



Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра агротехнологии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

по изучению дисциплины Опытное дело в полеводстве  
для студентов специальности 5В080100 «Агрономия»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан  
Агротехнологического  
факультета  
\_\_\_\_\_Т.К.Бексеитов  
«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_20 г.

**Составители: к.с/х.н. профессор Б.А.Мустафаев.**\_\_\_\_\_

Кафедра агротехнологии

**Методические указания рекомендации по изучению  
дисциплины**  
по дисциплине Опытное дело в полеводстве  
для студентов специальности 5В080100 Агрономия

**Рекомендовано** на заседании кафедры агротехнологии  
« » \_\_\_\_\_ 20 г. протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Г. Кабжанова «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

**Одобрено** УМС Агротехнологического факультета  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. протокол № \_\_\_\_\_

**Председатель УМС** \_\_\_\_\_ К. Сейтханова «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## Содержание тем дисциплин

Номер и тема лекции	Содержание курса лекции	Неделя проведения
1	2	3
<p>1. Введение</p> <p>Важнейшие направления аграрной науки и перспективы развития научно-исследовательской науки. История развития с.х. опытного дела.</p>	<p>1. Проблемы, стоящие перед с.х. производством и роль аграрной науки в решении этих проблемы.</p> <p>2. История разработки методики полевого опыта. Труды Вольного экономического общества. Роль ученых (Д.И. Менделеев, Д.Н. Прянишников, К. А. Тимирязев, А.Г. Дояренко, П. П. Дояренко, П.П. Константинов и др.)</p> <p>3. Современное состояние опытного дела в РК. Опытные учреждения.</p>	Первая-вторая
<p>2. Методика исследований.</p> <p>Полевой опыт.</p> <p>Классификация полевых опытов.</p> <p>Требования, предъявляемые к полевому опыту</p>	<p>1. Понятие о сельскохозяйственном исследовании и опыте.</p> <p>2. Классификация и сущность основных методов исследований.</p> <p>3. Полевой метод и классификация опытов.</p> <p>4. Вегетационный метод.</p> <p>5. Лабораторный метод.</p>	Третья-четвертая-пятая
<p>3. Особенности методики сортоиспытания.</p>	<p>1. Задачи полевого опыта.</p> <p>2. Типичность опыта.</p> <p>3. Принцип единственного различия.</p> <p>4. Точность опыта. Ошибки полевого опыта.</p> <p>5. Классификация опытов. Опыты агротехнические, по сортоиспытанию с-х культур.</p> <p>6. однофакторные и многофакторные опыты.</p> <p>7. Краткосрочные (1-3 летние) и многолетние опыты.</p>	Шестая-седьмая-восьмая
<p>4. Учет урожая в полевых опытах. Первичная обработка данных опыта. Документация и отчетность по полевому опыту. Проведение опытов в производственных условиях.</p>	<p>1. Планирование полевого эксперимента. Определение цели, задач и актуальности.</p> <p>2. Выбор и подготовка земельного участка для опыта (рельеф, свойства почвы, история участка, рекогносцировочный посев, подробный учет, уравнивательные посевы).</p> <p>3. Методика составления программы и схемы полевого опыта.</p>	Девятая-десятая
<p>5. Методы статистической обработки и оценка данных полевого опыта. Изучение методики закладки и проведения полевых опытов. Проведение опытов в производственных условиях.</p>	<p>1. Влияние размеров опытной делянки на точность опыта.</p> <p>2. Форма и направление делянок.</p> <p>3. Повторность делянок.</p> <p>4. Рендомизированные методы размещения вариантов.</p> <p>5. Влияние увеличения размеров делянок и их повторности на точность опыта.</p> <p>6. Точность опыта в зависимости от числа вариантов.</p> <p>Применение контроля для повышения точности опыта.</p> <p>7. Особенности закладки и проведения</p>	одиннадцатая

	<p>опытов в производственных условиях. 8. Производственные опыты и их значение.</p>	
<p>6. Статистическая обработка результатов исследований. Изучение особенности проведения опытов на сенокосах и пастбищах в условиях орошения и на землях, подверженных эрозии .Учет урожая в полевых опытах. Первичная обработка данных опыта. Документация и отчетность по полевому опыту. Методы статистической обработки и оценка данных полевого опыта.</p>	<p>1. Место опыта в севообороте, предшественник и др. 2. Техника разбивки полевого участка под опыт. 3. Обработка почвы, внесение удобрений и др. 4. Сорты и посевные качества семян. 5. Посев (способы, сроки посева, нормы высева, сеялки и т.д. в зависимости от поставленной задачи). 6. Классификация опытов по испытанию сортов и требования к агрофону и семенам при сортоиспытании. Сопутствующие наблюдения на опытах (фенологические наблюдения, учет полевой всхожести семян, выживаемости растений, густоты стеблестоя (травостоя), площади питания растений, структуры урожая, динамика прироста органической массы, продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал посева, учет корневых систем растений, учет засоренности посевов, поражение растений вредителями и болезнями). 7. Задачи математической статистики. Совокупность и выборка. 8. Дисперсионный анализ (основы метода, оценка существенных разностей между средними, преобразования). 9. Дисперсионный анализ данных однофакторного полевого опыта с однолетниками и многолетними культурами. 10. Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта. 11. Дисперсионный анализ данных наблюдений и учетов в полевом опыте. 12. Корреляция и регрессия (линейная корреляция и регрессия частная и множественная линейная корреляция и регрессия, криволинейная корреляция и регрессия.</p>	<p>двенадцатая-пятнадцатая</p>

**Лекция№1 Введение. Важнейшие направления аграрной науки и перспективы развития научно-исследовательской науки. История развития с.х. опытного дела**

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

Являясь теоретической основой с.-х. производства - повышения урожайности с.-х. культур и продуктивности ж-ных, обеспечения производства возможно большего количества с.-х. продуктов с каждой единицы зем. площади и повышения производительности с.-х. труда, - Агрономия в своих выводах опирается на данные многих наук.

**Труды Вольного Экономического Общества**

К поощрению в России земледелия и домостроительства, первый русский научный журнал, выходил в Петербурге в 1765—1915, с перерывами, три раза в год. Издатель — Вольное экономическое общество. Печатались работы крупнейших

русских ученых А.Т. Болотова, А.А. Нартова, В.М. Севергина, П.С. Палласа, А.М. Бутлерова, А.Н. Бекетова, В.И. Вернадского, П.П. Семенова-Тян-Шанского, Д. И. Менделеева, В. В.

Продовольственные затруднения конца 40-х-начала 50-х г. привели к поискам властями путей выхода из кризиса. Началось повышение закупочных цен на продукцию колхозов, уменьшение обязательных поставок, списаны долги колхозов, находившихся на грани разорения. Однако без коренной ломки всей экономической системы поднять сельское хозяйство было невозможно. Поэтому увеличение объема продукции было решено достигнуть путем механического расширения посевных площадей.

Освоение целинных земель. В 1954 г. ЦК КПСС принял решение о расширении посевных площадей в стране за счет освоения целинных земель в северных районах Казахстана, в Сибири, на Урале и Северном Кавказе. Это были зоны рискованного земледелия с очень уязвимыми к эрозии почвами и недостаточной увлажненностью. Их распашка означала отказ от интенсивных методов агротехники, консервирование отсталых способов хозяйствования. Уже к августу 1954 г. в Казахстане было распахано 6,5 млн. га. К началу 1955 г. площадь обрабатываемых земель выросла на 8,5 млн. га, было создано 90 новых совхозов. С осени 1954 г. началось создание еще 250 совхозов. Всего в годы освоения целины (1954-1960гг.) было распахано 25,5 млн. га. Для обеспечения новых земель рабочей силой была проведена мобилизация добровольцев из западных районов страны, которым давались значительные льготы - бесплатный проезд с имуществом, денежные пособия до 1 тыс. руб., кредит на постройку до 20 тыс. руб на 10 лет, до 2 тыс. руб. на приобретение скота, освобождение от сельхозналога от 2 до 5 лет. Всего на освоение целины в 1954-59 гг. было выделено более 20 млрд. руб. Первые годы освоения целины, кроме засушливого 1954 г., были достаточно благоприятными. В 1956 г. в стране был собран рекордный урожай в 125 млн. тонн зерновых, из которых 50% было получено на целинных землях. Однако нарушение экологического равновесия и ветровая эрозия уже в конце 50-х годов стали превращаться в серьезную проблему. К 1960 г. в Северном Казахстане из-за нерационального освоения целинных земель из хозяйственного оборота было выведено более 9 млн. га. почв. С начала 60-х годов начались периодические засухи, приведшие к катастрофе 1963 г., когда впервые страна была вынуждена для обеспечения продовольствием закупить за границей 12 млн. т зерна на 1 млрд. долларов. Эффективность целинных почв ежегодно падала и если в 1954-58 гг. средняя урожайность была 7,3 ц/га, то в 1961-65 гг. -6,1 ц/га.

Распашка гигантских площадей целинных земель привела к резкому сокращению в Казахстане сенокосных и пастбищных угодий и началу длительного кризиса традиционной отрасли сельского хозяйства республики животноводства. В 1955 г. пришлось принять специальное постановление ЦК КПСС и обязать 47 степных районов и 225 совхозов разводить мясной скот. Начались работы по орошению земель и расширению кормовой базы. В результате с большим трудом удалось поднять общую численность скота в республике к 1960 г. до 37,4 млн. голов (в 1928 г. - 29,7 млн. голов). Тем не менее, рост численности населения привел к определенным затруднениям в обеспечении продовольствием, что заставило власти в 1962 г. впервые пойти на повышение цен на мясо на 30% и на масло - на 25%. Планируемого увеличения производства мяса в три раза не получилось.

Отрицательно на сельском хозяйстве сказалась и реорганизация МТС (машинно-тракторных станций) с обязательным выкупом техники колхозами и совхозами. Более благополучные хозяйства, несомненно, выиграли от реформы и получили возможность улучшить организацию труда. Однако многие колхозы попали в критическое положение, т.к; выкуп техники изъяс все средства, полученные в результате повышения закупочных цен, и потребовал новых государственных дотаций. Эта реформа вызвала отток квалифицированных специалистов-механизаторов из села и сокращение парка сельскохозяйственных машин. В Казахстане сокращение было покрыто только присылкой техники на освоение целины.

В целом, освоение целины превратило Казахстан в один из крупнейших производителей зерновых в мире и в то же время заложило причины длительного кризиса сельского хозяйства в республике в последующие годы.

Развитие сельского хозяйства в 60-е-80-е годы. Начало 50-х годов завершило процесс отчуждения производителей от земли и средств производства. В 1961-65 гг. в Казахстане было проведено преобразование 1 022 колхозов в 619 совхозов. Если колхоз был формально кооперативом с коллективной собственностью, то совхоз - государственное предприятие, т.е. без каких-либо компенсаций кооперативная собственность была превращена в государственную. Тяжелые социально-экономические условия на селе привели к увеличению в 60-х годах миграции сельского населения в города. Даже перевод ряда хозяйств в 1967 г. на хозяйственный расчет не привел к коренному перелому. Усиление текучести привело к регулярному использованию в сельском хозяйстве труда армии и горожан, а также приглашением рабочей силы из других республик. Так, во время уборочных работ в 1968 г. в Казахстан было направлено 16 тыс. комбайнеров и несколько тысяч военнослужащих. Традиционным стало применение труда учащихся и студентов (т.н. сельхозработы).

Начало 70-х гг. ознаменовалось попытками интенсифицировать сельское хозяйство на основе комплексной механизации, химизации и мелиорации земель. Планировалось перевести животноводство на промышленную основу. В 1977 г. началась поддержка частного сектора в сельском хозяйстве, были сняты ограничения на поголовье домашнего скота, увеличена площадь приусадебного участка. В начале 80-х годов продолжающаяся стагнация в сельском хозяйстве заставила власти пойти на еще более радикальные реформы. Были образованы агропромышленные комплексы с включением сельскохозяйственных, научно-исследовательских и промышленных предприятий, введен бригадный подряд, однако эти меры не дали желаемого результата. Те тенденции, которые были заложены в сельском хозяйстве еще в 50-е годы продолжали нарастать. Валовый сбор зерна и поголовье скота росли медленно, остро чувствовался недостаток рабочей силы, с конца 70-х годов вновь остро встала проблема обеспечения населения мясными и молочными продуктами. Ежегодно СССР вынужден был закупать за границей около 40 млн. тонн зерна.

Казахстан был одним из основных производителей мяса, шерсти и зерна в бывшем Советском Союзе. Однако в 1990-х годах сельскохозяйственное производство сократилось.

Посевные площади в 1991-1997 уменьшились на 13,2 млн. га (38%). В 1997 было произведено 12,4 млн. т зерна - на 3% больше, чем в 1991. В то же время производство сахарной свеклы, подсолнечника, картофеля и овощей сократилось соответственно на 82%, 50%, 31% и 8%. Производство мяса снизилось на 53%, молока на 40%, яиц - на 70%. Практически вдвое сократился экспортный потенциал сельского хозяйства страны. Резкое сокращение сельскохозяйственного производства связано как с миграцией сельского населения, особенно немцев, так и с нерешенностью вопроса о собственности. Добыча и переработка полезных ископаемых.

В 1989 в Казахстане было добыто 23,8 млн. т железной руды и 151,9 тыс. т марганцевой руды, произведено 6,8 млн. т стали и 5 млн. т чугуна. К 1997 объем производства черных металлов сократился на 45%, цветных металлов - на 16%. В стране имеются значительные запасы хрома, свинца, цинка, урана, молибдена, бокситов, фосфатов и меди, однако их разработка требует значительных капиталовложений. Крупнейшие иностранные инвесторы Казахстана - "Шеврон", "Эльф-Акитэн", "Аджи" и др. На середину 1998 в Казахстане зарегистрировано 1388 действующих предприятий с иностранными инвестициями из 81 страны. Производство потребительских товаров. В 1989 ок. 75% промышленного производства Казахстана приходилось на тяжелую промышленность и только 25% - на производство товаров народного потребления. К 1997 доля производства потребительских товаров сократилась до 17%, поскольку казахстанская промышленность не выдержала конкуренции с китайскими, турецкими и другими зарубежными производителями.

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики Казахстана. Уровень развития аграрного сектора всегда выступал и продолжает выступать определяющим фактором экономической и общественно - политической стабильности казахстанского общества.

Являясь одним из приоритетных направлений развития экономики республики, сельское хозяйство располагает огромным потенциалом и большими резервами. Разнообразные климатические условия Казахстана позволяют выращивать почти все культуры умеренного теплого пояса и развивать животноводство.

**Общий анализ ситуации в агропромышленном комплексе Казахстана** *Аграрный сектор Казахстана имеет следующие характеристики:*

- \* общая площадь земель сельскохозяйственного назначения - 222,6 млн.га, из них под пашней находится 24 млн. га (10,8%), сенокосами 5 млн. га (2,2%), пастбищами 189 млн. га (85%);
- \* численность сельского населения - 7,3 млн. человек, или 47,2% от общей численности населения страны;
- \* резко выражена горизонтальная и вертикальная зональность почвенного и растительного покрова. В лесостепной и степной зонах находится 10% всех земель, в полупустынной и пустынной - около 60%, в горных областях - около 5%;
- \* все земледельческие зоны страны характеризуются низким количеством годовых осадков - 150-320 мм.;
- \* отсутствие выхода к морю, что создает существенные сложности для доступа к внешним рынкам;
- \* самодостаточность обеспечения по большинству продуктов питания, за исключением таких видов продукции, как сахар, растительное масло, мясо птицы, овощи и фрукты в периоды межсезонья;
- \* специализация северных регионов на выращивании зерновых культур и животноводстве; южные регионы, где орошение имеет существенное значение, имеют большую диверсификацию возделываемых культур (зерновые, масличные, плодово-ягодные культуры, овощи, хлопок);
- \* оценка производства валовой продукции сельского хозяйства в 2007 году на 1 га пашни составляет 47,5 тыс. тенге, производство продукции сельского хозяйства на 1 работника, занятого в сельском хозяйстве составляет 453 тыс. тенге;
- \* является крупным экспортером пшеницы и муки (входит в 10-ку мировых экспортеров), значительную долю в общем экспорте сельхозпродукции страны имеют также хлопок (15%), кожа и шерсть (25%);
- \* отрасль животноводства является традиционной для Казахстана, при этом почти 90% скота находится в домашних хозяйствах населения;
- \* средний возраст парка сельхозтехники составляет 13-14 лет, при нормативном сроке эксплуатации 7-10 лет; 70% имеющегося парка сельхозтехники - производства до 1991 года;
- \* ограниченность предложения финансовых услуг сельхозсектору. По оценкам Всемирного банка неудовлетворенная потребность в кредитных ресурсах по самым консервативным оценкам оценивается примерно в 1 млрд. долл. США в год.

С целью подъема экономики села за последние десять лет были приняты государственные и отраслевые программы по развитию и поддержке АПК и села, подкрепленные солидными финансовыми ресурсами.

### **3. Современное состояние сельского хозяйства в Казахстане**

В Казахстане началась одна из самых фундаментальных реформ в истории независимого государства - земельная. В стране вводится частная собственность на землю. Таким образом, по мнению экспертов, республика вновь подтвердила право быть во главе списка лидеров либеральных реформ на постсоветском пространстве.

Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев считает земельную реформу новым этапом в политико-экономической жизни государства и по значимости и масштабности сравнивает ее с приватизацией.

По мнению казахстанского лидера, сегодня одной из приоритетных отраслей страны является сельское хозяйство, которое должно стать "стабильным звеном роста экономики". Правительство Казахстана обозначило три приоритета в развитии села: обеспечение продовольственной самодостаточности, увеличение производства сельскохозяйственной продукции на экспорт и создание на селе "достойной среды обитания". В принципе государство и так помогает селянам, например, каждый год выделяет около 30 млрд. тенге (около 204 млн. долл.) в качестве дотации. Кроме того, дважды были списаны долги аграриев на 7 и 5 млрд. тенге (соответственно 47,5 и 34 млн. долл.). Однако одного бюджетного вливания недостаточно - нужны инвестиции. "Именно для привлечения инвестиций сельского хозяйства и вводится частная собственность на землю, - отметил глава Казахстана. - Мы создадим рачительного хозяина земли, который будет заботиться о том, чтобы передать ее своим детям". В то же время Нурсултан Назарбаев подчеркнул, что "никому земля бесплатно отдаваться не будет", но государство обязуется помогать "эффективному хозяину". "Сейчас земля эксплуатируется на износ. Те, кто варварски использует земельные угодья, должны знать, что государство их отберет - пришло время привести законы в соответствие с жизнью", - особо подчеркнул президент Казахстана.

Действительно, по данным республиканского Агентства по управлению земельными ресурсами, случаи самовольного занятия земельных участков в Казахстане фиксируются очень часто. Также специалисты агентства отмечают большой процент случаев нерационального использования земли сельскохозяйственного назначения - на сегодняшний день в республике имеется свыше 176 тыс. гектаров земель, где возделывание сельскохозяйственных структур проводилось вопреки существующим правилам. Примечательно, что среди нерадивых землепользователей числятся несколько министерств: энергетики и минресурсов, транспорта и коммуникаций, природных ресурсов и охраны окружающей среды... Поэтому в агентстве надеются, что земельная реформа поспособствует рациональному использованию казахстанской земли.

## Лекция №2 «Методика исследований»

В связи с большой комплексностью изучаемых объектов в научной агрономии используются разнообразные методы исследования, заимствованные из области точных наук — химии, математики, физики, физиологии, а также свои специфические методы.

К основным методам агрономического исследования относятся лабораторный, вегетационный, лизиметрический и полевой, которые в сочетании с наблюдениями за растениями и условиями внешней среды представляют важнейшие инструменты научной агрономии. Среди них главным является опыт в поле. Полевой опыт завершает поисковое исследование, количественно оценивает агротехнический и экономический эффект нового способа или технологии возделывания растений и дает объективные основания для внедрения научного достижения в сельскохозяйственное производство.

В основе любого теоретического и экспериментального исследования лежит общий метод познания — метод диалектического материализма, вскрывающий наиболее общие законы развития природы и общества. Агрономическая наука, опираясь на диалектический метод познания, при разработке теоретических основ и новых практических приемов повышения продуктивности растений пользуется общепринятыми приемами научного исследования — наблюдением и экспериментом (опытом), которые соответственно своеобразию объекта научной агрономии имеют специфику и проводятся по определенной методике.

*Наблюдения — это количественная или качественная регистрация интересующих исследователя сторон развития явления, констатация наличия того или иного его состояния, признака или свойства.*

Однако чаще всего наблюдение в агрономии не является самостоятельным приемом исследования, а составляет важную часть более сложного метода исследования — эксперимента, который иногда называют активным наблюдением.

*Эксперимент, опыт — это такое изучение, при котором исследователь искусственно вызывает явления или изменяет условия так, чтобы лучше выявить сущность явления, происхождение, причинность и взаимосвязь предметов и явлений.* Опыт — ведущий метод исследования, включающий наблюдения, корреляции, строгий учет измененных условий и учет результатов. *Характернейшая черта и главная особенность любого точного научного опыта — его воспроизводимость.*

Между наблюдением и экспериментом с точки зрения теории познания есть принципиальная разница: наблюдение отражает внешний мир, идет извне в наш мозг, оно фиксирует факты, а эксперимент идет из нашего сознания, из мышления, он как бы гипотеза, ищущая проверки фактами, практикой.

Важнейшие и неотъемлемые качества истинного экспериментатора — отсутствие чувства непреложности авторитета и догматизма, признание сложности изучаемых объектов, осторожность и скромность в утверждениях, экспериментатор должен обладать большой работоспособностью и настойчивостью.

Важной задачей сравнительного эксперимента является количественная оценка эффектов опытных, т. е. изучаемых в опыте, вариантов. Один или несколько вариантов, с которыми сравнивают опытные варианты, называют контролем, или стандартом. Совокупность опытных и контрольных вариантов составляет схему эксперимента.

Варианты бывают качественные — сорта, культуры, способы посева и обработки почвы, предшественники и т. п. и количественные — нормы полива, дозы удобрений и пестицидов, глубина обработки почвы и т. п. Каждый вариант применяют к одной или нескольким элементарным единицам опыта — образцам семян или почвы, совокупности растений в сосуде или на делянке полевого эксперимента.

Вегетационный эксперимент — исследование, осуществляемое в контролируемых условиях — вегетационных домиках, теплицах, оранжереях, климатических камерах и других сооружениях с целью установления различий между вариантами опыта и количественной оценки действия и взаимодействия изучаемых факторов на урожай растений и его качество. Обязательным требованием к вегетационному опыту является наличие опытного растения.

Сущность вегетационного метода исследования состоит в том, что растения выращивают в вегетационных сосудах, в искусственной, но агрономически обоснованной обстановке, регулируемой экспериментатором.

Лабораторный эксперимент — исследование, осуществляемое в лабораторной обстановке с целью установления действия и взаимодействия факторов на изучаемые объекты. Проводят лабораторные опыты как в обычных (комнатных), так и в искусственных строго регулируемых условиях — в термостатах, боксах и климатических камерах, позволяющих строго регулировать свет, температуру, влажность воздуха и другие факторы.

## Лекция №3 Полевой опыт. Классификация полевых опытов. Требования, предъявляемые к полевому опыту.

*Полевой сельскохозяйственный опыт — исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном участке. Основной задачей полевого опыта является установление различий между вариантами опыта, количественная оценка действия факторов жизни, условий или приемов возделывания на урожай растений и его качество.*

Полевой опыт связывает теоретические исследования в агрономии с сельскохозяйственной практикой. Результаты полевых опытов и обобщения практических наблюдений могут быть достаточно убедительным основанием для широкого внедрения новых средств повышения урожая — агротехнических приемов, новых сортов, удобрений и др.

Ценность результатов полевого опыта зависит от соблюдения определенных методических требований. Важнейшие из них следующие: 1) типичность опыта; 2) соблюдение принципа единственного различия; 3) проведение опыта на специально выделенном участке; 4) учет урожая и достоверность опыта по существу.

*Под типичностью, или репрезентативностью, полевого опыта понимают соответствие условий его проведения почвенно-климатическим (природным) и агротехническим условиям данного района или зоны. Любой полевой опыт должен отвечать требованию почвенно-климатической типичности.*

В понятие «типичность» для агротехнического полевого опыта входит также требование проводить исследование с районированными (или перспективными) сортами и типичными для данной зоны культурами. Агротехнические опыты с экологически не приспособленными культурами и сортами теряют ценность, потому что районированные сорта и типичные культуры могут по-иному реагировать на изучаемые приемы, и, следовательно, нельзя распространять выводы из подобных опытов на обычные производственные условия. К типичности относится

также требование проведения полевого опыта при общем высоком уровне агротехники; опыты при низком уровне агротехники не имеют большой производственной ценности.

*При постановке полевых опытов необходимо соблюдать единство всех условий, кроме одного — изучаемого. Это очень важное и обязательное требование методики называют принципом единственного различия. Он должен строго соблюдаться в опытной работе.* Например, в полевом опыте с дозами азотных удобрений единственным различием по вариантам будут дозы. Все остальные условия опыта (почвенные условия, предшественник, способы обработки почвы, сорт, посев, уход и т. д.) во всех вариантах должны быть тождественными, одинаковыми. Без соблюдения этого требования методики нельзя

правильно установить эффективность изучаемых доз удобрений

Принцип единственного логического различия — неперемное условие научного эксперимента. Но единственное различие не следует понимать механически, под этим принципом понимается главное, изучаемое различие. Поясним это примером. Предположим, в опыте сравниваются два сорта пшеницы, которые вследствие биологических особенностей по-разному реагируют на изменение густоты посева. Казалось бы, что для сравнения урожайности двух сортов необходимо применять одинаковую норму посева. Однако если сравниваемые сорта по биологическим особенностям (способности куститься и т. д.) требуют различной густоты посева, то их нельзя высевать одинаковой нормой, так как при этом один из сортов оказался бы в заведомо невыгодных для сравнения условиях. Более правильно сравнивать урожай не при одинаковых, а наиболее соответствующих, оптимальных для каждого сорта нормах посева. Сходные вопросы возникают и в других случаях — в отношении сроков посева, уборки, обработки почвы, удобрения и т. д. Во всех этих случаях принцип единообразия должен пониматься как принцип целесообразности и оптимальности.

*Требование проведения полевого опыта на специально выделенном участке (с хорошо известной историей) — это логическое следствие требования принципа единственного различия. Оно также обязательно для любого полевого опыта.*

*Требование учета урожая и достоверности опыта. Урожай и качество сельскохозяйственных растений — главный объективный показатель при характеристике изучаемых в опыте вариантов.*

*Под достоверностью опыта, по существу, понимают логически правильно построенную схему и методику проведения опыта, соответствие их поставленным перед исследованием задачам, правильный выбор объекта и условий проведения данного опыта.*

При проведении опыта экспериментатор обычно, встречается с тремя видами ошибок — случайными, систематическими и грубыми. Ошибка — это расхождение между результатами выборочного наблюдения и истинным значением измеряемой величины.

С л у ч а й н ы е о ш и б к и — это ошибки, возникающие под воздействием очень большого числа факторов, эффекты действия которых столь незначительны, что их нельзя выделить и учесть в отдельности. Любой полевой опыт содержит в себе некоторый элемент случайности, т. е. изменчивость получаемых данных обусловлена в какой-то степени неизвестными нам причинами — случайными ошибками.

С и с т е м а т и ч е с к и е о ш и б к и искажают измеряемую величину в сторону преувеличения или преуменьшения в результате действия вполне определенной постоянной причины. В полевом опыте такой причиной часто является закономерное варьирование неизучаемых факторов, например плодородия почвы, и элиминировать их действие на результативный признак можно путем правильной методики.

Г р у б ы е о ш и б к и, или промахи, возникают чаще всего в результате нарушения основных требований к полевому опыту, недосмотра или небрежного и неумелого выполнения работ. Например, исполнитель опыта по небрежности дважды внес удобрение на одну и ту же делянку, перепутал делянки при взвешивании урожая, неправильно записал его массу и т. д.

*Для математической обработки и обоснованных выводов можно использовать лишь те результаты полевых опытов, которые не содержат грубых и систематических односторонних ошибок.*

Полевые опыты делятся на две большие группы: 1) агротехнические; 2) опыты по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Основная задача агротехнических опытов — сравнительная объективная оценка действия различных факторов жизни, условий, приемов возделывания или их сочетаний на урожай сельскохозяйственных 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 устойчивые сорта и гибриды районировать и внедряют в сельскохозяйственное производство.

В зависимости от количества изучаемых факторов, охвата почвенно-климатических условий, длительности и места проведения полевые опыты подразделяют на несколько видов: одно-факторные и многофакторные, единичные и массовые (географические), краткосрочные, многолетние и длительные, эксперименты, заложенные на специальных опытных полях и в производственной обстановке. Если в опыте изучается один простой или сложный (составной) количественный фактор в нескольких градациях (дозы удобрения, пестициды, нормы посева, полива и т. п.) или сравнивается действие ряда качественных факторов (разные культуры, сорта, способы обработки, предшественники и т. п.), то такой эксперимент называют п р о с т ы м, или о д н о ф а к т о р н ы м. Опыты, в которых одновременно изучают действие и устанавливают характер и величину взаимодействия двух и более факторов, называют м н о г о ф а к т о р н ы м и.

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

К к р а т к о с р о ч н ы м относят опыты продолжительностью от 3 до 10 лет. Они могут быть нестационарными и стационарными. Первые закладывают ежегодно по неизменной схеме с одной и той же культурой на новых участках и повторяют во времени обычно 3—4 года. Этого периода считается достаточно для учета влияния условий погоды на эффективность какого-либо приема. Вторые закладывают на стационарных участках и проводят в течение 4—10 лет. К м н о г о л е т н и м относят однофакторные и многофакторные стационарные полевые опыты продолжительностью 10—50, к д л и т е л ь н ы м — более 50 лет. Основная задача многолетних и длительных стационарных экспериментов —



изучение действия, взаимодействия и последствия систематически осуществляемых агротехнических приемов или комплексов их на плодородие почвы и качество продукции.

Многoletние и длительные опыты незаменимы при изучении физико-химических и биохимических процессов, медленно протекающих в почве и агрофитоценозах, расчетах баланса питательных веществ, учете потерь элементов питания и возможных масштабов загрязнения окружающей среды.

#### **Лекция №4 основные элементы методики полевого опыта**

##### **1. Планирование полевого эксперимента. Определение цели, задач и актуальности.**

Планирование и организация эксперимента включает выбор темы, определение задачи и объема исследования, разработку рабочего плана (программы), схемы и методики эксперимента, выбор земельного участка и правильное размещение на нём полевого опыта. Немаловажное значение, имеет также выбор сопутствующих наблюдений и методов их осуществления, порядка и способа учета урожая, метода математического анализа полученных данных.

###### **1. Выбор и подготовка земельного участка для опыта.**

Земельный участок для будущего опыта должен соответствовать тем условиям, в которых предполагается использовать результаты опыта: свойствам, плодородию и рельефу почв, распространенных в данном районе или даже в других районах, близких по природным условиям. Это первое и важнейшее требование к земельному участку и полевому опыту называется типичностью или репрезентативностью.

Второе требование к опытному участку — однородность его почвенного покрова, обеспечивающая достаточную точность результатов опыта.

Выделить однородный земельный участок для полевого опыта часто бывает довольно трудно. Поэтому, чтобы правильно выбрать участок, отвечающий основным требованиям методики, необходимо тщательно изучить его историю, провести почвенное обследование, внимательно изучить рельеф, микрорельеф, засоренность и учесть ряд возможных случайных факторов.

На участках, хозяйственная история которых неизвестна, закладывать опыты нельзя. Необходимо убедиться, что в течение последних 3—4 лет на этом участке ежегодно высевали одну культуру, применяли единую систему удобрения, обработку почвы и т. д., хотя по годам обработка, удобрение и предшественники могут быть различными.

При выборе опытного участка следует обратить внимание на случайные факторы, которые могут нарушить однородность условий будущего опыта. В частности, не следует располагать опыты ближе чем в 50—100 м от жилых домов, животноводческих построек, сплошного леса или ближе 25—30 м от отдельных деревьев; плотные изгороди и проезжие дороги не должны быть ближе 10—20 м от опытного участка.

Необходимо также учесть все другие возможные причины случайной пестроты опытного участка: следы земляных работ, бывшие дороги, стоянки скота, места вывозки навоза, остатки строений, бывшие токи, старые оросители, арыки и т. д.

Когда установят, что по своей истории земельный участок удовлетворяет предъявляемым требованиям, начинают изучать его почву. Без изучения ее нельзя говорить о почвенной типичности опыта и вообще нельзя определить, принадлежит ли почва опытному участку к почвенной разности, широко распространенной в зоне деятельности опытного учреждения. Чтобы правильно решить этот вопрос, необходимо воспользоваться почвенной картой, а при ее отсутствии провести детальное изучение почвы.

почва опытного участка должна быть представлена в зоне или районе, где закладывается опыт, на значительных площадях.

Почва опытного участка должна быть однообразной. При значительной пестроте почв приходится довольствоваться однородностью почвы в пределах каждого отдельного повторения.

Для определения почвенной разности, степени однородности почвы и глубины залегания грунтовых вод проводят детальное почвенное обследование, применяя обычные методы — почвенные разрезы, прикопки, на основании которых составляют почвенную карту в масштабе 10—50 м в 1 см. Основные задачи почвенного обследования заключаются в том, чтобы дать почвенную характеристику опытному участку в целом и помочь наилучшим образом расположить опыт (в пределах одной почвенной разности) или, если это невозможно, разместить в пределах одной разности все варианты одного или нескольких целых повторений.

Требования к рельефу земельного участка, отводимого под опыт, зависят от целей исследовательской работы и изучаемого растения. Чтобы опыты с какой-либо культурой были типичны, необходимо располагать их на том элементе рельефа, на котором они обычно возделываются. Для большинства опытов предпочтителен ровный или с небольшим однообразным уклоном участок (1—2,5 м на 100 м). В опытах с самотечным орошением некоторый уклон обязателен; наилучшие условия для увлажнения почвы создаются при уклоне от 0,005 до 0,01.

Для изучения рельефа участка в условиях опытного учреждения проводят его подробную нивелировку для составления плана с горизонталями через 0,1—0,2 м. В условиях производства приходится пользоваться значительно более грубыми планами с горизонталями не чаще чем через 1 м или даже определять направление и крутизну склона на глаз.

Кроме макрорельефа, при выборе земельного участка необходимо учитывать микрорельеф (блюдца, бугорки, мелкие ложбинки, свальные и развальные борозды). Особенно строгие требования нужно предъявлять к микрорельефу земельных участков, предназначенных для опытов с орошением напуском. Здесь приходится проводить планировку поверхности механизмами, а иногда и вручную для ликвидации впадин и бугорков.

Для более детального изучения однородности почвы необходимо воспользоваться уравнительными и рекогносцировочными посевами. В опытных учреждениях последний по счету уравнительный посев учитывают подробно, отдельными, возможно малыми деланками. Такой посев называют рекогносцировочным. Уравнительным посевом называют сплошной посев какой-либо культуры, проведенный на всей площади выбранного участка для повышения однородности почвенного плодородия. Уравнительный посев отличается от обычного хозяйственного только тем, что обработку почвы, удобрение и возделывание культуры на площади будущего опыта проводят на более высоком агротехническом уровне, тщательно и однообразно. Кроме некоторого выравнивания пестроты и борьбы с сорняками, уравнительные посевы имеют еще одну важную задачу — создание надлежащего фона для будущего опыта

(определенная обработка, удобрение, предшественник и т. д.). Используя глазомерную оценку уравнильных посевов и опираясь на эти общие теоретические положения, квалифицированный экспериментатор на практике достаточно удовлетворительно планирует методику будущего опыта — определяет форму, размер, повторность и расположение делянок, не прибегая кдробному учету уравнильных посевов. Большое значение при этом имеет учет опыта предшествующей исследовательской работы в данном районе или зоне.

Отсутствие дробного учета рекогносцировочного посева не может служить препятствием применению правильной методики полевого опыта. Выделить наиболее однородные по плодородию участки (насаждения), установить правильный размер, форму и расположение делянок, т. е. план будущего опыта, и рассчитать необходимую повторность исходя из запланированной экспериментатором ошибки будущего опыта — в этом основной смысл и значение дробных учетов урожая однолетних и многолетних культур. Наиболее надежный способ планирования оптимальной структуры опыта — наложение на дробный учет специально смоделированных так называемых условных опытов.

Важный элемент методики исследований в полевом опыте — схема, которая включает перечень входящих в опыт изучаемых и контрольных вариантов. Схема опыта должна быть построена так, чтобы в ней был элемент сравнения, который позволит в результате исследований установить эффективность каждого отдельного варианта. Поэтому одним из вариантов схемы опыта должен быть контроль (стандарт), с которым сравнивают все остальные варианты или часть их. Контролем обычно служит вариант, применяемый в данном хозяйстве. Он должен приходиться на сравнительно небольшое число вариантов — при работе с овощными культурами не больше 10—12, но лучше меньше, поскольку при увеличении числа вариантов, точность опыта снижается, особенно на делянках большого размера.

Схема опыта должна быть ясной и негромоздкой. В случае однофакторного опыта число вариантов не должно превышать 12—16, а делянок 50—60. При необходимости иметь большее число вариантов, следует составить две схемы и осуществлять их как отдельные опыты со своими контрольными вариантами или же увеличивать число контрольных вариантов. В многофакторных опытах обычно включают все возможные сочетания изучаемых факторов.

Точность полевого эксперимента и достоверность полученных в нем данных в большой степени определяются повторностью опыта. Повторности позволяют учесть ошибки, связанные с неоднородностью плодородия почвы опытного участка, индивидуальными различиями растений, случайными повреждениями и ошибками технического порядка. Различают повторность опыта на территории, под которой понимают обычно число одноименных делянок каждого варианта, и повторность опыта во времени — число лет проводимых испытаний. Повторность опыта на территории позволяет полнее охватить каждым вариантом опыта пестроту земельного участка, а повторность во времени — установить действие и взаимодействие изучаемых факторов при различных метеорологических условиях.

В полевом опыте с овощными культурами повторность опыта на территории должна быть, как правило, не ниже 4кратной, а на малых делянках на недостаточном выравненном участке — 6—8кратная. Проведение опытов без повторности допустимо лишь в предварительных, рекогносцировочных и демонстрационных опытах. Повторность во времени обычно бывает в течение не менее 3х лет.

#### **Лекция №5 Способы повышения точности полевого опыта**

Полевой опыт ставят на делянках, имеющих определенный размер и форму. Делянки служат для размещения на них изучаемых и контрольных вариантов. Часто размеру делянки в опытном деле придается значительно большее значение, чем он того заслуживает. Увлечение большими делянками (до 1 га и больше), наблюдавшееся у нас в тридцатых годах, кроме снижения точности исследований и увеличения затрат на проведение опытов, ничего не принесло и быстро пошло на убыль. Во всех странах в практике опытной работы крупные делянки, характерные для начальной стадии развития опытного дела, постепенно вытесняются более мелкими, позволяющими проводить исследования экономнее, быстрее и в большем объеме.

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, так как для этого площадь под опытом должна возрасти до сотен, а может быть, и тысяч гектаров.

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

При установлении размера делянки следует учитывать особенности агротехники растений: ширину междурядий, густоту стояния и т. п. Для пропашных культур минимальный размер делянки должен быть достаточным, чтобы исключить влияние изменчивости отдельных растений на точность опыта. В литературе чаще всего указывается как минимум 80—100 растений; по данным некоторых исследователей, для картофеля достаточно 40—50 и для кукурузы 60 учетных растений на делянке. Общее правило таково, что чем больше выращивается растений на единице площади, тем меньше может быть площадь делянки. Так, у льна достаточно хорошая точность опыта достигается при площади учетной делянки 20...25 м<sup>2</sup>, у зерновых — 40...60, а у пропашных — 50...100 м<sup>2</sup>.

Полевые опыты на делянках, сравнительно небольшого размера, дающих возможность нормально проводить все агротехнические работы. На таких делянках гораздо легче достичь большой точности, они удобнее и требуют меньше затрат средств и труда, чем крупные делянки. 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 м<sup>2</sup>.

#### **Форма и направление делянки.**

Говоря о форме делянки, обычно имеют в виду отношение ее длины к ширине. Делянки называют квадратными при отношении сторон, равном 1 (10ХЮ м или 5Х5 м); прямоугольными — при отношении длины к ширине больше 1, но меньше 10 (5Х20 или 4Х20 м); удлинненными — при отношении более 10 (2,5Х40 м или 4Х60 м).

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

Существенным недостатком вытянутых делянок по сравнению с прямоугольными и квадратными является их большой периметр. Это требует выделения большой площади для устранения краевых эффектов. В зависимости от характера опыта между делянками необходимо иметь рамку защитных полос, причем площадь этих неучетных защиток на удлинненных делянках будет значительно больше, чем на делянках прямоугольной и. квадратной формы.

Квадратная форма делянки предпочтительнее прямоугольной и вытянутой в опытах, где смежные варианты могут сильно влиять друг на друга. Например, при внесении ядохимикатов в виде растворов и дустов ветер может сносить их на соседние делянки. Поэтому необходимо выделять большие боковые защитные полосы, что ведет к нежелательному сокращению учетной площади делянок или увеличению общей площади опытного участка. В этих случаях преимущество в экономии опытной полезной площади, безусловно, принадлежит делянкам квадратной формы.

#### **Классификация методов размещения вариантов**

Можно выделить три основные группы методов размещения вариантов по делянкам опытного участка: стандартные, систематические и рендомизированные (случайные).

Стандартные методы характеризуются более частым, обычно через 1—2 опытных варианта, расположением контроля, стандарта. Систематические методы предусматривают неизменный порядок расположения вариантов в каждом повторении. При случайных методах порядок вариантов определяется путем рендомизации, т. е. размещения их внутри каждого повторения случайно по жребию, когда каждый вариант имеет равную вероятность, равный шанс попасть на любую делянку, тогда как при систематическом такая возможность исключена.

*Систематическое размещение вариантов — это такое расположение опыта, когда порядок следования вариантов в каждом повторении подчиняется определенной системе.*

Рендомизированное размещение вариантов предложено Р. А. Фишером (Англия) на основании предпосылок разработанного им дисперсионного анализа. Такое размещение способствует лучшему охвату каждым вариантом пестроты плодородия почвы, как бы разрушает возможное систематическое изменение плодородия внутри повторения и исключает его однонаправленное влияние на результаты опыта. Использование случайных способов распределения — одна из характерных особенностей современного периода развития методики полевого эксперимента. В опытах, где варианты размещены систематически, мы в сущности лишаемся возможности опираться при оценке данных на достаточно надежные критерии существенности, используемый в дисперсионном анализе.

Планируя полевые опыты, требующие точных сравнений и статистической оценки, необходимо использовать современные методы размещения вариантов, основой которых является рендомизация. Игнорирование требования случайного отбора делянок для каждого варианта внутри повторений часто ведет к неверным выводам и дискредитирует идею выборочного метода исследования. *Нарушая принцип рендомизации, экспериментатор должен помнить, что он лишается возможности полноценно статистически доказать существенность различий по вариантам, так как методы статистического анализа базируются на принципе случайного отбора.*

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.

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.

В настоящее время для рендомизации используется более современный способ, а именно таблица случайных чисел (см. приложение табл. 6), которая является техническим пособием при планировании случайной выборки в различных экспериментальных работах. Табулированные цифры в таблице 6 сгруппированы по две. Случайность расположения цифр, составленных из чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, заключается в том, что нет никакого закона в их расположении. Вместе с тем каждое из этих чисел встречается на каждой странице приблизительно одинаковое число раз с вероятностью 0,1.

Покажем на примере, как пользоваться таблицей случайных чисел для рендомизации вариантов.

Планируется заложить опыт с шестью вариантами в четырехкратной повторности. Обозначим варианты цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6 и по таблице определим порядок размещения вариантов по делянкам каждого повторения. Для этого на любой странице таблицы случайных чисел наугад карандашом отметим начальный пункт отсчета и просмотрим таблицу в произвольном направлении до тех пор, пока не получим указанного набора цифр. Предположим, мы отметили карандашом цифру 6 в первой строке десятого столбца. Двигаясь по этой колонке, например, вниз, получим рендомизированное размещение для первого повторения 6, 3, 5, 2, 1, 4. Номер варианта, который займет последнюю делянку (у нас 4), проставляют автоматически, повторяющиеся цифры и цифры, превышающие 6, пропускают.

Для второго, третьего и четвертого повторений варианты рендомизируют аналогичным образом. Рекомендуются для каждого повторения менять начало отсчета и направление движения по таблице случайных чисел (вниз, вверх, вправо, влево, по диагонали).

Смешиванием называется такой способ размещения вариантов, при котором в каждом повторении все комбинации вариантов подразделяют на две или более групп (блоков) так, чтобы разности между группами составляли взаимодействия высшего порядка, представляющие меньший интерес, чем главные эффекты и взаимодействия между двумя факторами.

**Лекция №6 Особенности закладки и проведения полевых опытов по изучению агротехнических приемов. Особенности методики сортоиспытания. Особенности методики полевых опытов по защите почв от эрозии и в условиях орошения.**

Полевой опыт дает объективную оценку изучаемым вариантам лишь в том случае, если эксперимент проведен с соблюдением всех требований методики. Ошибки технического характера, допущенные на любом этапе опытной работы (разбивка опытного участка, обработка почвы, внесение удобрений, посев, уход, уборка урожая и т. д.), нарушают сравнимость вариантов и искажают их эффекты. Эти ошибки не могут быть исправлены никакой математической обработкой и, следовательно, полностью обесценивают результаты опыта. Поэтому соблюдение всех технических правил проведения эксперимента в поле — важнейшее условие получения точных данных, пригодных для объективной оценки действия изучаемых в опыте агротехнических приемов или сортов.

После изучения и подготовки земельного участка необходимо нанести намеченное расположение опыта на схематический план, где указать точные размеры всего опыта, повторений, делянок, номера делянок и номера вариантов по делянкам и т. п.

По схематическому плану затем размещают опыт в натуре, т. е. выделяют и фиксируют границы опыта, отдельных повторений и делянок. При этом очень важно, чтобы площадь повторений и делянок точно соответствовала принятым размерам, все делянки во всех повторениях обязательно должны быть одинаковой длины и ширины и иметь строго прямоугольную форму.

Перед выходом в поле необходимо заранее подготовить теодолит или эккер для построения прямых углов, стальную мерную ленту или 20-метровую рулетку, крепкий длинный шнур, 5—10 вешек длиной 1,5—2 м, 4 угловых столбика (репера) для фиксации границ опыта и небольшие рабочие кольшочки диаметром 3—4 см и длиной 25—30 см для фиксации границ делянок. Рабочих, кольшочков требуется примерно на 10—12 штук больше удвоенного числа делянок.

Разбивку участка начинают с выделения общего контура опыта и контуров отдельных повторений. Опыт должен располагаться так, чтобы его или каждое повторение (при разбросанном размещении их) со всех сторон окаймляли защитные полосы шириной не менее 5 м. Общий контур и контур повторений выделяют с возможно большей точностью; допустимая невязка для общего контура не должна превышать 5—10 см на 100 м длины.

При планировании и закладке опыта в натуре должны быть обязательно предусмотрены защитные полосы шириной не менее 5 м, окаймляющие весь опытный участок, а также между повторениями и по краям каждой делянки, чтобы устранить влияние соседних вариантов. В опытах с удобрениями, обработкой почвы и многолетних опытах минимальной шириной защиток следует считать 1—1,5 м около каждой делянки или 2—3 м межу соседними делянками, а для краткосрочных опытов по изучению способов, норм посева и т. п. ширина защиток допускается в пределах 0,5—0,75 м для каждой делянки.

Важнейшее правило исследователя — одновременность выполнения агротехнических работ, не подлежащих изучению на всех или в крайних случаях на нескольких целых повторениях полевого опыта'. Это требование необходимо строго выполнять на стационарном опытном поле и в производстве; в соответствии с ним должен быть организован труд на всем опытном участке, опытном поле или станции. Даже незначительный разрыв в сроках обработки, если за это время, например, прошел дождь, разрыв в сроках внесения удобрений или посева всего на 6—8 ч ведет иногда к существенным различиям в росте и развитии растений. К сожалению, именно это важнейшее требование методики, вытекающее из принципа единственного различия, часто упускают из виду при планировании опыта на крупных делянках с большим числом изучаемых вариантов. Неоднократное нарушение этого требования в течение вегетации часто ведет к полной утрате достоверности опытов по существу. Таким образом, единовременность, равно-качественность и краткосрочность всех работ на опыте—первое и важнейшее требование к выполнению агротехнических работ.

Другое общее требование — высококачественность всех выполняемых работ.

Органические и минеральные удобрения вносят или для изучения их действия, или в качестве общего агротехнического фона. Во всех случаях этому приему необходимо уделить особое внимание в связи с тем, что допущенная ошибка не может быть исправлена, а большей частью и обнаружена. Основное требование к любому способу применения удобрений в опыте — равномерное их распределение по площади делянок.

Органические удобрения (навоз, торф, компосты) обычно вносят по общей массе на единицу площади (в тоннах на гектар) и обязательно поделочно, даже тогда, когда их, применяя в качестве общего фона. Эти удобрения должны быть по возможности однородными по своему составу, происхождению, степени разложения и влажности. Перед распределением по делянкам удобрения необходимо хорошо перемешать. Минеральные удобрения желательно вносить в безветренную погоду.

**Обработка почвы.** Если обработка почвы не является изучаемым фактором, она должна быть однородной, одновременной и высококачественной на всех делянках опыта. Вспашку и другие приемы обработки почвы следует выполнять через все делянки повторно перпендикулярно к их длинным сторонам, чтобы возможные случайные факторы одинаково влияли на все варианты опыта. На опытных делянках недопустимы разъемные-борозды и свальные бугры, орудия обработки должны разворачиваться за пределами делянок — на защитных полосах или полевых дорогах. Вспашка всвал или вразвал вдоль делянок допустима только в том случае, если свальные или развальные-борозды можно сделать на защитных полосах между делянками или повторениями. При достаточной ширине защитных полос (не менее 2 м) и аккуратной, квалифицированной работе свал или развал не захватывает учетной площади делянки. Это требование часто вынуждает вести вспашку, особенно на небольших делянках, в одну сторону с холостым обратным ходом. Для такой работы очень удобен оборотный плуг, позволяющий пахать с обеих сторон.

Посев и посадка. Для доброкачественного проведения посева или посадки на опытном участке необходимо серьезное внимание обратить на технику высева или посадки и качество посевного материала. Во всех опытах норму высева желательно устанавливать по числу всхожих семян, а не по массе.

Посев на опытном участке, как правило, должен быть проведен в один день. Многие исследователи отмечали, например, что разрыв в сроках посева ранних яровых в 4—6 ч приводит иногда к разнице в урожае 1—2 ц на 1 га. Поэтому в опытах, допускающих сплошной посев, обязательно проведение посева поперек всех делянок опыта или всех делянок целых повторений. При этом первый проход сеялки делают по шнуру или по предварительно сделанной по нему борозде. Необходимо высевальные аппараты сеялки включать за 1—1,5 м до начала делянки и выключать только после

выхода на границу поля, тщательно следить за работой сошников, количеством семян в ящике и равномерностью их размещения в нем. Совершенно недопустимо останавливать сеялку во время работы, так как после остановки, если не откатить ее назад на 0,5—1 м, получится огрех.

При посевах или лосадке пропашных культур необходимо следить, чтобы на делянку приходилось целое число борозд (рядков), а число растений на всех делянках было строго одинаковым и соответствовало требуемой густоте.

Уход за растениями и опытным участком. Уход за растениями на опытном поле не отличается от ухода за соответствующими культурами в производственных условиях. Все работы следует выполнять своевременно, тщательно и однообразно. Прополку (химическую или ручную), междурядную обработку, подкормку и т. п. проводят совершенно одинаково на всех делянках опыта и не растягивают во времени. Особое внимание обращают на борьбу с сорняками, так как они особенно сильно нарушают сравнимость вариантов.

К специальным работам относятся: поделка и прочистка дорожек, обрезка по шнуру концов полей, делянок, - а также отбивка защитных полос, своевременная расстановка кольшков, этикеток и т. д.

В соответствии с характером опыта и способом учета урожая на каждой делянке намечают учетную и защитные части. По концам делянок независимо от наличия защитной полосы вокруг всего опыта (в стационарных лабораторно-полевых опытах часто ее совсем не бывает) обязательно выделяют концевые защитки длиной 2—5 м, а между соседними делянками — боковые защитки шириной 1—2 м. При механизированной уборке урожая удобнее отбивать такие боковые защитки, общая ширина которых между двумя соседними делянками соответствует захвату уборочной машины.

На культурах сплошного сева все защитные полосы выделяют по всходам. Защитки отбивают ручными планетами или прорезают дорожки культиватором, навешенным на малогабаритный трактор. Ширина дорожек обычно 20—30 см. Если посев проводят вдоль делянок, то их учетную часть можно отграничить от боковой защитной полосы, закрыв соответствующий сошник сеялки во время работы.

В опытах по сортоиспытанию или при изучении таких агротехнических приемов, которые оказывают несущественное влияние на соседние делянки, боковые защитки иногда не выделяют и заменяют их незасеянными дорожками между делянками шириной 30—40 см. Выделять более широкие незасеянные дорожки нецелесообразно, так как они очень сильно зарастают сорняками и требуют специальной обработки почвы. Кроме того, урожай на учетной части делянки, примыкающей к широкой дорожке, очень резко отличается от урожая на остальной ее площади.

На пропашных культурах концевые защитки выделяют во время обработки междурядий, а боковые — чаще всего перед уборкой. Урожай с боковых и концевых защитой убирают отдельно и раньше, чем на учетной части делянок.

После всходов и поделки дорожек устанавливают этикетки. В начале опытного участка помещают большую этикетку с наименованием опыта. Надписи на поделочных этикетках должны в самой краткой и понятной форме указывать на основные отличия вариантов.

На всей территории опыта, так же как и опытного поля или опытной станции в целом, поддерживают чистоту и порядок. Нигде не оставляют куч выполотой травы, остатков соломы, неубранной ботвы и т. п. Все это увозят с поля в компостные кучи.

## Лекция № 7 Учет урожая

Уборка и учет урожая требуют большого внимания и аккуратности; небрежность и излишняя поспешность при выполнении этой важной работы неизбежно ведут к грубым ошибкам, совершенно обесценивающим опыт.

За несколько дней до уборки нужно осмотреть опытный участок, выделить каждую делянку кольшками или вешками, а при необходимости сделать выключки. Под выключкой понимают часть учетной делянки, исключенной из учета вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных во время работы. Целые делянки выключают и выбраковывают лишь в исключительных случаях, когда есть зарегистрированные данные, свидетельствующие о повреждении растений, об ошибке в работе или другие причины, которые могут изменить урожай независимо от изучаемого приема.

Допускаются следующие основания для выключек или браковки целых делянок:

- а) повреждения, вызванные стихийными явлениями природы, неравномерно повредившие опытную культуру, при условии, что неравномерность повреждения не является следствием изучаемых в опыте причин;
- б) случайные повреждения в результате потравы скотом, птицей, грызунами и пр.;
- в) ошибки при закладке и проведении опыта.

Уменьшение учетной делянки из-за выключек допускается не более чем на 50%. При уменьшении больше указанного размера делянку выбраковывают полностью. Выключки и браковка целых делянок очень нежелательны, так как это вызывает неравноточность сравнений вариантов и искажает результаты опыта. Чтобы опыт с одной-двумя выпавшими из учета делянками привести к сравнимому виду, результаты их должны быть восстановлены статистическим методом.

Совершенно недопустима выключка или браковка целых делянок на основании чисто субъективного впечатления на глаз, особенно после того, как урожай убран и взвешен. Полученные данные могут вызвать подозрение, но стоит начать браковку их, как не будешь знать, где остановиться. При некотором навыке в этом деле можно получить математически очень точные, но совершенно не заслуживающие внимания результаты.

Итак, основаниями для выключек или браковки целых делянок до уборки должны быть совершенно ясные внешние объективные причины. Для выбраковки не может быть убедительным доводом тот факт, что, например, делянка варианта, от которого экспериментатор ждет хороших результатов, кажется ему необычно малоурожайной.

Урожай на учетных делянках убирают после удаления урожая с защитных полос и выключек. Урожай убирают способом и в сроки, которые устанавливают на месте, руководствуясь общим требованием к полевым работам на опытах — одновременность и однокачественность их. Необходимо тщательно следить за тем, чтобы техника и методика уборки не внесли «незаконных» различий в сравниваемые объекты. Все опытные делянки желательно убирать в один день, одним и тем же способом.

Если это технически не удастся сделать, то в один день убирают обязательно целое число повторений. В том случае, если изучаемые приемы оказывают влияние на сроки созревания (например, при испытании сортов, сроков посева, удобрений и т. п.), то уборку проводят по мере созревания культур, но обязательно одним и тем же способом на всех делянках. Различные способы уборки в одном опыте, естественно, могут быть допустимы лишь при изучении самих способов уборки.

В исследовательской работе необходимо использовать только сплошной метод учета урожая. Весь урожай с учетной части каждой делянки при сплошном учете убирают и взвешивают на весах, удовлетворяющих требованиям Госстандарта.

Применяемый иногда метод учета урожая пробными площадками или отдельными растениями ненадежен, нередко не свободен от субъективизма, и его нельзя применять в полевых опытах. Сущность метода и основной недостаток учета по пробным площадкам заключается в том, что урожай взвешивают не со всей делянки, а лишь с нескольких малых пробных площадок (метровок, рядков). Эта выборка (проба), как бы тщательно ее ни отбирали, всегда характеризует урожай с делянки лишь приблизительно.

Рассмотрим кратко некоторые особенности учета урожая отдельных культур. Зерновые и зернобобовые культуры. Наиболее распространена уборка урожая зерновых культур приспособленным для этой цели обычным или специальным малогабаритным самоходным комбайном. Особенно удобен этот способ уборки на удлинённых делянках. Комбайн за один проход убирает среднюю учетную часть делянки, оставляя защитные полосы. Убирают защитные полосы и делают прокосы между повторениями тем же комбайном.

При использовании комбайна очень важно установить и строго выдержать в течение всей уборки оптимальный режим его работы на данной культуре и продолжительность работы вхолостую между уборкой двух делянок; она должна быть не менее 3—4 мин. Этого времени обычно бывает достаточно для полного обмолота колосьев, затаривания зерна из бункера комбайна в мешки и этикетирования.

В том случае, когда расположение опыта и форма делянок затрудняют работу самоходного комбайна непосредственно на уборке, можно использовать его на обмолоте урожая, убранных простыми машинами или вручную. После обмолота урожая с одной делянки комбайн переезжает на другую и т. д.

Бункерный урожай с каждой делянки взвешивают в поле или после перевозки в затаренных и заэтикетированных мешках в хозяйстве. Урожай обязательно пересчитывают на 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту. Для определения влажности и засоренности с каждой делянки сразу же после взвешивания в полиэтиленовые мешочки отбирают среднюю пробу зерна около 1 кг. Влажность и засоренность определяют одним из методов, предусмотренных стандартом на зерно, и выражают в процентах к сырой навеске. Урожай зерна, полученный при взвешивании, приводят к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте по формуле:

$$X = Y(100 - B)(100 - C) / (100 - B1)100$$

где X — урожай при 14%-ной влажности (ц с 1 га); Y — урожай без поправки на влажность (ц с 1 га); B — влажность зерна при взвешивании (%); B1 — стандартная влажность (%); C — засоренность зерна (%).

Если размер делянок или величина урожая не позволяет использовать на уборке комбайн, применяют простые машины или скашивают растения вручную (серпами или косой с грабелями). После скашивания хлеб немедленно связывают, снопы пересчитывают и число их записывают в полевую книжку по каждой делянке отдельно. К снопам каждой делянки шпагатом прикрепляют деревянные этикетки, на которых простым карандашом указывают опыт, сорт или вариант, номер делянки, номер повторения и число снопов. После просушки снопы немедленно свозят в молотильный сарай для поделяночного обмолота на небольшой молотилке простой конструкции, очистки и взвешивания урожая.

Общий урожай с каждой делянки определяют взвешиванием снопов перед обмолотом. При этом их пересчитывают и сверяют с записями на этикетках и в полевой книжке. Зерно взвешивают после очистки, урожай соломы определяют по разности между общей массой урожая перед обмолотом и массой зерна.

При учете урожая кукурузы на зерно с учетной площади делянки убирают все початки, делят их на три фракции (с зерном полной, восковой спелости и недозрелые) и взвешивают отдельно каждую фракцию. Затем с каждой делянки отбирают по 50 початков с зерном полной и восковой спелости (пропорционально их долям в урожае), взвешивают их, обмолачивают и определяют выход зерна. По пробе массой около 300 г определяют влажность зерна согласно государственному стандарту. Урожай чистого зерна при 14%-ной влажности рассчитывают на основе общей массы початков на делянке с зерном полной и восковой спелости и выхода зерна от урожая початков по формуле:

$$X = УП(100 - В) : 8600,$$

где X — урожай зерна при 14%-ной влажности (ц с 1 га); Y — урожай початков в полной и восковой спелости при уборке (ц с 1 га); П — выход зерна от урожая початков (%); B — фактическая влажность зерна (%); 8600 — коэффициент пересчета урожая початков к урожаю зерна при 14%-ной влажности.

Пропашные культуры. Учитывают урожай сплошным методом, взвешивая его с каждой учетной делянки в поле сразу после уборки. При значительной загрязненности клубней и корней необходимо брать пробы по 10—15 кг для установления количества приставшей почвы. Отобранные клубни (корни) взвешивают до и после удаления почвы. Эти пробы можно использовать затем для определения качества продукции. Например, для картофеля очень важно знать товарность урожая, т. е. процент мелких, средних и крупных клубней, содержание в них крахмала, пораженность болезнями, вкусовые качества; для корнеплодов — среднюю массу корня, содержание сухих веществ и сахара, процент больных и здоровых корней и т. п.

**Урожай подсолнечника** убирают комбайном или вручную. После обмолота корзинок семянки взвешивают и отбирают с каждой делянки в полиэтиленовые мешочки средние образцы семянкой массой около 300 г для определения влажности и засоренности.

**Хлопчатник.** Хлопок-сырец собирают и взвешивают по всей учетной площади делянок. Нераскрывшиеся коробочки (курак) собирают после того как полностью убран хлопок-сырец, из раскрывшихся коробочек.

**Лен и конопля.** Учет урожая соломы и семян этих культур в принципе сходен с учетом зерновых. Различие заключается в том, что урожай волокна определяют по его выходу из пробного снопа.

Теребление льна и покосни у конопля, а также срезание стеблей зеленца и матерки конопля проводят на всей учетной площади каждой делянки опыта. Затем стебли связывают в снопы, этикетировывают и ставят в бабки (суслоны) для просушивания.

Подсушенные до воздушно-сухого состояния снопы обмолачивают (очесывают). Взвешивают солому после очеса, а семена — после чистки от сорных примесей. После взвешивания с каждой делянки отбирают средние пробы соломы и семян для определения влажности и засоренности. Соломы льна берут 200—300 г, семян льна 150—200 г, соломы конопля 800—1000 г, семян конопля 150—200 г. Урожай соломы льна и конопля приводят к 19%-ной влажности по формуле:

$$X = Y(100 - B) : 81,$$

где X — урожай соломы при 19%-ной влажности (ц с 1 га); Y — урожай соломы без поправки на влажность (ц с 1 га); B — влажность соломы при взвешивании (%); 81 — коэффициент пересчета на 19%-ную влажность.

Кроме урожая семян и соломы, для полевых опытов со льном и коноплей важен учет урожая волокна и оценка его качества. Чтобы установить процентное содержание волокна в соломе, урожай волокна и оценить его качество после обмолота и взвешивания урожая, с каждой делянки отбирают два образца соломы массой 4—6 кг каждый и проводят их технологический анализ.

Рассчитывают урожай волокна по формуле:

$$X = Y(B/A),$$

где X — урожай волокна (ц с 1 га); Y — урожай соломы (ц с 1 га); L — масса образца соломы, взятого на технологический анализ (кг); B — масса волокна, полученного от образца соломы (кг)

Однолетние и многолетние травы. Урожай клевера, люцерны, вики, травосмесей, луговых трав и т.п. учитывают сплошным методом. После скашивания трав зеленую массу с учетной площади делянки или сразу взвешивают или, если позволяет погода, высушивают на делянках, а затем взвешивают сено.

Чаще всего зеленую массу сразу взвешивают. Для определения урожая сена с каждой делянки отбирают пробный сноп массой не менее 2 кг. Пробные снопы используют для определения влажности зеленой массы, определения ботанического состава травостоя и показателей качества урожая.

Урожай сена приводят к стандартной 16%-ной влажности:

$$X = Y(100 - B) : 84,$$

где X — урожай сена при 16 %-ной влажности (ц с 1 га); Y — урожай зеленой массы трав (ц с 1 га); B — влажность зеленой массы при взвешивании (%); 84 — коэффициент пересчета на 16%-ную влажность.

При учете урожая кукурузы на силос растения на учетной площади делянки скашивают и немедленно взвешивают. Для определения в общем урожае зеленой массы доли листьев, стеблей и початков в молочной и восковой спелости с каждой делянки берут средние пробы по 10—20 растений, разделяют их на основные части, отдельно взвешивают и определяют процентное соотношение в урожае.

Методы поправок на изреженность посева. В опытах с редко стоящими растениями большое значение имеет учет влияния пустых мест (выпадов) на развитие соседних растений. Исследованиями установлено, что в посевах картофеля и сахарной свеклы выпад единичных растений, если он произошел задолго до уборки урожая, увеличивает продуктивность граничащих с пустыми промежутками растений на 20—50%, поэтому необходимо использовать специальные методы, позволяющие элиминировать влияние изреживания на результаты опыта, например метод ковариационного анализа (см. главу 23).

Применение поправок на переживание допустимо, если выпадение растений не связано с изучаемым фактором и если оно не превышает 20%. Когда изреживание выше указанной величины, то выбраковывается вся делянка, а если выпало не более 4% общего числа учетных растений на делянке или если изреживание связано с изучаемым фактором, то поправок на изреженность не делают.

Чтобы исключить влияние пустых мест на результаты опыта и получить сравнимые данные, предложено несколько методов. Наиболее надежный из них заключается в том, что перед уборкой урожая подсчитывают число пустых мест и удаляют растения, граничащие с пустыми промежутками. Краевые растения возле пустых мест не удаляют только в том случае, если выпад произошли непосредственно перед уборкой урожая и, следовательно, не могли оказать заметного влияния на соседние растения. Фактическую учетную площадь делянки рассчитывают по формуле:

$$S = (P - H) П,$$

где P — расчетное число растений на делянке; H — число недостающих растений; П — площадь питания одного растения (м<sup>2</sup>).

При равномерном выпадении единичных растений допускается, что около половины площади пустых мест используется соседними растениями и компенсируется более высоким их урожаем. Поэтому в расчет принимается половина выпавших растений. Приведенный к сравнимому виду урожай, т. е. урожай, рассчитанный на определенную, например среднюю для опыта, густоту стояния растений, определяют по формуле:

$$Y = AP/P - 1/2H$$

где A — фактический урожай с делянки; P — расчетное число растений на делянке; H — число недостающих растений. При другом способе фактический урожай приводят к расчетному числу растений по формуле

$$Y = A + PX/2$$

где A — фактический урожай с делянки; P — расчетное число растений на делянке; x — средняя фактическая масса одного растения.

Совершенно очевидно, что наиболее надежные результаты получаются в опытах с нормальным урожаем, а не исправленным тем или иным способом. Поэтому необходимо стремиться свести к минимуму те выпад растений, которые не обусловлены изучаемым фактором.

### Лекция №8 Проведение опытов в производственных условиях

Опыт в производственных условиях должен обосновать целесообразность внедрения сорта, агротехнического приема или целой системы приемов на основе всесторонних (агрономической и экономической) оценок.

Между методикой проведения полевых опытов на постоянных опытных полях научно-исследовательских и опытных учреждений и опытами в производственных условиях принципиальных различий нет. Перед научными работниками и опытниками встают одни и те же вопросы — о размере и форме участков, числе повторений в опыте, длительности проведения опыта, о сравнимости результатов, о выключках и т. д. Но поскольку задачи опытов в производственных условиях несколько иные, то и решаются эти вопросы по-иному.

Выбор поля. Объективность оценки результатов производственного опыта требует возможно более широкого включения типичных для хозяйства площадей с разной экспозицией, микроклиматическими, почвенными и другими условиями, что, в свою очередь, определяет схему опыта. До его начала, как правило, не проводят уравнивающих посевов. Но для закладки опыта подбирают поля достаточно однородные по плодородию, с одинаковым хозяйственным использованием за три-четыре предыдущих года (возделывание одних и тех же культур, использование удобрений и т. д.). Для этого пользуются данными «Книги истории полей», почвенными картами, а также данными специалистов хозяйства о выравненном™ поля по состоянию стеблестоя или травостоя, предшествующих закладке опыта культур перед уборкой их урожая.

Формы и размеры делянок, повторность в опыте. На поле агронома или в поле хозяйственного севооборота, где намечено провести опыт, независимо от его размера выделяют не менее трех контрольных полос шириной 10—12 м, примерно на равном удалении одна от другой. Их располагают поперек поля так, чтобы они равномерно охватывали все разнообразие условий земельного массива. При наличии склона посевы располагают вдоль него. На полях с защитными лесными полосами или с лесными массивами на границах контрольные полосы располагают перпендикулярно к ним, чтобы избежать влияния лесных полос или лесного массива на результаты опыта. Например, при изучении влияния вспашки на глубину 30 см и дисковой обработки на 30—12 см на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы в качестве контроля применяют ту обработку, которая наиболее распространена в данных условиях. На дерново-подзолистых почвах вспашку на глубину 20 см осуществляют на выделенных полосах.

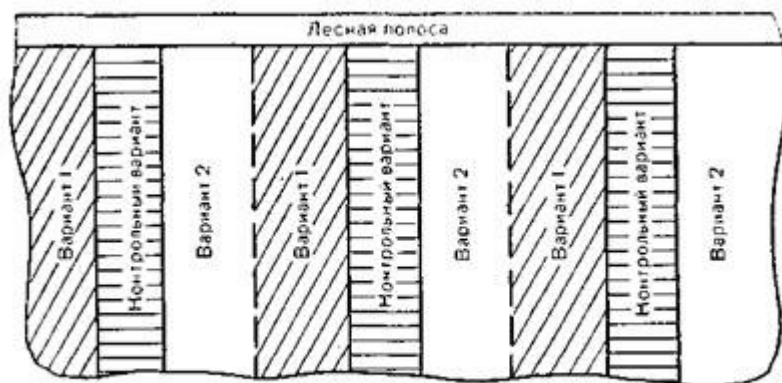


Рис. 1. Схема размещения контрольных и опытных полос на поле

(контрольный вариант). На остальной части поля изучают приемы (опытные варианты): вариант 1 — вспашка на 30 см, вариант 2 — дискование на 10—12 см (рис. 1). Границы контрольных полос на концах поля фиксируют кольшками (реперами). На каждое поле составляют схему с указанием его длины, ширины и площади; расстояния между контрольными полосами, их длины и ширины; площади под опытными и контрольными вариантами.

Все агротехнические работы на опытном поле проводят в одни сроки (в течение одного дня) как на контрольных, так и на опытных вариантах одними и теми же машинами, за исключением изучаемых приемов, то есть с соблюдением принципа единства всех условий, кроме изучаемых.

После посева (посадки) восстанавливают границы контрольных полос, а после появления полных всходов на торцах опытных и контрольных полос (в местах, от которых будет вестись уборка) вырубают дорожки шириной 20—30 см; в дальнейшем их используют для прохода при наблюдениях за посевами в течение вегетационного периода (рис.2). \*

Одновременно на поле ставят этикетку с названиями культуры, вариантов, описанием целей и задач опыта, указанием площади поля.

Для всесторонней оценки изучаемых агроприемов или сортов необходимы исследования при различных погодных условиях. Поэтому опыты проводят в течение



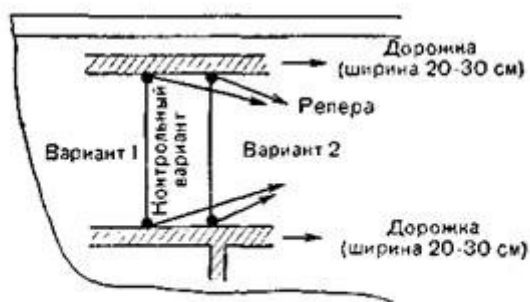


Рис. 2. Схема расстановки реперов и пробивка дорожек на опытном поле

нескольких лет (три года бывает достаточно). При отсутствии на территории хозяйства метеопоста пользуются данными ближайшей метеостанции, а также собственными наблюдениями за погодой. Для объективной оценки изучаемых приемов одних данных по урожайности недостаточно, нужны соответствующие учеты, анализы и наблюдения. Например, в опытах по изучению обработки почвы необходимы оценка ее качества (глубина, глыбистость, гребнистость, степень подрезания сорняков и т. д.), посева или посадки (глубина заделки семян, полевая всхожесть), определение засоренности посевов и видового состава сорняков, повреждений растений вредителями и поражения болезнями, структуры и качества урожая. Во всех опытах наблюдают за фазами развития растений (фенологическими). В каждом конкретном случае целесообразно консультироваться в ближайшем опытном учреждении.

Схемы опытов определяются целями и задачами, вытекающими непосредственно из потребностей сельскохозяйственного производства.

В производственных условиях возникают и другие варианты минимальной обработки, поэтому они могут быть включены в схему опыта. При этом следует иметь в виду, что оценка и внедрение минимальной обработки не означает упрощения агротехники, а, наоборот, является новым этапом в развитии земледелия, требующим более высокой технической оснащенности его различными машинами и орудиями, более высокой квалификации кадров и высокой культуры земледелия.

Часто в производственных условиях появляется необходимость в уточнении норм и сроков посева семян новых сортов, предшественников озимых культур и приемов обработки почвы после их уборки, в проверке эффективности ретардантов (на посевах пшеницы — препарата тур, на озимой ржи — кампозана и др.), оценке эффективности обработки почвы различными орудиями, уточнении доз внесения азотных и других удобрений, в изучении продуктивности новых сортов сельскохозяйственных культур и т. д.

Ниже в качестве примерных схем приведены следующие опыты.

## Лекция №9 Методы статистической обработки и оценка данных полевого опыта

Математическая статистика — это один из разделов математики. Она позволяет делать умозаключения о всей (генеральной) совокупности на основе наблюдений над выборочной совокупностью, или выборкой. Все статистические методы основаны на теории вероятностей — науке, изучающей общие закономерности в массовых случайных явлениях различной природы, и применяются - везде, где приходится иметь дело с *планированием экспериментов и обследований, с оценкой параметров и проверкой гипотез, с принятием решений при изучении сложных систем.* Слово «случайный» употребляется здесь для обозначения явления, исход которого в настоящий момент нельзя точно предсказать. Так, результаты опытов всегда подвержены тем или иным посторонним влияниям, помимо изучаемых. В результате любой опыт содержит некоторый элемент случайности, который измеряется величиной экспериментальной ошибки.

*Главная обязанность экспериментатора — постановка добротных, целенаправленных опытов, а математическая статистика помогает (агрономическому исследованию в выборе оптимальных условий для проведения опыта, дает объективную, количественную оценку экспериментальным данным.*

*Свойство условных единиц—растений, урожаев на параллельных делянках полевого опыта и т. п. — отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях называется изменчивостью, или варьированием. Изменчивость — свойство, присущее всем предметам природы: двух совершенно одинаковых предметов не существует, хотя различия между ними и могут быть незаметными для невооруженного глаза.*

Совершенно очевидно, что не всегда возможно (а практически очень редко) исследовать по тому или другому признаку все особи, всю совокупность. В этих случаях прибегают к изучению части ее, по которой делают общее заключение. Такой метод называется *выборочным* и считается основным при статистическом изучении совокупности.

Главная цель выборочного метода — по статистическим показателям малой выборки (средней пробе) возможно точнее охарактеризовать всю совокупность объектов, которая в статистике и называется генеральной совокупностью.

*Вариационным рядом называется такой ряд данных, в которых указаны возможные значения варьирующего признака в порядке возрастания или убывания и соответствующие им частоты.*

*Под количественной изменчивостью понимают такую, в которой различия между вариантами выражаются количеством, например массой, высотой, урожаем, числом зерен и т. д. Различают два вида количественной изменчивости: прерывистую, или дискретную, и непрерывную.*

*Качественной изменчивостью называется такое варьирование, когда различия между вариантами (выражаются качественными показателями, которые одни варианты имеют, а другие нет (цвет, вкус, форма изучаемого объекта и др.)*

Дисперсионный анализ разработан и введен в практику сельскохозяйственных и биологических исследований английским ученым Р. А. Фишером, который открыл закон распределения: отношения средних квадратов (дисперсий):

средний квадрат выборочных средних / средний квадрат объектов = F

Дисперсионный анализ широко используется для планирования эксперимента и статистической обработки его данных. Если в недалеком прошлом считали, что роль математика состоит лишь в анализе экспериментальных данных, то работы Р. А. Фишера коренным образом изменили эту точку зрения, и в настоящее время статистическое планирование опыта в соответствии с требованиями дисперсионного анализа и математическая интерпретация результатов — непременные условия успешного получения ответов на вопросы, интересующие экспериментатора. Статистически обоснованный план эксперимента определяет и метод математического анализа результатов. Поэтому современный эксперимент нельзя правильно спланировать, не зная основ дисперсионного анализа.

При дисперсионном анализе одновременно обрабатывают данные нескольких выборок (вариантов), составляющих единый статистический комплекс, оформленный в виде специальной рабочей таблицы. Структура статистического комплекса и его последующий анализ определяются схемой и методикой эксперимента.

*Сущностью дисперсионного анализа является расчленение общей суммы квадратов отклонений и общего числа степеней свободы на части — компоненты, соответствующие структуре эксперимента, и оценка значимости действия и взаимодействия изучаемых факторов по F-критерию.*

Дисперсионный анализ дает возможность получить представление о степени, или доле влияния того или иного фактора в общей дисперсии признака.

Дисперсионный анализ быстро вошел в употребление при обработке экспериментальных данных благодаря следующим основным преимуществам его перед методом попарных сравнений по критерию Стьюдента:

вместо индивидуальных ошибок, средних по каждому варианту, в дисперсионном анализе используется обобщенная ошибка средних, которая опирается на большее число наблюдений и, следовательно, является более надежной базой для оценок;

методом дисперсионного анализа можно обрабатывать данные простых и сложных, однолетних и многолетних, однофакторных и многофакторных опытов;

дисперсионный анализ позволяет избежать громоздких вычислений при большом числе вариантов в опыте и позволяет компактно в виде существенных разностей представить итоги статистической обработки.

Дисперсионный анализ невозможен для простых вегетационных или полевых опытов, проведенных без повторностей. Минимум повторностей — две, однако в этом случае, особенно в полевых опытах, получаются большие ошибки и статистически не доказываются даже значительные эффекты вариантов. Поэтому однофакторные опыты проводят обычно в 4—6-кратной повторности.

Многофакторный дисперсионный анализ в принципе возможен для факториальных опытов, заложенных без повторностей

## 5 Список литературы

### Основная литература:

- 1 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 2006.
- 2 Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М., Изд. ВНИИ кормов, 2007.
- 3 Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. М., 2008.

### Дополнительная литература

- 4 Никитенко Г. Опытное дело в полеводстве. М., 2005.
- 5 Томилов В.П. Практикум по методике опытного дела. Астана, 2001.