

Лекция 2. Основные элементы методики полевого опыта

1. Виды полевых опытов.
2. Основные требования к научному эксперименту.
3. Виды ошибок.
4. Элементы методики полевого опыта.
5. Схема полевого опыта и требования к ней.
6. Площадь, форма, направление делянок.
7. Виды защитных полос.
8. Повторность и повторение.
9. Методы размещения повторений и вариантов.

1. Виды полевых опытов.

Полевые опыты делятся на две большие группы: *агротехнические* и *опыты по сортоиспытанию* сельскохозяйственных культур.

Основной задачей *агротехнических* опытов является сравнительная, объективная оценка действия различных факторов жизни, условий, приемов возделывания или их сочетания на урожай с.-х. культур и его качество. К этой группе относятся, например, полевые опыты по изучению обработки почвы, предшественников, удобрений, способов борьбы с сорняками, болезнями и вредителями, норм и сроков посева и т.д.

Опыты по сортоиспытанию, где сравниваются при одинаковых условиях генетически различные растения, служат для объективной оценки сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. На основании этих опытов наиболее урожайные, ценные по качеству и устойчивости сорта и гибриды районировать и внедряют в производство.

Опыты по сортоиспытанию ведут НИИ и опытные станции, ведущие селекционную работу, а так же сеть Госсортоучастков и станций.

В зависимости от количества изучаемых факторов, длительности проведения и охвата почвенно-климатических условий полевые опыты могут подразделяются на *однофакторные, многофакторные, краткосрочные, многолетние, длительные, единичные, массовые*.

Если в опыте изучается действие только одного простого или сложного (составного) количественного фактора в нескольких градациях или ряда качественных факторов, то такие опыты называют *однофакторными* или простыми (принцип единственного различия) (дозы удобрений, пестицидов, полива и т.д.).

Опыты, в которых изучается действие двух или нескольких факторов (приемов) называют *многофакторными* или *сложными*. В них при этом определяется не только действие, но и взаимодействие изучаемых факторов, которое может быть как положительным, так и отрицательным.

Опыты называют *единичными*, если их закладывают в отдельных пунктах, независимо друг от друга, по различным схемам.

Если полевые опыты одинакового содержания проводят одновременно по согласованным схемам и методикам в нескольких различных географических

(в масштабах страны, области, района), хозяйственных или почвенно-климатических условиях, и такие опыты объединены общей темой, их называют **массовыми** или **географическими**.

Основная задача *географических опытов* – проследить за действием изучаемого приема в различных почвенно-климатических условиях.

По длительности проведения полевые опыты разделяют на *краткосрочные, многолетние и длительные*.

Краткосрочные опыты, которые проводятся в течение 3-10 лет для оценки действия или, в крайнем случае, одного последствия изучаемого приема. Если они нестационарные, то длятся, как правило, 3-4 года, стационарные закладывают на стационарных участках и проводят 4-10 лет.

При изучении севооборотов, монокультуры, системы удобрений и обработки, известкования необходимо несколько лет или ротаций севооборота. Во подобных случаях ставят **многолетние** опыты. Такие опыты составляют особо важную группу методов агрономических исследований. *Многолетние* стационарные опыты имеют продолжительность 10-50 лет, *длительные* – более 50 лет.

Многолетние опыты могут быть *стационарными* и *нестационарными*. Первые закладывают и проводят в течение длительного времени на одном и том же месте, вторые закладывают ежегодно на новых участках.

Основная задача *стационарного многолетнего опыта* – изучение действия, последствия и взаимодействия систематически осуществляемых агротехнических приемов или комплексов их на продуктивность растений и плодородие почвы. Результаты таких опытов вносят существенные изменения в наши представления, сложившиеся на основе наблюдений и краткосрочных опытов. Такие опыты обычно проводят с систематическим внесением удобрений. Незаменимы при изучении физико-химических и биохимических процессов, медленно протекающих в почве и агрофитоценозах, расчетах баланса питательных веществ, учета потерь элементов питания и возможных масштабов загрязнения окружающей среды.

Например, с 1912 г. в ТСХА поддерживается монокультура овса, в Англии на Ротамстедской опытной станции - монокультура озимой ржи более 100 лет.

По месту проведения:

1. Полевые опыты, заложенные на специально организованных и приспособленных для этих целей участках или опытных полях.

2. Полевые опыты проводимые в производственной обстановке – на полях хозяйственных севооборотов.

Производственный сельскохозяйственный опыт – это комплексное, научно направленное исследование, которое проводится непосредственно в производственных условиях и отвечает конкретным задачам самого материального производства, его постоянного развития и совершенствования.

В задачу производственного с.-х. опыта входит изучение агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, а не отдельных приемов или элементов этой системы.

2. Основные требования к научному эксперименту

К эксперименту предъявляют следующие требования: типичность и пригодность, использование перспективных сортов и агротехники, соблюдение правила единственного логического различия, а также принципа целесообразности и оптимальности, учет, кроме урожая, и сопутствующих показателей, тщательное ведение необходимой документации, соблюдение достаточной точности, установление достоверности различий между вариантами, определение взаимосвязи между важнейшими показателями и др. Рассмотрим каждое из этих требований.

Типичность опыта. Опыты необходимо проводить в типичных для зоны, района и хозяйства условиях, на почвах, наиболее благоприятных для выращивания конкретных культур и распространенных в данной почвенно-климатической зоне, в данном административном районе или конкретном хозяйстве. Выполнение этого требования позволит дать рекомендации для всей территории, где размещаются типичные почвы. Однако если решается вопрос об улучшении других типов почв, об использовании неудобных крутых склонов, например для садов, то опыты ставят и в нетипичных условиях.

Для опытов с культурами, корневая система которых распространяется на большую глубину (плодовые, орехоплодные культуры, виноград), должны быть типичными и одинаковыми уровень грунтовых вод и подпочва. Типичным для данной зоны и района, а также одинаковой экспозиции и крутизны должен быть склон: более ровный – в степи, небольшой – в лесостепи, более крутой – в горных районах Закарпатья, Крыма, Кавказа и т. д. Закладка одного и того же опыта на склонах разной крутизны и экспозиции недопустима.

В опыте необходимо придерживаться типичной для зоны агротехники, рекомендованной научными учреждениями. Однако если в хозяйстве намечается переход к более перспективной технологии выращивания культур, следует использовать эту технологию.

Все работы в полевых опытах должны быть механизированы в соответствии с уровнем механизации в конкретном хозяйстве или районе. При этом желательно также, чтобы уровень механизации был перспективным, как и уровень всей агротехники.

Таким образом, в опыте необходимо выдержать типичность почв и подпочв, уровня грунтовых вод, склона, его экспозиции, агротехники и уровня механизации.

Пригодность опыта – это соответствие земельного участка, посадочного и посевного материала, а также агротехники задачам опыта. Например, под опыт выбраны типичные почва, подпочва, уровень грунтовых вод, склон. Цель опыта - изучить дозы азотно-фосфорно-калийных удобрений от 30 до 150 кг/га. А на всем участке в предыдущий год было внесено более 150 кг/га

азота, фосфора и калия. Очевидно, такой участок непригоден, так как максимальные дозы удобрений в опыте меньше тех, которые уже внесены. На таком высоком агрофоне может не проявиться эффективность изучаемых доз удобрений и выводы из опыта могут дезориентировать исследователя и обесценить опыт.

Для изучения влияния различной глубины обработки почвы под конкретную культуру планируют максимальную глубину вспашки 30 см, а в предыдущий год весь участок, отведенный под опыт, вспахивали на глубину 35 см или более. Очевидно, данный участок также непригоден для опыта. Перед закладкой опыта глубина обработки почвы на выбранном участке должна быть обычной, свойственной для поля овощного севооборота или конкретного сада, виноградника и не глубже той, которую планируется изучать.

Если предполагается изучать дозы пестицидов - инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и др., то для опытов пригодны участки, где дозы препаратов в предыдущий год были не выше тех, которые планируются в опыте. Вносить пестициды следует в тихую, безветренную, нежаркую погоду, чтобы рабочий раствор не сдувался ветром на соседние делянки, а также не вызывал ожогов растений.

В опытах необходимо использовать не только районированные, но и перспективные сорта и пригодный посадочный и посевной материал. В производстве происходит постоянная замена сортов на новые, более урожайные и комплексно-устойчивые к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды. В связи с этим не следует брать в опыт сорт, который в ближайшие 2...3 года будет снят с производства и заменен более перспективным. В противном случае рекомендации исследователя могут оказаться бесполезными. Информацию о перспективных сортах можно получить на госсортоучастке и в госинспекции по сортоиспытанию, которая обслуживает определенную зону сельскохозяйственного производства.

Посевной и посадочный материал должен быть пригодным и однородным, т.е. иметь одинаковую всхожесть и чистоту семян, луковиц и клубней. Саженцы для всех вариантов и повторений опыта должны быть стандартными – с одинаково развитой как надземной, так и корневой системой.

Требование **единственного логического различия** (единственного различия) означает, что в опыте можно изменять лишь тот фактор, который изучают, при строгом постоянстве всех других не изучаемых факторов и условий. Например, в опыте, где изучают нормы высева семян овощных культур, можно изменить только число высеянных семян на единицу площади. Все остальные элементы агротехники должны быть одинаковыми на всех делянках опыта. При изучении глубины и сроков вспашки, междурядных культур в садах и на виноградниках, доз удобрений и глубины их заделки, сортов и т. д. изменяют только эти отдельные факторы. В случае, когда изучают действие доз минеральных удобрений, а согласно агротехнике

надо вносить еще и навоз, дозы его во всех вариантах опыта должны быть одинаковыми. Только тогда можно вычленить действие минеральных удобрений.

Принцип целесообразности и оптимальности. Известно, что растения разных сортов плодовых, ягодных, овощных и других культур имеют различные размеры из-за разной силы роста. Например, сорт яблони Джонатан имеет крону в 1,5...2 раза меньшую, чем Ренет Симиренко, все сорта деревьев на карликовых подвоях имеют габитус кроны в несколько раз меньший, чем на сильнорослых. Поэтому деревья и сорта с малогабаритной кроной высаживают в производстве значительно гуще, чем сильнорослые. Шаблонно следуя правилу единственного различия, расстояния между деревьями в опытах как будто бы следует сделать одинаковыми для карликовых и сильнорослых деревьев. Но это будет противоречить здравому смыслу, идти вразрез с требованием оптимальной площади питания для сильнорослых и карликовых деревьев. Будет нарушен принцип целесообразности и оптимальности.

Этот же принцип будет нарушен, если сорта ранних сроков посева высевать одновременно с сортами поздних сроков посева; если ранозревающие сорта убирать одновременно с позднезревающими; если сильно реагирующие на удобрения сорта удобрять одинаково с остальными и т.д. Здесь сравнение сортов надо вести не при одинаковых, а при оптимальных условиях, соблюдая принцип целесообразности и оптимальности, творчески, а не шаблонно применяя правило единственного различия.

В опытах, кроме урожая, необходимо учитывать и другие сопутствующие показатели. Одна из главных задач опыта – не только выявить лучшие варианты, т.е. те, в которых получен наибольший урожай, но и объяснить причины повышения Урожая в одних вариантах и снижения в других. А это возможно лишь тогда, когда наряду с урожаем изучают и другие показатели – физические, химические, микробиологические свойства почвы, динамику роста надземной массы и корневой системы растения, товарные качества урожая, содержание в плодах, ягодах, овощах сахаров, кислот, витаминов, белка и других веществ. В опытах с удобрениями весьма желательно определять содержание элементов питания в растениях и почве, вынос питательных веществ растениями, коэффициент использования удобрений и т.д.

Однако в каждом опыте следует изучать лишь те показатели, которые необходимы для более глубокого познания явлений и процессов, влияющих на конечные и главные показатели – урожай и его качество. Необоснованный учет других показателей может только создать дополнительные трудности, не внося нового в результаты исследований.

В каждом опыте следует тщательно вести всю необходимую документацию. Одним из важнейших документов является *план опыта*, который включает научное обоснование темы исследований, схему опыта,

метод размещения вариантов, методику учетов и наблюдений, календарный план выполнения работ.

Второй важный документ – *первичные записи*, которые ведутся непосредственно на месте проведения опыта в дневнике опытных работ. В хронологическом порядке отмечают не только все выполненные работы и результаты опытов, но и особенности погоды. Здесь же указывают методики, по которым выполнялись те или иные работы.

Главную книгу опыта (журнал опыта) ведут в лаборатории. В журнале записывают результаты всех исследований (переписывают из дневника). Для удобства записей разрабатывают соответствующие формы таблиц, где указывают схемы опыта, повторности, средние арифметические и другие данные.

В *журналы лабораторного анализа* заносят результаты анализов растений, почвы, качества урожая, математической обработки данных полевых исследований и лабораторных анализов.

Отчет о научно-исследовательской работе – это итог каждого опыта.

Достоверность опыта. Опыт будет достоверным, если его схема логичная, правильная и факториальная, т. е. включает все варианты, необходимые для того, чтобы получить полный ответ на поставленные вопросы; методика исследований соответствует целям и задачам эксперимента; выбор объектов и условий исследований исходит из запросов производства.

Исследователю необходимо хорошо изучить смежные дисциплины. Исследователь, изучающий агротехнику определенной культуры, должен хорошо знать ее биологию, водный, воздушный, питательный режимы и физику почвы, ботанику и другие смежные дисциплины. Изучая эффективность удобрения, необходимо владеть основами почвоведения, агрохимии, биохимии, микробиологии, физической и коллоидной химии. Однако, прежде всего следует как можно лучше познакомиться с объектом своих исследований, получить полную информацию по исследуемым вопросам, а этого можно достичь детальным изучением литературы.

3. Виды ошибок.

Необходимо снижать ошибки, повышая точность опыта. Точность опыта – это степень близости его результатов к истинному значению, к объективной реальности. О точности опыта судят по обратной величине, т. е. по ошибкам. Различают три основных вида ошибок: систематические, грубые и случайные.

Перед началом эксперимента необходимо провести подготовительную работу. В предварительных опытах надо не только освоить методики анализа и выбрать лучший способ записи результатов, но и убедиться в исправности всех приборов и оборудования. В них же оценивают возможную величину ошибок. Она окажет влияние на стратегию основного эксперимента, ориентируя на наиболее точное измерение тех величин, искажение которых вносят основной вклад в ошибку конечного результата.

Перед началом работы проверьте, что те условия, которые сами собой понимаются, действительно соблюдаются: перед измерением убедитесь в

хорошей зачистке клемм электрических приборов, в горизонтальной установке весов. Проверьте, когда производилась калибровка приборов и проверка титра реактивов.

По непонятной причине особенно часто забывают проверить показания термометров, видимо многие исследователи подсознательно не считают их прибором. Когда-то одна группа в солидном академическом институте объявила о создании озимой пшеницы, способной вынести температуру на глубине узла кущения до -35°C . Разговоры о сверх морозостойкой пшенице скоро прекратились и сейчас авторы о нем не вспоминают. Причина этого псевдооткрытия, скорее всего, крылась в неисправных термометрах и самописцах.

Систематические ошибки – это постоянное завышение либо занижение результатов опыта под действием определенных факторов. Такими факторами могут быть закономерное изменение плодородия почвы в каком-то направлении, индивидуальное варьирование многолетних растений – плодовых, орехоплодных и ягодных, неисправность весов или других приборов и т. д. В связи с тем, что систематические ошибки однонаправленные, т. е. искажают результаты в одном направлении, они не могут взаимно погашаться. По этой причине систематические ошибки влияют как на точность наблюдения над отдельными растениями, так и на средние арифметические по отдельным деланкам и вариантам. Уменьшить систематические ошибки можно путем правильного планирования, закладки и проведения опыта.

Все издания по методике опытного дела уделяют внимание случайным ошибкам и вычислению их величины, но в любом опыте обязательно присутствуют систематические ошибки, против которых статистика бессильна. Причиной систематической ошибки, могут быть:

а) неточные измерительные приборы, небрежно приготовленные или старые реактивы, что преодолевается своевременной калибровкой и проверкой титра растворов;

б) реальная обстановка опыта в чем то отличающаяся от запланированной. Так, в многолетнем эксперименте в качестве систематической ошибки выступают климатические особенности каждого года. Именно сглаживание этой систематической ошибки и вынуждает нас проводить многолетние испытания новых сортов;

в) дрейф условий. Многие показатели могут плавно изменяться в ходе опыта. Так, при манометрическом измерении интенсивности дыхания результат будет искажаться изменением атмосферного давления в комнате при перемене погоды;

г) сам наблюдатель со всеми особенностями его характера и здоровья. Потому каждую серию наблюдений должен провести один экспериментатор. Но проверочное повторение эксперимента полезно полностью передоверить другому;

д) эффекты, неизвестные в силу неполноты наших теоретических знаний.

Грубые ошибки – это просчеты, промахи в работе. Например, можно неправильно записать массу урожая, ошибиться при снятии показаний прибора. Бывают случаи, когда на опытных делянках путают этикетки, дважды вносят удобрения, не на ту глубину обрабатывают почву и т. д. Из-за грубых ошибок иногда приходится браковать отдельные повторения, делянки или даже весь опыт.

Случайные ошибки обусловлены неизвестными, непредвиденными факторами и поэтому неизбежны. Они появляются под влиянием случайного варьирования плодородия почвы или самих многолетних растений. Эти ошибки могут завышать или занижать результаты исследований, т. е. они разнонаправлены. Существенно, что случайные ошибки взаимно компенсируются, поэтому с увеличением числа наблюдений погрешности опыта уменьшаются. Методы математической статистики позволяют определить величины случайных ошибок и вычленив их из общего варьирования экспериментальных данных в том случае, если эти данные не содержат грубых и односторонних систематических ошибок.

Заметим, что ошибки опыта не представляют собой ошибок расчета, они определяют величину отклонения фактического значения от истинного. Для повышения точности опыта рекомендуется увеличивать число повторностей, тщательно подбирать варианты, совершенствовать технику опыта, правильно отбирать экспериментальный материал, планировать и группировать экспериментальные единицы.

Субъективные ошибки. Экспериментатор должен рассматривать себя как некоторый элемент опыта, который так же вносит погрешности в конечный результат. Выясните, какие цифры вы склонны избегать при глазомерной оценке? В какое время суток вы работаете наиболее качественно?

Человек делает меньше ошибок, когда чувствует себя комфортно. Поэтому приборы, с которых снимаются показания, должны быть удобно расположены. Обеспечьте хорошее освещение рабочего места. Каждое измерение надо повторить хотя бы еще один раз. Это поможет избежать ошибок при снятии показаний приборов и записи и даст возможность оценить ошибку измерения. Когда результаты двух измерений сильно расходятся и ясно, что один из них ошибочный, вы обязаны провести дополнительные измерения.

В полевом опыте организуйте по возможности комфортные условия для работы и отдыха. Если вы целый день проведете на солнцепеке или вам некуда будет скрыться от дождя, ваша наблюдательность сильно понизится. В еще большей степени это относится к работе в условиях экспедиции.

4. Элементы методики полевого опыта.

Основными элементами методики полевого опыта являются: число вариантов и повторений, площадь и форма делянок, их ориентация на местности, метод расположения вариантов на земельном участке, система размещения повторений, делянок и вариантов на территории, метод учета урожая, организация опыта во времени.

Правильное сочетание всех элементов методики обеспечивает максимальную точность и типичность опыта, т.е. его репрезентативность в конкретных условиях.

Основная задача рационального сочетания основных элементов методики – возможное уменьшение различий в исходном плодородии сравниваемых делянок, обусловленных пестротой почвенного покрова.

5. Схема полевого опыта и требования к ней.

Схема опыта представляет собой совокупность опытных и стандартных вариантов. Под *опытным вариантом* понимают изучаемое растение, сорт, условия возделывания, агротехнический прием или их сочетание. Один или несколько вариантов, с которым сравнивают опытные, называют *контролем или стандартом*.

Число вариантов в опыте – обычно заданная величина, не влияющая на типичность опыта, но существенно оказывающая влияние на точность опыта, так как при прочих равных условиях опыт с большим числом вариантов будет занимать большую площадь.

Увеличение числа вариантов в опыте сверх 12–16, как правило, снижает точность опыта. Характерно, что при более крупных делянках увеличение числа вариантов значительно сильнее снижает точность опыта, чем при меньших размерах. С увеличением площади возрастает и пестрота почвенного плодородия и расстояние между сравниваемыми вариантами, поэтому трудно в этом случае уложить опыт в пределах однородной по почвенному плодородию площади.

Опыт с большим числом вариантов (16–20) требует, как правило, специальных методов постановки, а при 2–3 необходимо более высокая повторность, чтобы иметь достаточное число наблюдений для правильной оценки ошибки опыта. Поэтому при разработке схемы опыта нужно чтобы число вариантов было не более 12–16 и делянок 60–64.

Однако часто на первых этапах селекционного процесса, а также в Государственном испытании приходится работать с большим числом вариантов, которые требуют более сложных методов постановки, например, введение в каждое повторение 2–3 контрольных, использование метода расщепленных делянок, решетки, шахматного метода и т.д.

6. Площадь, форма, направление делянок.

Делянка – это часть опытного поля, на котором расположен вариант.

Все делянки в опыте должны быть одинаковыми по размерам и иметь прямые углы. Полевой опыт ставят на делянках, имеющих определенный размер и форму. Они служат для размещения контрольных и опытных вариантов.

Довольно часто размеру делянки придают особо пристальное внимание, так в 30-х годах XX века увлекались большими делянками (до 1 га и более), которое кроме снижения точности исследований и увеличения затрат, ничего не принесло. Мелкие делянки дают возможность проводить исследования экономнее, быстрее и в большем объеме.

Установлено, что точность опыта повышается по мере увеличения делянки до 100 м^2 , а в дальнейшем совсем незначительно, а за некоторым пределом даже снижается точность опыта.

С увеличением размера делянки возрастает общая площадь опыта, и он выходит за пределы выбранного для него однородного участка, перекрыть микропестроту почвы увеличением размера делянки практически невозможно.

Размер опытной делянки для различных видов полевого опыта в каждом конкретном случае будет меняться в зависимости от назначения и задачи опыта, культуры, степени и характера пестроты почвенного покрова, агротехники и от того, какими орудиями, машинами предполагается пользоваться и возможна ли одновременная обработка всех делянок или их придется обрабатывать раздельно. Целесообразно на делянках использовать максимальную механизацию.

В настоящее время в опытном деле наиболее широко используются делянки размером $50\text{--}100 \text{ м}^2$, а на первоначальных этапах исследовательской работы $5\text{--}25 \text{ м}^2$. Делянки меньше 10 м^2 применяют в микрополевых опытах при селекции растений, когда очень важно экономить посевной материал.

На размер оказывают влияние:

Ширина междурядий

Густота стояния растений

Ширина захвата техники

Для пропашных культур минимальная делянка должна иметь минимум $80\text{--}100$ растений, по данным некоторых авторов для картофеля достаточно $40\text{--}50$ и для кукурузы – 60 учетных растений.

Общее правило таково, что чем больше выращивается растений на единице площади, тем меньше может быть площадь делянки.

Наиболее целесообразно использовать размеры делянок исходя из мирового опыта в $50\text{--}100 \text{ м}^2$, отклонение зависит от культуры, технических условий, удобства проведения задач и агротехники.

В селекционной работе, особенно на первых стадиях, когда существует ограниченное количество семян, с успехом используются делянки размером $0,5\text{--}2 \text{ м}^2$, а в малых (предварительных) сортоиспытаниях – $5\text{--}10 \text{ м}^2$ и при очень тщательной обработке получают высокую точность опыта. Конкурсное испытание обычно проводят на делянках размером $25\text{--}100 \text{ м}^2$.

При изучении способов обработки почвы, требующих применение отдельных орудий, площадь увеличивается до $300\text{--}1000 \text{ м}^2$, а также при проведении многолетних опытов, чтобы в дальнейшем методом расщепленных делянок учесть другие факторы, которые раньше не были заложены в программе исследований.

Плодовые и овощные культуры имеют довольно высокий нижний предел площади делянки: она должна быть достаточной, чтобы индивидуальная (генетическая) изменчивость растений не оказала существенного влияния на ошибку опыта. Например, плодовых деревьев на делянке должно быть не

менее 6–10, кустарниковых – 10–20, и поэтому делянка может значительно отклоняться от 100 м².

Таким образом, полевые опыты следует ставить на делянках сравнительно небольшого размера, дающих возможность нормально проводить все агротехнические работы. Поэтому создание и серийное производство малогабаритной техники для экспериментальных работ в поле – один из важнейших факторов повышения производительности и эффективности сельскохозяйственных исследований.

Говоря о *форме делянки*, имеют обычно в виду отношение ее длины к ширине.

Бывают делянки:

квадратные (соотношение сторон равно 1) (10×10, 5×5 и т.д.)

прямоугольные (отношение длины и ширины больше 1, но меньше 10) (5×20, 4×20).

удлиненные – отношение больше 10 (2,5×40, 4×60 м).

Данные рекогносцировочных посевов позволили установить, что длинные узкие делянки полнее охватывают пестроту земельного участка и обеспечивают большую точность опыта, чем квадратные. При этом наиболее целесообразно иметь отношение 1:10 – 1:15.

Удлиненная форма оказывается наиболее рациональной при больших размерах делянок и при закладке опыта на склоне, когда можно ожидать заметного изменения плодородия. В последнем случае длинные, узкие делянки необходимо располагать вдоль склона так, чтобы каждая из них захватывала все его элементы.

Существенным недостатком длинных делянок является их большой периметр в сравнении с квадратными и прямоугольными, что приводит к выделению большой площади для устранения краевых эффектов и площадь защитных полос будет значительно больше, чем с другой формой.

Ширину делянок целесообразно устанавливать кратной ширине рабочих захватов сельскохозяйственных машин, особенно посевных и уборочных. Эффект от удлиненной делянки наиболее сильно проявляется при больших размерах, в сложных схемах, когда расстояние между делянками может быть значительным.

Квадратная форма делянки предпочтительнее прямоугольной и удлиненной в опытах, где смежные варианты могут сильно влиять друг на друга. Например, при внесении ядохимикатов возможен снос их, поэтому нужны большие боковые защитные полосы, что ведет к сильному сокращению учетной площади и увеличению общей площади опытного участка при удлиненных делянках.

При этом нужно помнить, что из центра делянки квадратной формы вредителям и грибам труднее мигрировать на соседние варианты, так как путь их длиннее, чем из других форм.

При наличии в схеме 8-10 вариантов и размеров делянки до 100 м² предпочтительнее всего прямоугольная форма.

Точность опыта во многом зависит от *направления делянок*, т.е. ориентации их на опытном участке. Участок должен быть ровным, склон не должен превышать 3°.

Сравнение изучаемых вариантов будет правильным, если опытные делянки располагать длинной стороной в том же направлении, в каком сильнее всего изменяется плодородие почвы. При любой другой ориентации делянок они в разной степени будут охватывать изменчивость плодородия земельного участка, что отрицательно скажется на точности опыта и затруднит объективную оценку его размеров.

По такому же принципу закладывают опыт на полях с полезачитными лесными полосами: делянки располагают длинной стороной перпендикулярно к лесной полосе.

При изучении болезней плодовых и ягодных культур делянки располагают длинной стороной вдоль ряда, т. к. многие болезни распространяются вдоль рядов через сомкнутые кроны, и болезнь можно ограничить на делянке, на которой она началась.

На выровненном участке по плодородию направление делянок не оказывает влияние на точность опыта.

7. Виды защитных полос.

Площадь делянок делится на общую, защитную и учетную. С защитной полосы урожай не учитывают и убирают в первую очередь. Когда говорят о площади делянок, то говорят об учетной площади.

Боковые защиты выделяют вдоль длинных сторон делянок для исключения влияния растений соседних вариантов, краевых эффектов, (орошение, внесение удобрений, гербицидов и т.д.). Чаще боковая защита составляет 0,5–1,5 м. При орошении, внесении гербицидов – 2–3 м и более.

В опытах по сортоиспытанию влиянием растений соседних делянок пренебрегают и боковых защиток не выделяют. Для разграничения изучаемых сортов между делянками оставляют узкие незасеянные полосы шириной 20–40 см.

Концевые защиты шириной не менее 2 м выделяют для предохранения учетной части делянки от случайных повреждений. Также для разворота сельскохозяйственных машин и орудий с обоих концов делянок отделяют защитные полосы шириной не менее 5 м.

В опытах с плодовыми и ягодными растениями на защитные полосы (защитки) отводят один или несколько рядов деревьев, кустов или лент малины и земляники. Защитные ряды создают как вокруг опытных делянок – внутренние защиты, так и вокруг всего опытного участка – внешние. Внутренние защиты предотвращают взаимное влияние соседних вариантов, внешние защищают делянки от потрав животных, наезда транспорта, придорожной пыли и уравнивают воздействие на опыт его неоднородных окраин. На внешние защиты отводят больше рядов растений, чем на внутренние.

Если окраины опытного участка на торцовых частях делянок одинаковые – одна и та же защитная или ветроломная полоса, одна и та же дорога или

открытая местность, то защиты не обязательны. При этом, однако, повторения размещают в один или максимум в два яруса, с одинаковым числом повторений в каждом ярусе.

Внутренняя защита в опытах с плодовыми культурами, как правило, состоит из одного ряда деревьев. Опыты без защиток не желательны даже при изучении обрезки, особенно если степень обрезки разная, так как при этом будут меняться не только освещенность деревьев, но и другие факторы их жизни. Необходимы защиты и в опытах с удобрениями.

Расширять междурядья для увеличения защитного пространства в саду или же пропускать ряды на том месте, где должна быть защита, недопустимо. Это будет методической ошибкой, ибо изменится не только площадь питания деревьев, но и все зависящие от нее условия. С каждой стороны защитных рядов выполняют те же агротехнические приемы, что и на прилегающей к защите делянке.

В опытах с пестицидами число защитных рядов увеличивают до двух-трех для того, чтобы предотвратить распространение вредителей и болезней и устранить перенос препаратов на соседние делянки.

Если опыт закладывают одновременно с посадкой сада, в защитных рядах рекомендуется высаживать растения сорта, который является хорошим опылителем учетных сортов. Если опыты закладывают в насаждениях, посаженных ранее планируемого опыта, защитные ряды и опытные делянки делают с учетом фактического насаждения.

Общее требование ориентации:

- делянки необходимо располагать длинной стороной в том направлении, в каком сильнее всего изменяются неизучаемые в опыте условия жизни растений, например плодородие почвы земельного участка, господствующие ветры, действие лесополосы, изгороди и т.п.

Это общее требование следует соблюдать всегда, кроме специальных опытов по изучению эрозии почвы и влияния склонов разной крутизны.

8. Повторность и повторение.

Данные полевого опыта получают с теми или иными случайными ошибками, обусловленными невыравненностью почвенного плодородия, индивидуальными различиями растений, случайными повреждениями и поражением их болезнями и вредителями, а также ошибками технического характера.

Согласно теории случайных ошибок, положительные и отрицательные ошибки возникают одинаково часто и при большем числе повторных наблюдений они могут компенсироваться. Следовательно, чтобы получить точное представление об истинном урожае растений того или иного варианта, необходимо делянку с этим вариантом повторить несколько раз.

Повторностью опыта на территории называют число одноименных делянок каждого варианта, а *повторностью* опыта во времени – число лет испытаний новых агротехнических приемов или сортов. Территориальная повторность дает возможность полнее охватывать каждым вариантом опыта пестроту земельного участка и получить более устойчивые и точные средние,

а повторность во времени позволяет установить действие, взаимодействие или последствие изучаемых факторов в разных метеорологических условиях.

При увеличении повторности заметно снижается ошибка опыта. Особенно сильно она снижается при увеличении повторности до 4-6-кратной, дальнейшее увеличение повторности сопровождается менее значительным уменьшением ошибки.

Средние урожаи, вычисленные по результатам нескольких повторных деленок, всегда более устойчивы и точны, чем поделеночные.

Повторение – часть опытного участка, на котором расположена вся схема опыта.

Эффективность повторности особенно четко проявляется, если целые повторения, т.е. весь набор изучаемых вариантов опыта, располагать в пределах даже сильно различающихся, но достаточно однородных внутри себя частей земельного участка.

9. Методы размещения повторений и вариантов.

Методика не допускает разрыва повторения, а схема опыта с полным набором вариантов составляет организованное повторение. Повторение, взятое в отдельности, представляет, в сущности, самостоятельный опыт и позволяет делать всевозможные сравнения между вариантами, т. к. различия в плодородии почвы внутри повторения меньше, чем между повторениями.

Метод размещения – это определенное чередование вариантов на опытных деланках в зависимости от задач и конкретных условий опыта. Как правило, плодородие почвы в различных местах опытного участка не однородно, оно варьирует либо случайно, либо закономерно. Еще сильнее варьируют урожай и другие учитываемые показатели при выращивании многолетних растений – плодовых и ягодных. Если это не учитывать, то одни варианты окажутся в лучших, другие – в худших условиях. В результате правило единственного логического различия нарушится и весь опыт будет поставлен под сомнение.

Исследования в садах и на виноградниках осложняются и колебаниями урожая по годам и вариантам. Поэтому необходимо повторять опыт не только в пространстве, но и во времени (по годам).

Повторения на опытном участке могут располагаться в один, два, три и более рядов (ярусов, поясов). Одноярусное расположение более желательно с точки зрения техники проведения опыта. Многоярусное расположение повторений применяют при большом числе вариантов и деленок в опыте, а также при ограниченном участке.

Варианты в повторении размещают различными методами, из которых основные:

Стандартный

Систематический

Случайный (рендомизированный)

В мелкоделеночных опытах, когда необходима высокая точность в определении прибавки урожая, может быть использовано многорядное

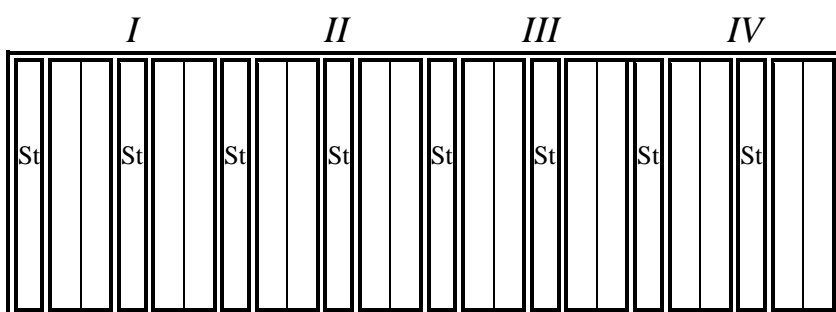
размещение всего опыта с шахматным расположением стандартных вариантов.

Стандартный метод – размещение контроля (стандарта) рядом с каждым опытным вариантом. Это один из первых методов, которым начали пользоваться экспериментаторы. Размещение стандарта через один вариант называют ямб-методом. При этом под стандарт (контроль) отводится половина опытных делянок, т.е. довольно большая площадь. Для ее уменьшения до одной трети используют дактиль-метод – размещение контрольных делянок через две опытные.

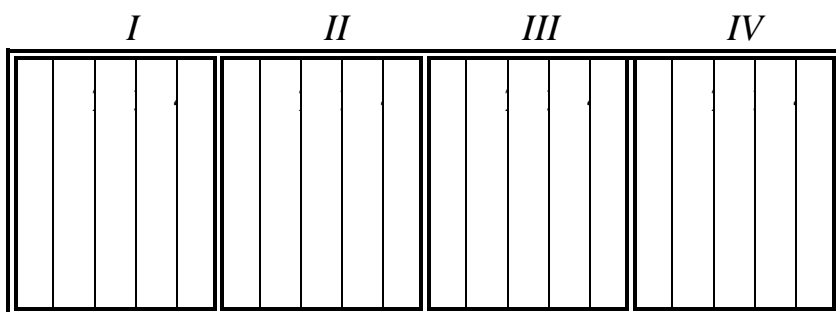
И при ямб-методе, и при дактиль-методе опыт должен не только начинаться, но и заканчиваться стандартом.

Методы размещения вариантов.

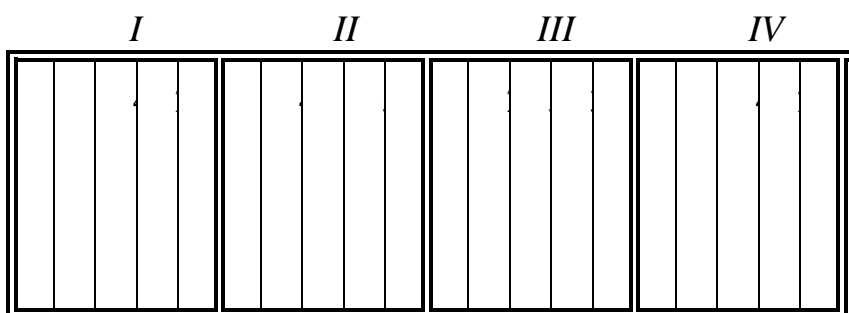
> стандартный



> систематический



> рендомизированный



Стандартные методы размещения вариантов могут использоваться в сортоиспытании, где они впервые и были рекомендованы. Их применяют, когда имеется очень мало семян нового сорта или гибрида. Эти методы весьма эффективны при большой пестроте плодородия почвы и других условий выращивания, так как каждый вариант контролируется

расположенным рядом стандартом. Однако для стандартных методов необходима значительная площадь, и в этом заключается их недостаток. Недостатком является и то, что не всегда существует прямая зависимость между соседними делянками варианта и стандарта, однако это наблюдается крайне редко.

Стандартный метод имеет следующие *недостатки*:

1. Не всегда наблюдается корреляционная зависимость между урожаями рядом расположенных делянок (об этом говорят данные дробных учетов рекогносцировочных посевов).

2. Очень трудно сравнивать опытные варианты, далеко расположенные друг от друга, что бывает при числе более 10–12 изучаемых вариантов.

3. Большая громоздкость методов и нерациональное использование земельной площади (при дактиль-стандарте – 40% уходит под стандарт, при ямб-стандарте – более 50% земельной площади). Чаще всего используется на первых ступенях селекционного процесса, когда из-за недостатка семян невозможно иметь требуемую площадь и повторность.

Достоинства: простота, а недостаток – возможное и часто совершенно непредвиденное искажение эффектов по вариантам, а также ненадежное в статистической оценке ошибки опыта.

Случайное или рендомизированное размещение вариантов по делянкам полевого опыта основано на следующих положениях:

1. Способствует лучшему охвату каждым вариантом пестроты плодородия почвы опытного участка и как бы нарушает систематическое изменение плодородия внутри повторения и исключает его влияние на результаты опыта.

2. Рендомизация устраняет корреляцию между изучаемыми вариантами и ставит их в одинаковые условия для сравнения.

3. Все методы статистического анализа основаны на принципе случайного отбора.

Варианты в опытах можно размещать методами рендомизированных повторений, латинского квадрата, латинского прямоугольника, полной рендомизации, расщепленных делянок, смешивания и т. д. в зависимости от варьирования плодородия почвы, других условий выращивания, урожая растений, показателей их роста.

Рендомизированные повторения - случайное размещение всех вариантов опыта в пределах каждого повторения. При этом в каждом повторении каждый вариант встречается только один раз.

Варианты в опытах можно размещать методами рендомизированных повторений, латинского квадрата, латинского прямоугольника, полной рендомизации, расщепленных делянок, смешивания и т. д. в зависимости от варьирования плодородия почвы, других условий выращивания, урожая растений, показателей их роста.

Итак, размещение вариантов методом рендомизированных повторений применяют: 1) когда не изучаемый фактор, например плодородие почвы,

варьирует в одном направлении или же по повторениям, а внутри он более выровнен; 2) при небольшом числе и размере опытных делянок.

Метод рендомизированных повторений представляет собой ортогональную схему. Это означает, что в каждом повторении имеется полный набор вариантов и каждый из них встречается в блоке (повторении) только один раз. Благодаря этому данный метод приобретает наибольшую устойчивость и гибкость.

Метод размещения вариантов должен быть по возможности прост, обеспечивать проведение опыта с минимальными ошибками независимо от вероятных случайностей (порча некоторых растений, их гибель от болезней и вредителей и т. д.), а также обеспечивать гибкость опыта, т. е. возможность введения новых вариантов вместо старых, уже не представляющих интереса.

Литература:

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Монтгомери, Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных / Д. К. Монтгомери: Пер. с англ.—Л.: Судостроение, 1980.—384 с.
3. М о и с е й ч е н к о, В.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве / В. Ф. Моисейченко, А.Х. Заверюха, М.Ф., Трифонова. – М.: Колос, 1994. – 383с.