная площадь опытной делянки для культур сплошного посева в однофакторном нестационарном опыте по изучению эффективности удобрений:

- ☐ 100-200 м²
- ☐ 40 м²
- ☐ 60 м²
- ☐ > 1000м²
- ☐ 300-500 м²

18. Назначение контрольного варианта:

- ☐ повысить точность исследования
- ☐ уменьшить число случайных ошибок
- ☐ определить меру чувствительности растения к изучаемому фактору

19. Лучшая форма одной опытной делянки:

- ☐ круглая
- ☐ прямоугольная 1:10
- ☐ вытянутая 1:20
- ☐ линейная
- ☐ квадратная 1: 10

20. Лучшая форма опытного участка:

- ☐ прямоугольная 1:10
- ☐ близкая к форме квадрата
- ☐ линейная
- ☐ вытянутая

21. Лучшая форма опытной делянки при изучении в полевом опыте вредителей:

- ☐ прямоугольная 1:10
- ☐ квадратная 1:1
- ☐ вытянутая
- ☐ круглая

22. Ширина боковых защитных полос для культур сплошного посева в обычных нестационарных агротехнических краткосрочных опытах:

- ☐ 2-5 м
- ☐ 0.15 м
- ☐ 0.0 м
- ☐ 1.0 м
- ☐ 0.45 м

23. Ширина боковых защитных полос в опытах по сортоиспытанию:

- ☐ 2-5 м
- ☐ 0.15 м
- ☐ 0.0 м
- ☐ 1.0 м
- ☐ 0.45 м

24. Случайное размещение вариантов в опыте:

- ☐ ямб-метод
- ☐ полная рендомизация
- ☐ латинский квадрат
- ☐ дактиль-метод
- ☐ последовательное размещение
- ☐ расщепленная делянка

25. Размещение вариантов ямб-методом:

- ☐ Размещение делянок одноярусное. Контрольный вариант размещается через 2 опытные делянки. Опыт начинается и заканчивается контролем

☐ Размещение делянок одноярусное. Контрольный вариант размещается через одну опытную делянку. Опыт начинается и заканчивается контролем.

☐ Размещение делянок одно- и многоярусное. Размещение вариантов случайное

26. Размещение вариантов в опыте:

☐ 1 Ямб- метод

<input type="checkbox"/>	3	1	3	2	2	4	1	3	4	2	4	1
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

☐ 2 Систематическое последовательное

	I					II					III				
<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

☐ 3 Рендомизированное внутри повторений

	I					II					III				
<input type="checkbox"/>	3	4	1	5	2	1	5	4	3	2	4	3	5	1	2

☐ 4 Полная рендомизация

	I										II						
<input type="checkbox"/>	1	2	1	3	1	4	1	5	1	2	1	3	1	4	1	5	1

☐ 5 Систематическое ступенчатое

<input type="checkbox"/>	I								II						
	1	2	3	1	4	5	1	2	3	1	4	5	1		

<input type="checkbox"/>	I						II					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3
	III						IV					

27. Рендомизированное размещение вариантов в опыте:

☐ рендомизация внутри повторений

☐ ступенчатое размещение

☐ латинский прямоугольник

☐ дактиль-метод

☐ решетка

	I			II			III		
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9
II	4	5	6	7	8	9	1	2	3
III	7	8	9	1	2	3	4	5	6

28. Рендомизированные
размещения вариантов:

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

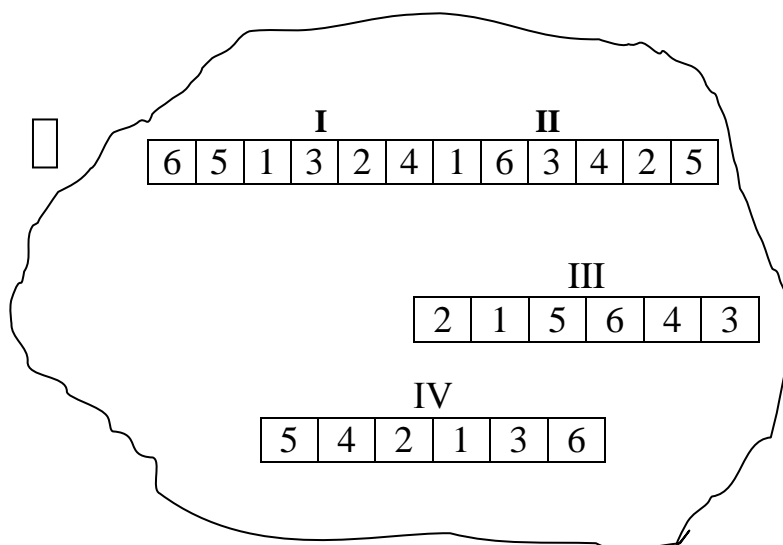
☐ 1 расщепленная делянка



☐ 2 латинский квадрат

☐ 3 латинский прямоугольник

☐ 4 решетка



		x						y			
<input type="checkbox"/>	I	1	2	3	4	I	1	5	9	13	
	II	5	6	7	8	II	2	6	10	14	
	III	9	10	11	12	III	3	7	11	15	
	IV	13	14	15	16	IV	4	8	12	16	

<input type="checkbox"/>	A ₀			A ₁		
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₀	B ₁	B ₂

29. Размещение делянок:

- ☐ одноярусное
- ☐ систематическое
- ☐ латинский квадрат
- ☐ многоярусное

30. Размещение повторений в опыте:

- ☐ многоярусное
- ☐ сплошное
- ☐ разбросанное
- ☐ систематическое

31. Число вариантов в схеме опыта:

☐ 1 $l = 4$

☐ 2 $l = 5$

☐ 3 $l = 7$

☐ 4 $l = 3$

<input type="checkbox"/>	I					II				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	I
	3	4	5	6	7	1	2	II
	5	6	7	1	2	3	4	III

<input type="checkbox"/>	I			II			III			IV		
	3	2	1	1	2	3	2	3	1	2	1	3

□	I					II					III						
	1	3	2	5	4	6	2	4	1	6	3	5	4	5	1	3	6

32. Недостатки стандартных методов размещения вариантов:

- ☐ увеличенное количество контролей
- ☐ растянутость опыта по длине опытного участка
- ☐ каждый опытный вариант сравнивается со своим контролем

33. Размещение вариантов латинским квадратом:

- ☐ Расположение делянок 2-х ярусное. Число вариантов более 10, повторность 3-4 кратная.
- ☐ Число вариантов равно числу повторностей. Расположение делянок многоярусное. Варианты опыта размещаются по рядам и столбцам.
- ☐ Число вариантов кратно числу повторностей. Расположение делянок многоярусное. Варианты опыта размещаются по рядам и столбцам.

34. Размещение вариантов латинским прямоугольником:

- ☐ Расположение делянок 2-х ярусное. Число вариантов более 10, повторность 3-4 кратная.
- ☐ Число вариантов равно числу повторностей. Расположение делянок многоярусное. Варианты опыта размещаются по рядам и столбцам.
- ☐ Число вариантов кратно числу повторностей. Расположение делянок многоярусное. Варианты опыта размещаются по рядам и столбцам.

35. Число повторений в опыте:

☐ 1 $n = 0$

☐ 2 $n = 4$

☐ 3 $n = 2$

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

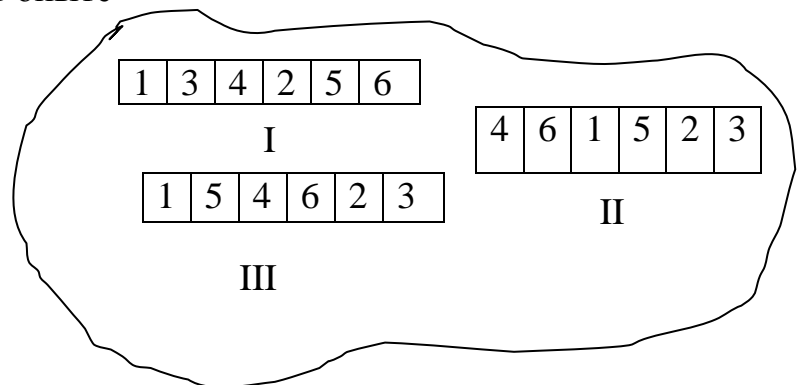
2	1	3	4	3	2	1	4	1	2	4	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

☐

36. Расположение повторений в опыте

☐ 1 сплошное

☐ 2 разбросанное

☐

☐

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

☐

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

37. Размещение вариантов дактиль-методом:

- ☐ Размещение делянок одноярусное, контрольный вариант размещается через два опытных варианта. Опыт начинается и заканчивается контролем.
- ☐ Размещение делянок одноярусное, контрольный вариант размещается через один изучаемый вариант. Опыт начинается и заканчивается контролем.
- ☐ Размещение делянок одно- и многоярусное. Размещение вариантов случайное.

37. Размещение вариантов опыта на участке с изменением плодородия почвы в 2-х взаимно перпендикулярных направлениях:

- ☐ Систематическое
- ☐ Стандартное
- ☐ Латинский прямоугольник
- ☐ Латинский квадрат

38. Схема однофакторного опыта при качественном изменении вариантов

- | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 1. А | 1. a_0 | <input type="checkbox"/> 3×4 | <input type="checkbox"/> $3 \times 2 \times 5$ |
| 2. В | 2. a_1 | | |
| 3. С | 3. a_2 | | |
| 4. Д | 4. a_3 | | |
| 5. Е | 5. a_4 | | |

39. Схема однофакторного опыта при количественном изменении вариантов

- | | | |
|-------------------------------|----------|---|
| <input type="checkbox"/> 1. А | 1. a_0 | <input type="checkbox"/> 3×4 |
| 2. В | 2. a_1 | <input type="checkbox"/> $3 \times 3 \times 2$ |
| 3. С | 3. a_2 | <input type="checkbox"/> $3 \times 2 \times 2 \times 5$ |
| 4. Д | 4. a_3 | |
| 5. Е | 5. a_4 | |

40. Основание для выключек или браковок целых делянок перед учетом урожая:

- ☐ Повреждения растений, вызванные стихийными явлениями
- ☐ Случайные повреждения (потравы скотом, птицей, грызунами)
- ☐ Субъективная оценка на глаз

41. Способы учета урожая:

- ☐ Вручную
- ☐ Сплошной учет
- ☐ Комбайном

42. Методы учета урожая:

- ☐ Сплошной
- ☐ Комбайном
- ☐ Косвенный
- ☐ Вручную

43. Выключка – часть учетной площади опытной делянки, на которой урожай учитывается.

44. Методы косвенного учета урожая в опыте:

- ☐ Пробными площадками
- ☐ Пробными растениями
- ☐ Пробными снопами
- ☐ Сплошной учет

45. Схема трехфакторного опыта:

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 1. А | <input type="checkbox"/> 1. a_0 | <input type="checkbox"/> 3×3 |
| 2. В | 2. a_1 | <input type="checkbox"/> $2 \times 4 \times 4$ |
| 3. С | 3. a_2 | <input type="checkbox"/> $4 \times 2 \times 5 \times 2$ |
| 4. Д | 4. a_3 | |
| 5. Е | 5. a_4 | |

46. Области кривой отклика однофакторного опыта при изучении влияния градаций (доз) изучаемого признака:

Урожайность:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 лимитирующая | <input type="checkbox"/> не изменяется |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 стационарная | <input type="checkbox"/> увеличивается |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 ингибирующая | <input type="checkbox"/> снижается |
| | <input type="checkbox"/> снижается, а затем увеличивается |

47. Требования, предъявляемые к схеме однофакторного опыта при качественном изменении вариантов

- ☐ Соблюдение принципа единственного различия
- ☐ Минимальное число вариантов = 2
- ☐ Минимальное число вариантов = 5
- ☐ Правильно выбрать контрольный вариант
- ☐ Правильно выбрать центр схемы опыта
- ☐ Правильно выбрать шаг варьирования

48. Требования к схеме опыта однофакторного опыта при количественном изменении вариантов:

- ☐ Соблюдение принципа единственного различия
- ☐ Минимальное число вариантов равно 2
- ☐ Минимальное число вариантов равно 5
- ☐ Правильно выбрать контрольный вариант
- ☐ Правильно выбрать центр схемы опыта
- ☐ Правильно выбрать шаг варьирования

49. Основание для выключек или браковок целых делянок перед учетом урожая:

- ☐ Повреждения растений, вызванные стихийными явлениями
- ☐ Случайные повреждения (потравы скотом, птицей, грызунами)
- ☐ Субъективная оценка на глаз

50. Способы учета урожая:

- ☐ Вручную
- ☐ Сплошной учет
- ☐ Комбайном

51. Методы учета урожая:

- ☐ Сплошной
- ☐ Комбайном
- ☐ Косвенный
- ☐ Вручную

52. Выключка – часть учетной площади опытной делянки, на которой урожай..... учитывается.

53. Методы косвенного учета урожая в опыте:

- ☐ Пробными площадками
- ☐ Пробными растениями
- ☐ Пробными снопами
- ☐ Сплошной учет

54. Схема трехфакторного опыта:

- ☐ 1. A_1, a_0 3×3
- 2. B_2, a_1 $2 \times 4 \times 4$
- 3. C_3, a_2 $4 \times 2 \times 5 \times 2$
- 4. D_4, a_3 .
- 5. E_5, a_4 .

56. Области кривой отклика однофакторного опыта при изучении влияния градация (доз) изучаемого признака:

Урожайность:

1 ☒ лимитирующая ☐ не изменяется

2 ☒ стационарная ☐ увеличивается

3 ☒ ингибирующая ☐ снижается

☐ снижается, а затем увеличивается

55. Требования, предъявляемые к схеме однофакторного опыта при качественном изменении вариантов

☐ Соблюдение принципа единственного различия

☐ Минимальное число вариантов = 2

☐ Минимальное число вариантов = 5

☐ Правильно выбрать контрольный вариант

☐ Правильно выбрать шаг варьирования

56. Требования к схеме опыта однофакторного опыта при количественном изменении вариантов

☐ Соблюдение принципа единственного различия

☐ Минимальное число вариантов = 2

☐ Минимальное число вариантов = 5

☐ Правильно выбрать центр схемы опыта

☐ Правильно выбрать шаг варьирования

9. ОТВЕТЫ НА ВОПРОС 13

№ опыта	Сколько в опыте				Метод размещения		
	делянок	вариантов	повторностей	повторений	делянок	вариантов	повторений
1	2	3	4	5	6	7	8
1	15	3	5	нет	многоярусное	полная рендомизация	неорганизованные повторения
2	27	9	3	3	многоярусное	рендомизация	сплошное

						внутри повторений	
3	25	5	3, для вариан та 2–13	3	одноярусное	стандартное, ямб-метод	сплошное
4	15	5	3	3	одноярусное	систематическое последовательное	сплошное
5	75	15	5	10	многоярусное	латинский прямоугольник	сплошное
6	24	8	2	2	многоярусное	расщеп- ленная делянка	сплошное
7	72	36	2	2	многоярусное	решетка	сплошное
8	27	9	3	3	одноярусное	рендомизация внутри повторений	разбросанное
9	27	9	3	6	многоярусное	латинский прямоугольник	сплошное
10	20	5	4	4	одноярусное	рендомизация внутри повторений	разбросанное
11	18	6	3	3	одноярусное	систематическое последовательное	сплошное
12	60	15	4	4	многоярусное	систематическое ступенчатое	сплошное
13	25	5	5	10	многоярусное	латинский квадрат	сплошное
14	20	4	5	нет	многоярусное	полная рендомизация	неорганизован ные повторения
15	18	6	3	3	одноярусное	расщепленная делянка	сплошное
16	24	12	2	2	одноярусное	расщепленная делянка	сплошное
17	25	7	2, для 1 вариан та – 13	2	одноярусное	стандартное, ямб - метод	сплошное
1	2	3	4	5	6	7	8
18	28	7	4	4	многоярусное	систематическое ступенчатое	сплошное
19	64	16	4	8	многоярусное	латинский прямоугольник	сплошное
20	19	7	2, для вариан- та «а» –7	2	одноярусное	стандартное, дактиль - метод	сплошное
21	48	12	4	4	многоярусное	рендомизация внутри повторений	сплошное
22	24	6	4	4	многоярусное	рендомизация внутри	сплошное

						повторений	
23	32	16	2	2	многоярусное	решетка	сплошное
24	24	8	3	3	одноярусное	рендомизация внутри повторений	сплошное
25	48	12	4	8	многоярусное	латинский прямоугольник	сплошное
26	15	5	3	нет	одноярусное	полная рендомизация	неорганизова нные повторения
27	50	25	2	2	многоярусное	решетка	разбросанное
28	32	8	4	4	многоярусное	расщепленная делянка	разбросанное
29	24	6	4	4	одноярусное	систематическое последовательное	разбросанное
30	50	25	2	2	многоярусное	решетка	сплошное
31	25	9	2, для 1- го вари- анта – 9	2	одноярусное	стандартное, дактиль - метод	сплошное
32	9	3	3	нет	одноярусное	полная рендомизация	неорганизова нные повторения
33	36	9	4	4	многоярусное	рендомизация внутри повторений	сплошное
34	27	9	3	3	одноярусное	систематическое последовательное	сплошное
35	28	7	3, для 1- го вариан та – 10	3	одноярусное	стандартное, дактиль - метод	сплошное
36	36	6	6	12	многоярусное	латинский квадрат	сплошное
1	2	3	4	5	6	7	8
37	36	9	4	4	многоярусное	систематическое ступенчатое	сплошное
38	30	10	3	3	многоярусное	систематическое ступенчатое	сплошное
39	26	5	3, для 1-го вариан та – 14	3	одноярусное	стандартное, ямб- метод	разбросанное
40	36	6	6	12	многоярусное	латинский квадрат	сплошное
41	20	4	5	нет	многоярусное	полная рендомизация	неорганизова нные повторения

10. ГЛОССАРИЙ

Блок – часть повторения, компактная группа нескольких вариантов опыта; в зарубежной литературе термин применяется как для обозначения обычных повторений (см. повторение), так и для собственно блоков – неполных повторений.

Вариант опыта - одна делянка, на которой изучается сорт, условия возделывания, агротехнический прием или их сочетание.

Вариант контрольный (стандарт) – вариант сравнения, позволяет определить меру чувствительности растения к изучаемому фактору.

Выключка – часть учетной площади делянки, на которой не учитывается урожай вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных при проведении опыта.

Дактиль-метод – стандартное размещение вариантов, при котором контрольный вариант размещается через два изучаемых.

Делянка опытная (посевная) – элементарная единица полевого 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).

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

Защитка внутри опытной делянки – часть посевной делянки, на которой не учитывается урожай или это есть разность между площадью посевной и учетной опытной делянки.

Защитка вокруг опыта – часть площади опытного участка, предназначенная для разворота машин и орудий при закладке и проведении опыта.

Латинский квадрат – рендомизированное (случайное) размещение вариантов в полевом опыте, в котором варианты 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 повторностей равно числу вариантов, и общее число делянок равно квадрату числа вариантов.

Латинский прямоугольник – рендомизированное (случайное) размещение вариантов в полевом опыте. В основе лежит латинский квадрат, который определяется по числу повторностей опыта. Число вариантов должно быть кратно числу повторностей ($4 \times 4 \times 3$, повторность $n=4$, число вариантов $l = 4 \times 3 = 12$).

Методика полевого опыта – совокупность слагающих ее элементов: вариант, схема опыта, площадь делянки, ее форма и направление, повторность и повторение, метод размещения делянок, повторений, вариантов; метод учета урожая; организация опыта во времени, а также метод статистического анализа данных.

Метод неорганизованных повторений – полная рендомизация.

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 и т.д. Метод расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов используют для закладки многофакторных опытов.

Метод рендомизированных повторений (рендомизация внутри повторений) - эксперимент, в котором варианты по делянкам внутри повторения размещены в случайном порядке по таблице случайных чисел или по жребию.

Опытный участок (площадь под опытом) – совокупность делянок, защиток, дорожек, дорог.

Ошибка опыта, выборки – мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины.

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

Повторность на территории – число одноименных вариантов в данном полевым опыте.

Повторность опыта во времени – число лет испытания агротехнических приемов и сортов.

Полевой опыт – исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном участке для оценки действия различных вариантов на урожайность растений и его качество.

Полная рендомизация (метод неорганизованных повторений) – варианты полевого опыта располагаются на делянках совершенно случайно.

Рендомизированное (случайное) размещение вариантов – такое размещение вариантов полевого опыта, когда порядок их следования на делянках определяется по жребию или по таблице случайных чисел.

Решетка – метод размещения вариантов в опыте при условии, что число вариантов равно квадрату целого числа.

Рекогносцировочный (разведывательный) посев – сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке опыта и проводимый для количественного выявления степени однородности (путем дробного учета урожая) плодородия почвы опытного участка.

Систематическое размещение вариантов – неизменный порядок следования вариантов в каждом повторении опыта.

Систематическое последовательное размещение вариантов – применяется при одноярусном расположении делянок в опыте.

Стандартное размещение вариантов – такое расположение вариантов полевого опыта, при котором контроль (стандарт) размещается через 1-2 изучаемых варианта.

Ступенчатое размещение вариантов – разновидность систематического размещения, когда делянки 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.

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

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

Урожайность – количество продукции растениеводства с единицы земельной площади: кг/м², ц/га, т/га.

Учет урожая косвенный – метод учета урожая по средней пробе - пробными снопами, пробными площадками, метровками, отдельными растениями.

Учет урожая сплошной – метод учета урожая, при которой всю товарную часть продукции (зерно, клубни) взвешивают и учитывают со всей площади каждой учетной площади опытной делянки.

Факториальный опыт (ПФЭ) – многофакторный опыт, схема которого включает все возможные сочетания (комбинации) двух и более факторов, что позволяет установить их действие и взаимодействие.

Ямб-метод – стандартное размещение вариантов, при котором контрольный вариант располагается через один изучаемый, расположение делянок одноярусное, опыт начинается и заканчивается контролем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дерявицкий, Н.Ф. опытное дело в растениеводстве. – Кишинев: Штиница, 1962. – 616 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистическое обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2011. – 416 с.
3. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – вып.2. – М.: Колос, 1989.- 194 с.
4. Методика полевого опыта/Под ред. П.Г. Найдина. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 319 с.
5. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. – М.: Наука, 1967. – 184 с.
6. Моисейченко, В.Ф. основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.В. Трифонова, А.Х. Заверюха и др., - М.: Колос, 1996. – 336 с.
7. Молостов, А.С. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – 239 с.
8. Опытное дело в полеводстве/Под ред. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 192 с.
9. Полоус Г.П., Основные элементы методики полевоего опыта / Г.П. Полоус. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 96 с.
10. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980.- 366 с.