

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
«ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР им. С.Ю. СОКОЛОВА» г. СОЧИ

МЕТОДИЧЕСКАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ

«Как правильно подготовить и провести опыт»

Автор:

Глоба-Михайленко И.Д.,
педагог дополнительного образования,
методист МБУ ДО ЭБЦ г. Сочи

Сочи
2016

Нам предложили заняться исследовательской деятельностью. Попытаться сделать первый шаг в мир науки, сделать пусть маленькое, но открытие. Возникает два вопроса.

Первый: С чего следует начать?

Второй: как её правильно делать?

Попытаемся ответить на оба эти вопроса.

1. С чего надо начинать?

Неправильным будет, если, решив провести эксперимент, мы сразу начнём высаживать растения на участке. Не стоит спешить. Начинать следует с **выбора темы** и правильной её формулировки.

Выбор темы исследования по сравнению с самим исследованием занимает совсем немного времени, что не отменяет значимости этого этапа работы. Ведь только при условии нахождения актуальной темы научные изыскания имеют смысл.

Ориентировочно можно выделить три основных требования, которым должна отвечать тема опыта:

1. актуальность для местного сельскохозяйственного использования (в личном подсобном и фермерском хозяйстве);
2. новизна темы, и интерес к ней;
3. доступность методики и лёгкость техники постановки опыта.

Чтобы отойти от шаблонности, вы можете немного видоизменить тему из предложенного списка. Скорректируйте ее в соответствии с изменившейся ситуацией в этой области, предложите ракурс для анализа, который актуален именно в данное время

Поскольку они довольно стандартны и наверняка уже были не раз использованы вашими предшественниками, подумайте, сможете ли вы внести ощутимый вклад в изучение вопроса. Просмотрите уже написанные работы и подберите новый подход для освещения проблемы.

2. Методические основы постановки научного эксперимента.

2.1. Что такое методика и для чего она нужна?

Итак, мы определились с темой и задачами исследования. Но исследовательская работа только тогда будет выполнена правильно (и, значит, принесёт пользу), **когда мы будем строго выполнять основные требования и правила**, предъявляемые к опытам.

Первое, с чего начинается любой опыт и от чего зависит его успех— это правильно выбранная методика. Методика позволяет нам правильно, без лишних затрат времени, материалов и ресурсов получить наиболее достоверный (то есть наиболее соответствующий действительности) результат. Методики – это совокупность способов, методов, приёмов для систематического, последовательного, наиболее целесообразного проведения научно-исследовательской (да и не только исследовательской) работы (Доспехов?). Это - своеобразный «боевой устав», которому мы должны неукоснительно следовать при работе, чтобы добиться успеха.

Агрономия как комплексная наука использует разнообразные методы исследования, которые являются основным инструментом разработки теоретических основ и практических приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

2.2. Классификация опытов.

В зависимости от *условий, целей и задач*, стоящих перед нами, *объектов и предметов исследования*, используют три основных метода: лабораторный, вегетативный и полевой.

Лабораторные опыты проводятся в лабораторных условиях. Например, надо изучить, как изменяется содержание доступной растениям воды в почве в связи с изменением ее плотности или как будет изменяться кислотность почвы при внесении различных доз удобрений. изучаются различные почвенные процессы. В подобных опытах часто не предусмотрено работы с целым растительным организмом. Чаще всего это семена или отдельные части (ткани) растения (культура *in vitro*).

Лабораторные опыты требуют сложного оборудования, химических реактивов, высокую квалификацию людей, проводящих опыт, что возможно только в научно-исследовательских институтах или агроВУЗАХ. Их проводят в искусственных условиях в лаборатории, фитотроне (специальной комнате, где можно по желанию изменять влажность, температуру воздуха или почвы, интенсивность и продолжительность освещения), термостате (устройстве, где поддерживается постоянная температура и т.д).

Экспериментальной единицей служит пробирка, чашка Петри и т.п.

Внимание! *Лабораторные эксперименты следует отличать от лабораторных анализов!*

Вегетационные опыты также проводят с целыми растениями, в искусственных условиях (в вегетационных сосудах, в теплицах, оранжереях, вегетационных домиках, в фитотронах), регулируемых экспериментатором. Искусственные условия дают возможность выявить значение того или иного условия выращивания в возможно более чистом виде (исключив влияние всех остальных), что в сложной природной обстановке сделать нельзя. Этим методом изучают, например, значение почвенных элементов в питании растений, влияние отдельных факторов внешней среды (например, продолжительности светового дня, влажности воздуха, загрязнённости воздуха) и т.д.

Экспериментальными единицами служат сосуды, заполняемые раствором или каким-либо субстратом В тепличных опытах и при светокультуре экспериментальными единицами служат деланки или грядки или стеллажи,

Этот метод также требует (хоть и в меньшей степени) специального оборудования и высокой квалификации исследователей, но в отдельных случаях (например, в опытах с питательными элементами) может быть использован в экспериментах в школе.

Полевой опыт — основной метод изучения различных вопросов полеводства в естественных (природных) условиях. Он проводится на специально выделенном участке в целях установления влияния условий или приемов

возделывания на урожай сельскохозяйственных растений и его качество. Его особенность состоит в том, что культурное растение изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических, агротехнических, а часто и в условиях, очень 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.

Экспериментальной единицей служит делянка различной площади (от 1 м² до 200 м²).

3. Особенности и требования к проведению полевого опыта.

Полевой опыт довольно сложное действие, ведь он, в отличие от, например, вегетационного, всегда проходит в неконтролируемых условиях (погодных, неоднородности почвы, наличии вредителей и болезней и т.п.). Поэтому их необходимо закладывать и проводить с соблюдением ряда методических требований:

Ценность результатов полевого опыта **зависит от соблюдения следующих основных методических требований:**

- типичность опыта;
- проведение опыта на специально выделенном участке (если это полевой опыт);
- точность проведения опыта;
- наличия элемента сравнения (контроля)
- соблюдение принципа единственного различия.

Под **типичностью опыта** или репрезентативностью понимают соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям того региона, для которого предполагается рекомендовать выявленные в ходе опыта агротехнические приемы или сорта.

Принцип единственного различия означает, что все условия во всех вариантах опыта, кроме одного – изучаемого, должны быть равными. Иными словами, если мы изучаем влияние какого-либо питательного элемента (например, азота), на развитие и урожайность растения, то и в контрольном, и в опытных вариантах все остальные условия (дозы других питательных элементов, количество и сроки подкормок, освещенность, качество почвы, способы обработки почвы и т.д.) должны быть одинаковыми.

Требование проведения полевого опыта на **специально выделенном участке** означает, что опыт должен проводиться на участке с типичной для данного региона почвой, с наибольшей выравненностью (одинаковостью) почвенного плодородия и рельефа. Желательно провести почвенные обследования, изучить историю участка за предыдущие 3-4 года. Например, томаты на участках, равных по почвенным и иным условиям, но различных по предшественникам (например, бобовые и перцы), будут сильно отличаться по урожайности и поражаемости заболеваниями).

Ошибки, допускаемые при закладке полевого опыта, могут быть *объективными* (то есть не зависящими от нас) и *субъективными* (которые мы допускаем по невнимательности, небрежности или неосторожности). Объективные ошибки – те, что не зависят от нас (повреждения посевов или посадок от стихии, потравы скотом, вымокание опытного поля и др). Субъективные – те, что произошли от нашей невнимательности или неаккуратности (неточности измерения размеров делянок, в наблюдениях и учетах в период вегетации взвешивании урожая, и др). **Точным** называют опыт, проведенный с наименьшим числом ошибок.

Полевые опыты делятся на *программные* (проводятся в течение ряда - иногда десятка - лет на постоянных участках НИИ с выровненным плодородием) и *предварительные* (закладываются на временно выделенных производственных участках в производственных посевах хозяйств). Опыты на учебно-опытных участках (пришкольных, станций юннатов, эколого-биологических центров), как и программные опыты в НИИ, проводятся на стационарных участках, но более близки к предварительным, поскольку *не обладают* хорошей выравненностью плодородия, непродолжительны (не более полугода) и к методике их проведения предъявляются менее строгие требования.

4. Основные элементы методики полевого опыта. Схема опыта.

Полевой опыт как метод исследования имеет свою методику. Она состоит из элементов, без которых его невозможно провести: *число вариантов, площадь и форму делянок, повторность; систему размещения повторений, делянок и вариантов на площади; методы учета урожая и его статистической обработки*. Эти же элементы значительно влияют и на точность опыта. Правильное сочетание этих элементов обеспечивает максимальную точность проведения полевого опыта в конкретных условиях. (agroportal124.ru/osnovnye-elementy-metodiki.html)

Наиболее сложный вопрос, который приходится решать исследователю,— это разработка схем будущих опытов. **Схема опыта** – это совокупность контрольных и изучаемых вариантов, разработанных с целью выяснения изучаемого вопроса.

4.1.Количество изучаемых факторов

Ставя опыт, мы изучаем, как изменение какого-либо явления воздействует на объект нашего исследования. Например, температура, воздействующая на прорастание клубней картофеля, является причиной, движущей силой процесса прорастания клубней и определяющая его характер или отдельные его черты. Такие причины называют **факторами**. Они бывают биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, звуки, тепловые, и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха).

Факторы бывают **количественные** (их можно измерить и выразить в числах) и **качественные** (измерению не поддаются, но их можно условно пронумеровать, закодировать: роста нет (слабо выражен, окраска раствора отсутствует) – 0, есть рост (появилась окраска) – 1). (Определение значимо-

сти факторов и их взаимодействия в многофакторном эксперименте Р. Алалами, С.С. Торбунов <http://edu.secna.ru/media/f/alalami.pdf>). В зависимости от того, сколько вопросов мы предполагаем изучить в нашем опыте, различают **однофакторные** (например, влияние доз на растения томата определённого сорта) и **многофакторные**, или комплексные, опыты (например, изучают различные сорта при различных уровнях удобрений). *На школьно-опытных участках доступно проводить только однофакторные опыты*

Технические погрешности в опыте стараются исключить или же хотя бы свести до минимума (т.е. уменьшено до уровня, удовлетворяющего условия эксперимента). Это достигается подбором необходимого количества растений, а также оптимальных величин таких элементов, как кол-во вариантов, размер и форма делянок, повторность), методом случайного размещения вариантов.

4.2. Количество вариантов.

Эксперименты имеют несколько градаций (величин) изучаемого фактора (доз одного из удобрений или регулятора роста, разной глубины обработки почвы и т.д.). Такие градации называют **вариантами опыта** (от латинского слова *variantis* — изменяющийся, разновидность).

Число вариантов в схеме любого опыта - обычно заранее заданная величина, которая зависит от темы, содержания, целей и задач опыта. Результаты отдельных вариантов как правило, дают нам возможность лучше представить полученные показатели. Число вариантов не может оказать влияния на типичность опыта, но может влиять на точность опыта. Это в результате может сказаться на его ошибке. *Малое число* вариантов не дает достоверной картины, т. к. площадь опыта очень ограничена. *Большое число* вариантов ведет к возрастанию площади опыта и увеличению пестроты почвенного плодородия (особенно на школьно-учебных и производственных участках), и, таким образом, к возрастанию ошибки.

Число вариантов в схеме опыта определяется экспериментатором и зависит от вопросов, которые в этом опыте изучаются. Минимальное число вариантов в опыте – два (контрольный и опытный). Чем больше вариантов в опыте, тем выше его информативность, тем больше данных о ходе изучаемого процесса мы можем получить. Однако при увеличении их числа (при постоянном размере опытной делянки и количестве повторностей), тем больше занимаемая опытом площадь и, соответственно, тем меньше вероятность расположить его на однородном по плодородию участке. Во взрослых опытах число вариантов не превышает 12-16 (при общем количестве повторностей 60-64). Но обычно в опытах не более 5-8 вариантов.

Школьные опыты имеют свою специфику, отличающую её от «взрослых» опытов. Здесь на выбор количества вариантов влияет также и то, что чем больше вариантов, тем сложнее нам проводить учёты, обрабатывать результаты. Поэтому считается (Щукин), что **максимально допустимое число вариантов** для учащихся 5-6-х классов не должно превышать трёх, для учащихся 7-9-х классов – четырёх-пяти.

Для того, чтобы оценить результат применяемого в нашем исследовании фактора (дозы удобрения, способа обрезки, полива) нам необходимо **наличие элемента сравнения (контроля)**.

Этот принцип подразумевает, что в каждом опыте должно быть как минимум две делянки: **опытная** — вариант, в котором применяется тот или иной исследуемый в опыте фактор, и **контрольная** — вариант, в котором данный фактор не применяли. Такая схема применяется в опыте с **качественными вариантами** (изучение сорта, способа обработки, вида удобрения и т.п.) Например, в опытах по сортоизучению контрольным является районированный сорт или гибрид, а в агротехнике – рекомендуемый агроприём, в опытах с удобрениями или пестицидами – вариант без их внесения (нулевой вариант).

При этом важно (повторение – мать учения!), чтобы **все остальные условия**, влияющие на рост, развитие и продуктивность растений, и на опытной и на контрольной делянках были одинаковыми (**соблюдение принципа единственного различия; см. выше**). Например, в опыте по испытанию влияния аммофоски на обеих делянках (контрольной и опытной) растения выращивают по общей агротехнике. Но на опытной - ещё и с применением этого вида удобрения.

При этом **контролем нельзя считать** посадки на соседних участках, поскольку там растения могут оказаться в других условиях (почвенных, освещённости, удобрения) и выводы из такого опыта будут неправильными.

При составлении схемы опыта с **количественными вариантами** надо правильно определить единицу варьирования (изменения), или шаг изучаемого фактора. Необходимо так спланировать схему опыта, чтобы на основании полученных результатов можно было бы построить **кривую отклика**, которая покажет зависимость, например, урожая от изучаемого условия (рис. 1)

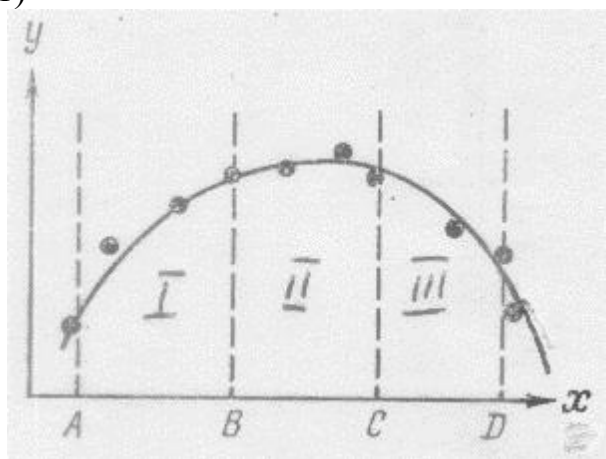


Рисунок 1. Кривая отклика, где на оси y даны урожайности вариантов, а на оси x – градации изучаемого фактора.

Если схема опыта разработана правильно, кривая отклика имеет три зоны, в которых с увеличением изучаемого фактора (например, дозы удобрения), урожайность: □□увеличивается (I); □стабилизируется (II);

□ уменьшается (III). Данные по зоне III необходимы, чтобы с уверенностью говорить о том, что установлена оптимальная величина изучаемого фактора.

Задача исследователя заключается в том, чтобы правильно определить центр схемы опыта (т.е. те величины фактора, которые дают максимальную урожайность) и шаг варьирования (т.е. величину, на которую изменяется исследуемый фактор), чтобы дозы фактора оказались во всех трёх зонах.

4.3. Количество повторностей и повторений на территории и во времени

Как уже сказано выше, одним из основных методических требований к опыту является точность его проведения. Точность опыта может зависеть выравнивания плодородия почвы на участке, особенностей размещения вариантов на участках, размеров делянок и т.д. *Повторяемость вариантов опыта повышает его точность.* В опыте, где сравниваются качественные характеристики, важно как можно точнее определить прибавку, например, урожайности (прироста, яйценоскости и т.д.). Для этого есть только один путь: увеличить число повторностей. Обычно достаточно 4-6 повторностей на вариант (рис.2):

I повторение				II повторение				III повторение			
1	2	3	4	3	1	4	2	3	4	1	2

Рис. 2. Повторность и повторение в полевом опыте (1-5 – варианты опыта; 4, 4, 4 – повторности 4-го варианта)

Целью опыта, где изучаются количественные варианты исследуемого фактора, является установление формулы кривой действующего фактора. В этом случае для большей точности опыта необходимо иметь больше изучаемых доз, концентраций действующего вещества, т.д. Поэтому в количественных опытах вместо увеличения числа повторностей увеличивают число вариантов.

Однако на учебно-опытном участке очень трудно проводить опыт при более, чем четырёхкратной повторности. И, учитывая недостаток площади под конкретный опыт, количество повторностей ограничивают 3-4 на вариант. Наиболее оптимальное количество повторностей в школьном полевом опыте – три, хотя допустимы и опыты с двумя (но ни в коем случае – с одной) повторностями..

4.4. Площадь, размер и форма делянок.

В полевых опытах экспериментальной единицей служит **делянка**. *Опытная делянка* – это часть площади опытно-учебного участка, имеющая определённый размер и форму. Их используют для размещения на них контрольных и опытных вариантов. Какими должны быть их размеры и форма?

В зависимости от ее площади различают *микрополевые* (до 1 м²), *мелкоделяночные* (до 10 м²) и собственно *полевые, или обычные*, опыты (от 20 до 1000 м², а в условиях производства - более 1000 м²). Микрополевые опыты базируются на ручном труде, а обычные — на механизированных технологиях. В отличие от вегетационных сосудов делянки нумеруют лишь в «слепых» опытах (дробный учет урожая рекогносцировочного посева).

4.4.1. **Размер** опытной делянки определяется педагогическими требованиями, интересом учащихся к опытничеству и возможностью рационально организовать опыты учащихся, целями опыта а также выделяемой площадью. На пришкольном участке достаточно иметь делянки размером 10—25 м², на производственном участке — 100—200 м². Однако допустимо иметь площадь делянки менее 10 м. Такие опыты называются микродляночными или рекогносцировочными (Суворова). Наименьший возможный размер делянки — 1 м². Обычно исходят из следующего положения: *размер делянки должен быть настолько велик, чтобы обеспечить точность опыта, и настолько мал, чтобы опыт нетрудно было обработать в один день* (принимая во внимание, что большая часть или все агротехнические приемы проводятся вручную) (Суворова).

Чтобы данные опыта могли считаться *достоверными*, каждая делянка для опытов учебного характера должна быть размером не менее 2 м², а для юннатских опытов, имеющих производственное значение - 20 м². В опытах с плодово-ягодными растениями в каждом варианте должно быть у земляники 50 кустов, у малины – 20-30 кустов, у смородины и крыжовника – 8-10 кустов, у плодовых – 2-3 дерева, в питомнике – 15-20 растений.

4.4.2. **Равенство делянок**

Равенство делянок - одно из основных требований методики полевых опытов, в противном случае результаты опыта не могут считаться достоверными. *Опытная и контрольная делянки должны быть равными по площади*, желательно прямоугольной или квадратной формы, что даст возможность точнее учесть урожай. Они должны находиться на одинаковом расстоянии от деревьев (лесополосы, сада, леса) или от построек. Поверхность делянок должна быть ровной, без бугров и впадин. Важно, чтобы на опытной и контрольной делянках в предыдущем году росла одна и та же культура и применялась одна и та же агротехника.

Почва на делянках должна быть одинаковой по плодородию. Это устанавливается при проведении на этих делянках разведочных посевов, для которых используются культуры сплошного рядового посева (пшеницы, овса, льна и др.). Необходимо также учитывать, что удобрения, вносимые в больших дозах, оказывают сильное влияние на почвенное плодородие не только в год внесения, но и в последующие годы.

4.4.3. **Расположение делянок**

В любом полевом опыте, независимо от воли исследователя, присутствует случайная ошибка. Она обусловлена неравномерностью плодородия почвы опытного участка, индивидуальными различиями растений, случайными повреждениями, поражениями их болезнями и вредителями, ошибками технического характера. Случайная ошибка может или увеличить (например, при случайном повреждении контрольных растений), или уменьшить результат исследований.

Для повышения точности опыта делянки опытные и контрольные размещают равномерно, чтобы охватить ими все почвенные разности, неровности. Располагают их *в один ярус* по повторностям или *в несколько ярусов* (но так,

чтобы одинаковые варианты ни в коем случае не соседствовали друг с другом; рис. 2). При *двухъярусном* размещении опыта ярусы располагают по обе стороны дорожки. Это удобно и при уходе за посадками, и для проведения учётов и исследований.

Расположение повторностей по делянкам при небольшом (до 4-х в опыте, когда можно не контролировать изменение плодородия почвы; такие условия часто встречаются при работе с многолетними плодовыми культурами) количестве вариантов применяют метод изолированных повторений (*полная рандомизация*). Варианты по делянкам опытного участка распределяются совершенно случайно. Расположение делянок может быть одно- и многоярусное (рис. 3).

а) Одноярусное расположение делянок

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

б) Двухъярусное расположение делянок

1	3	2	1	4	2
Дорожка					
4	2	4	1	3	1

Рис. 3. Схема размещения четырех вариантов в трехкратной повторности методом полной рандомизации

Расположение делянок в один ярус применяют, если участок ровный и имеет однородную почву (что на пришкольных участках бывает относительно редко). Во всех других случаях их располагают так, чтобы весь опыт находился на участке примерно квадратной формы. Ярусы делянок разделяют дорожки. Они удобны как для ухода за растениями в вариантах, так и для проведения учётов и экспериментов с растениями.

Вытянутая прямоугольная **форма делянки** дает более высокую точность. Такую форму используют, если каждую делянку обрабатывают и засевают отдельно. Однако у делянок вытянутой формы (отношение длины к ширине более 10) имеется *недостаток*: их большой периметр. Чем периметр больше, тем сильнее сказывается влияние края и соседних делянок на результаты опыта. Поэтому на таких делянках возникает необходимость обязательного введения защитных полос.

Тщательное соблюдение схемы и плана опыта – основа получения правильных результатов опыта, основа успеха нашего исследования(4).

Использованная литература:

1. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями : учебное пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.
2. 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.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат. 1985. – 351с., ил.
4. Щукин С.В. Опытническая работа учащихся на учебно-опытном участке. Пособие для учителя. М., «Просвещение», 1971 – 207 с.
5. Папорков М.А. и др. Учебно-опытная работа на пришкольном участке: Пособие для учителей/ М.А. Папорков, Н.И. Клинковская, Е.С. Милованова. –М.: Просвещение, 1980.– 255 с., ил.
6. А.В. Кузнецов. Методика агрохимических исследований. Полевые опыты с удобрениями. Курс лекций. М.: Университет дружбы народов, 1977. – 51с
7. Опытническая и исследовательская работа в школе. Т.1.- Краснодар: КубГАУ,2010.- 353 с.