

## **Организация процесса проведения исследования.**

1. Фазы, стадии и этапы научного исследования.
2. Формулировка исходной гипотезы.
3. Планирование и организация эксперимента.

- **Фазы, стадии и этапы научного исследования.**
- **Объект и предмет исследования.**
- **Построения гипотезы исследования.**
  
- **Классификация исследований может производиться по различным основаниям. Наиболее распространенным на**
- **фундаментальные и прикладные исследования,**
- **количественные и качественные,**
- **уникальные и комплексные.**
  
- **Этапы и последовательность выполнения научно- исследовательской работы**
- **Обоснование темы исследований**
- Обоснование – необходимый момент научного мышления, отличающий его от различных форм донаучного или вненаучного сознания.
  
- **Обоснование темы исследований выполняется в рамках общего плана решения поставленной проблемы с учетом его личного опыта и на основе анализа имеющейся информации.**

- **Формулировка цели и постановка задач исследований.**
- Формулирование цели исследования и постановка задач для ее достижения выполняется после предварительного анализа имеющейся информации.
- Такой анализ обычно излагается в разделе «Состояние вопроса» и опирается на тщательно проработанные информационные источники и результаты патентных исследований.
  
- **При отборе информационных источников и проведении патентных исследований важно бывает определить глубину поиска.** Глубина поиска отсчитывается от текущего времени назад (в прошлое). Для патентных исследований имеет значение и объем выборки, то есть количество стран, по которым анализируется патентная информация. Патентные исследования обычно проводят по странам, наиболее плодотворно работающим в данном направлении.
  
- **Существуют два уровня патентных исследований: исследования на уровне подачи заявок в Российское агентство по патентам и товарным знакам (Роспатент) и исследования, связанные с патентной чистотой вновь разрабатываемой машины.** Во многих научных учреждениях этапы исследования регламентируются стандартом предприятия.

- **Формулировка исходной гипотезы.**
- Прежде чем сформулировать исходную (рабочую) гипотезу следует определиться с объектом и предметом исследований. Объектом исследований может быть какой-либо технологический прием или процесс.
- **Предметом исследований** чаще всего выступают функциональные связи между изучаемыми параметрами (например, зависимость между качественными и режимными или настроечными параметрами).
- **Гипотеза** – это научное допущение или предположение, истинное значение которого неопределенно. Она всегда выдвигается в контексте развития науки для решения какой-либо конкретной проблемы с целью объяснения новых (ожидаемых) экспериментальных данных, либо для устранения противоречий теории с результатами экспериментов. **В качестве научных положений гипотезы должны удовлетворять условию принципиальной проверяемости означаящими, что они обладают свойствами фальсификации (опровержения) и верификации (подтверждения).**
- Первое свойство фиксирует предположительный характер научной гипотезы, а второе позволяет установить и проверить ее относительно эмпирического содержания. В научных исследованиях на основании выводов, сделанных после изучения информационных и патентных источников, формулируется рабочая гипотеза, в которой предполагается, каким образом и за счет чего будет достигнут новый положительный эффект

- **Теоретический анализ гипотез.**
- Теория в широком смысле слова – это комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на истолкование и объяснение какого-либо явления. Это наиболее сложная и развитая форма научного знания. В современной методологии науки принято выделять следующие основные компоненты теории.
- **1. Исходную эмпирическую основу**, которая включает множество зафиксированных в данной области знания фактов достигнутых в ходе экспериментов и требующих теоретического осмысления.
- **2. Исходную теоретическую основу** – множество первичных допущений, постулатов, аксиом, общих законов в совокупности описывающих идеализированный объект теории.
- **3. Логику теории** – множество допустимых в рамках теорий правил логического вывода и доказательства.
- **4. Совокупность выведенных в теории утверждений** с их доказательствами, составляющих основой массив теоретического знания.

- **Методологически центральную роль в формировании теории играет лежащий в ее основе идеализированный объект.**
- Он представляет собой теоретическую модель существующих связей реальности, представленных с помощью определенных гипотетических допущений и идеализации.
- **Например, таким объектом в классической механике является система материальных точек**, в молекулярно-кинетической теории – множество замкнутых в определенном объеме хаотически соударяющихся молекул, представляемых в виде абсолютно упругих материальных точек.
- В современной земледельческой механике идеализированный объект выступает в виде математической модели или совокупности таких моделей.
- **Теоретический анализ** выдвинутых гипотез направлен на выбор наиболее подходящей модели идеализированного процесса.
- **Правильность выбора** при этом проверяется экспериментальными данными. Чем меньше расхождения между теоретическими и экспериментальными данными, тем более точна выбранная модель.

- **Планирование и организация эксперимента.**
- Эксперимент должен быть тщательно спланирован и продуман до мелочей. Обычно вся подготовка к нему фиксируется в предварительно подготовленном документе – **«Программа и методика исследований»**.
- Этот документ состоит из ряда разделов.
- **В первом разделе «Обоснование темы»** кратко излагаются причины, на основании которых планируется данное исследование.
- **Затем следует раздел «Материалы и методы»**, в котором описываются применяемые в исследованиях приборы, материалы и сама методика проведения исследований.
- **В следующем разделе «Ожидаемые результаты»** излагаются предположения о возможных результатах исследований и их экономической эффективности.
- **Далее приводится «Календарный план работ»**, в котором подробно излагаются этапы работы и сроки их выполнения.
- **Заканчивается этот документ калькуляцией стоимости планируемых исследований.** Методика проведения исследований должна также отражать и вопросы, связанные со спецификой проводимых исследований.

**Эксперимент –это искусственное воспроизведение явления, процесса в заданных условиях, в ходе которого проверяется выдвигаемая гипотеза.**

Эксперимент более сложный метод эмпирического познания.

Он включает в себя другие методы эмпирического исследования (наблюдение, измерение, описание) и предполагает активное, целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект, возможность создавать искусственные условия его изучения и воспроизводить условия эксперимента столько раз, сколько это необходимо для получения достоверных результатов.



## Экспериментальное изучение объектов по сравнению с наблюдением имеет преимущества:

1. в процессе эксперимента становится возможным изучение того или иного явления в «чистом виде»;
2. эксперимент позволяет исследовать свойства объектов действительности в экстремальных условиях.

Эксперименты могут быть классифицированы по различным основаниям:

- по отраслям научных исследований: физиологические, экологические, зоологические, ботанические, анатомические, микробиологические, цитологические и т.д.
- по характеру взаимодействия средства исследования с объектом: обычные и модельные.

При обычных экспериментах экспериментальные средства непосредственно взаимодействуют с исследуемым объектом. При модельных экспериментах модель замещает объект исследования. При этом модельные эксперименты делятся на мысленные (умственные, воображаемые) и материальные (реальные).

В зависимости от характера решаемых проблем эксперименты подразделяются на исследовательские и проверочные.

Исследовательские эксперименты дают возможность обнаружить у объекта новые, неизвестные свойства.

Проверочные эксперименты служат для проверки, подтверждения теоретических построений. Причем, они ставятся таким образом, чтобы не столько подтвердить, сколько опровергнуть данную гипотезу.

Исходя из методики проведения и получаемых результатов, эксперимент можно разделить на качественные и количественные.

Качественные эксперименты не приводят к получению каких-либо качественных соотношений. Они позволяют лишь выявить действие тех или иных факторов на изучаемый объект.

Количественные эксперименты направлены на установление точных количественных зависимостей в исследуемом явлении.

Для успешного проведения исследования объекта необходимо разработать специальную программу в виде вопросов и методических предписаний.

Планирование эксперимента состоит из следующих разделов:

- 1) определение цели опыта и формы конечных результатов, выявление нерешенных вопросов;
- 2) выбор теоретической модели;
- 3) установление очередности этапов решения задания;
- 4) определение пространственного и временного объема исследования, а также объема выборки в тех случаях, когда применяется статистический анализ;
- 5) разработка программ наблюдений и планирование отдельных этапов выполнения задачи, расстановки сил и расходования средств.

Условия проведения опыта должны находится под строгим контролем экспериментатора.

План проведения эксперимента показывает, что этапы познания не представляют собой линейной системы. Наблюдению в процессе исследования почти всегда предшествует выдвижение гипотезы, которая формулируется на базе уже сложившихся теоретических представлений и накопленных фактов об исследуемом объекте. Начав с выдвижения гипотезы, экспериментатор в дальнейшем собирает и обрабатывает свои измерения ради доказательства или опровержения этой гипотезы.

Хорошо поставленный эксперимент должен отвечать следующим требованиям:

- 1) при измерениях не должно быть допущено систематических ошибок;
- 2) случайные ошибки должны быть уменьшены путем увеличения числа наблюдений (случайные ошибки часто связаны с недостатком квалификации экспериментатора или с точностью приборов);
- 3) выводы должны иметь высокую степень пригодности, они не должны объяснять только данный эксперимент;
- 4) эксперимент должен быть прост для проведения и для анализа результатов;
- 5) результаты опыта должны быть пригодны для применения статистического анализа, включая и вычисление степени неопределенности полученных результатов.

## 9. Выбор размера опытной и учетной площади делянок, повторность.

Размер делянки.

Делянки - участки одинаковой площади и формы, на которые делят опытный участок. На них размещают варианты схемы опыта по определенному плану.

Различают две площади делянки: опытную (посевную) и учетную.

Опытная площадь - площадь делянки, на которой размещают один вариант опыта. На опытную площадь делянки рассчитывают и вносят удобрения согласно варианту схемы опыта, проводят все операции по обработке, посев и дальнейшие работы по уходу.

Учетная площадь - площадь делянки, с которой учитывают урожай.

Она меньше опытной площади из-за выделения со всех сторон опытной делянки, полос, называемых защитными. Урожай с защитных полос убирают раньше и не учитывают.

Размеры опытной и учетной делянок в конкретных условиях полевого опыта зависят от

характера изучаемого вопроса и требований к точности опыта;  
степени и характера пестроты почвенного покрова;  
особенностей культуры в опыте;  
агротехники;  
машин и орудий, применяемых в эксперименте.

Обычно для полевого опыта проектируют величину делянки, равную минимальной площади, обеспечивающей необходимую точность опыта и допускающей проведение всех работ, включая учет урожая, с максимальной механизацией. Размер делянки часто тесно связан со схемой опыта и числом вариантов в ней.

Размер делянок зависит:

от биологических и агротехнических особенностей изучаемой культуры;  
от темы опыта;

Для определения влияния на урожай индивидуальной изменчивости растений на учетной площади делянки должно быть не менее 200 растений. Для культур сплошного посева (зерновые, лен, травы), в котором на 1 м<sup>2</sup> приходится несколько сотен растений, делянки могут быть меньше, чем для пропашных (сахарная свекла, картофель, кукуруза, подсолнечник), где на 1 м<sup>2</sup> находится 2—6 растений.

## **Защитные полосы.**

Защитные полосы – участки на границах смежных делянок и по краям делянок, соприкасающихся с дорогами или незасеянными участками поля.

Назначение защитных полос – исключение из учета урожая растений, которые находятся на краях делянки и отличаются по развитию и величине урожая от растений во внутренней части делянки.

## **Форма делянки.**

Вытянутая прямоугольная форма делянки дает более высокую точность. Вытянутую форму делянки следует предпочесть, если обрабатывают и засевают каждую делянку отдельно (техника внесения удобрений, рядковое удобрение).

Для пропашных культур делянки удобнее размещать параллельно направлению рядков и ширину делянки брать кратную ширине междурядий.

В опытах с рядковым удобрением ширина делянки должна быть кратной ширине рабочего захвата комбинированной сеялки. Однако такая форма годится лишь для более крупных делянок.

**Недостаток делянок вытянутой формы** (отношение длины к ширине более 10) — большой периметр. Чем он больше, тем сильнее сказывается влияние края и соседей на результаты. Поэтому возникает необходимость обязательного введения защитных полос.

Площадь их значительно больше на узких длинных делянках, поэтому при ограниченном участке и малых размерах делянок (меньше 150 м<sup>2</sup>) им следует придавать форму, близкую к квадрату, а повышения точности опыта добиваться увеличением повторности.



## **Повторность опыта.**

Повторность опыта его в пространстве – расположение каждого варианта схемы опыта повторно на нескольких одноименных делянках.

**Повторные делянки** – части одной большой делянки, равномерно размещенные в разных местах опытного участка. Этим достигается более полный охват каждым вариантом почвенной пестроты участка.

Средние урожаи, вычисленные с нескольких одноименных делянок, будут более точными, чем урожаи с отдельных делянок.

Повторность позволяет при отсутствии данных дробного учета получить представление о пестроте почвы на опытном участке, о ее влиянии на урожай с отдельных делянок. Об этом говорит степень расхождения между урожаями на повторных делянках одного и того же варианта.

## **Повторность позволяет путем математической обработки результатов опыта методами вариационной статистики:**

повысить точность опыта;

количественно определить его точность;

дать оценку математической достоверности полученных разниц в урожаях сравниваемых между собой вариантов.

Чем меньше делянка, тем больше должна быть повторность в опыте.

При определенной установленной площади делянок число повторностей в опыте будет зависеть от:

пестроты плодородия опытного участка;  
требуемой (в зависимости от темы) точности опыта.

**Минимальная повторность 2-кратная.**

Однако ее недостаток является риск выпадения одной делянки по случайным причинам, что ведет к выбраковке из опыта всего варианта.

В условиях производства ограничиваются минимальной повторностью, добиваясь снижения относительной ошибки опыта при небольшом числе вариантов увеличением площади делянки.

## Тема 1.3. Основные элементы методики полевого опыта, их влияние на точность

Основными элементами методики полевого опыта являются:

Число вариантов;

Площадь и форма делянок;

Число повторностей;

Направление их размещения;

Метод расположения вариантов на территории опытного участка;

Есть много различных способов повышения точности опыта. Большинство из них направлено на уменьшение ошибок, которые возникают от пестроты плодородия почвы на опытном участке. Уменьшение таких ошибок в значительной степени зависит от: числа вариантов и повторностей, площади и формы делянок, направления их размещения, метода размещения повторений.

Исходя из того, что полевой опыт проводят на делянках, имеющих определенный размер и форму. Делянки служат для размещения на них изучаемых и контрольных вариантов. Опытная делянка – это часть площади опытного участка определенного размера и формы, предназначенная для размещения на ней варианта опыта, т.е. какого-либо изучаемого фактора (агротехнического приема, сорта, растения). При определении точности опыта исходят из учетной (которую учитывают при изучении опытного варианта) площади делянки.

Влияние размеров делянок и их повторности на точность опыта.

## **Размер опытных делянок, их минимальная величина устанавливается в зависимости от:**

- 1) пестроты почвенного плодородия;
- 2) рельефа участка, назначения опыта;
- 3) изучаемых вопросов, определяющих применение в опыте агротехнических приемов;
- 4) свойств подопытного растения.

Целесообразно проектировать делянки, допускающие проведение всех полевых работ с максимальным использованием механизации, начиная с обработки почвы, посева и кончая уборкой урожая. Поэтому предел, меньше которого не должна быть площадь делянки, определяется возможностью проводить все агротехнические мероприятия.

Теоретически можно ожидать, что увеличение площади делянки может иметь определенное значение, поскольку на небольшой площади может разместиться малое число растений и индивидуальные различия их не будут компенсированы числом. Поэтому чем крупнее высеваемое растение, тем больше должна быть минимальная площадь делянки. При этом следует учитывать, что точность опыта, обуславливаемая пестротой плодородия почвы, повышается с увеличением величины делянки до тех пор, пока общая площадь всего опыта укладывается в пределах сравнительно однородного участка. Как только часть опыта или части делянок выйдут за пределы однородного участка, так изучаемые, варианты будут находиться в несравнимых условиях, и поэтому точность опыта, заметно снижается. Устранить этот фактор несравнимости можно при сближении делянок, т.е. при уменьшении их ширины и одновременно увеличении длины.

При установлении размера опытной делянки следует учитывать особенности биологии и агротехники сельскохозяйственных растений (ширину междурядий, густоту стояния). Густота стояния культур сплошного посева (яровая пшеница, ячмень, овес) обычно составляет 500 и более растений на 1 м<sup>2</sup>. Совершенно в ином положении находятся пропашные культуры, выращиваемые широкорядно или квадратно-гнездовым способом (кукуруза, картофель, овощи), когда на 1 м<sup>2</sup> размещаются 2-6 растений.

**Крупная делянка имеет преимущество перед небольшой только при проведении многолетних опытов**, когда возникает необходимость изучать новые факторы или приемы, не предусмотренные при закладке опыта. В подобных случаях большую делянку можно разделить (расщепить) на несколько более мелких и заложить на них дополнительные варианты или ввести новый фон для изучения эффективности уже имеющихся вариантов. В связи с этим многолетние опыты целесообразно закладывать на делянках 200-300 кв. м, с тем чтобы при необходимости расщепления каждая из них имела площадь 50-100 кв. м. При проведении опытов в условиях производства нет объективных оснований к значительному увеличению размера делянок. Площадь делянки должна быть такой, чтобы можно было выполнять все полевые работы, достаточно типичные для агротехники и уровня механизации передовых хозяйств данного района. Поэтому размер делянок опытов, заложенных в производственных условиях, варьирует в широких пределах – от 100 до 3000 кв. м и больше.

отметить, что метод полевого опыта должен использоваться для научной разработки новых приемов, а не внедрения уже разработанных способов возделывания, поэтому большой размер делянок не достоинство, а скорее наоборот; применение крупных делянок (более 1000 кв. м) часто лишает опыт достоверности по существу, не говоря уже об увеличении материальных и трудовых затрат, необходимых для проведения опыта на больших площадях.

Как исключение можно привести пример селекционеров, которые на первых стадиях селекционной работы, когда имеется ограниченное количество семян, с успехом используют делянки размером 0,5-2 кв. м, а в малых сортоиспытаниях – 5-10 кв. м и при очень тщательной обработке получают высокую точность опыта. Конкурсное сортоиспытание проводят обычно уже на делянках площадью 50-100 кв. м и редко 200 кв. м. Большую часть агротехнических опытов, не требующих отдельной обработки делянок, закладывают обычно на делянках 50-200 кв. м. При изучении способов обработки почвы или других приемов, требующих отдельного применения машин и орудий на каждой делянке, размер ее приходится иногда увеличивать до 300 и даже 1000 кв. м.

Фруктовые и овощные культуры имеют довольно высокий нижний предел площади делянки: она должна быть достаточной, чтобы индивидуальная (генетическая) изменчивость растений не оказывала существенного влияния на ошибку опыта. Например, в опытах с плодовыми на каждой делянке размещается 6-10 и более деревьев, а кустарниковых ягодников – 10-20. В подобных случаях площадь делянки может значительно отклоняться.

Таким образом, полевые опыты следует ставить на делянках сравнительно небольшого размера, дающих возможность нормально проводить все агротехнические работы. На таких делянках гораздо легче достичь большой

данные о продуктивности и урожайности этих культур оптимальный размер делянок для культур сплошного посева составляет 50-100 м<sup>2</sup>, для пропашных 100-200 м<sup>2</sup>. Однако эти размеры не являются постоянными. Для культур сплошного посева в случае, если исследование находится на первоначальных этапах исследований, допускаются минимальные делянки площадью 20-25 м<sup>2</sup>; делянки площадью менее 10 м<sup>2</sup> обычно применяют в опытах по селекции растений в целях экономии посевного материала; в многолетних опытах размеры делянок увеличивают до 300 – 500 м<sup>2</sup>.

Устанавливая площадь делянки, необходимо учитывать особенности почвенных условий, рельеф местности и другие причины, обуславливающие появление ошибок. В районах с выровненным рельефом и большими однородными по плодородию почвы участками (в условиях степной зоны, частично лесостепной) увеличение площади делянок может давать положительные результаты. В регионах с холмисто-увалистым, бугристым рельефом и значительной пестротой почвенного плодородия (подтаежная и таежная зоны) при увеличении размеров делянок часть их будет выходить за пределы однородных участков и вследствие этого точность опыта понижается. Поэтому точность опыта здесь должна повышаться не за счет увеличения площади делянки, а с помощью других способов уменьшения ошибки – увеличении повторности, выбора рациональной формы делянки.

Таким образом, при планировании опыта следует стремиться к минимальному размеру делянок, обеспечивающему возможность проведения сельскохозяйственных работ и размещение достаточного числа растений для того, чтобы исключить влияние их индивидуальной изменчивости.

Наиболее действенным средством повышения точности является введение нескольких повторных делянок для каждого варианта опыта. Повторные делянки

**Повторностью опыта на территории называют число одноименных делянок каждого варианта**, повторностью опыта во времени – число лет испытаний новых агротехнических приемов или сортов.

Экспериментальные данные показывают, что при увеличении числа повторностей (при 4-6 кратной) точность опыта нарастает быстрее, чем при увеличении площади делянки. Дальнейшее увеличение числа повторностей нецелесообразно, так как объем работ при этом возрастает, а уменьшение ошибки опыта незначительное. Преимущество увеличения повторности по сравнению с увеличением площади делянки бывает более существенно, если располагать целые повторения в пределах отличающихся, но внутри себя однородных частей участка опыта. Повторность опыта определяется изменчивостью плодородия опытного участка и заданной величиной ошибки опыта. Поэтому при планировании исследований требуемую ошибку опыта определяют заранее, еще до закладки и проведения опыта, привлекая данные дробного учета **урожая рекогносцировочных посевов**. Для этого в качестве критерия изменчивости урожая используют стандартное отклонение.

Необходимое количество повторений можно вычислить, если известен коэффициент вариации ( $V$ ) и ошибка ( $SX$ ) полевого опыта:  $n = (V/SX)^2$ . Причем, число повторностей прямо пропорционально коэффициенту вариации и находится в обратной зависимости от ошибки опыта. Точность опыта (допустимая величина ошибки), в свою очередь, определяется масштабом тех различий между вариантами, которые предполагается получить в опыте. Этот факт следует учитывать при постановке исследований.



Кроме пестроты участка и желательной точности опыта, при установлении повторности следует считаться и с техническими условиями. Увеличение повторности, а, следовательно, и общего числа делянок в опыте чрезвычайно усложняет работу по закладке опыта и учету урожая: требуется дополнительная площадь сноповых сараев и сушилок, дополнительных анализов. Поэтому применение большой повторности в опытах целесообразно только на хорошо оборудованных опытных полях.

Необходимо учитывать, что двукратная повторность не дает возможности, судить какой, из результатов находится ближе к истинной средней величине. Только при числе повторений больше двух можно отличить повторения, колеблющиеся около средней арифметической величины, от резких случайных отклонений.

**Учитывая, что точность опыта при увеличении повторности нарастает быстрее, чем при увеличении площади делянки**, то применяя малые делянки, но с большой повторностью, можно добиться большей точности при меньшей площади под опытами. Это способствует, во-первых, повышению точности, во-вторых, дает возможность при обработке данных пользоваться методами вариационной статистики.

В практике опытных учреждений, при делянках площадью 50-100 м<sup>2</sup> и выше удовлетворительной считается четырехкратная повторность.

При площади делянок 20-50 м<sup>2</sup> следует иметь шести-восьми кратную повторность. Меньшей величиной повторности можно пользоваться только в условиях степной зоны.

**Форма и направление делянки.** Точность опыта может быть повышена также за счет правильного выбора формы делянки. Говоря о форме делянки, имеют в виду отношение ее длины к ширине.

Делянки называют квадратными при отношении сторон, равном 1 (10\*10м или 5\*5);

прямоугольными - при отношении длины к ширине больше 1, но меньше 10 (5\*20 или 4\*20);

удлиненными – при отношении более 10 (2,5\*40 или 4\*60).

# Размещение делянок в натуре на опытном поле



# Размещение делянок в натуре на опытном поле



Форма делянки определяется видом опыта, особенностями проводимых на нем сельскохозяйственных работ и должна обеспечивать удобство выполнения этих работ.

Наилучшую для данного участка форму делянки можно определить непосредственно, комбинируя данные дробного учета. При отсутствии этих материалов следует исходить из следующих соображений: удлиненная форма делянки обеспечивает большую точность опыта, так как чем длиннее делянка, тем полнее она охватывает пестроту плодородия земельного участка и обеспечивает лучшую сравнимость вариантов опыта.

Особенно необходима удлиненная форма при наличии явно выраженного систематического изменения плодородия полевого участка, в каком – либо одном направлении.

При этом делянки должны быть вытянуты в том направлении, в котором изменяются свойства почвы на участке. Так, закладывая опыт на склоне делянки обязательно должны быть, вытянуты вдоль склона, равномерно захватывая все его части. При наличии на участке каких-либо полос различного плодородия делянки должны располагаться поперек этих полос.

Удлиненная форма делянки необходима в опытах, требующих отдельного применения на делянках сельскохозяйственных орудий и машин. Это, прежде всего, опыты по изучению обработки почвы, способов посева, опыты по сортоиспытанию и при изучении сельскохозяйственных машин и орудий, с механизированным внесением удобрений. Таким образом, в зависимости от типа опытов (обработка почвы, удобрение, севообороты, сортоиспытание) применяют делянки, длина которых превышает ширину в 5, 25, 50 раз. Ширина делянки делается в этом случае равной или кратной ширине захвата сеялки. Для широкорядных и пропашных культур ширина делянок должна быть согласована с шириной междурядий. В случае кукурузы и подсолнечника берут делянки шириной 6 рядков при междурядьях 70 см; для сахарной свеклы 10 рядков при междурядьях 45 см, а ширина делянки должна быть равна ширине захвата сеялки.

Однако удлиненная форма делянки применима лишь на делянках достаточно крупного размера. Небольшие делянки при удлиненной форме получаются настолько узкими, что не допускают выделения достаточных защитных полос. Поэтому удлиненную форму следует применять лишь при величине не менее 50 м<sup>2</sup>. Более мелким делянкам выгоднее придавать форму, приближающуюся к квадрату, добиваясь необходимой точности опыта за счет увеличения повторности.

В опытах с небольшим числом вариантов (8-10) и размером делянок около 100 м<sup>2</sup> достаточно высокая точность получается и при прямоугольных и квадратных делянках. Квадратная форма делянки предпочтительнее прямоугольной и удлиненной в опытах, где смежные варианты могут сильно влиять друг на друга. В связи с этим необходимо выделять большие боковые защитные полосы, чтобы устранить возможные искажения урожая. Искажения могут возникнуть в результате перемещения почвы с внесенными в нее удобрениями с одной соседней делянки на другую во время обработки почвы либо сноситься ветром. В этих случаях преимущество в экономии опытной полезной площади, безусловно, принадлежит делянкам квадратной формы.

При изучении химических средств борьбы с болезнями и вредителями необходимо иметь в виду, что из центра делянки квадратной формы вредителям и грибам труднее мигрировать на соседние делянки, так как путь их длиннее, чем из центра прямоугольной и удлиненной делянки.

Известно, что особенно сильно плодородие почвы и другие условия выращивания растений меняются вдоль склона. Поэтому при расположении опыта на склоне направление длинных сторон делянок надо ориентировать вдоль, а не поперек склона. По такому же принципу закладывают опыт на полях с поперечными защитными лесными полосами: делянки располагают длинной стороной перпендикулярно к лесной полосе. При закладке опытов на выравненных по плодородию участках направление делянок не оказывает влияния на точность опыта и определяется техническими условиями проведения эксперимента.

Говоря о форме делянки, обычно имеют в виду отношение ее длины к ширине. Делянки называют квадратными при отношении сторон, равном 1 (10× 10 м или 5× 5 м); прямоугольными – при отношении длины к ширине больше 1, но меньше 10 (5× 20 или 4× 20 м); удлиненными – при отношении более 10 (2,5× 40 м или 4× 60 м). Данные рекогносцировочных посевов позволили установить, что длинные узкие делянки полнее охватывают пестроту земельного участка и обеспечивают лучшую сравнимость вариантов опыта.

Эффект от удлинения наиболее сильно проявляется при отношении сторон в пределах 1:10– 1:15. Дальнейшее удлинение не дает существенных положительных результатов и бывает целесообразным лишь с точки зрения технологического удобства, например, в сортоиспытании, при постановке опытов со сроками, способами и нормами посева и др.



## **Методы размещения вариантов в опыте.**

Для правильного решения тех или иных вопросов в полевом опыте и получения достоверных результатов большое значение имеет способ размещения делянок на опытном участке.

**Метод расположения делянок в опыте должен обеспечить наибольший охват каждым вариантом пестроты почвенного плодородия опытному участку.**

Соблюдение этого требования способствует созданию условий сравнимости между вариантами и обеспечивает большую типичность, достоверность результатов и наименьшую ошибку опыта.

Выбор метода размещения вариантов в полевом опыте зависит от многих факторов – от числа вариантов в схеме, технических условий постановки и проведения опыта, общей площади участка и особенно от неоднородности его почвенного плодородия.

На изменчивость плодородия почвы оказывают влияние климатические условия, почвенный покров, технология обработки, выращиваемые растения, ранее вносимые органические и минеральные удобрения. Поэтому экспериментатор не всегда имеет возможность выбрать для проведения опыта однородный во всех отношениях земельный участок.

Нужно четко представлять всю сложность конкретной обстановки и хорошо знать основные закономерности территориальной изменчивости плодородия почвы, поскольку именно они являются основой для методов размещения вариантов на опытном участке.

**При размещении вариантов опыта по делянкам участка внутри повторения используют три группы методов:**

- 1) стандартный;**
- 2) систематический;**
- 3) случайный.**

В зависимости от конфигурации и микрорельефа опытного участка, а также сложности схемы эксперимента опытные делянки располагают по одному из разработанных методов в опытном деле.

**Стандартный метод размещения вариантов зародился и разработан на опытных станциях в России и Норвегии.**

**Стандарт - с англ., означает «мерило».** В отношении полевого опыта стандартный метод назван так, потому, что эффективность того или иного приема или сорта измеряется одним и тем же мерилом, т.е. стандартом. Для этого рядом с каждой делянкой либо через две размещают контрольный вариант (стандарт).

В полевых опытах контролем называют тот вариант, с которым сравнивают изучаемые варианты. Поэтому, для каждой опытной делянки сравнение осуществляется со своим контролем. Таким сравнением или оценкой стремятся устранить влияние пестроты почвенного плодородия.

Стандартные методы основаны на том, что плодородие участка изменяется в пределах опыта постепенно, а между исходными урожаями ближайших делянок наблюдается корреляционная зависимость. В связи с этим данный метод размещения вариантов применяют на опытных участках с закономерным варьированием плодородия почвы.

Стандартный метод является целесообразным приемом оценки на первых ступенях селекционной работы при выведении сорта, в питомниках и при предварительных испытаниях, когда имеют дело с очень ограниченным количеством семян для посева и невозможно воспользоваться нужной величиной и формой делянок.

**Однако практика применения и изучения стандартного метода выявила следующие его недостатки:**

1. Громоздкость метода; при большом числе изучаемых вариантов значительно увеличивается площадь опыта.
  2. Контрольный и изучаемый варианты не всегда располагаются на однородной по плодородию площадке. Поэтому, утрачивается тесная корреляционная зависимость между урожайными данными, получаемыми на соседних делянках.
  3. Большое число вариантов (свыше 12) в схеме опыта затрудняет сравнение урожайных данных делянок, расположенных далеко друг от друга.
- При систематическом методе опытные варианты располагают на делянках внутри повторений в определенной последовательности.
- Данный метод предполагает несколько способов размещения вариантов.

**В настоящее время широко применяются: последовательное размещение вариантов в один ярус и шахматное при расположении повторений в несколько ярусов.**

Наиболее простым является последовательное расположение делянок в один ярус. Варианты на делянках располагаются в той последовательности, которая заранее установлена исследователем на основании организационно-технических причин – удобства обработки почвы, внесения удобрений, посева, ухода, уборки.

Так, например, если в первом повторении варианты опыта располагались в порядке 1, 2, 3, 4, 5, то такой же порядок размещения вариантов должен сохраняться во всех остальных повторениях.

**При шахматном размещении порядок следования вариантов в повторениях разных ярусов сдвигается.**

Чтобы определить число делянок, на которые необходимо сдвинуть размещение вариантов в последующих ярусах, количество вариантов опыта делят на число ярусов. Например, при шести вариантах и трехъярусном расположении повторений делянки во втором ярусе следует сдвинуть на 2 номера, а при двухъярусном - на три номера.

**Систематические методы отличаются простотой, но и они не лишены недостатков.**

Так, при закономерном варьировании плодородия почвы недостатком систематического расположения вариантов является вероятность накопления систематических ошибок, которые возникают из-за возможности корреляции этого метода размещения с изменением плодородия почвы. В данном случае одна часть вариантов будет находиться внутри повторений на близко расположенных делянках, а другая на отдаленных друг от друга делянках. Это приводит к недостоверным сравнениям вариантов между собой и контролем.

Помимо перечисленных способов расположения опыта, предусматривающих определенную систему в размещении делянок, **некоторые исследователи, преимущественно английские (Р. Фишер), предложили случайное (рендомизированное) размещение делянок.**

## **Техника рендомизации**

Вопреки мнению ряда экспериментаторов методы случайного размещения вариантов распространены не только за рубежом (в Англии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Италии, Польше, США, Чехословакии), но и в нашей стране. **С 1960 г. методы рендомизации применяются в опытной работе ТСХА.**

На экспериментальной базе академии Михайловское однолетние и стационарные длительные опыты, требующие точных сравнений и статистической оценки, заложены методами, основанными на принципах рендомизации.

Рендомизированные методы используют в опытной работе научно-исследовательские учреждения Литовской ССР, Латвийской ССР, Эстонской ССР, некоторые сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения, Всесоюзного института защиты растений,

Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока, Украинского научно-исследовательского института растениеводства, селекции и генетики и других научных учреждений.

Рассмотрим подробнее наиболее распространенные рендомизированные методы размещения вариантов в полевом опыте и технику рендомизации.

### **Техника рендомизации.**

Наиболее простой способ рендомизации заключается в следующем. Варианты нумеруют или обозначают буквами, и эти обозначения пишут на одинаковых карточках.

Затем карточки тщательно перемешивают, после чего вынимают по одной.

Варианты в повторении размещают на делянках в последовательности, определенной жребием, случаем.

**Для каждого повторения проводится своя рендомизация.**

# Размещение делянок в натуре на опытном поле с овощными культурами





Этот способ размещения обосновывается тем, что случайное размещение делянок лучше охватывает пестроту участка и тем, что методы математической статистики применимы в полной мере к случайным явлениям.

Поэтому статистическую обработку результатов опыта можно применять наиболее обоснованно при случайном расположении вариантов в пространстве.

Рис.3. Размещение делянок в натуре на опытном поле с овощными культурами

Рендомизированное размещение вариантов предусматривает случайное расположение их на делянках каждого повторения.

**В практике опытного дела наиболее распространенными считают метод латинского квадрата и латинского прямоугольника.**

**Расположение вариантов по методу латинского квадрата при соответствующей обработке результатов опыта позволяет исключить изменение плодородия почвы в двух направлениях.** Эта система расположения делянок может быть применена лишь при небольшом числе вариантов, причем число повторений должно обязательно равняться числу вариантов (4\*4, 5\*5, 6\*6). На площади участка их располагают рядами и столбцами. В каждом ряду и столбце должен быть полный набор всех вариантов (при этом ни один из вариантов не должен повторяться дважды ни в ряду, ни в столбце). Делянки могут быть квадратными или с длиной, несколько большей их ширины.

**Одним из главных недостатков метода является требование, чтобы число вариантов и повторений было равным.**

**В случае, когда число вариантов более 8, применяют метод латинского прямоугольника.** Эта система размещения вариантов предполагает, чтобы число вариантов было кратно числу повторений. Так, при трехкратной повторности эти методом можно разместить опыт с 6, 9, 12 вариантами, а при четырехкратной – с 8, 12, 16 вариантами. Частное от деления числа вариантов на число повторностей, показывает, на сколько делянок следует расщепить каждый вертикальный столбец соответствующего латинского квадрата. Следует помнить, что варианты по делянкам необходимо располагать случайно с таким расчетом, чтобы ряды и столбцы имели полный набор всех вариантов. Это устраняет влияние систематического варьирования плодородия почвы в двух перпендикулярных направлениях и путем математической обработки позволяет снизить ошибку эксперимента.

**Размещение опытных делянок методом латинского квадрата позволяет в значительной степени сэлиминировать, устранить влияние систематического изменения плодородия почвы опытного участка на результаты опыта по двум взаимно перпендикулярным направлениям.**

Для этого земельный участок квадратной или прямоугольной формы разбивают в горизонтальном и вертикальном направлениях на столько рядов и столбцов, сколько вариантов в опыте. Любой ряд и любой столбец включают полный набор изучаемых вариантов, которые размещаются на делянках квадратной или прямоугольной формы.

При удлиненной форме делянок латинский квадрат не имеет особых преимуществ перед методом рендомизированных повторений. Расположение опыта латинским квадратом требует, чтобы число повторений обязательно было равно числу вариантов. **Поэтому общее количество делянок в опыте всегда будет равно квадрату числа вариантов схемы.**

При четырех вариантах в опыте будет  $4 \times 4 = 16$  делянок, при пяти –  $5 \times 5 = 25$ , при шести –  $6 \times 6 = 36$  делянок и т.д. На площади их размещают рядами и столбцами. В каждом ряду и столбце должен быть полный набор всех вариантов, и, следовательно, ни один из вариантов не повторяется дважды ни в строке, ни в столбце. Кроме этих двух ограничений, варианты размещаются внутри столбцов и рядов случайно, по таблице случайных чисел.

Назовите основные элементы методики полевого опыта.

Что такое вариант, повторность?

В чем различие между повторностью и повторением?

Как влияют число вариантов и количество повторностей на ошибку опыта?

Какие данные необходимо учитывать при выборе земельного участка под опыт?

Для чего проводятся почвенные исследования земельного участка?

Что такое типичность опыта?

Назовите основные методы размещения вариантов на опытном участке.

В чем сущность стандартного метода размещения вариантов на опытном участке?

Что лежит в основе методов размещения вариантов на опытном участке?

Назовите требования, предъявляемые к расположению вариантов методом латинского прямоугольника и квадрата.

Что понимают под пестротой почвенного плодородия?

Что такое случайное и закономерное варьирование плодородия почвы?

Расскажите о систематическом и рендомизированном методах размещения вариантов на земельном участке.