

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение дополнительного образования детей
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Учебно-методическое пособие



Москва
2013

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение дополнительного образования детей
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Учебно-методическое пособие

Москва
2013

УДК 372.863:631.5
ББК 74.200.585.02:41
О—64

*Печатается по решению методического совета
Федерального детского эколого-биологического центра*

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству:
Методическое пособие. — М.: ФГБОУ ДОД ФДЭБЦ, 2013. — 120 с.

Составители: **Авдеев С.М.**, к.с-х.н. доцент кафедры земледелия и агрометеорологии РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, **Дёмина Л.Ю.**, к.б.н., старший методист факультета довузовской подготовки РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, **Прошина Е.Т.**, заведующая отделом агроэкологии ФГБОУ ДОД ФДЭБЦ, **Усманов Р.Р.**, к.с-х.н., доцент кафедры земледелия и агрометеорологии РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ответственный редактор: Каплан Б.М., методист ФГБОУ ДОД ФДЭБЦ.

Учебно-методическое пособие адресовано заведующим учебно-опытными участками общеобразовательных учреждений, руководителям учебнических производственных бригад, педагогам дополнительного образования трудовых объединений школьников.

В пособии представлены основные требования, предъявляемые к полевым сельскохозяйственным опытам. Даны рекомендации по выбору темы опыта и организации наблюдений за культурными растениями, составлению программы и плана научных исследований, по первичной цифровой обработке и статистической оценке их результатов, ведению документации опытнической работы; предложены темы опытов. В конце сборника приведён терминологический словарь юного опытника.

© Авдеев С.М., Дёмина Л.Ю., Прошина Е.Т.,
Усманов Р.Р. (сост. текста), 2012.

© ИФ «УНИСЕРВ» – оригинал-макет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НА УЧЕБНО-ОПЫТНЫХ УЧАСТКАХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	8
Из истории создания учебно-опытных участков	8
Назначение учебно-опытного участка и его документация....	9
Структура и содержание отделов УОУ	12
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ В УЧЕНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ БРИГАДАХ	16
Из истории создания ученических производственных бригад	16
Содержание работы ученических производственных бригад образовательных учреждений	19
Глава 3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ	22
Схема опытнической работы	23
Определение проблемы, выбор темы опыта, постановка цели и задач	23
Планирование опытнической работы	25
Выбор и подготовка опытного земельного участка	27
Глава 4. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА	32
Требования, предъявляемые к проведению опытов	32
Число вариантов опыта	33
Площадь, направление и форма делянки	34
Повторность и повторение	37
Размещение вариантов в полевом опыте	38
Глава 5. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЁТЫ В ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ	41
5.1. Фенологические наблюдения	43
5.2. Учёт густоты стояния растений (побегов)	48
5.3. Оценка зимостойкости	51
5.4. Визуальная оценка состояния посевов	52
5.5. Оценка засорённости посевов	56
5.6. Определение урожайности зерновых	59
5.7. Определение обеспеченности растений элементами в период вегетации (визуальная диагностика)	61

5.8. Определение влажности почвы	66
5.9. Определение кислотности почвы	68
5.10. Определение засолённости почвы	70
5.11. Метеорологические наблюдения.....	71
Глава 6. ТЕМАТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ	85
6.1. Определение оптимального срока высе-ва сельскохозяйственных и декоративных культур.....	85
6.2. Влияние метеорологических условий на получение урожая сельскохозяйственных культур.....	86
Глава 7. СТАТИСТИКА В ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ....	88
Изменчивость признаков и их измерение.....	89
Генеральная совокупность и выборка	92
Статистические методы проверки гипотез	94
Корреляционно-регрессионный анализ	95
Глава 8. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЁТНОСТЬ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	98
Задания ученых Российского государственного аграрного университета — Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева по выполнению самостоятельной опытнической работы	108
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ЮНОГО ОПЫТНИКА	110
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	116
ЛИТЕРАТУРА.....	118

ВВЕДЕНИЕ

Опытническая работа учащихся — понятие достаточно объемное. Это не единичное учебное или научное задание, а продуманная система организации творческой работы учащихся в области сельского хозяйства. Она не только даёт агроэкологические знания и умения, но и оказывает воспитательное (в том числе нравственное, эстетическое) воздействие на учащихся, а также способствует умственному и физическому их развитию в процессе трудового обучения. Наряду с этим она способствует профессиональной ориентации и развитию устойчивого интереса к сельскохозяйственному производству. Опытническая работа проводится не только в учебное, но и внеурочное дополнительное время.

Проблема организации опытнической и исследовательской работы в сельской школе в настоящее время весьма актуальна, особенно в связи с изучением в общеобразовательных школах предмета «Технология», который должен не только обеспечить достаточный уровень технологической подготовки учащихся, но и повысить творческий потенциал учащихся. Экспериментальная деятельность позволяет решить определённые задачи:

- овладение общетрудовыми и жизненно необходимыми умениями и навыками, в том числе в области культуры труда и поведения;
- изучение мира профессий, приобретение практического опыта профессиональной деятельности и на этой основе обоснованное профессиональное самоопределение;
- формирование творческого подхода, эстетического отношения к действительности в процессе обучения и выполнения проектов;
- воспитание трудолюбия, честности, ответственности, порядочности, предприимчивости и патриотизма.

Исследовательский метод является наиболее продуктивным и действенным средством развития школьников при обучении их сельскохозяйственному производству, средством совершенствования учебного процесса и творческой активизации сельских школьников. Причины, по которым педагоги обращаются к исследовательской деятельности учащихся, достаточно разнообразны. Кто-то видит в этом оптимальные воспитательные возможности,

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

кто-то справедливо считает, что опыт (эксперимент), как и наблюдение, является базисным методом на эмпирическом этапе познания, кто-то уверен, что это самый эффективный способ получения и закрепления знаний. Некоторые надеются на вполне реальные достижения учащихся — призовые места на конкурсах, льготы при поступлении в вузы и т. д.

Умелая организация опытнической работы действительно позволяет достичь высоких педагогических результатов. Ведущая роль в организации опытнической работы принадлежит педагогу, учёному или специалисту сельского хозяйства. В первую очередь это означает, что они осознанно и продуманно должны подходить к каждому моменту обучения ребёнка исследовательской деятельности, которая включает не только многоплановые занятия, но и составляет целостную картину научно-производственного процесса, имеющего начало и завершение.

Исследовательский метод в опытнической работе занимает ведущее место. При закладке опыта, наблюдении за подопытными культурами, учёте урожая и осмыслении результатов работы учащийся применяет обширные сведения из разнообразных источников, в том числе знания школьных предметов (использует межпредметные связи). В процессе проведения опытнической работы ребята находятся в постоянном творческом поиске, изучают и осваивают новые технологии и в дальнейшем применяют их в процессе работы. Здесь от учащихся требуются пунктуальность, терпение, настойчивость и многое другое. В процессе опытнической работы учащимся приходится выполнять большое количество различных агротехнологических операций, проводить наблюдения и учёты, делать диагностику обеспеченности растений элементами питания в период вегетации, прогнозировать результаты своего труда, грамотно оформлять завершённое исследование и многое другое.

Поскольку опытничество связано с материальным производством, то обучающиеся своим трудом в определённой степени помогают продвижению научных изысканий в практику сельского хозяйства и способствуют его модернизации. В ученических производственных бригадах опытническая работа проводится на полях, занимающих значительные площади. Для получения научного результата учащиеся работают на делянках большого размера и, следовательно, одновременно производят большой объём сель-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

сельскохозяйственной продукции, что сейчас особенно важно: ведь в настоящее время социально-экономическое развитие страны требует освоения новых технологий в области сельского хозяйства и направлено на решение задач достижения высокой эффективности общественного производства. Внедрение же интенсивных технологий в сельскохозяйственное производство может быть осуществлено только на основе последних научных и опытных данных, поэтому на опытных полях ученических производственных бригад тематика опытнической работы имеет широкий аспект, практическую значимость и направлена на перспективу.

Следовательно, актуальность профессионального самоопределения и подготовки детей и молодёжи к работе в современных экономических условиях, требующих нового типа экономического мышления и владения агрономической, технологической и экологической грамотностью, очевидна и неоспорима.

Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НА УЧЕБНО-ОПЫТНЫХ УЧАСТКАХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Из истории создания учебно-опытных участков

Ещё в 1638 г. Я.А. Коменский, основатель педагогической науки указывал на необходимость наличия в школе небольшого сада, «куда следует иногда пускать учащихся и предоставлять им возможность наслаждаться зрелищем деревьев, цветов и трав». В 1761 году великий французский философ-просветитель Ж.-Ж. Руссо писал о садовых работах как о важнейшем «воспитательном средстве». В начале 60-х годов XIX в. многие известные педагоги усиленно пропагандировали устройство школьных садов в учебных целях. Например, Н.А. Варнек, русский биолог, в статье, опубликованной в «Журнале Министерства просвещения», писал о необходимости создания при каждой гимназии небольшого сада. Педагог-натуралист Н.И. Раевский, в своем учебнике ботаники рекомендовал не только устройство школьных садов, но и сам занимался организацией ботанического сада при Псковском реальном училище. В конце XIX века имели место попытки через сельскую начальную школу поднять культуру сельского хозяйства, используя для этой цели школьные сады. Учебно-опытные участки при школах и учреждениях дополнительного образования появились в 20-х годах прошлого столетия. В 30-е годы XX века на основе обобщения опыта учителей начинает складываться система организации школьного агробиологического участка. Об этом свидетельствует вышедшая в свет в 1935 году работа Н.М. Верзилина «Агробиологический участок средней школы», где была показана его структура, были определены пути формирования у учащихся общебиологических понятий с прикладными знаниями, намечены преемственные и межпредметные связи. Надо отметить, что такие пришкольные образования были распространены не только в сельской местности, но и в городах. Конечно, учебно-опытные участки при городских образовательных учреждениях имели меньшую площадь, чем в сельских районах, но на них также активно велась работа, связанная с земледелием и приобщением учащихся к труду и природе. При-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

школьный участок рассматривался, как территория, предназначенная для учебных целей и применения исследовательского метода при изучении растений и животных, для формирования личности ребёнка, сочетающей любовь к живой природе и стремление к её познанию с практическими навыками. Долгие годы эта цель сохранялась и была основной. Однако в 50-е годы опытническая и исследовательская деятельность уступает место трудовому воспитанию с производственным направлением. Школа должна была давать ребятам не только хорошее общее образование, но и серьёзно готовить их к трудовой деятельности. Основной базой для получения первоначальных трудовых навыков в области сельского хозяйства для учащихся должны были стать школьные учебно-опытные участки. В кружках, на учебно-опытных участках, на биологических станциях юные натуралисты знакомились с важнейшими отраслями сельскохозяйственного производства, постигали и осваивали методы получения высоких и устойчивых урожаев главнейших сельскохозяйственных культур. В 1965 году роль учебно-опытного участка возросла, их должны были иметь уже все образовательные учреждения, появилось типовое положение о школьном учебно-опытном участке, утверждённое Министерством просвещения РСФСР.

Назначение учебно-опытного участка и его документация

Учебно-опытный участок (УОУ) организуется в образовательных учреждениях всех типов (начальные, общеобразовательные, основные школы, лицеи, детские дома, интернаты, станции юных натуралистов, эколого-биологические центры и другие), как в городской, так и в сельской местности.

Основной целью создания учебно-опытного участка в общеобразовательных школах является использование его базы для учебных занятий учащихся 1-11 классов по трудовому обучению, природоведению, биологии, для развития межпредметных связей (технология, экология, география, физика, химия, эстетика), а также в целях повышения интереса учащихся к живой природе, сельскому хозяйству, учебно-опытнической и природоохранной работе, приобретения ими умений и навыков по выращиванию культурных растений и уходу за животными.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

В учреждениях дополнительного образования эколого-биологической направленности деятельность на УОУ намного шире и направлена на апробацию и реализацию комплекса образовательных программ агроэкологического и сельскохозяйственного направлений. УОУ способствуют освоению обучающимися методик проведения исследований по биологии, экологии, сельскому хозяйству, отработке традиционных и новых форм оргмассовых мероприятий с детьми, повышению роли трудового воспитания и формированию активной жизненной позиции детей и молодёжи.

Учебно-опытные участки общеобразовательных учреждений и ученических производственных бригад объединены единой целью и перед ними стоят общие задачи:

- разработка и апробирование новых рациональных форм обучения на земле;
- поиск и организация эффективного сочетания учебного процесса и процесса научного поиска;
- оптимизация и совершенствование подходов к рациональному природопользованию с учётом зональных особенностей;
- привлечение внимания местного населения к проблемам рационального природопользования, сохранения и восстановления плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения;
- развитие молодёжного агробизнеса и определение системы хозрасчётных мер, позволяющих более эффективно использовать продукцию учебно-опытных участков;
- профессиональная ориентация и подготовка кадров для работы в области сельского хозяйства.

Земельная площадь, предназначенная под организацию учебно-опытных участков, закрепляется за государственными и муниципальными образовательными учреждениями в соответствии с Земельным кодексом РФ. Размеры земельных участков определяются в зависимости от конкретных возможностей региона, с учётом типа, специализации образовательного учреждения, численного состава обучающихся.

Каждое образовательное учреждение разрабатывает своё Положение об учебно-опытном участке с учётом типа образовательного учреждения, географических и экономических условий; большин-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ство из них берут за основу последнее типовое положение об учебно-опытном участке, утверждённое Министерством просвещения РСФСР в 1986 году.

В соответствии с Положением УОУ имеет паспорт, который содержит общие сведения: год его организации, площадь, географическое положение, рельеф, состав почвы, экологическое состояние, графическую схему УОУ, характеристику и размеры каждого отдела УОУ, севооборот, ассортимент растений и состав животных. На каждый УОУ с учётом организации земельной площади и размещения культур составляется план работы на текущий год, в котором указываются:

- тематика и схемы опытов;
- календарь агротехнических мероприятий в отделах;
- сезонный график работы обучающихся на УОУ;
- потребность в посевном и посадочном материале;
- обеспечение сельскохозяйственным инвентарём;
- правила техники безопасности и соблюдения санитарно-гигиенических требований;
- оформление результатов работы и подведение итогов работы на УОУ.

Особое внимание необходимо уделять инструкциям по технике безопасности при работе детей на УОУ, которые составляются с учётом нормативных документов и специфики практических работ на УОУ. Недопустимо формальное отношение к их составлению. В инструкциях необходимо указать информацию о ядовитых растениях, встречающихся на местности (представить их перечень), а также установить запрет на использование ядохимикатов и гербицидов.

Необходимо учитывать специфику работы в отделах УОУ. Например, ясно, что производственный отдел, занимающий значительную земельную площадь и требующий использования специальной техники, должен иметь (помимо общих правил) специальные правила по соблюдению техники безопасности. Или в уголке живой природы необходимо иметь перечень санитарно-ветеринарных требований и норм, регламентирующих содержание животных.

Вся документация обязательно утверждается директором образовательного учреждения.

Структура и содержание отделов УОУ

Анализ опытнической работы на учебно-опытных участках общеобразовательных учреждений показывает, что в них сложилось три основных направления:

1. *Биологическое и агротехническое направление* (изучение биологии и приёмов возделывания основных сельскохозяйственных культур);
2. *Агрохимическое направление* (изучение питания растений и его регулирование путём применения удобрений);
3. *Селекционно-семеноводческое направление* (изучение новых сортов сельскохозяйственных культур, интродукция, размножение и семеноводство растений).

В настоящее время структура и содержание отделов учебно-опытных участков находящихся в сельской местности существенно отличаются от участков расположенных в городе. Городские учебно-опытные участки обычно имеют меньшую площадь, чем сельские (от 0,01 до 2 га) и в основном являются демонстрационно-опытными. На небольших земельных территориях городских образовательных учреждений нет возможности разместить большие учебно-опытные площадки, зимние теплицы и парники. К тому же уход за растениями в теплицах и парниках очень трудоёмок. В каникулярное время для городских школьников работу организовать сложно. Выращивание же овощных, плодово-ягодных культур в условиях города неприемлемо, так как продукция культурных растения не может быть экологически чистыми. Там ведущее место занимают следующие отделы: биологический, цветочно-декоративный, коллекционный, дендрологический, имеются в основном весенне-летние теплицы и оранжереи. Весьма привлекательными становятся биологические кабинеты с обширными коллекциями комнатных цветочно-декоративных растений.

Продукция, выращенная на УОУ, в основном идёт на изготовление гербариев, коллекций и других наглядных пособий для учебных целей, а при наличии весенне-летних теплиц ведётся хозрасчётная деятельность (*реализация рассады цветочно-декоративных и других культур*). Большинство городских участков активно внедряют элементы современного ландшафтного дизайна (живой бордюр, каменистые горки, рокарии и др.).

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

В сельской местности размеры учебно-опытных участков в среднем колеблются от 0,5 до 4,0 га, многие, кроме этого, имеют дополнительный производственный участок размерами от 1,5 до 10 га. В размер площади УОУ не включается земля, занятая строением школы, спортивными площадками и другими школьными сооружениями. Большинство участков имеют не только весенне-летние, но и круглогодичные зимние теплицы, где выращивается рассада, огурцы, зеленые и другие культуры, а также цветочные растения.

Например, в Митрофановской СОШ Кантемировского района Воронежской области размер УОУ при школе только 0,5 га, а 4 га её опытных делянок находятся при НИИ Центрально-Чернозёмной полосы им. В.В. Докучаева.

На учебно-опытных участках образовательных учреждений организуются отделы: натуралистический (начальных классов), овощной, плодово-ягодный, полевой, цветочно-декоративный, коллекционный, биологии растений, лекарственный, экологии, дендрологический, зоолого-животноводческий. В состав УОУ также входят защищённый грунт, «зелёный класс», производственный участок, подсобное помещение, географическая площадка. Наряду с основными традиционными отделами могут организовываться и другие отделы.

Например, на УОУ Балашской средней общеобразовательной школы Самарской области организован семенной отдел площадью 0,03 га. Средняя школа п. Кавказского КЧР имеет отдел «Красной книги». Ольговская средняя общеобразовательная школа Кореневского района Курской области организовала дополнительно на УОУ маточный и отдел морфологии растений.

Учебно-опытный участок может быть построен по агробиологическому принципу и иметь следующие отделы:

— **натуралистический отдел** (выделяется отдельно для учащихся младшего возраста): выращиваются наиболее распространённые разнообразные культурные растения, размножающиеся простым способом (посевом семян в грунт). Проводятся несложные опыты с однолетними растениями. Ведутся фенологические наблюдения за ростом и развитием растений.

— **плодово-ягодный отдел** включает выращивание характерных для региона плодово-ягодных культур, здесь проводятся опыты по способам размножения и выращивания растений, сортои-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

спытанию плодовых и ягодных культур, а также предусмотрены практические работы.

— **дендрологический отдел:** выращиваются основные породы характерных для региона древесных и кустарниковых растений, проводятся опыты по способам их выращивания, посадке и уходу за ними. Создаются коллекция древесных и кустарниковых растений, создаётся «экологическая тропа». При недостаточной площади УОУ этот отдел может быть представлен небольшим питомником древесных растений.

— **отдел полевых культур:** выращиваются характерные для региона (в системе севооборотов) важнейшие полевые культуры, проводятся опыты по агротехнике выращивания, сортоиспытанию полевых растений, проводятся практические работы.

— **отдел овощных культур:** выращиваются характерные для региона (в системе севооборотов) важнейшие овощные культуры, проводятся агроэкологические опыты и опыты по освоению новых технологий возделывания культур, сортоиспытанию овощных растений, практические работы.

— **цветочно-декоративный отдел** включает выращивание однолетних, двулетних, многолетних цветочно-декоративных растений; проведение опытов по агротехнике выращивания, способам размножения и сортоиспытанию цветочно-декоративных растений, изучение различных типов декоративного озеленения УОУ.

— **отдел биологии растений:** выращиваются разнообразные виды растений, необходимые для изучения внешнего строения цветковых растений (морфология). Также культуры, принадлежащие разным группам ботанических семейств: зонтичные, лилейные, паслёновые, бобовые, крестоцветные, сложноцветные, маревые, тыквенные, злаковые, розоцветные и др. (систематика растений). Демонстрируются явления изменчивости и наследственности, искусственного и естественного отбора, законов Г. Менделя (генетика и селекция);

— **коллекционный отдел:** возделываются представители основных сельскохозяйственных и систематических групп растений, а также лекарственные, медоносные, дикорастущие, редкие, мало-распространённые растения, новые для данной местности культуры. Проводятся исследования по акклиматизации и интродукции растений;

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

— **отдел экологии** включает различные растения, размещённые в виде свободных групп с учётом необходимых условий для их жизни. Создаются водоёмы, альпийские горки, цветочные «часы» и др. Проводятся исследования, подтверждающие общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня и взаимозависимость между растительными организмами и средой их обитания. Ведутся сезонные фенологические наблюдения за растениями. Проводится широкий экологический мониторинг. В ряде УОУ его отделы включены в экологическую тропу.

— **защищённый грунт** (теплица, парники): выращивается рассада овощных и цветочных культур, проводятся опыты по сортоиспытанию с учётом агротехнических особенностей возделывания растений в защищённом грунте.

— **производственный отдел:** выращивается сельскохозяйственная продукция для организации дополнительного питания школьников, ведётся хозрасчётная деятельность, развивается молодёжный агробизнес. Активно ведётся опытническая деятельность с привлечением регионального научного потенциала.

— **зелёный класс** предназначен для проведения учебно-практических, семинарских занятий, бесед, игр и др. Оснашён учебным оборудованием и наглядными пособиями.

— **подсобное помещение** используется для хранения оборудования, сельскохозяйственного инвентаря, посевного и посадочного материала, удобрений, аптечки.

— **метеорологическая площадка** предназначена для наблюдений за погодными условиями и изучения их влияния на фенологические фазы развития растений, прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур. Проводятся самостоятельные работы по изучению влияния климатических факторов и явлений природы на рост и развитие растений, их экологическое состояние.

С появлением большого числа учебно-опытных участков, отличающихся разнообразием их исследовательской деятельности, появились конкурсы и олимпиады, имеющие соревновательный характер. В ходе проведения мероприятий проводится обмен опытом и достижениями работы на учебно-опытном участке.

Сельскохозяйственная продукция, произведённая на учебно-опытных участках, как правило, реализуется в школьные столовые и местному населению. Результаты опытнической работы имеют

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

практическую значимость и рекомендательный характер. Таким образом, учебно-опытные участки образовательных учреждений можно назвать частью сельскохозяйственного производства с малым предпринимательством и стартовой площадкой для продолжения опытнической работы в ученических производственных бригадах.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ В УЧЕНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ БРИГАДАХ

Из истории создания ученических производственных бригад

У ученических производственных бригад нашей страны славная, более чем 55-летняя история. УПБ возникли в 1954 году в Ставропольском крае и получили широкое развитие в педагогической деятельности как одна из эффективных форм трудового воспитания детей. В УПБ учащиеся не только осваивали программы по трудовому обучению, но и проводили весь цикл работ от вспашки поля и посева до уборки урожая. На основе УПБ были созданы учебно-опытные участки, учебно-производственные комплексы, включающие учебные мастерские и другие производственные объекты колхозов и совхозов, где трудились более миллиона школьников страны. На учебно-опытных участках УПБ опытническая работа в основном проводилась по заданию учёных, специалистов сельского хозяйства и имела научно-практическую значимость.

В 1993 году в России началась приватизация части государственного имущества. Это означало утверждение права предпринимательской деятельности, создания акционерных компаний. Новшества повлияли на сложившиеся отношения между школами и хозяйствами. Отраслевая и ведомственная разобщённость привела к тому, что УПБ остались наедине со своими проблемами, в течение последних лет практически отсутствовала

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

государственная поддержка трудового движения школьников. Появилась тенденция к снижению количества ученических производственных бригад и ученических производственных звеньев при средних общеобразовательных школах, так как новые социально-экономические условия в стране не способствовали их развитию; наряду с этим происходило уменьшение количества учащихся, ухудшение материально-технической базы в образовательных учреждениях. В эти годы движение УПБ практически прервалось.

В настоящее время в процессе модернизации системы образования и сельского хозяйства УПБ, сохранившие земельные участки, производственную базу, сельскохозяйственную технику, при поддержке региональных властей активизировали свою деятельность и с успехом начали работать.

Сейчас, как никогда, уделяется внимание трудовому воспитанию детей и молодёжи в традициях национальной культуры, любви к земле, малой родине, развитию стремления к созиданию и переустройству современной жизни, способности их к саморазвитию и самореализации. Перед УПБ стоят ответственные задачи по организации инновационных подходов в научно-производственной сфере деятельности. Наметилась положительная тенденция к росту и развитию УПБ, а также трудовых объединений школьников (ТОШ).

Например, в Ставропольском крае на начало 2009 года функционировала 171 ученическая производственная бригада круглогодичного цикла работы, количество трудовых объединений школьников (ТОШ) — 175. Трудовое движение школьников в крае насчитывает 45246 членов, в том числе: УПБ — 24085 школьника, ТОШ — 21161 школьника. Это на 2 % больше, чем в 2007 году. Большинство из них в условиях школы получают допрофессиональную подготовку по основным сельскохозяйственным специальностям (тракторист, дояр, полевод, животновод, садовод, эколог и т. д.).

В школах Воронежской области сегодня работают 735 ученических производственных бригад и звеньев. В них занято около 20 тысяч учащихся. Школьники обрабатывают 15 тысяч гектаров земли, выращивают 30 видов зерновых, технических и овощных культур.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

В Орловской области в 2009 году в сельских средних и основных общеобразовательных школах области организована работа 245 трудовых объединений школьников (охват — более 11100 учащихся), из них 223 ученических производственных звена и 22 ученические производственные бригады.

В Кемеровской области сегодня действует 104 ученические производственные бригады. В них трудится более трёх с половиной тысяч старшеклассников. За бригадами закреплено 123 трактора, 43 автомобиля, 30 комбайнов, более 100 единиц сельскохозяйственной техники. Силами ученических производственных бригад обрабатывается свыше двух с половиной тысяч гектаров земли. В Оренбургской области в 19 районах и 2 городах области действуют 67 УПБ, в которых учащиеся обрабатывают и выращивают сельскохозяйственную продукцию на полях площадью 2800 га земли, они трудятся в подсобных хозяйствах и мини-фермах. Из них 11 бригад (16,4 %) работают круглогодично.

Работа УПБ в СССР определялась основным документом «Примерное положение об ученической производственной бригаде в колхозе, совхозе», утверждённое постановлением коллегии Министерства просвещения СССР, Министерства сельского хозяйства СССР и Секретариата ЦК ВЛКСМ 26 февраля 1969 года.

Современные УПБ стремятся стать самостоятельными подразделениями, готовят Положение об УПБ с учётом географических и экономических условий, в котором наряду целью и задачами, определено руководство, отражено содержание и организация работы, структура и органы самоуправления, учёт и оплата труда. УПБ заключают договора с местным сельскохозяйственным производством, с НИИ и фермерскими хозяйствами, разрабатывают бизнес-планы, создают технологические карты по выращиванию сельскохозяйственных культур, изучают рынок сбыта производственной продукции, вносятся корректизы в нормативно-правовую базу. При работе в УПБ соблюдаются нормы и правила работы по технике безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. В настоящее время для сельской школы УПБ являются практически единственной безальтернативной формой коллективной работы детей и молодёжи, где решается ряд проблем — занятости, заработка и подготовки будущих кадров не только для местного сельскохозяйственного предприятия, но и агропромышленного комплекса России.

Содержание работыученических производственных бригад образовательных учреждений

УПБ объединяет школьников 7—11 классов. Руководство бригадой осуществляют органы самоуправления: общее собрание бригады, её совет, бригадир и звеневые. Высшим органом является общее собрание, на котором решаются основные вопросы: утверждение производственного плана работы бригады, условия соревнования, организация быта (режим труда и отдыха, питание и др.), итоги работы, отчёты совета бригады и др. В совет бригады входят бригадир и звеневые. Совет бригады является исполнительным оперативным органом УПБ. Совет руководит производственной деятельностью звеньев и бригады, организует контроль за выполнением трудовых заданий и правил техники безопасности, проводит работу по укреплению трудовой дисциплины и повышению качества работы.

В ряде школ организуется круглогодичная деятельность УПБ. Опыт показал, что только выполнение учащимися всего цикла сельскохозяйственных работ, закрепление за бригадами техники, постоянных земельных участков, входящих в севооборот местного сельскохозяйственного производства, систематическая квалифицированная помощь со стороны специалистов сельского хозяйства позволяет учащимся глубоко знакомиться с основами агротехники, с новыми технологиями возделывания культур, с достижениями сельскохозяйственных наук. Школьники участвуют в полном цикле работ в сельскохозяйственном производстве (в растениеводстве — начиная от вспашки, посева и кончая уборкой урожая), они выполняют определённую работу и в зимний период. В животноводстве специфика работы требует круглогодичной трудовой деятельности ребят. В основном это комплексные животноводческие звенья, в которые входят группы юных мастеров машинного доения коров, группы по уходу за молодняком крупного рогатого скота, выращиванию овец, свиней, кроликов, заготовке кормов и ремонту животноводческих помещений.

Главным содержанием работы в УПБ являются производительный труд, овладение современной техникой, выполнение учебно-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

практических заданий, сельскохозяйственное опытничество, производственные экскурсии, рационализаторская и изобретательская работа школьников.

На содержание и организацию трудовой деятельности в УПБ влияют природно-климатические и экономические условия различных зон страны. Этими условиями во многом определяются масштабы и структура сельскохозяйственного производства, состав выращиваемых культур, виды продуктивных животных, используемая техника. В зависимости от производственного направления местного хозяйства организуются комплексные, полеводческие, животноводческие, овощеводческие и другие УПБ.

Например, приоритетной отраслью учебно-производственной деятельности Ставропольского края является выращивание полевых культур, которыми занимаются более 75 УПБ. Овощеводством в крае занимаются 32 УПБ. Остальные УПБ участвуют в развитии садоводства и виноградарства, животноводства, занимаются лесоразведением и природоохранной деятельностью.

От зональных условий зависит размер земельной площади, используемой УПБ. В одних случаях (обычно в Нечернозёмной зоне) это 25—50 га, в других, например, на юге страны, 100—200 га. Различен и порядок землепользования: на одних территориях земельная площадь закреплена за бригадой и используется постоянно, на других члены бригады работают на полях местного хозяйства, колхозной или совхозной земли.

Необходимым условием плодотворной работы УПБ является умелое педагогическое руководство, которое осуществляет учитель или специалист сельского хозяйства, в задачу которого входит организация и сплочение трудового коллектива учащихся, помочь органам самоуправления в УПБ, рациональная организация трудовой деятельности, быта и досуга ребят, установление разносторонних связей с научными, производственными и общественными организациями. В настоящее время в условиях модернизации образования и сельского хозяйства в значительной степени изменился характер самого труда и требования к организации трудовой подготовки сельских школьников.

Основу формирования успешного развития УПБ определяют такие факторы, как обеспеченность земельными наделами в собственном пользовании, материально-техническая база и оснащён-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ность техническими средствами производства, умелая организация производственной деятельности через бизнес-планы. Решение этих вопросов обеспечивает устойчивое, динамичное и экономическое эффективное развитие бригад.

Профессиональная подготовка учащихся в УПБ является одним из приоритетных направлений деятельности. У сельских детей рано начинается приобщение к труду, знакомство с техникой. Их отцы и матери в основном трудятся в местном сельскохозяйственном производстве — по специальностям агрономы, растениеводы, механизаторы, животноводы и другие работники. Дома у них имеется огород, подсобное хозяйство, которое требует внимания и ухода. Важную роль в формировании устойчивого интереса детей и молодёжи к сельскохозяйственным профессиям и их профессиональной ориентации играют изучение основ сельского хозяйства, агротехники производства, создание условий для изучения сельскохозяйственной техники и автодела, практической подготовки к механизированному труду.

Основные направления опытнической работы на полях УПБ:

- Эффективность удобрений и известкования.
- Обработка почвы (глубина, сроки, применение различных орудий).
- Подготовка семян к посеву.
- Севооборот и борьба с сорными растениями.
- Изучение норм высеива, способов посева и посадки различных сельскохозяйственных культур.
- Сортиспытание и хозяйственная оценка сортов.
- Изучение мелиоративных приёмов в целях повышения плодородия пашни.

Глава 3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

В настоящее время сельскохозяйственное опытничество развивается по нескольким направлениям. В большинстве общеобразовательных школ опытническая работа наряду с исследовательскими и производственными целями решает учебно-воспитательные задачи. Поэтому содержание и сложность постановки полевого опыта силами учащихся определяются, прежде всего, их возрастом и теоретической подготовкой. Опытническая работа в основном представлена двумя формами. **Учебная форма** подтверждает теоретические положения, изучаемые на уроках, и в основном служит для усвоения теоретических знаний, изложенных в учебниках; она способствует формированию умений отдельных видов сельскохозяйственного труда и навыков культуры труда. **Практическая форма** подтверждает (роверяет) определённые предполагаемые результаты специалистов сельскохозяйственного производства. В основном эта работа связана с получением высоких урожаев и предусматривает применение совокупных знаний, умений и навыков в агротехнике сельскохозяйственных культур, испытанных в практике местного хозяйства.

В учреждениях дополнительного образования детей и в УПБ опытническая работа имеет не только учебную или практическую направленность: она в основном несёт *исследовательский* характер, это связано с организацией опытнической работы учащихся, где при изучении агроценозов применяются научные подходы и принципы. В ходе работы приобретаются навыки организации опытнической работы и осваиваются методы исследований сельскохозяйственных растений и животных. В целом работа нацелена на профориентацию учащихся и проводится под руководством учёных. В каждом регионе можно найти примеры тесного сотрудничества учреждений дополнительного образования детей, УПБ с учёными. Опытническая работа здесь имеет высокую результативность, так как учёные и специалисты сельского хозяйства заинтересованы в получении дополнительных данных для подтверждения своих гипотез, они чётко следят за соблюдением методики, каче-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ством выполнения работ, и в результате работы, как правило, доводится до конца.

Схема опытнической работы

- Опытническая работа учащихся строится по следующей схеме:
- определение проблемы, выбор темы опыта, постановка цели и задач;
- обзор состояния проблемы, степень её изученности;
- выбор или разработка методики исследования;
- сбор материала;
- обработка материала, получение результатов;
- выводы.

Определение проблемы, выбор темы опыта, постановка цели и задач

Полевой сельскохозяйственный опыт представляет собой исследование, осуществляющееся в полевой обстановке на специально выделенном участке. Каждое исследование имеет свою цель и свои задачи, направленные на установление влияния факторов жизни, условий или приёмов возделывания на урожай растений и его качество.

Выбор темы опыта имеет большое значение. Не следует проводить трудных и сложных исследований, требующих большой теоретической подготовки, специального оборудования. Тема исследования во многом определяется зональными особенностями, местными условиями, поэтому не надо заниматься выращиванием таких сельскохозяйственных культур которые будут плохо расти в данной местности. Например, бесполезно выращивать хлопчатник или рис в Московской области. Обычно изначальной предпосылкой для выбора темы опыта у ребят оказывается интерес к объекту, иногда — к выполняемому действию.

Например, учащийся решил изучить сорта мелкоплодных помидоров, мини-томатов. В процессе опыта выяснилось, что нужно уметь не только сеять семена мини-томатов, но и уметь пикировать и

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

высаживать рассаду; при этом надо изучить и учесть особенности климатических условий местности, режимы питания растений, научиться пасынковать; также придётся освоить другие приёмы агротехники. Если учащийся осознал необходимость этих действий для достижения цели работы, то результаты будут положительны.

Основными источниками тем исследований являются:

- новые идеи, возникающие в результате изучения научной литературы;
- новые идеи, возникающие при наблюдениях за растениями, животными, явлениями, происходящими в природе;
- новые сорта, агротехнические приёмы, удобрения, химические средства, требующие проверки и изучения в конкретных условиях;
- ранее выполненные научные работы, требующие повторного исследования с применением новых методов исследования;
- тематические планы научных работ в учебных и научных заведениях.

К темам научных работ предъявляются следующие требования:

- актуальность,
- научная новизна,
- практическая ценность.

Выбрав тему, необходимо определить проблему и сформулировать её актуальность, чётко определив, что конкретно необходимо выяснить в результате проведённой работы. Если это удастся, то проблем с определением цели работы не возникнет. Формулировка цели, как правило, следует из темы. В дальнейшем достижение цели требует на всех этапах работы определённых действий, обозначенных в задачах работы.

Опыт будет иметь хорошие результаты в том случае, если учащийся определяет задачи работы самостоятельно. Это важно, так как в этом случае он не просто перечисляет набор необходимых действий, а определяет собственную деятельность на время опытнической работы, включая изучение биологических особенностей опытных растений, питания, размножения, экологию, агротехнику и многое другое. Это позволяет надеяться на ответственное и осознанное отношение опытника на всех этапах работы.

Выбор (или разработка) методики опытнической работы вытекает из целей и задач исследования. Как правило, методику уча-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

щемуся предлагает руководитель работы, используя готовую, известную или отработанную методику. В основе организации и проведения любой опытнической работы лежит методика полевого опыта. Методика опыта включает в себя, прежде всего, выбор и разбивку опытного участка на местности, определение площади делянок, опытных вариантов и схемы опыта, размещение вариантов в повторениях (см. главу 4).

Планирование опытнической работы

Планирование опыта является наиболее важным и ответственным периодом исследовательской работы, именно на этом этапе создаётся фундамент опыта, от этого этапа зависит достоверность, точность и эффективность всего эксперимента.

Планирование опыта состоит из следующих этапов:

- выбор объекта и темы исследования;
- определение цели и задачи исследования;
- изучение современного состояния вопроса по литературным источникам;
- выдвижение рабочей (научной) гипотезы;
- разработка схемы опыта;
- разработка методики эксперимента;
- разработка программы наблюдений и анализов.

Пример разработки схемы опыта, рабочей гипотезы научного исследования, цели и задач полевого опыта по теме:

«Оценка действия новых фунгицидов при обработке посевов озимой пшеницы во время вегетации в условиях Московской области»

Рабочая гипотеза: Применение новых фунгицидов обеспечивает более высокую (на 20-30%) техническую (биологическую), хозяйственную и экономическую эффективность по сравнению с общепринятыми.

Цель: Выявление наиболее эффективных фунгицидов при выращивании озимой пшеницы в центральных районах Нечернозёмной зоны.

Задачи:

1. Изучить действие фунгицидов на поражённость озимой пшеницы болезнями (мучнистая роса, ржавчина бурая, септориоз и т.д.)

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

2. Оценить влияние фунгицидов на урожайность и качество урожая озимой пшеницы.

3. Дать сравнительную оценку технической (биологической), хозяйственной и экономической эффективности изучаемых фунгицидов.

4. Оценить влияние пестицидов на экологическую ситуацию агроценоза.

Разработка схемы опыта. Схема опыта должна быть спланирована таким образом, чтобы по результатам опыта (урожайным данным) можно было бы получить *кривую отклика растений*. Для выше приведённого примера схема опыта может быть следующей:

Схема опыта

1. Без фунгицида (контроль)

2. Байлетон (стандарт)

3. Амистар

4. Фалькон

5. Рекс С

6. Браво

Составление плана проведения опытов, начинается с подготовки общего плана работы учебно-опытных участков образовательных учреждений, опытных полей ученических производственных бригад. В общий план работы необходимо включить:

- схематический план земельной площади участков;
- размещение культур;
- тематику опытов;
- схемы полевых опытов;
- перечень основных наблюдений и исследований;
- примерные сроки и порядок выполнения работ;
- потребность в сельскохозяйственном инвентаре, технике;
- потребность в оборудовании, весах, измерительных приборах для постановки опытов;
- потребность в семенах, удобрениях.

Большое внимание при составлении общего плана работы следует обратить внимание на рациональную организацию труда, определение потребности в сельскохозяйственном инвентаре, оборудовании и приборах. Нехватка или неисправность сельскохозяйственного инвентаря, оборудования может свести на нет опытническую работу. Обязательно надо включить в план работы правила

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

по технике безопасности учащихся при работе на учебно-опытном участке.

Для проведения полевых опытов на учебно-опытном участке учащихся делят на группы (звенья). За каждым звеном целесообразно закрепить один небольшой опыт, а все опыты класса объединить единой темой и целью. Если планируется постановка более сложного, многовариантного опыта, то его целесообразно закрепить за целым классом, поручив звеньям наблюдения и исследования по отдельным вариантам. Сложные опыты рекомендуем проводить в течение 2—3 лет. Нет необходимости в постановке большого количества полевых опытов, лучше заложить их меньше, но провести на высоком методическом уровне.

Например, при изучении нового удобрения одно звено испытывает дозы, другое — сроки, третье — способы применения и т. д. Для связи во всех опытах должен быть единый контрольный вариант, например вариант «без удобрений».

Часто путают схему опыта с планом опыта. **Планом опыта** называется чертёж, полностью отражающий форму, размер и размещение делянок.

Учащиеся хорошо справляются с составлением плана опыта. Они могут не только зарисовать план опытного участка, но и начертить его карандашом по результатам обмера всех сторон в уменьшенном виде (в масштабе), передавая размещение объектов.

Выбор и подготовка опытного земельного участка

При организации опытнической работы особенно важен выбор и подготовка земельного участка, а также разбивка его на делянки. **Делянка** является основной единицей полевого опыта, это самая малая часть площади опыта, имеющая определённый размер и форму, она предназначена для размещения на ней отдельного варианта опыта. Когда речь идёт о конкретной делянке, всегда имеют в виду заложенный на ней вариант опыта. Учащиеся часто не понимают различия между понятиями «делянка» и «вариант». В основе понятия «делянка» лежит земельный участок, а в основе понятия «вариант» — тема научного поиска. Все делянки вместе дают представление в целом о площади опытного участка, его форме

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

и т. д. Важно, чтобы опытное поле было недалеко от школы или местного хозяйства, чтобы близко была вода для полива, был доступным сельскохозяйственный инвентарь, малая механизация для ухода за растениями, также оборудование для наблюдений и обработка результатов исследований.

При выборе места для опытнической работы необходимо соблюдать общепринятые требования и придерживаться определённых правил и условий:

1. Земельный опытный участок должен быть типичным и однородным, т.е. соответствовать свойствам, плодородию и рельефу почв, распространённых в данной местности.
2. Поверхность участков должна быть ровной, без лощин и западин, не должна иметь склонов и покатостей.
3. Делянки одного опытного участка должны иметь однородные по своему составу почвы.

Выделить однородный земельный участок для полевого опыта часто бывает довольно трудно. При выборе земельного участка под опыт необходимо изучить его агротехническую и хозяйственную историю, а также провести обследование почвы, познакомиться с рельефом, оценить засорённость участка. На участках, история которых неизвестна, достоверность полученных результатов опыта будет сомнительна. Для опыта желательно выбирать такие участки, на которых в течение последних трёх лет наблюдалась стабильность в плодородии почвы, условия землепользования были одинаковыми (в том числе предшественники). Также важно, чтобы использовалась единая система удобрений, были одинаковыми методы обработки почвы и применялись одинаковые агротехнические приёмы, особенно те, которые быстро и на длительный период времени изменяют плодородие почвы: такие, например, как известкование, регулярное применение минеральных удобрений, внесение органических удобрений, глубокая пахота, а также посев растений семейства бобовых и многое другое.

История учебно-опытного участка образовательного учреждения должна быть отражена документально в специальном журнале. История сельскохозяйственного участка — в специальной книге по истории полей, находящаяся в местном хозяйстве.

4. Опытный участок как можно более тщательно следует оградить от случайных факторов, которые могут существенно нарушить

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

шить однородность условий будущей опытнической работы. К таким случайным факторам относятся следующее:

- расположение участка у самого леса (*допускается расположение не ближе чем на 25 м от отдельных деревьев*);
- расположение опытного поля у животноводческих построек и жилых домов (*допускается не ближе чем на 50 м от построек и жилых домов*);
- расположение около изгородей и дороги (*плотные изгороди и проезжие дороги не должны быть ближе 10-20 м от опыта*).

Необходимо учесть и другие возможные причины случайной неоднородности опытного участка, это могут быть последствия разных видов земляных работ, бывшие дороги и вытоптанные пастбища, места хранения навоза и др. Вышеуказанные случайные факторы почвенной неоднородности могут оказывать довольно длительное действие на состояние и плодородие почвы на участке, выбранном под опытническую работу.

Для получения достоверных результатов опыта и правильных выводов все эти условия необходимо соблюдать как твёрдое правило.

Например, заложили опыт на тему: «Влияние золы на урожай картофеля». Для опыта взяли делянки неоднородные по составу почвы. Одна делянка, на которую по условиям опыта при посадке картофеля внесли золу, два года назад была хорошо удобрена навозом и глубоко вспахана. Другая же, опытная делянка, куда не вносили золу, несколько лет ничем не удобрялась и обрабатывалась кое-как мелко, несвоевременно, зарастала сорняками. Полученные результаты такого опыта будут недостоверные. Наверняка будет сделан неверный вывод, что зола увеличивает урожай картофеля в 2-3 раза. В данном случае на урожае картофеля сказалось не столько влияние золы, сколько органическое удобрение (навоз) и предшествующая хорошая обработка почвы.

Какую площадь земли необходимо выделить под опытническую работу учащихся? Этот вопрос часто задают учителя биологии, педагоги дополнительного образования, руководители ученических производственных бригад и трудовых объединений.

Площадь опытного участка не может быть одинаковой. Она зависит от многих причин. В общеобразовательных школах размер опытного поля зависит от числа учащихся в школе, занятых опытнической работой, и от их возраста. Например, для ребят возрас-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

тот до 10 лет выделяется площадь опытного участка размером около 14-15 м²; для ребят 10-12 лет — 20-25 м², для 13-15 лет — 30-40 м².

Как правило, в образовательном учреждении из общей площади учебно-опытного участка для опытнической работы выделяется от 1000 до 2500 квадратных метров. В школе размеры опытного участка должны соответствовать силам и возрасту учащихся, поэтому площади опытных делянок значительно меньше, чем их принято делать на полях УПБ и местного хозяйства. Площадь обрабатываемых земельных участков УПБ колеблется от 10 га до 500 га, из них более 20% земельной площади выделяется для опытнической работы.

Площадь опытной делянки также зависит от особенностей опытной культуры, изучаемых приёмов, цели опыта, условий его проведения, а также от возможностей механизации работ. В опытах с зерновыми культурами размер учётной делянки не менее 100 м², со льном — 50 м², морковью — 20-30 м², свёклой — 20-50 м².

Независимо от темы, величины опытного участка и делянок, опыт надо проводить в соответствие с методикой. На участках маленьких размеров опыты должны проводиться особенно точно и тщательно. Любая неточность на маленьком опытном участке в переводе на гектар даст большую ошибку.

Например, предположим, что с опытного участка в 10 м² при учёте урожая пшеницы ребята ошиблись на 250 граммов. Если бы такая разница была при переводе урожая на гектар, например, с опытного участка в 1000 м², то это было бы ошибкой не столь существенной, но для участка в 10 м² ошибка выразится большим числом: 250 гр. × 10000 м² : 10 м². = 250 кг, т.е. до 2,5 центнера с гектара. Видно, что ошибка настолько велика, что полученные недостоверные результаты сводят на нет всю работу.

Форма опытного поля на УОУ должна быть прямоугольной или лучше квадратной. На прямоугольной площади поля проще и удобнее расположить отдельные опытные делянки. Нарезать прямоугольный участок земли для опытного поля можно с помощью простого эккера и рулетки. (Как пользоваться эккером при выделении прямоугольного участка учащиеся старших классов знакомятся при изучении курса геометрии).

Наиболее приемлемая форма делянки на опытных полях УПБ также прямоугольная, однако её ширина должна быть кратна ширине захвата основного обрабатывающего или посевного агрегата.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Правильно разбить опытное поле на участки, а участки на делянки — дело непростое. С этой работой ребята обычно справляются с помощью руководителя. Прежде чем приступить к разбивке большого опытного поля на более мелкие опытные участки и делянки, необходимо составить на бумаге схематический план и заранее заготовить **колошки** с заострёнными концами для отметки границ и углов участков и делянок. Длина колышков должна быть 60-75 сантиметров, а толщина в диаметре 4-5 сантиметров. Работу начинают с выделения общего контура опытного участка и контуров отдельных делянок в повторениях. Общий контур разбивают на отдельные повторения и делянки по шнуре и мерной ленте или рулетке. На границах делянок, точно возле отметок, с одной стороны мерной ленты вбивают колышки. По границам повторений ставят по два колышка или выделяют их каким-то другим способом. Колышки надо вбивать на 30-40 сантиметров глубины крепко, чтобы их нелегко было вытянуть из земли руками. Если колышки потеряются, границы опытных участков и делянок будут сбиты, и вся работа с опытом пропадёт зря.

В УПБ вокруг опытного участка для обеспечения механизации полевых работ, а также для защиты делянок от повреждений оставляют защитные полосы размером 5-10 м. Между делянками их закладывают в пределах до 1,5 м.

Этикетки размером 15×25 см ставят на одном из повторений опыта, обычно на первом. На них указывают содержание варианта, надпись на этикетке должна быть обращена к той делянке, к которой она относится. Кроме этого, в начале первого повторения ставят этикетку с названием темы опыта, фамилиями исполнителей и ответственного руководителя. В остальных повторениях отмечают номера вариантов и повторений на колышках, поставленных в левом углу короткой стороны делянок. Расположение опытных участков и делянок будет более удобным, когда делянки расположены короткими сторонами по длинной стороне опытного участка, а короткие стороны самого участка по длинной стороне опытного поля. Какое количество делянок необходимо выделять для одного полевого опыта? Прежде всего, это определяется темой опыта и тем, насколько точно мы хотим поставить опыт. Самые простые опыты в школах обычно можно проводить всего на двух делянках.

Например, изучают действие азотных удобрений на урожай огурцов простым опытом. Для этого на первую делянку вносятся удобрение

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ния, а на другую делянку — нет. Обработку почвы и агротехнический уход за растениями проводят одинаково на обеих делянках. Затем учитывают урожай огурцов с каждой делянки отдельно, сравнивая величину урожая удобренной делянки с контрольной.

Как будет показано ниже, в ученическом полевом опыте не должно быть большого числа вариантов.

Подробнее о площади, направлении и форме делянки см. в главе 4.

Глава 4. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Требования, предъявляемые к проведению опытов

Для получения значимых практических результатов при проведении полевых опытов необходимо соблюдать следующие основные требования:

- **принцип единственного различия**, т. е. выдерживать единство всех условий, кроме одного — изучаемого;
- **типичность почвенных и хозяйственных условий** — проводить исследования на участках с соответствующими данному хозяйству почвами и агротехническими условиями (районированные или перспективные сорта культуры, высокий уровень агротехники, передовая технология);
- **однородность** земельного участка по плодородию;
- **точность** учёта урожая;
- **знание истории** участка (предшествующие культуры, их агротехника);
- **ведение документации** — дневник полевых исследований и журнал полевого опыта.

Методика опыта применительно к полевым опытам — это совокупность слагающих её элементов:

- число вариантов и схема опыта;
- повторность опыта — число одноимённых делянок каждого варианта;
- повторение — часть площади опытного участка, включающая делянки с полным набором схемы опыта;

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

- делянка, её площадь, направление и форма;
- методы размещения вариантов, делянок, повторений;
- организация опыта на территории и во времени.

При проведении полевого опыта его методика определяется главным образом тремя величинами: числом вариантов, заданной точностью и участком, на котором планируется заложить опыт. Руководствуясь этими величинами, необходимо установить сочетание основных элементов методики будущего опыта: сюда входят определённая площадь и форма делянок, повторности и расположение вариантов на опытном участке.

Число вариантов опыта

Любой полевой опыт включает опытные и контрольные варианты. Под **опытным вариантом** понимают изучаемое в ходе опыта растение, сорт, условие возделывания, агротехнический приём или их сочетание. Один или несколько вариантов схемы опыта, с которыми сравнивают опытные варианты, называют **контролем** или **стандартом**. За контрольный (стандартный) вариант принимают хорошо изученный и широко применяемый в конкретных условиях агротехнический приём, районированный сорт, фактор роста. Обычно контрольный вариант находится в минимуме или отсутствует, например, без удобрения, без гербицида.

Совокупность опытных и контрольных вариантов, объединённых общей идеей, составляет **схему опыта**. В зависимости от количества изучаемых факторов схемы опытов бывают однофакторные и многофакторные, если изучаются два фактора и более. Варианты в схеме опыта располагают в определённой последовательности и часто обозначают цифрами (1, 2, 3, 4... или буквами а, б, с, д...). Например, в опыте изучаются удобрения: тогда возможна следующая схема:

1. Без удобрений;
2. $N_{60} P_{70} K_{70}$;
3. $N_{90} P_{100} K_{100}$;
4. 20 т/га навоза + $N_{60} P_{70} K_{70}$.

Количество вариантов в схеме любого опыта — заранее заданная величина, определяющаяся его содержанием, целями и задачами.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Точность опыта уменьшается при увеличении числа вариантов на более крупных делянках. С увеличением числа вариантов увеличивается площадь под опытом и расстояние между сравниваемыми вариантами. При большом числе вариантов сложнее провести опыт или его отдельные повторения в пределах однородной по почвенному плодородию площадки. Всё это и ведёт к увеличению ошибки опыта и понижению его точности. В связи с этим при разработке схемы опыта необходимо осторожно подходить к увеличению числа вариантов. Как правило, в ученическом полевом опыте не должно быть большое число вариантов.

В зависимости от количественного или качественного характера различий выделяют две группы вариантов: с качественной и количественной градацией. Например, при *качественном характере различий* вариантами могут быть виды культур, удобрений и пестицидов, сорта и предшественники, способы обработки почвы и посева. Примерами *вариантов количественного характера* служат нормы высева семян и полива, дозы удобрений и пестицидов, глубина обработки почвы и посева или заделки удобрений и т. п.

Площадь, направление и форма делянки

Полевой опыт ставят на делянках, имеющих определённый размер и форму. Делянки служат для размещения на них изучаемых и контрольных вариантов. Размер опытной делянки в каждом конкретном случае зависит от назначения и задачи опыта, степени варьирования почвенного плодородия, биологических особенностей и технологии возделывания культуры, густоты стеблестоя и от того, какими орудиями предполагается проводить работы на делянке. Вследствие индивидуальной изменчивости число учётных растений на делянке не должно быть менее 80-100 для зерновых культур, 30-50 для пропашных (картофель, свёкла и капуста); 3-5 для плодовых деревьев, 5-10 для кустарников. Норма посева зерновых, трав, льна и других культур сплошного сева составляет сотни всхожих семян на 1 м², тогда как для картофеля, кукурузы, свёклы и других пропашных культур — от 2 до 8 шт./м².

На практике опытной работы крупные делянки, характерные для начальной стадии развития опытного дела, постепенно вытесняются небольшими, позволяющими более экономно, быстро и в большем объёме решать вопросы, поставленные для изучения.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Точность опыта увеличивается по мере увеличения размера делянки примерно до 100 м², дальнейшее увеличение размера делянки очень незначительно повышает, а за определённым пределом даже снижает точность опытов. Предел, ниже которого не должна спускаться площадь делянки, определяется возможностью нормально проводить все агротехнические работы на высоком уровне и с максимальной их механизацией. В полевом опыте площадь делянки должна обеспечить необходимую точность исследования и максимальную механизацию полевых работ.

Оптимальными размерами опытных делянок считают 10-50 м² — для газонов, цветочных и овощных культур (бахчевые, тыква и кабачки от 100 до 150); 25-100 м² — полевых культур сплошного сева и 100-200 м² — пропашных. В условиях защищённого грунта средние размеры делянок составляют 4-10 м². Для мелких растений (редис, салат, петрушка, рассада, выгонки и др.) площадь уменьшают до 2-4 м², а для крупных — увеличивают до 8-15 м².

По форме различают квадратную, прямоугольную и вытянутую (удлинённую) делянки, где отношение длины к ширине равно соответственно 1, от 2 до 10 и более 10, например: (10 × 10 м), (4 × 20 м) и (2 × 25 м) — рис. 1.

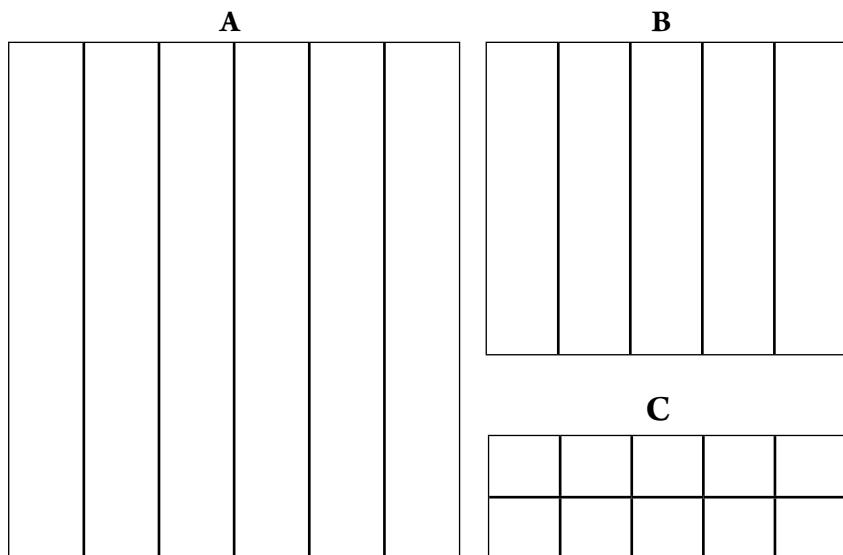


Рис. 1. Формы делянок: А — удлинённая, В — прямоугольная, С — квадратная

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Наибольшее распространение получила прямоугольная форма. В исследованиях с фитопатогенными организмами и пестицидами квадратная форма снижает опасность миграции вредителей и попадание ядохимикатов на соседние делянки. Вытянутая форма лучше сглаживает микропестроту почвенного плодородия. На практике ширина делянок определяется кратностью рабочего захвата посевных (уборочных) агрегатов. Малогабаритная техника позволяет уменьшать не только ширину, но и площадь делянки.

Делянки располагают в один или несколько ярусов, а также ступенчато (рис.2).

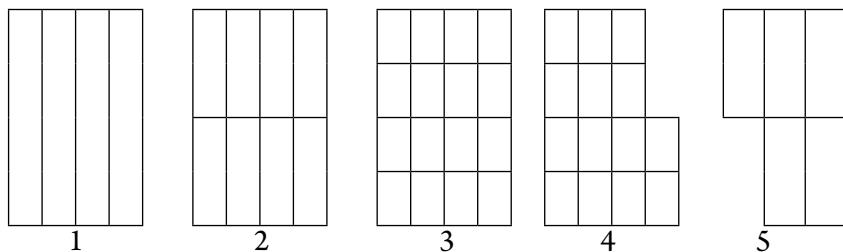


Рис.2. Расположение делянок различной формы в одном повторении:

- 1 — удлинённые в один ярус;
- 2 — прямоугольные в два яруса;
- 3 — квадратные в четыре яруса;
- 4 — квадратные в четыре яруса, ступенчато;
- 5 — прямоугольные в два яруса, ступенчато.

Делянки ориентируют длинной стороной вдоль изменения закономерного варьирования (градиента) плодородия, например, по склону.

По назначению различают *опытную*, или *посевную*, и *учётную* делянки (рис.3.).

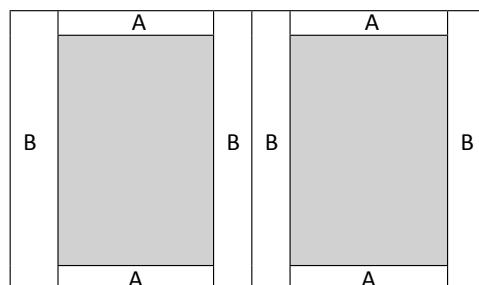


Рис. 3. Схематический план двух смежных опытных делянок:
закрашенная часть — учётные делянки, А — боковые защитки,
В — концевые защитки.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

На опытной делянке проводят обработку почвы, внесение удобрений, посев, уход за растениями и все другие операции, предусмотренные технологией культуры. С учётной площади делянок учитывают урожай и другие наблюдения, предусмотренные темой исследования и программой опыта. Посевную и учётную делянки разделяют по всему периметру защитные полосы (защитки). **Боковые защитки** (ширина от 0,5–1,5 м до 2–4 м по длине делянки) служат для предотвращения взаимовлияния соседних вариантов друг на друга. Ширина защитки определяется спецификой изучаемой проблемы. В мелкоделяночных опытах, а также в скрининге — и других исследованиях, где пренебрегают сопряжённостью соседних рядков растений, боковые защитки не используют или оставляют незасеянными полосы шириной 20–40 см. В опытах с орошением, опрыскиванием и эрозией защитки достигают максимума.

По направлению движения агрегатов выделяют **концевые защитки** шириной не менее 1 м. По периметру учебный опытный участок окаймляют буферные полосы шириной не менее 5 м с травяным газоном (паром или культурой сплошного сева). Они служат защитными и разворотными полосами.

Повторность и повторение

Из всех элементов методики любого эксперимента наибольшее влияние на ошибку опыта оказывает повторность опыта. **Повторность опыта на территории** называется число одноимённых делянок каждого варианта, а повторностью опыта *во времени* — число лет испытания. Территориальная повторность позволяет полнее охватить каждым вариантом пестроту варьирования почвенного плодородия на опытных участках. При увеличении повторности заметно уменьшается ошибка опыта. Увеличение числа повторных делянок каждого варианта сильнее уменьшает ошибку опыта, чем соответствующее увеличение площади делянок.

Большинство вегетационных и полевых опытов проводят при 4–6-кратной повторности. Дальнейшее увеличение повторности не даёт существенного снижения ошибки опыта.

Так как результаты полевого опыта в значительной степени зависят от метеорологических условий года, для повышения надёжности и достоверности результатов полевого опыта его не-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

обходимо повторить на этом же опытном участке в течение как минимум трёх лет.

Ввиду того что опытные участки, как правило, не выравнены по своему плодородию, делянки с полным набором всех вариантов объединяют территориально в компактную группу, в организованное повторение. **Повторением** (не путать с повторностью) называется часть площади опытного участка, включающая делянки с полным набором схемы опыта (рис. 4). Повторение представляет собой в сущности сокращённый в объёме полевой опыт. Организованное повторение позволяет уменьшить влияние систематической ошибки на результаты полевого опыта.

I	II	III
1	2	3

Рис. 4. I, II, III — повторения полевого опыта; 1, 2, 3, 4 — номера вариантов.

Размещение вариантов в полевом опыте

Существует три основные группы методов размещения вариантов по делянкам опытного участка: стандартные, систематические и рандомизированные, или случайные (рис. 5.).

A														
I							II							
1, St	2	3	1, St	5	4	1, St	3	2	1, St	4	5	1, St		

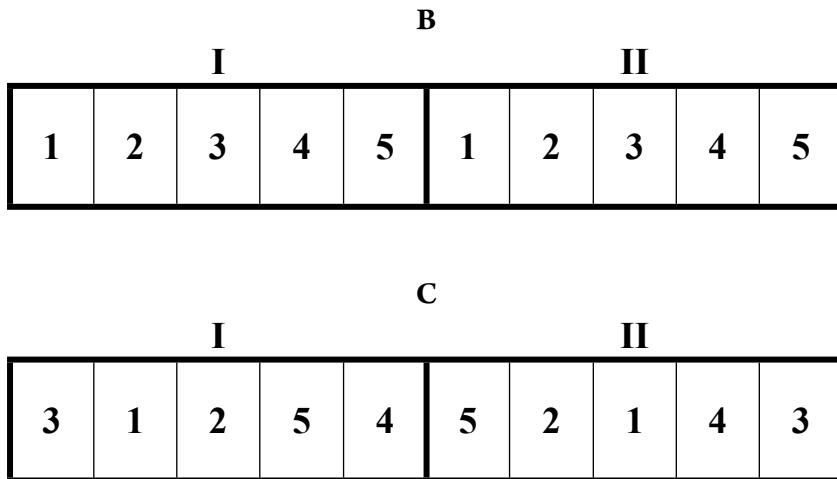


Рис. 5. Методы размещения пяти вариантов полевого опыта по делянкам двух повторений: А — стандартный, В — систематический, С — рандомизированный

Стандартные методы характеризуются более частым размещением стандартных и контрольных вариантов по сравнению с опытными вариантами. Стандартные методы дают возможность более точно сравнить каждый опытный вариант со своим стандартом, однако из-за большой площади, отводимой для стандартных вариантов (до 55%), эти методы не получили большого распространения.

Систематические методы предусматривают неизменный порядок расположения вариантов в каждом повторении. Имеется много систематических методов размещения вариантов, из них наиболее распространёнными являются последовательный и шахматный методы. Важное достоинство систематических методов размещения вариантов состоит в их простоте, однако главный их недостаток заключается в том, что система размещения вариантов может совпасть с закономерным варьированием плодородия почвы, что приведёт к искажению результатов полевого опыта. Поэтому систематические методы размещения вариантов можно применять на опытных участках с равномерным плодородием по всей территории.

Рандомизированные, или случайные методы — это такие методы, при которых варианты по делянкам полевого опыта размещаются случайно (по жребию). Это наиболее распространённая группа размещения вариантов. Преимущество случайного размещения вариантов заключается в том, что все варианты находятся в равных условиях и имеют одинаковый шанс попасть на любую часть опытного участка. К рандомизированным методам относятся **метод полной рандомизации, метод организованных (рандомизированных) повторений, метод латинского квадрата/прямоугольника** и т.д.

Метод полной рандомизации — случайное размещение вариантов по всем делянкам полевого опыта без выделения повторений. Например, опыт с четырьмя вариантами ($v = 4$) при трёхкратной повторности ($n = 3$) потребует 12 делянок ($N = v \cdot n = 4 \cdot 3 = 12$.) Если варианты опыта условно обозначить цифрами (1, 2, 3, 4), возможно следующее размещение вариантов:

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

Варианты размещают по экспериментальным единицам (делянки, сосуды) на случайной основе, т.е. каждый вариант имеет равный шанс попасть на любую делянку. Единственным ограничением числа делянок для одного варианта служит повторность.

Метод организованных повторений — наиболее распространённая схема размещения вариантов в полевых опытах. В отличие от метода полной рандомизации она имеет дополнительный элемент в своей структуре — **повторения**, включающие часть площади опытного участка с полным набором вариантов. Варианты при этом методе размещают случайным образом (по жребию) внутри каждого повторения. Важно, чтобы внутри каждого повторения почва по возможности была более однородной. Число повторений (p), как правило, совпадает с повторностью опыта. Исключение составляют опыты с повышенной повторностью стандарта, где повторность последнего кратно превышает повторность опытных вариантов. Размещение вариантов методом организованных по-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

вторений или блоков наиболее эффективно на земельных участках с выраженным закономерным (систематическим) варьированием почвенного плодородия. Возьмём за основу структуру предыдущего опыта, т. е. четыре варианта в трёхкратной повторности с двенадцатью делянками ($n = 3, v = 4$) ($N = v \times n = 4 \times 3 = 12$). Если мы будем использовать не полную рандомизацию, а организованную, то в отличие от предыдущего плана опытный участок разделим сначала на три части (повторения — I, II, III), а затем распределим наши четыре варианта (1, 2, 3, 4) случайно внутри каждого повторения. В итоге получим следующий пример схематического плана:

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

Глава 5. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЁТЫ В ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Наблюдениям и учётам, объектами которых являются растения и факторы жизни — условия внешней среды, в полевом опыте необходимо отводить важное место.

В соответствии с задачами опыта могут преобладать наблюдения за растениями или за факторами и условиями их роста и развития. Самые общие и необходимые, а главное — доступные ребятам — это систематические наблюдения за температурой и относительной влажностью воздуха (иногда и почвы), а также количеством осадков. Эти данные группируют по декадам, месяцам и используются для установления средних многолетних показателей, характеризующих климатические условия местности. Такие наблюдения не только посильны, но и очень интересны для учащихся.

Наблюдения обычно широко используют при проведении любых полевых опытов, но при этом часто допускают ошибки. Наиболее существенная из них — проведение наблюдений без заранее намеченных целей. Наблюдать можно бесчисленное количество объектов и явлений, и поэтому необходимо ограничить наблюде-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ния лишь тем, что особенно нужно для понимания изучаемого явления. Все необходимые наблюдения должны быть намечены при разработке программы опыта. При проведении каждого наблюдения исследователю должно быть ясно, с какой целью оно будет проводиться и как его предполагается использовать для выяснения изучаемого явления.

Наиболее важные требования к любому наблюдению — **целенаправленность, типичность и точность**. При проведении наблюдений очень важно правильно определить **достаточный объём выборки** (пробы) для различных измерений, подсчётов и анализов и правильно отобрать объекты в выборку. Для того чтобы выборка надёжно представляла ту совокупность, откуда она взята (растений, почвы и т. п.), она должна отвечать требованиям выборочного метода.

Программа наблюдений и учётов включает перечень наблюдений, сроки их проведения и объём выборок (проб). В любом эксперименте она определяется темой, объектом, целью и задачами исследований, а также сопутствующими условиями и строится на трёх основных положениях:

1. *Какие наблюдения* (измерения, учёты и анализы) включить в программу с указанием соответствующих методик. Обязательно регистрируют фенологические наблюдения и метеоданные.

2. *Сроки и периодичность* их проведения в течение вегетационного периода. Наблюдения проводят в зависимости от изучаемых вопросов и от культуры: ежедневно, через 2–10 дней, по фенофазам или 1–2 раза в период от посева до уборки.

3. *План отбора образцов и объёмы выборок*. Какие варианты (повторения) и сколько пробных точек (площадок) на делянке.

Рекомендуется следующее число пробных точек в зависимости от площади делянки:

S (площадь, м ²)	до 50	100	200	более 250
N (число пробных точек)	4–6	6–8	8–10	15–20

Техника наблюдений и учётов включает наблюдения за фенологическими явлениями, метеорологическими, почвенными и другими условиями, которые являются неотделимой частью опытнической работы и служат дополнительным источником фактических данных для объяснения величины изучаемого эффекта. Основные

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

наблюдения проводят не менее чем на двух повторениях исследуемых вариантов опыта. Сроки и частота наблюдений и учётов зависят от исследовательских задач, от изменчивости признака, а также от технологических возможностей общеобразовательной школы, ученической производственной бригады, местного хозяйства.

В общей форме эти наблюдения делятся на два вида:

- наблюдения за растением (*фенологические наблюдения, физиологические пробы и т. д.*);
- наблюдения за средой обитания (*метеорологические наблюдения, агрохимические анализы почвы и т. д.*).

Ниже приведены рекомендации по ряду тем наблюдений и учётов.

5.1. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Под фенологическими наблюдениями в полевом опыте понимают наблюдения за *фазами развития* культурных растений, а под фазами — последовательное изменение в росте и развитии растений в процессе их вегетации. Чтобы установить фенологическую фазу на опытном участке, подсчитывают растения с характерными для неё признаками. В 3—5 местах осматривают по 10 типичных растений. Визуальные наблюдения желательно проводить ежедневно. Поручаются они поочередно каждому ученику, а биометрические наблюдения по мере необходимости проводятся одновременно всеми участниками опыта. В ряде случаев руководителю опытной работы необходимо дублировать наблюдения учеников. Таким образом удаётся добиться большей объективности в оценке того или иного явления. Контрольные наблюдения к тому же позволяют потом проводить обсуждение хода наблюдений по опыту: чья оценка вернее, какие признаки упустил дежурный наблюдатель и т. д. Это очень помогает ребятам развивать наблюдательность и вырабатывает у них умение объективно (без предвзятости) оценивать факты.

В последующем каждый опытник обязательно должен увидеть и запомнить, как цветут выращиваемые им растения. При этом надо обращать внимание ребят на то, что у всех растений можно наблюдать одинаковые, общие для всех них периоды жизни (всходы, цветение, созревание), которые называют фенологическими фазами сельскохозяйственных культур.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

При проведении наблюдений очень важно, чтобы учащиеся могли легко определить наступление той или иной фазы, поэтому необходимо отбирать только самые характерные и чётко выраженные признаки.

Например, при наблюдении за развитием картофеля и льна рекомендуется отмечать фазу цветения и опускать фазу появления соцветий. Каждый учащийся легко заметит, что вчерашний бутон сегодня стал распустившимся цветком, тогда как точно установить дату начала фазы бутонизации ему чрезвычайно трудно. Отсутствие же чёткости и ясности невольно вселяет неуверенность и недоверие к результатам даже своих наблюдений.

Фенологические наблюдения проводятся на постоянных участках делянки, которые отмечаются колышками. Каждую фазу фиксируют дважды: первый раз (начало), когда приблизительно 10 % растений достигает данной фазы развития, и второй (полная), когда в этой фазе будет более половины всех растений (60—75 %).

При анализе результатов фенологических наблюдений и оформлении работы определяют длительность наступления фаз, продолжительность периода в днях; устанавливается влияние на прохождение фаз вегетации условий агротехники и других факторов роста, температуры, осадков, солнечных дней и прочих внешних условий.

Фазы развития растений у многих сельскохозяйственных культур различны. Для примера приводим следующие основные фазы в развитии сельскохозяйственных культур:

Зерновые злаки (пшеница, рожь, ячмень) — всходы, появление третьего листа, кущение, выход в трубку, колошение, цветение (у озимой ржи), спелость: молочная, восковая, полная. Обязательно отмечают время посева и уборки озимых зерновых; время начала весенней вегетации, когда появляются молодые листья; время окончания вегетации, когда рост листьев прекращается.

Кукуруза — всходы, появление третьего листа, кущение, вымётывание метёлки, цветение початка, молочная, восковая и полная спелость, уборка.

Сорго, суданская трава — всходы, появление третьего листа, вымётывание, цветение, молочная, восковая и полная спелость, уборка.

Просо, чумиза — всходы, появление третьего листа, вымётывание, цветение, молочная, восковая и полная спелость, уборка.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Подсолнечник — всходы, первая пара настоящих листьев, образование соцветий, цветение, созревание, уборка.

Гречиха — всходы, первый настоящий лист, образование соцветий, цветение, созревание, уборка.

Зернобобовые (фасоль, горох, соя, чина, чечевица) — всходы, образование соцветий, цветение, образование плодов, созревание, уборка.

Многолетние травы — в первый год вегетации у злаков отмечают всходы, кущение, у бобовых — всходы, розетку листьев. На второй и третий годы — отрастание, кущение, выход в трубку, колошение (вымётывание) соцветий, цветение, созревание семян. У бобовых — розетка листьев, бутонизация, цветение, созревание. После уборки — осеннее состояние растений.

Лён — всходы, «ёлочка», бутонизация, цветение, спелость: зелёная, ранняя жёлтая, полная.

Люцерна — всходы, образование соцветий, цветение, отмирание (увядание) ботвы, уборка семян.

Картофель — всходы, бутонизация, цветение, клубнеобразование, естественное отмирание ботвы, уборка клубней.

Свёкла (столовая, сахарная, кормовая) — всходы, фаза вилочки, появление первой пары листьев, появление третьего настоящего листа, увядание наружных листьев, смыкание листьев в ряду, смыкание листьев между рядами, размыкание ботвы, уборка корнеплодов.

Капуста — появление нового листа посаженной рассады, начало завязывания кочана, полное образование кочана, первый и последний сбор кочанов.

Лук на севок из чернушки, чеснок не斯特релкующийся (на репку) — всходы, первый настоящий лист, образование луковиц, пожелтение первых листьев, созревание луковиц (начало полегания ботвы), уборка.

Лук, чеснок на зубок 2-го года (на семена) — начало отрастания луковиц, образование цветоносов (стрелок), образование соцветий, цветение, созревание семян, уборка.

Лук многолетний (батун, шнитт, слизун) первого года — всходы, первый настоящий лист, пожелтение и полегание листьев, уборка; второго года — весенне отрастание листьев, развитие розетки листьев, появление соцветий, созревание семян, пожелтение и отмирание листьев, уборка.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Огурец (а также тыква, кабачок, патиссон, цуккини, арбуз, дыня) — всходы, первый настоящий лист, цветение мужских и женских цветков, образование плодов, первый сбор плодов, последний сбор плодов.

Петрушка (а также укроп, сельдерей) — всходы, образование розетки листьев, образование главного стебля, цветение, созревание и уборка семян.

Томат (а также перец сладкий и острый, баклажан, физалис) — всходы, первый настоящий лист, образование первой плодовой кисти, цветение, образование плодов, первый сбор плодов, последний сбор плодов.

Плодовые и ягодные культуры — набухание почек, распускание почек (цветочных, листовых), развёртывание первых листьев, цветение (начало, конец), начало созревания плодов, массовое созревания плодов, сбор, осенне расцвечивание листьев и листопад.

У других культурных растений — посев, появление всходов, рост стеблей, начало образования соцветий или бутонов, начало и конец цветения, начало развития плодов, их созревание, уборка урожая.

Результаты фенологических наблюдений заносятся в журнал и записываются в заранее начерченную таблицу.

Примерные формы таблицы фенологических наблюдений за сельскохозяйственными растениями:

Форма 1

Культура _____ Сорт _____ Год _____ Фенолог _____

Вариант опыта	Дата посева	Наблюдаемые фазы, сроки						Дата уборки	
		начало	конец	начало	конец	начало	конец		

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Форма 2

Форма 3

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Фенологические наблюдения в опыте проводят: по всем повторениям при небольшом их числе (до 4—6 повторностей), по несмежным повторениям — 1, 3, 5 или 2, 4, 6 при 6 и более повторностей в опыте. Детализация фаз по продолжительности, массовости и т. д. необходима для более точного учёта условий роста растений, что позволяет уточнить продолжительность каждой фазы и учесть наметившиеся отклонения от нормы, а также выявить периоды как наибольшей уязвимости, так и отзывчивости растений на различные агроприёмы и установить самые эффективные сроки уборки урожая и т. д. Систематически проводя наблюдения, ребята учатся замечать появившиеся изменения и сознательно их отмечать.

Как было сказано ранее, опыт должен сопровождаться не набором всех возможных наблюдений, а только необходимых по данному конкретному эксперименту, отвечающих определённому изучаемому явлению.

5.2. УЧЁТ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ (ПОБЕГОВ)

Густота растений (побегов) является одним из главных элементов, формирующих общую урожайность сельскохозяйственных культур. Очень часто именно по густоте можно провести предварительный анализ состояния посева, ориентировочно представить величину будущего урожая, оценить конкурентоспособность данной культуры и качество ухода за посевами юного опытника.

В то же время к оценке такого параметра, как густота, нельзя подходить однобоко. С одной стороны, повышенное значение густоты может свидетельствовать о том, что растение полностью удовлетворено факторами внешней среды, что ему хватает тепла, влаги, элементов питания и т.д. Но при завышенной густоте посева юного земледельца может поджидать опасность, связанная с тем, что на более поздних этапах развития культур растения могут вступать в конкурентные отношения за эти факторы, начать угнетать друг друга, затенять. Под плотным листовым покровом может создаваться повышенная влажность воздуха и почвы, что может привести к интенсивному развитию патогенных микроорганизмов (в первую очередь — грибных), что отрицательно скажется на качестве получаемой продукции.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

С другой стороны, изреженные посевы могут являться следствием недостатка факторов жизни растений, в результате чего многие особи не смогли сформировать полноценное растение (побег); при этом наиболее свободно будут себя чувствовать сорные растения. Однако если мы проводим прополку (механическую — пропалывание вручную, культиваторами, тяпками, или химическую — с помощью гербицидов, что нежелательно, поскольку они представляют определённую опасность для юннатов), то каждое конкретное растение будет получать больше солнечного света, больше воды, больше элементов минерального питания, и, как следствие, его урожай будет выше, чем у растения в загущенном посеве.

В результате можно сделать вывод, что для того чтобы полевое растение максимально полно реализовало свою продуктивность, мы должны создать его оптимальную густоту стояния. Для начала мы должны разобраться с терминами «густота стояния растений» и «густота побегов».

Густота стояния растений — это количество (штук) растений на единице площади посева. Как правило, единицей измерения служит количество штук на один квадратный метр [$\text{штук}/\text{м}^2$], что впоследствии может быть пересчитано в количество штук на один гектар [$\text{штук}/\text{га}$] путём умножения на 10000 ($1 \text{ га} = 100 \text{ м} \times 100 \text{ м}$), однако этой единицей измерения пользуются реже.

Необходимо помнить, что одна зерновка злаков, один клубень картофеля и другой посадочный материал может дать не один побег, а два-три и больше. Каждый из этих побегов может нести на себе колос или усиливать снабжение продуктами фотосинтеза корнеплода или клубня. Поэтому второй термин, который употребляется не реже, чем первый — это густота побегов, размерность которого [$\text{штук}/\text{м}^2$].

Для большинства культур наука уже вычислила оптимальную густоту стояния, однако в каждом конкретных климатических условиях она может варьировать, и это может быть объектом научного исследования юннатов. Например, выявить оптимальную густоту стояния того или иного растения в определённых природно-климатических условиях конкретного региона. Здесь можно взять несколько вариантов с различными нормами высева или посадки и проанализировать, какой вариант легче обрабатывать, какой меньше подвергался болезням и где был получен максимальный урожай.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Однако если мы исследуем какой-либо другой фактор, и густота является для нас второстепенной, то мы должны поддерживать её на оптимальном уровне и постоянно учитывать (для более корректных данных — 1 раз в 10 дней). Изначально мы должны определиться с **нормой высеива** (НВ). Она рассчитывается по следующей формуле:

$$НВ = \frac{РНВ \times 10000}{Ч \times В},$$

где НВ — рассчитанная норма высеива, шт./м²

РНВ — рекомендуемая норма высеива оригинаром сорта, шт./м²

Ч — чистота семенного материала, %

В — лабораторная всхожесть семян, %

Правильный расчёт нормы высеива является непременным условием получения дружных всходов и хорошего развития культуры. После того как мы провели посев и дождались массового появления всходов, можно проводить первое определения густоты. В эту фазу говорить о густоте побегов некорректно, поэтому мы учитываем густоту растений.

Нам необходимо закрепить учётные площадки, на которых мы будем проводить учёт густоты в течение всего вегетационного периода с интервалом в 10 дней. Проведение такого учёта на одном и том же месте (учётной площадке) даст нам объективную картину динамики изменения густоты или её стабильности в течение всего сезона.

Площадку готовят, как правило, на типичном участке опытной делянки, которая должна быть доступна не только в ранние фазы вегетации, но и ближе к её концу, когда растения будут иметь максимальную высоту и когда можно будет подойти к этой площадке, не боясь повредить другие растения по пути. Учётная площадка должна быть квадратной формы, по углам её устанавливают в почву колышки, которые будут для нас ориентиром в течение всей вегетации.

Размер учётной площадки зависит от культуры. Как правило, для большинства зерновых культур и многолетних кормовых трав —

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

это $0,5 \times 0,5$ м, для корнеплодов и других крупных растений или растений с большой площадью питания — 1×1 м или 2×2 м, для газонных трав — $0,25 \times 0,25$ м. Результаты учёта на такой площадке легко пересчитать на 1 м^2 . В первом случае — умножением на 4, в третьем случае — умножением на 16, а во втором случае пересчёт идёт в *шт./га* умножением на 10000 или 2500 соответственно.

Густота побегов. После фазы кущения или начала ветвления побегов проводим анализ густоты уже не только растений, но и побегов. В ряде случаев (на газонных травах) считают только побеги, поскольку подсчитать количество растений очень трудно.

При учёте густоты необходимо учитывать засорённость растений (см. «Учёт засорённости»). В большинстве случаев мы подсчитываем только культурные растения, однако при анализе травостоев (газонных или кормовых травосмесей) учитываются побеги всех растений (культурных и сорных), поскольку все они формируют декоративную ценность (газон) или кормовую зелёную массу.

После получения данных и сведения их в таблицу к концу вегетационного периода мы получаем чёткую картину изменения густоты стояния растений (побегов) в каждом варианте, и эти данные наряду с данными по продуктивности дают нам возможность анализа сортов или гибридов в рамках сортоиспытания или любого другого научного опыта.

5.3. ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ

Зимостойкость — это способность растений противостоять целому комплексу неблагоприятных факторов внешней среды в зимнее время. Основные способы её повышения — подбор и селекция видов и сортов сельскохозяйственных культур, наиболее приспособленных к комплексу неблагоприятных условий перезимовки в конкретном регионе. Причины зимних повреждений и даже полной гибели зимующих растений разнообразны — это далеко не только действие мороза.

Важно понимать, что *зимостойкость* и *морозостойкость* — разные понятия: первое характеризует способность переносить зиму, а второе — выдерживать действие отрицательных температур. Зимой на растения действует комплекс неблагоприятных факторов, поэтому зимостойкость — более широкое понятие. При проведе-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

нии опытнической работы зимостойкость озимых культур оценивают глазомерно и путём подсчёта растений. Глазомерная оценка проводится ранней весной, когда растения тронулись в рост и можно отличить живые растения от погибших.

Оценку дают по пятибалльной шкале:

- «5» — на делянке нет погибших растений;
- «4» — незначительное изреживание растений;
- «3» — погибло около половины растений (40–50%);
- «2» — погибло более половины растений;
- «1» — погибли почти все растения.

Иногда целесообразна и трёхбалльная шкала. Она оправдана и при визуальной оценке состояния посевов, и в других подобных случаях.

Более объективные показатели зимостойкости получают путём подсчёта живых и погибших растений. Подсчитывают их весной, через две-три недели после начала вегетации. Для подсчёта на концевых защитках делянок, если состояние посевов соответствует состоянию их на всей делянке, выделяют в четырёх местах (по двум с обоих концов делянки) пробные двухрядковые площадки общей площадью 1 м², выкапывают растения и подсчитывают число живых и погибших. Процент перезимовавших растений определяют по отношению числа живых растений к числу всех выкопанных (живых и погибших).

5.4. ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ

Большинство культурных растений выращивается с целью получения качественного урожая, который собирают лишь в конце вегетации. Для достижения этой цели необходимо оперативно учитывать все требования растений, удовлетворять их потребности во влаге, элементах питания, защищать их от сорняков и т. д.

Изначально мы почти всегда знаем, в каких факторах жизни нуждается растение и каков необходимый количественный показатель этого фактора. Однако зачастую по тем или иным причинам наблюдается нарушение обеспечения растения факторами жизни, и культура начинает испытывать определённый стресс, который может повлиять отрицательно на величину урожая и его качество.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Своевременный мониторинг состояния растений может быть проведён двумя путями — с помощью различных приборов (метод более точный, но сопряжённый с тем, что нам приходится отчуждать единичные растения с поля для анализа, а это нежелательно) и визуально.

В этом параграфе мы поговорим о визуальной диагностике состояния растений. Этот вид оценки достаточно распространён, так как не требует дорогостоящих приборов, но в то же время позволяет достаточно точно охарактеризовать состояние наших посевов.

Визуальную оценку мы проводим по следующим критериям:

- выравненность посева;
- изреженность посева;
- засорённость посева;
- цвет;
- тургор (обводнённость клеток и тканей).

Каждый критерий оценивается по 10-балльной системе, и в итоге определяется оценка всего посева в целом, которая составляется на основе среднего арифметического значения между пятью оценёнными критериями. Иными словами, мы получаем оценку от 0 (посев полностью погиб) до 10 баллов (состояние посева отличное по всем параметрам).

Выравненность посева — это показатель, который характеризует не только качество посадочного материала, но и однородность почвы на поле, равномерность внесения удобрений на участке и одинаковый режим увлажнения/дренирования.

Возможные оценки (баллы):

10 — состояние отличное, все растения примерно одной высоты;
9 — состояние отличное, наблюдаются единичные растения с большей или меньшей высотой;

8, 7 — состояние хорошее, чаще встречаются низкие и высокие растения, но в целом посев воспринимается как равномерный;

6, 5, 4 — состояние удовлетворительное, около половины посева имеет одинаковую высоту, а половина и более имеет сильную вариацию этого признака, посев воспринимается как неравномерный;

3, 2, 1, 0 — состояние неудовлетворительное, равномерности практически нет, вариация высоты очень сильная, растения имеют высоту от нескольких сантиметров до десятков сантиметров.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Изреженность посева характеризует степень выпадения из посева (травостоя) культурных видов, которая определяется наличием и достаточностью элементов питания и факторов жизни растений.

Возможные оценки (баллы):

10 — состояние отличное, все семена взошли, выпавших растений нет;

9 — состояние отличное, наблюдаются единичные погибшие растения;

8—7 — состояние хорошее, выпавших растений чуть больше, но в целом посев воспринимается как неизреженный;

6, 5, 4 — состояние удовлетворительное, выпавших растений чуть больше, наблюдаются значительные площади, не покрытые культурными растениями;

3, 2, 1, 0 — состояние неудовлетворительное, наблюдаются лишь единичные культурные растения на делянке или они отсутствуют полностью.

Засорённость посева отражает конкурентоспособность культурных растений и показывает, насколько сильно сорные растения смогли внедриться в наш посев (травостоя).

Возможные оценки (баллы):

10 — состояние отличное, сорняков нет;

9 — состояние отличное, наблюдаются единичные невысокие сорняки;

8, 7 — состояние хорошее, сорняки наблюдаются изредка, они невысокие и не затеняют культурные растения;

6, 5, 4 — состояние удовлетворительное, сорняков достаточно много, некоторые из них превосходят по высоте культурные растения, затеняют их, в целом посев воспринимается как засорённый;

3, 2, 1, 0 — состояние неудовлетворительное, культурные растения лишь изредка виднеются между сорняками или их нет вовсе.

Цвет — данный параметр оценивается лишь в начальные фазы вегетации и в её середине, так как к концу лета многие культуры изменяют свой цвет с зелёного на отличный от него (жёлтый, бурый и т. д.). Этот параметр отражает в основном степень обеспеченности растений основными элементами питания (азот, фосфор, калий) и достаточность увлажнения.

Возможные оценки (баллы):

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

10 — состояние отличное, у всех листьев насыщенный зелёный цвет;

9 — состояние отличное, отдельные листья могут иметь более светлый зелёный оттенок;

8, 7 — состояние хорошее, подавляющая масса листьев имеет зелёный цвет, но на отдельных листьях заметны желтоватые пятна;

6, 5, 4 — состояние удовлетворительное, среди листьев достаточно часто встречаются следы некрозов в виде серых, бурых пятен, некоторые листья полностью потеряли зелёную окраску;

3, 2, 1, 0 — состояние неудовлетворительное, зелёных листьев очень мало или они отсутствуют полностью.

Тургор — это состояние растений, при котором все его клетки и ткани достаточно обводнены, и именно при этом состоянии обеспечивается оптимальное функционирование растения как системы. Потеря тургора (увядание) может говорить как о недостатке влаги, так и о нарушении физиологических процессов в растении.

Возможные оценки (баллы):

10 — состояние отличное, ткани всех растений достаточно обводнены, признаков завядания не наблюдается;

9 — состояние отличное, ткани растений упругие, лишь у отдельных растений в жаркие периоды наблюдаются временные подвядания листьев;

8, 7 — у некоторых растений подвядают листья и поникают верхушки побегов, но в целом посев не испытывает водного дефицита;

6, 5, 4 — растения ощущают водный стресс, наблюдаются увядавшие растения на большей части посева;

3, 2, 1, 0 — растения необратимо теряют тургор (увядают), и никаким поливом ситуацию не исправить, наблюдается гибель большей части или всего урожая.

В дальнейшем складываем все полученные нами значения, делим на 5 (количество параметров) и получаем оценку состояния посева по 10-балльной системе: 10, 9 — отличное; 8, 7 — хорошее; 6, 5, 4 — удовлетворительное; меньше 4 — неудовлетворительное.

Такой анализ достаточно прост, доступен и позволяет быстро получить сведения о нашем посеве или травостое.

5.5. УЧЁТ ЗАСОРЁННОСТИ ПОСЕВОВ

Засорённость посевов на полях изменяется под влиянием многих причин, в том числе агротехнических мероприятий. Учёт засорённости посевов нужен для оценки условий проведения опыта и отдельных агротехнических приемов, оказывающих влияние на засорённость. При постановке опытов, направленных на изучение способов борьбы с сорняками, а также в том случае, когда посевы пропалывают, учёт засорённости проводят в следующие периоды:

- массового появления сорняков;
- цветения сорняков;
- перед уборкой опытной культуры.

В тех опытах, где засорённость сорняками специально не изучаются и посевы не пропалывают (при доброкачественной агротехнике на опытных посевах сорняков не должно быть), учёт засорённости сорняками проводят один раз в конце вегетации.

Наиболее часто используются следующие методы учета засорённости полей: глазомерный (визуальный), количественный и количественно-массовый.

Глазомерный метод разрабатывался многими учёными, но наибольшее распространение получил метод А.И. Мальцева. В основе его лежит соотношение количества сорных и культурных растений на единице площади сплошных рядковых посевов. Глазомерная оценка засорённости полей в основном используется в производственных условиях на больших площадях. Глазомерный метод позволяет определить распространённость сорняков на каждом поле и их ботанический состав. Засорённость выражается в баллах по следующей шкале:

- 0** — сорняки отсутствуют;
- 1,0** — в посеве встречаются единичные экземпляры сорняков;
- 2,0** — степень покрытия до 5%, 3–5 сорняков на 1 м²;
- 3,0** — 5–20%, 5–15 сорняков на 1 м², культурные растения доминируют над сорняками;
- 4,0** — 20–50%, 20–30 сорняков на 1 м², культурные растения ещё доминируют над сорняками;
- 5,0** — 50–70%, количество сорняков равно или больше количества культурных растений, культура под угрозой;
- 6,0** — 75–100%, сплошное засорение, сорняки значительно преобладают над культурными растениями.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Глазомерный метод предусматривает постоянное наблюдение в течение вегетационного периода, так как на его протяжении происходят изменения в видовом составе сорняков.

Количественный метод определения засорённости посевов основывается на подсчёте количества культурных растений и сорняков на учётных площадках. Этот метод позволяет получить сведения не только о видовом составе сорняков, но и об их количестве на единицу площади. Более полную информацию о засорённости посевов предоставляет количественно-весовой метод.

Для количественно-весового учета засорённости используют деревянные рамки размером $0,25 \text{ м}^2$ ($50 \times 50 \text{ см}$). На каждой опытной делянке накладывают 4 учётные рамки. Сорняки внутри рамки выдергивают и подсчитывают по биологическим группам (указывают преобладающие сорняки и группы), затем их высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают.

При группировке сорняков используют следующую классификацию: **малолетники** — эфемеры, ранние и поздние яровые, зимующие, озимые, двулетники; **многолетники** — с мочковатой корневой системой, ползучие, клубнелуковичные, стержневые, корнеотпрысковые, корневищные.

Результаты количественно-массового учёта засорённости записывают по следующей форме:

Учет засорённости посевов

Опыт _____ **Культура** _____

Вариант опыта	Дата учёта	Количество сорняков на 1 м ²			Сухая масса сорняков на 1 м ² (в г)		
		мало-летних	много-летних	всего	мало-летних	много-летних	всего

Засорённость почвы семенами

Для учета засорённости почвы семенами сорняков применяют метод, основанный на выделении их из небольших смешанных проб почвы. Сущность учёта сводится к следующему. С каждой делянки полевого опыта, запланированной для учёта, буром или лопатой берут по слоям (чаще всего 0—10 и 10—20 см) не менее 10 индивидуальных проб и составляют один смешанный почвенный образец около 300 г. Поделяочные образцы почвы доводят до воздушно-сухого состояния и из каждого берут две навески по 100 г.

Выделяют семена сорняков из навески почвы в два этапа. Сначала навеску помещают на небольшое сито с отверстиями 0,25 мм и тщательно отмывают под крапом мелкозём. Затем остаток на сите переносят в большой стакан или в вегетационный сосуд с раствором тяжёлой жидкости (насыщенный раствор поташа или поваренной соли). Семена сорняков всплывают на поверхность, а почвенные частички размером более 0,25 мм, имеющие большую плотность, тонут.

Всплывшие семена вылавливают небольшим ситом, помещают на бумажный фильтр и высушивают. После просушки семена переносят на разборную доску, группируют по видам и подсчитывают.

Результаты подсчёта выражают в миллионах штук семян на гектар. Для этого количество семян в пробе почвы массой 100 г умножают на переводной коэффициент, значение которого зависит от массы слоя почвы на 1 га. Принимая, например, массу пахотного слоя почвы (0—20 см) равным 3 млн. кг, переводной коэффициент **К** для 20-сантиметрового слоя почвы равен 30,

$$K = \frac{3 \times 1000}{100} = 30$$

Для 10-сантиметрового слоя **K** = 15, для 5-сантиметрового слоя **K** = 7,5.

Результаты количественного учета засорённости почвы семенами сорных растений рекомендуют записывать по следующей форме:

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Учет засорённости почвы семенами сорняков

Опыт _____ **Культура** _____

Вариант опыта	Дата учёта	Слой почвы (в см)	Количество сорняков в пробе почвы массой 100 г	Переводной коэффициент на 1 га	Количество сорняков (в млн. штук на 1 га)

5.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ

Зерновые — это важнейшие культуры не только в нашей стране, но и во всём мировом сельском хозяйстве. Основные усилия земледельца направлены на то, чтобы получить максимальный и наилучший по качеству урожай зерновых. Для этого мобилизуются все технические средства, современные достижения агрохимии, используются современные сорта и гибриды.

Изучаемые растения на опытных участках даже при небольшой площади делянки находятся в неодинаковых условиях. Дело в том, что крайние растения (которые высажены на границе делянки) оказываются в несколько лучших или худших условиях, чем основная масса растений. На краю делянки культура может иметь большую площадь питания, так как со стороны проходов не будет испытывать конкуренции соседних растений, и масса зерна с такой особи будет больше, чем в среднем по посеву.

Либо наоборот, крайние растения могут попасть в менее выгодные условия по сравнению с основной массой стеблей. Если по проходу осуществляется интенсивное движение исследователей или рабочих, то почва рядом с этими растениями может уплотняться или же сами растения могут подвергаться ударам, воздействию сельскохозяйственных орудий, которые следуют транзитом рядом с делянкой. В результате масса зёрен с такого растения будет меньше.

Основываясь на вышесказанном, мы должны убирать раздельно урожай с разных частей делянки УОУ или поля УПБ. Сначала убирают без взвешивания урожай с боковых и концевых защиток, а затем убирают и учитывают урожай зерна с со всей учётной площади делянки. Такой метод учёта называется **сплошным методом учёта урожая**.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Сплошной метод учёта урожая зерновых культур является основным (это в равной мере относится к учёту урожая всех культур).

В случае невозможности уборки со всей учётной площади делянки рекомендуется проводить учёт урожая зерновых культур **методом пробного снопа**. Для этого на делянке выбирают несколько площадок. Выбранная площадка должна быть типичной по густоте, состоянию растений и почвы. Результат, полученный на этой площадке, должен легко переводиться в общепринятые единицы измерения [ц/га]. Как правило, размер площадки составляет $0,5 \times 0,5$ м или 1×1 м.

Выбрав площадку, мы определяем структуру урожая: количество растений на площадке, а также количество стеблей: 1) всего и 2) отдельно — несущих колос. Путём деления количества стеблей на количество растений мы получаем среднее количество стеблей на одном растении, что является достаточно интересным признаком, характеризующим общую продуктивность сорта.

После этого аккуратно скшиваем все стебли на одинаковой высоте около 2-3 см, при этом стараемся, чтобы не происходила потеря зёрен и листьев. После этого производим взвешивание всех растений. Разделив полученную массу на количество стеблей (или растений), получим соответствующую среднюю массу.

После этого проводим обмолот и очищенные зёра взвешиваем на весах с точностью до 0,1 г, получая при этом массу зерна с единицы площади (в граммах). Умножив полученное значение на 0,4 (для площадки $0,5 \times 0,5$ м) или на 0,1 (для площадки 1×1 м), получаем урожайность в размерности ц/га.

Разделив массу зёрен на количество стеблей, несущих колос, получим среднюю массу зерна с одного колоса, что также является достаточно интересным сортовым признаком.

Подобный анализ, как правило, является достаточно достоверным, точным и, основываясь на нём, можно получить истинные реальные данные для того чтобы провести корректный анализ урожайности культуры — интегрального показателя, ради которого, собственно, мы и работали весь вегетационный период.

5.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ (ВИЗУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА)

Внешние признаки недостатка отдельных элементов питания у разных растений бывают различными. Поэтому по внешним признакам можно судить о недостатке в почве того или иного элемента питания и о потребности растений в удобрениях. Однако замедление роста и изменение внешнего вида растений не всегда обусловливаются недостатком в почве питательных веществ. Сходные изменения вызываются иногда поражением вредителями и болезнями или другими неблагоприятными условиями роста (такими, например, как засуха, низкая температура и т. д.). Важно уметь отличать эти изменения внешнего вида растений от изменений, вызванных недостатком питательных веществ.

На внешний вид растения оказывает влияние также избыточное количество некоторых элементов (хлора, марганца и алюминия), ненужных растению или нужных ему в небольшом количестве. При избыточном поступлении их в растения замедляется их рост, отмирают ткани, наблюдаются различные внешние изменения, а иногда и гибель растений.

Появление признаков недостатка какого-нибудь питательного вещества у растений указывает на необходимость подкормки их соответствующими удобрениями.

Хотя изучены и не все возможные комбинации, до настоящего времени почти не обнаружено смешения симптомов. Внешними проявлениями страдания растений от недостатка элементов питания всегда оказывались симптомы недостатка одного какого-нибудь элемента, более важного для растения, чем другие.

Отсутствие смешения симптомов значительно упрощает проблему диагноза и последующего улучшения питания растений. При недостатке нескольких элементов первыми проявляются и исчезают в результате внесения соответствующих удобрений симптомы недостатка того элемента, действие которого является доминирующим; затем появляются симптомы недостатка другого элемента и так далее.

В сочетании с другими методами метод визуальной диагностики ввиду его простоты и доступности заслуживает самого широ-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

кого использования для определения потребности растений в удобрениях.

Общим симптомом недостатка любого из элементов питания является задержка роста растения, хотя в одном случае этот симптом может проявляться более отчётливо, чем в другом. Ниже приводится сравнение других (кроме задержки роста) симптомов недостаточности минерального питания. Симптомы недостаточности минерального питания растений возможно разделить на две большие группы.

Первую группу составляют главным образом симптомы, проявляющиеся на *старых листьях* растения. К ним относятся симптомы недостатка *азота, фосфора, калия, цинка и магния*. Очевидно, при недостатке в почве указанных элементов они перемещаются в растении из более старых частей в молодые растущие части, на которых не развиваются признаки голодания.

Симптомы первой группы, которые обнаруживаются главным образом на старых листьях, могут быть разбиты на две подгруппы:

- являющиеся в большей или меньшей степени общими (недостаток азота и фосфора);
- носящие лишь местный характер (недостаток магния, цинка и калия).

Симптомы недостатка *магния, цинка и калия*, относящиеся ко второй подгруппе первой группы, захватывают не целиком весь лист, а лишь отдельные участки его, что выражается в потере зелёной окраски (*хлорозе*), а иногда и в отмирании (*некрозе*) тканей отдельных участков листа. Недостаточность *азота и фосфора* (симптомы первой подгруппы) влияет на состояние растения в целом или его более старых листьев. При недостатке этих элементов наблюдается значительная задержка роста, и листья стремятся занять прямостоячее положение на стебле, образуя с последним острый угол.

Признаки недостатка азота (N)

В случае недостатка *азота* растение приобретает ненормально светло-зелёную окраску, и его нижние листья в большей или меньшей степени желтеют. Недостаток азота у растений может обнаруживаться на всех типах почв, особенно ранней весной, когда вследствие низкой температуры почвы процессы минерализации

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

и образования нитратов протекают слабо. Чаще всего недостаток азота наблюдается на песчаных, супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых почвах, краснозёмах и серозёмах.

Признаки недостатка азота проявляются весьма отчётливо на разных стадиях развития. Общими и основными признаками недостатка азота у растений являются: угнетённый рост, короткие и тонкие побеги и стебли, мелкие соцветия, слабая облиственность растений, слабое ветвление и слабое кущение (у злаков), мелкие, узкие листья, окраска их бледно-зелёная — хлоротичная. Изменение окраски листьев может быть вызвано и другими причинами, помимо недостатка азота. Пожелтение нижних листьев бывает при недостатке влаги в почве, а также при естественном старении и отмирании листьев. При недостатке азота посветление и пожелтение окраски начинается с жилок и прилегающей к ним части листовой пластинки; части листа, удалённые от жилок, могут сохранять ещё светло-зелёную окраску. На листе, пожелтевшем от недостатка азота, как правило, не бывает зелёных жилок. При старении же листьев пожелтение их начинается с части листовой пластинки, расположенной между жилками, а жилки и ткани около них сохраняют ещё зелёную окраску. У некоторых растений (картофель, свёкла) при внесении калийных удобрений, особенно низкопроцентных (сильвинит, калийная соль), наблюдается общее посветление листьев. Но в этом случае может не быть приостановки роста растений, уменьшения образования новых побегов, утончения стеблей и уменьшения размеров молодых листьев, как это наблюдается при недостатке азота. При недостатке азота посветление окраски начинается с более старых, нижних листьев, которые приобретают жёлтый, оранжевый и красный оттенки. Эта окраска переходит далее и на более молодые листья, может проявляться и на черешках листьев. Листья при недостатке азота опадают преждевременно, созревание растений ускоряется.

Признаки недостатка фосфора (Р)

В случае недостатка фосфора растение имеет необычно тёмно-зелёную окраску, а листья либо совершенно не желтеют, либо желтеют незначительно.

Недостаток фосфора у растений может быть на всех почвах, но чаще всего проявляется на кислых почвах, богатых подвижными

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

формами алюминия и железа, дерново-подзолистых и краснозёмах. Недостаток фосфора по внешнему виду растений определить труднее, чем недостаток азота. При недостатке фосфора наблюдается ряд таких же признаков, как и при недостатке азота, угнетённый рост (особенно у молодых растений), короткие и тонкие побеги, мелкие, преждевременно опадающие листья. Однако имеются и существенные различия — при недостатке фосфора окраска листьев тёмно-зелёная, голубоватая, тусклая. При сильном недостатке фосфора в окраске листьев, черешков листьев и колосьев появляются пурпурные, а у некоторых растений — фиолетовые оттенки. При отмирании тканей листа появляются тёмные, иногда чёрные пятна. Засыхающие листья имеют тёмный, почти чёрный цвет, а при недостатке азота — светлый. Признаки недостатка фосфора появляются сначала на более старых, нижних листьях. Характерным признаком недостатка фосфора является также задержка цветения и созревания.

Признаки недостатка калия (K)

В случае недостатка **калия (K)** хлоротичные участки имеют желтоватый оттенок, что вызывает пестролистность. Хлоротичные участки располагаются вокруг небольших участков отмершей ткани на верхушках, по краям и между жилками листьев. По мере увеличения участков отмершей и высохшей ткани растение принимает вид поражённого ржавчиной. Другие части растения отличаются голубовато-зелёной окраской. Самое раннее проявление недостатка калия выражается в свёртывании книзу верхушек и краёв нижних листьев; этот симптом становится все более отчётливым по мере увеличения недостатка указанного элемента.

Недостаток калия чаще всего наблюдается на торфянистых, пойменных, песчаных и супесчаных почвах. Признаки недостатка обычно заметными становятся в середине вегетации, в период сильного роста растений. При недостатке калия окраска листьев голубовато-зелёная, тусклая, часто с бронзовым оттенком. Наблюдается пожелтение, а в дальнейшем побурение и отмирание кончиков и краёв листьев (краевой «ожог» листьев). Развивается бурая пятнистость, особенно ближе к краям. Края листьев закручиваются, наблюдается морщинистость. Жилки кажутся погруженными в ткань листа. Признаки недостатка калия у большей

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

части растений прежде всего появляются на более старых нижних листьях. Стебель тонкий, рыхлый, полегающий. Недостаток калия вызывает обычно задержку развития бутонов или зачаточных соцветий.

Признаки недостатка магния (Mg)

Магнием бедны песчаные и супесчаные дерново-подзолистые почвы. При недостатке магния наблюдается характерная форма хлороза — у краёв листа и между жилками зелёная окраска изменяется на жёлтую, красную, фиолетовую. Между жилками в дальнейшем появляются пятна различного цвета вследствие отмирания тканей. Отдельные участки листа становятся почти белыми. При этом крупные жилки и прилегающие к ним участки листа остаются зелёными. Кончики листьев и края загибаются, в результате чего листья куполообразно выгибаются, края листьев морщинятся и постепенно отмирают. Признаки недостатка появляются и распространяются от нижних листьев к верхним.

Вторая группа симптомов недостаточности минерального питания растений характеризуется симптомами, проявляющимися на точках роста и молодых листочках. Главные симптомы этой группы характерны для недостатка *кальция, бора, серы, железа, меди и марганца*, которые не могут перемещаться из одной части растения в другую. Значит, если в почве нет достаточного количества вышеперечисленных элементов, то молодые растущие части недостаточно получают необходимого питания, поэтому они заболевают и чаще всего погибают.

Признаки недостатка кальция (Ca)

Недостаток кальция наблюдается на песчаных и супесчаных кислых почвах, особенно при внесении высоких доз калийных удобрений, а также на солонцах. Признаки недостатка появляются прежде всего на молодых листьях. Листья бывают хлоротичные, искривлённые, и края их закручиваются кверху. Края листьев неправильной формы, на них может обнаруживаться опалённость бурого цвета. Наблюдаются повреждение и отмирание верхушечных почек и корешков, заметна сильная разветвлённость корней. На кислых почвах при недостатке кальция у растений могут появ-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ляться сопутствующие признаки, вызванные токсичностью марганца.

5.8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Влажность почвы — один из важнейших показателей, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность каждого конкретного растения. Вода является первостепенным и незаменимым фактором внешней среды, и лишь при достаточном обеспечении ею растение может реализовать свой продуктивный потенциал.

Первым критическим периодом по водопотреблению (*критический период — время, когда растение особенно чувствительно к её недостатку*) является период прорастания и всходов семян. Известно, что для того чтобы прорости, семени требуется от 75 до 250 % воды от его собственной массы. Если период прорастания для некоторых культур проходит в специальном контейнере, где семена замачивают и лишь потом высаживают в грунт, то всходы и последующие фазы растения переживают непосредственно в почевых условиях.

Мы должны по мере сил удовлетворять потребности растений во влаге, а для этого должны постоянно следить за влажностью почвы. Это делается визуально и инструментально. В настоящее время на практике приняты следующие основные методы инструментального определения содержания влаги в почве:

- термостатно-весовой (стандартный);
- тензиометрический, где определяется «сосущая сила почвы»;
- метод блоков или омический, с помощью датчиков;
- радиактивный метод, с использованием различных излучений;
- гаммоскопический, основанный на изменении пучка гамма-квантов от влагосодержания почвы;
- нейтронный, основанный на закономерности замедления быстрых нейтронов в воде.

Визуальный метод оценки влажности верхних слоев почвы заключается в определении степени увлажнения почвы (в баллах) по её консистенции «на глаз» и «на ощупь» по признакам, приведённым в нижеследующей таблице:

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Оценка степени увлажнения или состояния почвы

Степень увлажнения или состояния почвы	Консистенция почвы	Оценка, балл
Покрыта снегом	Любая	0
Избыточно увлажненная	Текучая	1
Сильно увлажненная	Липкая	2
Хорошо увлажненная	Мягкопластичная	3
Слабо увлажненная	Твёрдопластичная	4
Сухая	Твёрдая или сыпучая	5
Мёрзлая	Замёрзшая	6

Текучей (избыточно увлажнённой) считается помещённая в чашку почва, если бороздка, сделанная в ней заплывает более чем на половину своей высоты.

Мягкопластичной (хорошо увлажнённой) почву считают, если бороздка в чашке не заплывает и почва не прилипает к шпателю. Такая почва легко раскатывается в шнур толщиной 3–4 мм. Для определения липкости легко надавливают комком почвы на кисть руки — липкая (сильно увлажнённая) почва оставляет на ней грязный след.

Твёрдопластичной (слабо увлажнённой) почву считают, если она не раскатывается в шнур, а распадается на небольшие куски, при этом образуя сравнительно связный комок. Твёрдой или сыпучей (сухой) почву считают в том случае, когда комок при сдавливании рукой не меняет формы, а отдельные куски пробы не слипаются.

Термостатно-весовым методом определяют влажность почвы, выраженную в процентах от массы абсолютно сухой почвы. Это самый простой, доступный и при этом достаточно точный метод. Для его реализации нам понадобится почвенный бур, аналитические весы и термостат.

В поле почвенным буром мы берём пробы почвы со слоев 0–10 см, 10–20 см и 20–30 см в троекратной повторности. После этого помещаем пробы в бюксы, которые сразу же плотно закрываем, чтобы исключить испарение влаги из образца. Если почвенного бура нет, то можно воспользоваться лопатой, выкопав лунку на необходимую глубину, однако это крайне нежелательно, поскольку влага будет быстро испаряться с поверхности разреза.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Затем взвешиваем пробы на весах и получаем при этом массу влажной почвы (Мв). Затем помещаем пробы в шкаф-термостат, открыв предварительно крышку бюкса. Продолжительность сушки для песчаных и суглинистых почв 6–7, для глинистых 8–10, для торфяных 10–12 ч. Чтобы испарение было равномерным и полным и не было потерь органического вещества почвы, температура сушки не должна превышать 105°C. Стаканчики с почвой после высушивания закрывают крышками и охлаждают, после чего ещё раз взвешивают, получая массу сухой почвы (Мс). Контрольное взвешивание после 2-часовой повторной сушки не должно давать расхождения массы пробы почвы более чем на 0,1 г.

Влажность почвы W определяют по разности массы почвы до и после высушивания и выражают в процентах от массы абсолютно сухой почвы по следующей формуле:

$$W = (M_v - M_c) / M_c \times 100\%$$

Отслеживая влажность почвы в течение всей вегетации, мы можем компенсировать недостаток влаги (путём орошения, полива), избавить растения от переувлажнения (осушение, дренаж) и создать оптимальные условия для формирования урожая. Если же возможности для мелиорации у нас ограничены, то динамикой влажности почвы в течение лета можно объяснить многие процессы в растении, а главное — интенсивность формирования урожая.

5.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

Водородный показатель (рН) среды — это десятичный логарифм концентрации катионов водорода, взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg [H^+],$$

где $[H^+]$ — концентрация катионов водорода, моль/л.

Данное понятие введено в 1909 г. датским химиком С. Сёренсеном.

Вся шкала кислотности почвы делится на 14 значений.

Значению pH в пределах от 6 до 7 соответствует *нейтральная реакция*; при чуть более низких значениях (от 6 до 5) почва имеет *слабокислую реакцию*; значения pH от 5 до 4 имеет *кислая почва*; при значении менее 4 — *сильнокислые почвы*; при значениях кислотно-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

сти от 7 до 8 почва имеет щелочную реакцию; значение более 8 имеют сильнощелочные почвы.

Для определения рН различных растворов, в том числе и почвенных, существуют специальные приборы. Чтобы определить кислотность почвы, не прибегая к услугам специалистов, можно использовать наборы универсальной индикаторной бумаги. Это 60 или 75 полосок фильтровальной бумаги, пропитанной смесью реагентов, которые при разных значениях реакции почвы (в обиходе говорят кислотности) приобретают определённую окраску. К бумаге прилагается цветовая шкала, на которой указано значение рН.

Материалы и оборудование:

- универсальная индикаторная бумага;
- дистиллированная вода;
- образцы почвы;
- химические стаканы;
- фильтровальная бумага;
- образцы почв.

Далее рассмотрим три способа определения кислотности почвы.

A. Совсем просто:

Почву для анализа отбирают в разных местах участка, на различной глубине. Составляют средний образец, помещают его в чистую марлю, сложенную в несколько слоёв, и опускают в стеклянный или пластмассовый сосуд с дистиллированной водой. На 1 часть почвы следует брать 4-5 частей воды (это *водная вытяжка*). Через 5 мин сухую полоску индикаторной бумаги погружают на 2-3 секунды в вытяжку (можно пипеткой нанести каплю вытяжки на бумагу). Сравнивая цвет полоски с прилагаемой цветовой шкалой, определяют значение рН.

Б. Сложнее:

1. Образцы почвы (20 г) поместить в химические стаканы и залить дистиллированной водой (50 мл), настоять 1 час, периодически помешивая.
2. Вытяжку почвы отфильтровать.
3. Смочить раствором полоску универсальной индикаторной бумаги, поместить влажную полоску на лист белой бумаги и быстро сравнить окраску индикаторной бумаги с эталоном шкалы рН.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

4. Значение pH, соответствующее окраске образца и индикаторной бумаги, записать в таблицу.

Цвет универсального индикатора от бледно-красного до красного — кислая среда.

От бледно-жёлтого до жёлтого — нейтральная среда.

От бледно-зелёного до синего — щелочная среда.

В. Сложно:

Метод определения pH с помощью pH-метра даёт возможность измерить кислотность точно и в достаточно широком диапазоне. Подобный метод определения кислотности основан на измерении прибором электродвижущей силы (ЭДС) гальванической цепи, включающей в себя стеклянный электрод, потенциал которого зависит от концентрации положительно заряженных ионов водорода в исследуемом растворе.

Материалы и оборудование: 1) химические стаканчики на 100–150 мл, 2) однородный раствор KCl, 3) потенциометр (pH-метр), 4) технические весы.

Ход выполнения работы: на технических весах отвешивают 20 г воздушно-сухой почвы. Навеску помещают в химический стакан на 100–150 мл и приливают 50 мл дистиллированной воды. Содержимое перемешивают 1–2 минуты и оставляют стоять 5 минут. Перед определением суспензию ещё раз перемешивают и погружают в неё электрод измерения и электрод сравнения так, чтобы электроды были полностью погружены в почвенную суспензию. Через 0,5–1 мин отсчитывают по шкале значение pH, соответствующее измеряемой почвенной суспензии.

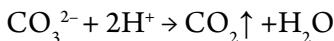
5.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСОЛЁННОСТИ ПОЧВЫ

ХОД РАБОТЫ

• определение карбонат-ионов

Реактив: 10%-й раствор соляной кислоты (HCl).

Методика: к пробе почвы добавить несколько капель 10%-й соляной кислоты. Если почва содержит карбонат-ион, то под действием кислоты начнётся выделение углекислого газа. Почва как бы «вспыхивает»:

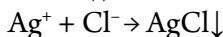


Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

• определение хлорид-ионов

Реактивы: 10%-й раствор азотной кислоты (HNO_3) и раствор нитрата серебра (AgNO_3)

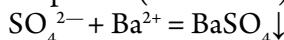
Методика: подготовить водную вытяжку почвы: 25 г почвы поместить в коническую колбу, добавить 50 мл дистиллированной воды. Взболтать содержимое колбы и дать отстояться в течение 5–10 минут. Ещё раз взболтать и после отстаивания профильтровать, отлить в пробирку 5 мл почвенной вытяжки, добавить несколько капель 10%-й азотной кислоты и по каплям добавлять раствор нитрата серебра. Если хлориды присутствуют, то образуется хлопьевидный белый осадок хлорида серебра:



• определение сульфат-ионов

Реактивы: концентрированная соляная кислота (HCl) и раствор хлорида бария (BaCl_2)

Методика: к 5 мл почвенной вытяжки прилить несколько капель концентрированной соляной кислоты и 3 мл раствора хлорида бария. Если почва содержит сульфат-ион, то появляется белый тонкодисперсный (молочный) осадок сульфата бария:



• определение солей натрия

Методика: никромовую проволоку прокаливают в пламени спиртовки докрасна, затем вносят в исследуемый раствор, а после — в пламя спиртовки (во внешнюю часть) и отмечают цвет пламени. Ионы натрия обнаруживаются по ярко-жёлтой окраске пламени.

5.11. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

В процессе роста и развития в полевых условиях на растения постоянно оказывают влияние различные метеорологические факторы. Считается, что тот урожай, который мы получим, на 40 % будет определён свойствами самого сорта или гибрида, на 20 % — условиями агротехники, а на 40 % — теми погодно-климатическими условиями, которые складываются в процессе вегетации. Мы можем всё сделать правильно, полностью выполнив технологическую карту, а погодные условия просто не позволят растениям реализовать свой продуктивный потенциал.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Наблюдения за погодой должны носить ежедневный характер и осуществляться с помощью различных приборов. Основными наблюдениями являются учёты температуры воздуха и количества осадков. Конечно, эти данные можно получить на ближайшей метеостанции, но нам, юннатам, гораздо интереснее самим получить эти результаты. А вот средние многолетние данные (т. е. норму на данной территории) можно будет узнать в климатическом спарочнике региона или опять же на ближайшей метеорологической станции. Эта норма нам будет необходима для анализа, то есть сравнения данных конкретно нашего года со средними многолетними данными. Пример, как представляются эти данные, представлен в таблице:

Средние многолетние значения основных метеорологических элементов по данным метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона (г. Москва)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °C	Осадки, мм
Апрель	2	4,3	13
	3	7,9	15
Май	1	10,3	17
	2	12,2	18
	3	14,0	20
Июнь	1	15,2	22
	2	16,5	23
	3	17,5	25
Июль	1	18,4	27
	2	18,7	28
	3	18,4	28
Август	1	17,5	26
	2	16,5	26
	3	15,2	25
Сентябрь	1	13,1	20
	2	10,8	20
	3	8,3	20
Октябрь	1	6,1	19
За период вегетации		13,4	392

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Приборами для измерения температуры воздуха служат *термометры*. При всём разнообразии выбора этих приборов на современном рынке предпочтение следует отдавать имеющим цену деления шкалы 0,2 °C, так как они просты в использовании и обеспечивают достаточную точность.

Для наблюдения за температурой воздуха срочный (психрометрический) термометр располагается вертикально — в месте, где на него не будет попадать прямой солнечный свет. Для этого используется психрометрическая будка, которая представляет собой деревянный короб со стенками в виде жалюзи и со сплошной крышей, установленный на подставке высотой около 2 метров. При такой компоновке внутри будки осуществляется свободная циркуляция воздуха, но исключено попадание прямых солнечных лучей, а также повреждение термометра осадками и сильными порывами ветра.

Для анализа температурных условий используют такие величины, как средняя суточная, средняя декадная и средняя месячная температура. Средняя суточная температура находится как среднее арифметическое от 8 значений наблюдений в течении суток (наблюдения проводятся через каждые 3 часа в 3-00, 6-00, 9-00, 12-00, 15-00, 18-00, 21-00 и в 24-00). Конечно, юному натуралисту проводить наблюдения в ночное время затруднительно, поэтому можно несколько упростить данную схему.

Юннату допустимо определять среднюю суточную температуру как среднее арифметическое от значений термометра в 9-00, 17-00 и 21-00. В этом случае мы исключаем дневной и ночной экстремумы и определяем среднее значение достаточно корректно для школьника.

Средняя декадная температура рассчитывается как среднее арифметическое между 10 средними суточными температурами конкретной декады. Средняя месячная температура — это среднее арифметическое между тремя декадными значениями температур.

В метеорологии наиболее часто используются средние декадные температуры: они достаточно информативны и в тоже время сравнительно легко рассчитываются и сравниваются со средними многолетними данными.

Впоследствии, при анализе температурных условий лучше всего представлять данные в виде графика, где будут построены две кри-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ые: одним цветом — средние многолетние данные, другим — данные текущего вегетационного периода.

Другой параметр, который отражает условия вегетационного периода — количество осадков. Количество осадков выражают в миллиметрах как высоту слоя воды, который образуется на абсолютно ровной поверхности после выпадения осадков, при условии, что с этой поверхности полностью исключён поверхностный и внутриводный сток и полностью исключено испарение. Но с такими условиями в естественной природе мы не сталкиваемся, поэтому для измерения осадков используют приборы-осадкомеры. Самый распространённый из них — осадкомер Третьякова. Он представляет собой ведро из оцинкованной стали площадью сечения 200 см², установленный на подставке в виде столба на высоте около 2 м. В комплекте к этому прибору идёт мензурка объёмом 200 см³, проградуированная 100 делениями. Соответственно, цена одного деления этой мензурки составляет 0,1 мм:

$$N = 200 \text{ см}^3 / 100 = 2 \text{ см}^3$$
$$N = 2 \text{ см}^3 / 200 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ см} = 0,1 \text{ мм}$$

Если нет возможности использовать данный прибор, то можно обойтись любой другой ёмкостью с известной площадью сечения и мензуркой с известной ёмкостью. По приведённому выше примеру необходимо провести расчёт цены деления стакана в мм и затем в течение всего вегетационного периода измерять количество осадков, занося эти данные в свой дневник.

Данные по выпадению осадков снимаются два раза в сутки — в 6-00 и 18-00. Сумма количества осадков за эти два срока дают суточную сумму осадков. После истечения декады необходимо будет подсчитать декадную сумму осадков, а затем и месячную. В конце наблюдений представляем данные по выпадению осадков в виде гистограммы, где одним цветом будут построены столбики по средним многолетним данным, другим цветом — по данным конкретного года.

Метеорологическое сопровождение полевых опытов, которые проводятся на полях, на пришкольных участках, в центрах дополнительного образования, вполне может ограничиться наблюдениями за этими двумя факторами, но при этом следует отмечать необычные погодные явления, если они происходили за период вегетации

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

(град, гроза, сильный ливень, наводнение, засуха, суховей, пыльная буря и т. д.).

Если же опыт или наблюдение проводится в *комнатных условиях*, то, конечно, скачков температуры или осадков не будет наблюдаться вообще. Здесь более корректно будет говорить о параметрах **влажности воздуха**.

Для анализа влажности воздуха используются приборы, которые называются *психрометрами*. Психрометр состоит из двух термометров, взятых из одной партии изготовления и одной партии поверки, то есть максимально близкие. Если нет возможности приобрести такой прибор, то можно взять просто два одинаковых термометра и установить их рядом в вертикальном положении. При этом резервуар одного из термометров необходимо обернуть батистовой тряпочкой, конец которой опустить в баночку с водой. Если нет тряпочки можно обернуть ватой и постоянно (3–4 раза в день) следить за тем, чтобы вата была влажная. Термометр без батиста будет называться «сухим» и его значение обозначается символом t , а термометр без батиста — «смоченный», обозначается как t' .

С поверхности батиста (ваты) постоянно происходит испарение — процесс, который идёт с затратами энергии, поэтому смоченный термометр будет показывать меньшее значение, чем сухой. Причём, чем суще воздух, тем интенсивнее испарение и тем более низким будет значение смоченного термометра по сравнению с сухим. Единственный случай, когда величины этих двух термометров совпадают — это стопроцентная относительная влажность воздуха, когда воздух насыщен влагой до предела, и с поверхности батиста влага не испаряется.

Содержание водяного пара в атмосфере называют *влажностью воздуха*. Водяной пар — переменная составляющая атмосферного воздуха. У земной поверхности его содержание до 4% по объёму, на высоте 1,5–2,0 км — вдвое меньше.

Количество водяного пара в воздухе выражается следующими характеристиками.

1. *Абсолютная влажность a* — количество водяного пара, выраженное в граммах содержащегося в 1м^3 воздуха ($\text{г}/\text{м}^3$).

2. *Парциальное давление водяного пара (упругость) e* — фактическое давление, которое оказывает водяной пар, находящийся в

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

воздухе. Его ещё называют упругостью водяного пара. Измеряют в гектопаскалях [гПа].

3. *Давление насыщенного водяного пара* (упругость насыщения) E — максимально возможное значение парциального давления при данной температуре. Измеряют в [гПа]. При более высокой температуре воздух содержит больше водяного пара, чем при низкой.

4. *Относительная влажность* f — отношение парциального водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного водяного пара при данной температуре. Выражается в процентах:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100 \%$$

Относительная влажность показывает степень насыщения воздуха водяными парами: $\leq 30\%$ — сухой воздух, $\geq 80\%$ — влажный воздух.

5. Дефицит насыщения водяного пара (дефицит упругости, недостаток насыщения) d — разность между упругостью насыщения и фактической упругостью водяного пара:

$$d = E - e$$

Дефицит насыщения выражается также в [гПа], что и величины E и e . При увеличении относительной влажности дефицит насыщения уменьшается, а при $f = 100\%$ становится равным нулю.

6. *Точка росы* t_d — температура ($^{\circ}\text{C}$), при которой водяной пар, содержащийся в воздухе при данном давлении, достигает состояния насыщения относительно химически чистой плоской поверхности воды. При 100% относительной влажности точка росы совпадает с фактической температурой воздуха t :

$$t_d = t; \quad d = 0$$

Для корректной картины характеристики микроклимата помещения достаточно проводить наблюдения за влажностью утром, днём и вечером. Причём, для расчёта всех представленных величин, характеризующих влажность воздуха, необходимо воспользоваться психрометрическими таблицами, упрощённый вариант которых мы приводим ниже:

Таблица 1

**Максимальная упругость водяного пара над водой
(Давление насыщенного водяного пара Е, гПа)**

Целые градусы	Десятые доли градуса				
	0	2	4	6	8
0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
1	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0
2	7,0	7,2	7,3	7,3	7,5
3	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0
4	8,1	8,2	8,4	8,5	8,6
5	8,7	8,8	9,0	9,1	9,2
6	9,4	9,5	9,6	9,7	9,9
7	10,0	10,2	10,3	10,4	10,6
8	10,7	10,9	11,0	11,2	11,3
9	11,5	11,6	11,8	12,0	12,1
10	12,3	12,4	12,6	12,8	13,0
11	13,1	13,3	13,5	13,7	13,8
12	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8
13	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8
14	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8
15	17,1	17,3	17,5	17,7	18,0
16	18,2	18,4	18,7	18,9	19,1
17	19,4	19,6	19,9	20,1	20,4
18	20,6	20,9	21,2	21,4	21,7
19	22,0	22,3	22,5	22,8	23,1
20	23,4	23,7	24,0	24,3	24,6
21	24,9	25,2	25,5	25,8	26,1
22	26,5	26,8	27,1	27,4	27,8
23	28,1	28,5	28,8	29,2	29,5
24	29,9	30,2	30,6	31,0	31,3
25	31,7	32,1	32,5	32,9	33,2
26	33,6	34,0	34,4	34,9	35,3
27	35,7	36,1	36,5	37,0	37,4
28	37,8	38,3	38,7	39,2	39,6
29	40,1	40,6	41,0	41,5	42,0
30	42,5	43,0	43,5	44,0	44,5

Пример. Определить максимальную упругость водяного пара при температуре 10,5°C.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Таблица показывает, что при 10,4°C максимальная упругость 12,6 гПа, при 10,6°C — 12,8 гПа, соответственно при 10,5°C максимальная упругость будет 12,7 гПа.

Таблица 2

Таблица для определения точки росы t_d по значению упругости водяного пара (парциальное давление, e , гПа)

e , гПа	t_d , °C	e , гПа	t_d , °C
1,3	-20	6,2-6,3	0
1,4	-19	6,4-6,7	1
1,5	-18	6,8-7,3	2
1,6	-17	7,4-7,8	3
1,7-1,8	-16	7,9-8,4	4
1,9	-15	8,5-9,0	5
2,0-2,1	-14	9,1-9,6	6
2,2-2,3	-13	9,7-10,3	7
2,4-2,5	-12	10,4-11,1	8
2,6-2,7	-11	11,2-11,8	9
2,8-2,9	-10	11,9-12,7	10
3,0-3,2	-9	12,8-13,5	11
3,3-3,4	-8	13,6-14,5	12
3,5-3,7	-7	14,6-15,4	13
3,8-4,0	-6	15,5-16,5	14
4,1-4,3	-5	16,6-17,6	15
4,4-4,7	-4	17,7-18,7	16
4,8-5,0	-3	18,8-20,0	17
5,1-5,4	-2	20,1-21,3	18
5,5-5,8	-1	21,4-22,6	19
5,9-6,1	-0	22,7-24,1	20

Пример. Парциальное давление 14,1 гПа. Из данных таблицы 2 видно, что точка росы равна 12°C.

Таблица 3

Психрометрические таблицы

t — температура сухого термометра, $^{\circ}\text{C}$

t' — температура смоченного термометра, $^{\circ}\text{C}$

e — парциальное давление, гПа

f — относительная влажность, %

d — недостаток насыщения, гПа

n — поправочное число

	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	5				$t \setminus t'$	6			
-1,0	0,9	10	7,8	19	0,0	1,3	14	8,1	19
0,0	2,1	25	6,6	16	1,0	2,6	28	6,8	15
+1,0	3,4	39	5,3	12	2,0	3,9	41	5,5	12
+2,0	4,7	54	4,0	9	3,0	5,2	56	4,2	9
+3,0	6,0	68	2,7	6	4,0	6,5	70	2,9	6
+4,0	7,3	84	1,4	3	5,0	7,9	85	1,5	3
+5,0	8,7	100	0,0	0	6,0	9,4	100	0,0	0

	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	7				$t \setminus t'$	8			
0,0	0,6	5	9,4	22	1,0	1,0	9	9,7	21
1,0	1,8	18	8,2	18	2,0	2,3	21	8,4	18
2,0	3,1	31	6,9	15	3,0	3,6	34	7,1	15
3,0	4,4	44	5,6	12	4,0	4,9	46	5,8	11
4,0	5,8	57	4,2	9	5,0	6,3	59	4,4	8
5,0	7,1	71	2,9	6	6,0	7,8	72	2,9	5
6,0	8,6	85	1,4	3	7,0	9,2	86	1,5	3
7,0	10,0	100	0,0	0	8,0	10,7	100	0,0	0

	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	9				$t \setminus t'$	10			
2,0	1,5	13	10,0	21	3,0	2,0	16	10,3	20
3,0	2,8	24	8,7	17	4,0	3,4	27	8,9	17
4,0	4,2	36	7,3	14	5,0	4,8	39	7,5	14
5,0	5,5	48	6,0	11	6,0	6,2	50	6,1	11
6,0	7,0	61	4,5	8	7,0	7,6	62	4,7	8
7,0	8,4	73	3,1	5	8,0	9,1	74	3,2	5
8,0	9,9	87	1,6	3	9,0	10,7	87	1,6	2
9,0	11,5	100	0,0	0	10,0	12,3	100	0,0	0

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	11				$t \setminus t'$	12			
3,0	1,2	9	11,9	23	3,0	0,4	3	13,6	26
4,0	2,6	20	10,5	20	4,0	1,8	13	12,2	22
5,0	4,0	30	9,1	16	5,0	3,2	23	10,8	19
6,0	5,4	41	7,7	13	6,0	4,6	33	9,4	16
7,0	6,8	52	6,3	10	7,0	6,0	43	8,0	13
8,0	8,3	64	4,8	8	8,0	7,5	54	6,5	10
9,0	9,9	75	3,2	5	9,0	9,1	65	4,9	7
10,0	11,5	88	1,6	2	10,0	10,7	76	3,3	5
11,0	13,1	100	0,0	0	11,0	12,3	88	1,7	2
					12,0	14,0	100	0,0	0

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	13				$t \setminus t'$	14			
4,0	1,0	7	14,0	25	5,0	1,6	10	14,4	24
5,0	2,4	16	12,6	22	6,0	3,0	19	13,0	21
6,0	3,8	25	11,2	19	7,0	4,5	28	11,5	18
7,0	5,2	35	9,8	16	8,0	6,0	37	10,0	15
8,0	6,8	45	8,2	13	9,0	7,5	47	8,5	12
9,0	8,3	55	6,7	10	10,0	9,1	57	6,9	10
10,0	9,9	66	5,1	7	11,0	10,8	67	5,2	7
11,0	11,5	77	3,5	5	12,0	12,4	78	3,6	5
12,0	13,2	88	1,8	2	13,0	14,2	89	1,8	2
13,0	15,0	100	0,0	0	14,0	16,0	100	0,0	0

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	15				$t \setminus t'$	16			
5,0	0,8	5	16,3	27	6,0	1,4	8	16,8	27
6,0	2,2	13	14,9	24	7,0	2,9	16	15,3	23
7,0	3,7	21	13,4	21	8,0	4,4	24	13,8	20
8,0	5,2	30	11,9	18	9,0	5,9	33	12,3	17
9,0	6,7	39	10,4	15	10,0	7,5	41	10,7	14
10,0	8,3	49	8,8	12	11,0	9,2	50	9,0	12
11,0	10,0	58	7,1	9	12,0	10,8	60	7,4	9
12,0	11,6	68	5,5	7	13,0	12,6	69	5,6	7
13,0	13,4	78	3,7	4	14,0	14,4	79	3,8	4
14,0	15,2	89	1,9	2	15,0	16,3	89	1,9	2
15,0	17,1	100	0,0	0	16,0	18,2	100	0,0	0

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	17				$t \setminus t'$	18			
6,0	0,6	3	18,8	29	7,0	1,3	6	19,3	28
7,0	2,1	11	17,3	26	8,0	2,8	13	17,8	25
8,0	3,6	18	15,8	23	9,0	4,3	21	16,3	22
9,0	5,1	26	14,3	20	10,0	5,9	29	14,7	19
10,0	6,7	35	12,7	17	11,0	7,6	37	13,0	16
11,0	8,4	43	11,0	14	12,0	9,3	45	11,3	13
12,0	10,1	52	9,3	11	13,0	11,0	53	9,6	11
13,0	11,8	61	7,6	9	14,0	12,8	62	7,8	8
14,0	13,6	70	5,8	6	15,0	14,7	71	5,9	6
15,0	15,5	80	3,9	4	16,0	16,6	80	4,0	4
16,0	17,4	90	2,0	2	17,0	18,6	90	2,0	2
17,0	19,4	100	0,0	0	18,0	20,6	100	0,0	0

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	19				$t \setminus t'$	20			
8,0	2,0	9	20,0	27	8,0	1,2	5	22,2	30
9,0	3,5	16	18,5	24	9,0	2,7	12	20,7	27
10,0	5,1	23	16,9	21	10,0	4,3	19	19,1	24
11,0	6,8	31	15,2	18	11,0	6,0	26	17,4	21
12,0	8,5	39	13,5	16	12,0	7,7	33	15,7	18
13,0	10,2	46	11,8	13	13,0	9,4	40	14,0	15
14,0	12,0	55	10,0	11	14,0	11,2	48	12,2	13
15,0	13,9	63	8,1	8	15,0	13,1	56	10,3	10
16,0	15,8	72	6,2	6	16,0	15,0	64	8,4	8
17,0	17,8	81	4,2	4	17,0	17,0	73	6,4	6
18,0	19,9	90	2,1	2	18,0	19,1	81	4,3	4
19,0	22,0	100	0,0	0	19,0	21,2	91	2,2	2
					20,0	23,4	100	0,0	0

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	21				$t \setminus t'$	22			
9,0	1,9	8	23,0	29	9,0	1,2	4	25,3	31
10,0	3,5	14	21,4	26	10,0	2,7	10	23,8	28
11,0	5,2	21	19,7	23	11,0	4,4	17	22,1	25
12,0	6,9	28	18,0	20	12,0	6,1	23	20,4	22
13,0	8,6	35	16,3	17	13,0	7,8	30	18,7	19
14,0	10,4	42	14,5	15	14,0	9,6	36	16,9	17
15,0	12,3	50	12,6	12	15,0	11,5	43	15,0	14
16,0	14,2	57	10,7	10	16,0	13,4	51	13,1	12
17,0	16,2	65	8,7	8	17,0	15,4	58	11,1	10
18,0	18,3	73	6,6	6	18,0	17,5	66	9,0	7
19,0	20,4	82	4,5	4	19,0	19,6	74	6,9	5
20,0	22,6	91	2,3	2	20,0	21,8	82	4,7	3
21,0	24,9	100	0,0	0	21,0	24,1	91	2,4	2
					22,0	26,5	100	0,0	0

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	23				$t \setminus t'$	24			
10,0	2,0	7	26,1	30	10,0	1,2	4	28,7	32
11,0	3,6	13	24,5	27	11,0	2,8	9	27,1	29
12,0	5,3	19	22,8	24	12,0	4,5	15	25,4	26
13,0	7,0	25	21,1	22	13,0	6,2	21	23,7	24
14,0	8,8	31	19,3	19	14,0	8,0	27	21,9	21
15,0	10,7	38	17,4	16	15,0	9,9	33	20,0	18
16,0	12,6	45	15,5	14	16,0	11,8	40	18,1	16
17,0	14,6	52	13,5	11	17,0	13,8	46	16,1	13
18,0	16,7	59	11,4	9	18,0	15,9	53	14,0	11
19,0	18,8	67	9,3	7	19,0	18,0	60	11,9	9
20,0	21,0	75	7,1	5	20,0	20,2	68	9,7	7
21,0	23,3	83	4,8	3	21,0	22,5	75	7,4	5
22,0	25,7	91	2,4	2	22,0	24,9	83	5,0	3
23,0	28,1	100	0,0	0	23,0	27,3	91	2,6	2
					24,0	29,9	100	0,0	0

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

$t \setminus t'$	e	f	d	n		e	f	d	n
$t \setminus t'$	25				$t \setminus t'$	25			
11,0	2,0	6	29,7	32	19,0	17,2	54	14,5	11
12,0	3,7	12	28,0	29	20,0	19,4	61	12,3	9
13,0	5,4	17	26,3	26	21,0	21,7	68	10,0	7
14,0	7,2	23	24,5	23	22,0	24,1	76	7,6	5
15,0	9,1	29	22,6	20	23,0	26,5	84	5,2	3
16,0	11,0	35	20,7	18	24,0	29,1	92	2,6	1
17,0	13,0	41	18,7	15	25,0	31,7	100	0,0	0
18,0	15,1	48	16,6	13					

Психрометрические таблицы составлены для целых градусов. Поэтому показания термометров следует округлять по следующему правилу. Если десятых долей меньше 5, их следует отбросить, если 5, то взять чётное число целых градусов, если больше 5 — к числу целых градусов прибавить единицу.

Пример. Сухой термометр аспирационного психрометра показывает 22°C (t), смоченный — 13°C (t'), давление воздуха (p) 1010 гPa . По сухому и смоченному термометрам находим поправочное число (n), оно равно 19 (табл. 3). По поправочному числу (n) и давлению воздуха (p) находим поправку к смоченному термометру ($\Delta t'$): она равна $+0,6$ (табл. 4). Прибавляем её к показанию смоченного термометра, получаем $13,6^{\circ}\text{C}$ и округляем её до 14°C .

По сухому термометру (t) 22°C и исправленному смоченному термометру (t') 14°C в таблице 3 находим характеристики влажности воздуха: $e = 9,6 \text{ гPa}$, $f = 36\%$, $d = 16,9 \text{ гPa}$.

По упругости водяного пара $9,6 \text{ гPa}$ в таблице 2 находим точку росы равную 6°C .

По температуре сухого термометра 22°C в табл. 1 находим давление насыщенного водяного пара $E = 26,5 \text{ гPa}$.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Таблица 4
Поправки к смоченному термометру ($\Delta t'$)

Для аспирационного психрометра (все поправки со знаком +)											p	Для стационарного психрометра	
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		п от до	поправка
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1030	0 – 8	0,0
10	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5		9 – 24	- 0,1
20	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8		25 – 32	- 0,2
30	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1020	0 – 12	0,0
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3		13 – 32	- 0,1
10	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1010	0 – 25	0,0
20	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9		26 – 32	- 0,1
30	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1000	0 – 32	0,0
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	990	0 – 25	0,0
10	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6		26 – 32	+ 0,1
20	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	980	0 – 12	0,0
30	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2		13 – 32	+ 0,1
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	970	0 – 9	0,0
10	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6		10 – 24	+ 0,1
20	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0		25 – 32	+ 0,2
30	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3			
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3			
10	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7			
20	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0			
30	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4			
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3			
10	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7			
20	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1			
30	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4			
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3			
10	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7			
20	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1			
30	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5			

Таким образом, грамотно составленный анализ метеорологических величин послужит украшением юннатской опытнической работы и позволит объяснить многие полученные результаты корректно и грамотно.

Глава 6.

ТЕМАТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

При планировании будущего опыта можно воспользоваться одной из предлагаемых тем:

1. Влияние систематического применения удобрений на урожайность и качество продукции.
2. Влияние сроков посева на урожай и качество продукции.
3. Влияние способов посева или посадки на урожайность овощных культур.
4. Влияние регуляторов роста (стимуляторов, ретардантов) на формирование урожая и качество продукции полевых или овощных культур.
5. Эффективность различных способов предпосевной подготовки посевного или посадочного материала.
6. Способы подготовки посевного и посадочного материала и их влияние на продуктивность культур.
7. Подбор травосмесей для газонов.
8. Продуктивность новых сортов какой-либо культуры (яровой или озимой пшеницы, ржи, картофеля, моркови, томатов и т.д.).
9. Оценка устойчивости сортов к болезням.
10. Эффективность биопрепараторов.

Ниже мы в качестве примера приводим рекомендации по выполнению двух опытов.

6.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ВЫСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР

Для получения оптимальной урожайности культур, их максимальной декоративности, устойчивости к болезням и вредителям необходимо строго соблюдать все элементы технологии возделывания того или иного растения. Одним из первых таких элементов является посев, который должен проводиться с заданной нормой высева и на заданную глубину.

Однако не следует забывать, что для того чтобы семена проросли быстро и дружно, они должны попасть в достаточно увлажненную

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

почву. Зачастую рекомендуемые сроки высея тех или иных сортов, указанных их автором или ординатором, расплываются на 1–2 декады. Это объясняется разнообразием почвенно-климатических и погодных условий регионов нашей страны, но земледельцу, исследователю хотелось бы более точно знать, когда именно лучше высаживать тот или иной сорт.

Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо провести эксперимент, основанный на принципе учащённых сроков посева. Суть его заключается в том, что мы разбиваем рекомендуемый срок посева в 1–2 декады на временные промежутки в 5 дней. Таким образом, мы проводим 4 посева через каждую пятидневку.

В итоге семена попадают в условия, различающиеся по влажности почвы, её температуре, аэрации, микробиологической активности, а также отличные ещё по ряду факторов. Комплекс этих факторов оказывает различное влияние на скорость прорастания семян, появление всходов и, соответственно, интенсивность всех физиологических процессов в растении.

При выполнении этого опыта обязательным является условие единственного различия — времени посева. Всё остальное (технология, почва, семена и т. д.), должно быть одинаковым. Получив урожай, мы уже в первый год подобного опыта представим интересный материал для размышления, а уже 2–3-летние опыты дадут нам достаточно точные данные, которые мы можем рекомендовать крупным производителям по срокам высея тех или иных сельскохозяйственных или декоративных культур, чтобы получить максимальный, ранний, качественный урожай или декоративный эффект.

Одним из достоинств этого опыта является то, что он не требует дорогостоящего оборудования для своего воплощения, а также может выполняться на делянках параллельно с другими опытами.

6.2. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПОЛУЧЕНИЕ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Метеорологические условия оказывают непрерывное воздействие на живое растение и зачастую определяют интенсивность протекания в нём физиологических процессов. Эти условия формируются определённым сочетанием метеорологических факто-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ров, к которым относятся первостепенные факторы (температура воздуха и почвы, количество выпавших осадков) и вторичные (атмосферное давление, облачность и т. д.).

Для корректного анализа влияния метеофакторов на культуры нам достаточно проанализировать главные показатели с использованием исходных данных и определённых приборов (см. параграф 5.11). Сам опыт будет заключаться в сравнении метеорологических данных конкретного вегетационного периода со средними многолетними показателями, а также в выявлении изменения урожайности культур или их качества, вызванного различиями в метеорологических условиях.

Для выполнения данной работы нам понадобятся данные со средними многолетними показателями (их можно взять на ближайшей метеорологической станции или обсерватории) и данные за конкретный год проведения опыта (можно взять там же или измерять самостоятельно). Если данные по температурному режиму и осадкам не будут отличаться от средних многолетних, то полученная нами урожайность будет такой, на которую можно рассчитывать при нормальных условиях. Однако по статистическим данным годы со средними многолетними данными повторяются не чаще, чем один раз в десять лет, а, следовательно, остальные годы будут отличаться от них.

Именно различие в температурах и осадках может обуславливать изменение количества или качества урожая. Так, например, недостаток влаги на первых этапах жизни растения может привести к замедленному росту культур и недобору урожая. Повышенная влажность создаст анаэробные условия и, как следствие, ухудшается функционирование корневых систем. Повышенный фон температуры на фоне недостаточного увлажнения приводит к возникновению засушливых условий, а при достаточном увлажнении может обуславливать получение повышенного урожая.

Однаковых условий на протяжении даже двух любых лет практически не бывает, поэтому наблюдения за погодой и анализ полученных данных дают богатую основу для размышлений и научных гипотез, которые подтверждаются собранным урожаем.

Глава 7.

СТАТИСТИКА В ПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Основное правило при изучении влияния тех или иных приёмов на свойства почвы и растения — анализ растительных и почвенных образцов по всем параллельным делянкам опыта и обработка наиболее ответственных наблюдений методами математической статистики.

Часто отбирают объекты для анализа в 8–10 местах только на делянках одного повторения. Показания отдельных определений в пределах повторения мало варьируют, а потому наблюдение считается точным. В действительности же мы получим лишь сведения о точности внутри одного повторения (но по опыту в целом сведения отсутствуют), а в другом повторении мы можем получить данные, диаметрально противоположные. Поэтому то или иное наблюдение (исследование) будет проведено методически правильно лишь в том случае, если во всех повторениях различия по вариантам будут такими же, как и в исследуемом повторении. Вообще все пробы, которые берут с каждого варианта, необходимо распределить как можно более равномерно по площади, например, по диагонали делянки. Они должны отражать все части делянки и по возможности все рядки посева.

Необходимо помнить, что, чем меньше растений включают в пробу, тем из большего числа мест на каждой делянке их надо брать. Только при соблюдении этих принципов можно получить выборку, которая достаточно надёжно характеризует изучаемую совокупность.

Обработка цифровых данных агрономических исследований, например полевых и вегетационных опытов, наблюдений, учётов и анализов, включает агрономический анализ полученных материалов, первичную цифровую обработку и статистическую оценку результатов исследований.

Критический обзор данных об урожаях, сопоставление их с результатами полевых наблюдений, анализ методики и техники проведения опыта, а также освобождение первичных данных от описок и других неточностей называется **агрономическим анализом**. Его делает опытник, который проводил данный опыт и систематически наблюдал за ростом и развитием растений. Опыты, в которых до-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

пущены нарушения методики и техники, грубые ошибки, искажающие агрономическую сущность изучаемых приёмов, не представляют, ценности. Такие опыты обычно бракуют.

Эксперимент (опыт) является важнейшим средством получения новых знаний во всех областях знаний. В результате опытной работы исследователь получает большое количество данных, без систематизации которых не удается сделать аргументированные выводы. Количественные данные, полученные в опытах, не всегда реально отражают существующие различия, так как на результаты опыта влияет присущая живым организмам широкая изменчивость и разные случайные факторы. Правильно решить вопрос о том, являются ли наблюдаемые в опыте различия закономерными или случайными, можно, применив, к этим данным методы математической статистики.

Математическая статистика является одним из разделов математики, она опирается на теорию вероятностей — науку, изучающую закономерности в массовых случайных явлениях. Так как результаты опытов всегда подвержены воздействию нерегулируемых влияний, исход которых невозможно предусмотреть, то и в результатах опыта всегда содержатся элементы случайности. Математическая статистика позволяет делать умозаключения обо всей (генеральной) совокупности на основе наблюдений над выборкой. Применительно к биологическим объектам эту науку называют **биометрией**.

Результаты опытов без соответствующей математической обработки не вызывают доверия, такие данные не могут быть рекомендованы для внедрения в производство, поэтому любой эксперимент завершается статистической обработкой полученных данных. Математическая статистика позволяет извлечь максимум информации из исходных данных: оценить параметры генеральной совокупности, проверить статистические гипотезы, определить зависимости между признаками и самое главное — спланировать эксперимент.

Изменчивость признаков и их измерение

Все изучаемые в растениеводстве биологические объекты обладают двумя важными для математической статистики свойствами. Прежде всего, это их большая численность, ведь на одном квадрат-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

ном метре произрастает 400–500 растений пшеницы, ячменя или овса, а на площади 1 га — 4–5 млн. растений; если же речь идёт о мелкосемянных культурах, их на этой площади может быть свыше 10 млн. растений. Помимо большой численности одни биологические объекты отличаются от других рядом признаков — высотой, массой, окраской, качеством и т. д. Каждый из признаков может иметь у различных особей разную степень выраженности, поэтому говорят, что признаки варьируют.

Свойство биологических объектов отличаться друг от друга по каким-то признакам даже в однородных совокупностях называется *изменчивостью* или *варьированием*. Это свойство присущее для всего живого: двух совершенно одинаковых предметов не существует в природе, хотя различия между ними на первый взгляд могут быть трудно отличимыми.

Даже при самой тщательной и аккуратной работе на опытном поле или в вегетационном опыте (теплице) урожай одного и того же варианта (сорта) на параллельных делянках или сосудах всегда получаются разными. Эти различия вызваны сочетанием как наследственных факторов (растения одного и того же сорта всегда отличаются своей наследственностью), так и внешних условий, не всегда поддающихся учёту. Поэтому эти различия в опытном деле определяют как следствие случайных причин и их относят к не изучаемым (случайным).

В зависимости от характера исследуемого признака различают два типа изменчивости: *количественная*, которая может быть измерена, и *качественная*, которая не поддаётся измерению.

При количественной изменчивости различия между вариантами выражаются количественно: массой, высотой, числом цветков, числом зёрен, урожаем, то есть показателями, которые можно непосредственно измерить или сосчитать. Различают два вида количественной изменчивости: *прерывистую (дискретную)* и *непрерывную*.

Если значения изучаемых признаков определяются путём подсчёта и не имеют единиц измерения, это относится к прерывистой изменчивости, при которой различия между объектами выражаются целыми числами, между которыми нет и не может быть переходов.

Примерами прерывистой (дискретной) изменчивости служат: количество зёрен, побегов, корней, почек, усов, цветков, кистей,

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

продуктивных стеблей, плодов, засорённость посевов, количество больных растений, численность вредителей и густота стеблестоя в шт./ m^2 и т.д.

Если значения изучаемых признаков оцениваются в единицах измерения, то такая изменчивость относится к непрерывной, когда значения признаков выражаются мерами массы, объёма, длины и т.д., и между ними мыслимы любые переходы с неограниченным числом возможных значений, всё зависит от точности измерений.

Примеры непрерывной количественной изменчивости: высота растений, длина побегов, корней, окружность (диаметр) штамба и диаметр кроны в см (м); масса растений (г, кг, ц, т); площадь листьев и поглощающей поверхности корней в cm^2 (m^2); плотность, г/ cm^3 (t/m^3), поражённость в %, содержание питательных веществ в почве в мг/100 г и их запасы кг/га, и т.д.

Так, например, масса одного и того же клубня в зависимости от применяемых весов может быть 87 г, 87,5 г, 87, 54 г, 87, 545 г и т.д.

Это относится к количественной непрерывной изменчивости. При подсчёте числа клубней в кусте картофеля обнаружено 12 клубней, и сколько бы раз мы не пересчитывали число клубней, это число будет одним и тем же — это пример количественной прерывистой изменчивости.

Если же распределить клубни на 3 фракции (группы): мелкие, средние и крупные, а затем подсчитать численность по каждой группе и отнести их к общему числу, то это будет примером качественной изменчивости.

Качественной изменчивостью называется варьирование, при котором различия между вариантами выражаются качественными показателями, которые не поддаются непосредственному измерению.

В основе качественной изменчивости лежит распределение общей численности объектов на 2 или большее число групп и определение *частоты встречаемости* или *доли признака*.

Примеры дискретных переменных качественной изменчивости номинальной шкалы: тип плодоношения яблонь, окраска (красная, жёлтая, розовая, бурая, зелёная), форма плодов томатов, фракции клубней картофеля (крупные, средние, мелкие). Если признак принимает два взаимоисключающих друг друга значения, то изменчивость называют *альтернативной*, или *двойковозможной*. Напри-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

мер, растения — больные и здоровые; плоды (клубни) — товарные (семенные) и нетоварные (столовые или технические); колосья — остистые и безостые; огурцы — стандартные и нестандартные; розы — с шипами и без шипов.

Рейтинговая (порядковая) качественная изменчивость исчисляется числами ранга, рейтинга или балла на основе визуальной оценки, дегустации, учётов или подсчётов. Каждый балл может отражать определённое количество или соотношение растений, вредителей; площадь проективного покрытия, вкусовые достоинства продукта (дегустационная оценка), уровень цветения (завязывания плодов), зимостойкости; он может содержать и другой разъяснительный комментарий. Например, визуальная (глазомерная) шкала засорённости посевов в баллах: 1 — очень слабая, 2 — слабая, 3 — средняя, 4 — сильная и 5 — очень сильная, где балл «1» отражает единичную засорённость (менее 10%), 2 — до 25%, 3 — 50%, 4 — 100% и 5 — более 100%, т. е. сорняки преобладают (за 100% берут визуальную численность культурных растений). В баллах можно выразить и результаты количественной изменчивости — например, содержание обменного калия в пахотном слое почвы: 1 — низкая обеспеченность (до 50 мг K_2O на 1 кг почвы); 2 — средняя (до 150 мг) и 3 — высокая (свыше 150 мг почвы). При оценке рангами их сумма равняется численности выборки (выборок), поскольку рангом отдельного значения является его порядковый номер в ранжированном ряду. Номинальная шкала может быть трансформирована в порядковую и, наоборот, когда численностям объектов присваивают баллы, а затем придают атрибутивный характер, или номинал: слабая, средняя, хорошая, плохая и т. д. Например, засорённость в 10, 50 и 100 шт./ m^2 — 1, 2 и 3 балла, соответственно, характеризуется слабой, средней и высокой. Или густота стеблестоя в 1 и 4 балла характеризуется, соответственно, как плохая и хорошая.

Генеральная совокупность и выборка

Генеральная совокупность — это всякое множество биологических объектов, подлежащих изучению. Генеральная совокупность состоит из отдельных особей, численность генеральной совокупности или объём обозначается N . Генеральная совокупность может

быть конечной, т.е. известного объёма (N). Однако её объём, как правило, слишком велик или не известен, и она понимается гипотетически или абстрактно, поэтому $N \rightarrow \infty$ (стремится к бесконечности). Так, например, генеральную совокупность могут составлять 200 семян новой, интересной с точки зрения селекционера линии или 1 т семян нового сорта, делянка, а также целые поля региона и страны, засеянные этим сортом. При изучении эффективности азотных удобрений генеральной совокупностью может служить одно поле или несколько полей хозяйства (региона).

Совершенно очевидно, что самую точную высоту растений можно определить, измерив все 4,5 млн. растений на одном гектаре, но это практически невозможно. Вся генеральная совокупность не может быть полностью изучена, во-первых, из-за большого её объёма, а во-вторых, из того, что в процессе исследования часто биологические объекты уничтожаются, например, при определении всхожести и влажности зерна, химического состава. Поэтому из генеральной совокупности отбирается часть объектов, которая непосредственно исследуется, называемая *выборкой*. Численность или объём выборки обозначается n . Содержание питательных веществ в почве определяют на основе средней пробы из 5–20 «точек» на делянке (поле). В этом случае выборкой будет пробы, а генеральной совокупностью — делянка (поле).

Выборки, состоящие из 20–30 единиц наблюдения, называют малыми, а выборки большего объёма — большими.

Главная задача выборочного метода исследования — по части (выборке) охарактеризовать целое (генеральную совокупность): в статистике говорят, что выборка должна быть *репрезентативной* (т.е. в достаточной мере представлять генеральную совокупность).

Репрезентативность (представительность) выборки достигается 1) случайным методом отбора объектов из генеральной совокупности и 2) достаточным объёмом выборки. Здесь действует такое правило: чем больше объём выборки, тем она точнее характеризует генеральную совокупность. В свою очередь, чем больше вариация или изменчивость изучаемых объектов, тем большим должен быть объём выборки.

Главная цель выборочного метода — по статистическим показателям малой выборки (средней пробы) возможно точнее охарактеризовать всю совокупность объектов. Следует помнить, что

выборка является только частью генеральной совокупности. В связи с этим выводы, основанные на данных выборки, всегда будут приблизительными, неточными. Они сопровождаются ошибкой, величина которой находится в прямой зависимости от степени изменчивости изучаемых биологических объектов и в обратной — от объёма выборки.

Статистические методы проверки гипотез

Вопрос о проверке гипотез — один из основных при применении математической статистики в любых исследованиях. Статистические методы проверки гипотез являются надёжной основой для принятия решения при некоторой неопределённости, обусловленной случайной вариацией изучаемых явлений и процессов.

Статистические методы гипотез в биологических исследованиях применяются в тех случаях, когда необходимо сделать заключение о выборочном наблюдении для суждения о законе распределения совокупности, для решения вопроса о существенности разности между выборочными средними двух или более вариантов, для установления принадлежности изучаемого значения признака к данной совокупности и соответствие между фактическими и теоретическими распределениями частот, установления корреляционной зависимости. Статистической гипотезой называют научное предположение о тех или иных статистических законах распределения рассматриваемых случайных величин, которое может быть проверено на основе выборки. Чаще всего в качестве статистической гипотезы выступает *нулевая гипотеза*, условно обозначаемая H_0 . *Нулевая гипотеза — предположение об отсутствии реального различия между фактическими и теоретическими ожидаемыми наблюдениями*. Применительно к задачам, в которых сравниваются средние значения двух и большего числа вариантов, *нулевая гипотеза — это предположение об отсутствии различий между средними значениями их генеральных совокупностей, а если между их выборочными средними и есть различия, то эти различия обусловлены влиянием случайных (не изучаемых) причин или факторов*. Например, при сравнении двух вариантов на основании их средних арифметических средних по урожаю, его качеству, высоте растений и т.д. \bar{x}_1 и \bar{x}_2 нулевую гипотезу записывают следующим образом: $H_0 : d = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 0$.

Если в процессе статистического тестирования принимается нулевая гипотеза, то отвергается *альтернативная (противоположная) гипотеза* (H_A) — *предположение о наличии различий* и, наоборот, если отвергается нулевая гипотеза, то принимается альтернативная гипотеза, что свидетельствует о наличии различий между изучаемыми вариантами по определённым признакам. В случае принятия нулевой гипотезы делают вывод о том, что различия между вариантами несущественны с определённой долей вероятности, а во втором случае считают, что различия существенны (значимы). Следует избегать в выводах слова «*достоверны*», что присуще событиям со стопроцентной вероятностью. Это было бы справедливо, если бы мы проводили анализ на основании точных параметров генеральных совокупностей, но так как мы выводы о генеральных совокупностях делаем на основе выборок, то наши выводы всегда сопровождаются определённой ошибкой. Принятие нулевой гипотезы означает, что данные наблюдения не противоречат предположению об отсутствии различий между фактическими и теоретическими значениями, но не доказывают отсутствия такого различия. Отбрасывание гипотезы означает, что эмпирические данные несовместимы с нулевой гипотезой, а верна другая, альтернативная гипотеза.

Несущественная разность между выборочными средними не утверждает, но и не отрицает, что между генеральными средними не существует различия. Несущественная разность могла оказаться такой вследствие недостаточного объёма выборок, тогда как повторное исследование на более многочисленном материале даёт существенную разность. После принятия или отбрасывания нулевой гипотезы необходимо сделать агрономический вывод относительно изучаемых вариантов.

Корреляционно-регрессионный анализ

В природе многие признаки связаны друг с другом, поэтому изменение одного признака приводит к изменению другого. Растения, животные и микроорганизмы в процессе развития постоянно взаимодействуют с факторами внешней среды, изменяются под влиянием разнообразных условий существования. Поэтому в практике биологических и агрономических исследований часто возни-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

кает необходимость изучить зависимость или связь между двумя (или более) варьирующими признаками или свойствами растений и почвы, так как многие признаки находятся в определённой взаимосвязи. Прежде всего, необходимо указать, что все изучаемые признаки делятся на две группы: *независимые или факториальные признаки* (аргумент), которые обозначаются буквой X и *зависимые или результативные* (функция), которые изменяются под влиянием независимых признаков. Зависимые признаки обозначаются буквой Y . Из курса математики известны так называемые *функциональные связи*, когда каждому значению одной величины (аргумент) соответствует строго определённое значение другой величины (функция) — например, зависимость площади круга от радиуса. В биологических и агрономических исследованиях такие связи практически не встречаются. Живым объектам свойственная так называемая статистическая или *корреляционная зависимость*, при которой каждому значению независимого признака соответствует не одно, а множество значений зависимого признака. Когда определённому значению независимой переменной X соответствует не одно, а множество возможных значений признака Y , возникают связи, обнаруживаемые лишь при массовом изучении признаков, *называемые стохастическими (вероятностными) или корреляционными*.

Корреляции подразделяют по направлению, форме и числу связей. По направлению корреляция может быть *прямой* и *обратной*. При *прямой* корреляции с увеличением значения признака X увеличивается значение признака Y . Например, чем выше продуктивная кустистость, тем выше урожайность, чем больше питательных элементов в почве, тем выше урожайность, чем больше длина листа, тем больше его площадь: чем лучше освещённость растений, тем интенсивнее фотосинтез и т.п.

При *обратной* корреляции с увеличением значения признака X значение признака Y уменьшается. Например, при увеличении засорённости полей или поражённости культурных растений уменьшается урожай, при постоянном увеличении массы корнеплодов свёклы уменьшается их сахаристость и т.п.

По форме корреляция бывает *прямолинейной* и *криволинейной*. При *прямолинейной* (линейной) связи между признаками X и Y зависимость носит линейный характер и выражается уравнением прямой линии $Y = a + bX$. При линейной зависимости одинаковые

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

приращения аргумента X приводят к одинаковым приращениям функции Y . Когда при одинаковых приращениях аргумента X функция имеет неодинаковые изменения Y , зависимость называется криволинейной.

В зависимости от числа изучаемых признаков корреляция может быть *простой*, когда имеется связь между двумя признаками и *множественной*, когда изучается зависимость между тремя и более признаками.

Под регрессией понимают изменение результативного признака (функции) Y при определённом изменении одного или нескольких независимых признаков (аргументов). Количество связь между признаками описывается уравнением регрессии: при простой регрессии связь кратко обозначается $Y = f(X)$, а при множественной $Y = (X, Z, T \dots)$.

Если корреляционный анализ показал наличие сильной и существенной зависимости, то по уравнению регрессии можно предсказать значение результативного (зависимого) признака при определённых значениях независимого признака.

Корреляционно-регрессионный анализ широко используется:

- для планирования урожайности культур в зависимости от количества внесённых удобрений;
- для определения потерь урожая в зависимости от степени развития болезней, вредителей и сорняков;
- для прогнозирования будущего урожая по числу цветков или завязей у плодовых и овощных культур;
- для прогнозирования качества урожая по элементам погоды;
- для прогнозирования качества продуктов переработки и их хранения по качеству сырья и т.д.

Для оценки корреляционно-регрессионных зависимостей, необходимо установить какие из изучаемых признаков являются независимыми или факториальными (X), а какие зависимыми или результативными (Y). Так, например, урожай культур является результативным признаком (Y), количество питательных элементов в почве, количество выпавших осадков за определённый период, степень развития болезней будут независимыми признаками (X). Если в процессе статистической обработки их поменять местами, мы придём к абсурдным выводам о влиянии урожая культур на количество осадков.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Таким образом, для того чтобы полученные юными опытниками данные были в достаточной мере научно обоснованными, необходимо, чтобы, во-первых, опыт был поставлен на основе репрезентативной выборки, во-вторых, чтобы корректна была организована система измерений и, в-третьих, чтобы результаты измерений были правильно обработаны и верно интерпретированы. Всему этому учит наука биометрия.¹ Поскольку в настоящее время с приходом компьютерных технологий процесс статистической обработки экспериментальных данных стал автоматизированным и поэтому достаточно простым, при вычислениях наряду с калькуляторами рекомендуется использовать компьютеры с пакетами прикладных программ для статистической обработки данных: «EXCEL», «STATISTICA», «STATGRAPHICS Plus for Windows» и др.

Глава 8. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЁТНОСТЬ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Достоверность результатов исследовательской и опытнической работы, объективность научной информации в значительной степени определяются ведением строгой документации. Она подразделяется на *первичную* и *вторичную*.

Основу *первичной документации* составляет протокол научного исследования, или паспорт опыта, и текущие документы: дневник

¹ Примечание редактора. Методы биометрии и справочные данные подробно изложены в соответствующих учебных пособиях, например:

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. — Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского ун-та, 1992. — 168 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.

Плохинский Н.А. Биометрия. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.

Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. — Минск: Вышэйшая школа, 1973. — 327 с.

Сnedекор Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. — М.: Сельхозгиз, 1961. — 503 с.

Терентьев П.В. Практикум по биометрии. Учебное пособие. — Л.: Изд-во АГУ, 1977. — 152 с.

См. также пособия Б.А. Доспехова, указанные авторами в списке литературы.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

исследований и журнал опыта. Дополнительными документами служат рабочие тетради, лабораторные журналы, ведомости учёта, дискеты и т. п. Вторичную документацию составляют научные отчёты, опубликованные статьи, дипломные и прочие квалификационные работы, а также оформленные учебно-исследовательские работы учащихся.

ВЕДЕНИЕ ДНЕВНИКА ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Дневник исследований (полевая книжка) представляет собой книжку-тетрадь, удобную для ношения в кармане или полевой сумке. В нём ведут записи результатов всего вегетационного периода. В многолетних и длительных опытах последовательно заполняют несколько дневников, отсюда возникает необходимость их нумерации с указанием даты начала и окончания записей. В хронологической последовательности записывают результаты инструментальных и визуальных наблюдений, учётов и анализов непосредственно в поле, лаборатории, вегетационном домике, теплице, на пастбище и т.п. В аналогичной последовательности отмечают все работы по закладке и проведению опыта, а также комплекс технологических операций. При этом в записях должны быть отражены объёмы и качество работ, применяемые инструменты, приборы и техника и т.п. Для сокращения объёма записей в дневнике варианты шифруют буквами, цифрами и т.п. В сноске необходимо указать полное название варианта и его шифр, что обеспечивает доступность информации другим исследователям.

Обязательно фиксируют экстремальные атмосферные явления (град, ливень, ураган, суховей, заморозки и т.п.), случаи вспышек засорённости посевов сорняками, поражение растений болезнями и вредителями и т.д. При необходимости в дневнике следует делать зарисовки, а также прикладывать к нему фотографии или другой иллюстративный материал изучаемых объектов. Если фотографии предполагается использовать как научный документ, то они должны быть «привязаны» с указанием вариантов и масштаба. Все исправления поясняют: кто, когда и по какой причине внёс исправление. Любой факт может иметь первостепенное значение при анализе результатов опыта или стать отправным пунктом дальнейших исследований.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

В большинстве школ основным документом полевого опыта считается **дневник юного опытника**, в основе которого лежит программа исследования. Сложность дневника во многом зависит от возраста ученика и его подготовки. В него включают вопросы о типе почвы, предшественниках, биологических особенностях культуры и др., чтобы учащиеся могли использовать эти данные при оценке результатов опыта.

В общеобразовательных школах в основном ведутся дневники в простой форме. Для старшеклассников в школах и УПБ в опытнический дневник вносят агротехнический план, усложняют и наблюдения, включают сведения о болезнях и вредителях, оценку состояния растений по фазам и др., а при постановке опытов на больших делянках с применением сельскохозяйственной техники в течение всего опыта — технологическую карту.

ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ДНЕВНИКА ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Школа, класс

Состав звена (*Ф.И.О. участников опыта, фамилия звеневого или ответственного подчёркивается*).

Культура, сорт

Название темы опыта

Схема опыта

План опыта (чертёж с указанием размеров делянок)

План и ход работы:

- название агротехнических мероприятий;
- выполнение работ с указанием даты;
- определение и оценка продуктивности, качественных показателей продукции;
- определение экономичности производства и т.д.,
- анализ результатов по каждому варианту в сравнении с контролем;
- установка слагаемых урожайности (кустистость растений, увеличение количества и массы плодов или зерна урожая, дружность отдачи урожая впервые дни плодоношения и др.).

Наблюдения и учёты

- фазы развития растений на опытной и контрольной делянках (с указанием даты);
- метеорологические наблюдения;
- учёт урожая с опытной и контрольной делянок (в повторениях).

Выводы по опыту

- определение перспективных вариантов опыта;
- внесение предложений по практическому применению полученных результатов опыта.

На плане опыта указывают размеры: всего опыта, повторений, посевных и учётных делянок, защитных полос между делянками и повторениями, окаймляющих защитных полос, дорог; расположение вариантов по делянкам, а также ориентацию по сторонам света, направление склона и способ закрепления опыта на местности. Эта информация необходима для выполнения запланированных наблюдений и специальных работ, восстановления границ опыта, определения характера возможных ошибок (случайная или систематическая) и планирования материально-технической обеспеченности опыта. На плане вегетационно-полевых опытов указывают расположение сосудов (площадок) в поле, их размеры, а также контролируемые условия вегетации растений при их наличии. В случае лабораторного или вегетационного опыта, необходимо указать состав питательного субстрата, его массу или объём.

В общих сведениях излагают данные о посевных качествах семян или посадочного материала, его однородности, способе (препаратуре) предпосевной подготовки (протравливании), сроках и качестве посева.

ЖУРНАЛ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Полевой журнал (журнал полевого опыта) ведётся при постановке опытов старшеклассниками в школах и ученических производственных бригадах. Журнал опыта заполняют на основе предварительно обобщённых данных дневника и других первичных документов. Он включает следующие разделы:

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

1. Исходная информация об опыте и его методике: год закладки, схема и план опыта, кем и когда утверждены методика опыта и программа исследований. Для полевых опытов дают историю земельного участка: предшественники, система удобрений и химических средств защиты растений, а также характеристика почвы перед закладкой опыта: тип, разность, мощность пахотного горизонта, агрохимические и водно-физические свойства.

2. Перечень всех работ по закладке и проведению опыта; полевые работы от уборки предшественника до уборки основной культуры с указанием сроков, способов, применяемой техники и качества выполнения.

3. Данные всех анализов и учётов в виде таблиц, графиков, рисунков и фотографий.

4. Урожайность: а) бункерная по делянкам в пересчёте на 1 га; б) товарная, приведённая к стандартной влажности и чистоте.

5. Весь алгоритм статистической обработки данных.

6. Предварительные выводы и предложения.

Журнал заполняют шариковой ручкой и хранят в лаборатории. В случае обнаружения ошибок в результатах исследований неверные данные зачёркивают и записывают новые. Исправления и дополнения обязательно сопровождаются сносками (кем, когда и по какой причине они введены) и скрепляются подписями ответственного исполнителя и руководителя опыта.

В журнале в текстовой форме надо вносить данные, содержащие сравнительно небольшой объём информации. Основной материал оформляют в виде таблиц и графиков.

Таблицы с экспериментальными данными должны быть просты и компактны. Имеется три основных вида таблиц: *вспомогательные, результативные и аналитические*. Первые два вида оформляют по мере накопления, группировки, разработки и анализа опытного материала. Результативные таблицы составляют на основе вспомогательных таблиц, они должны как можно полнее отражать исследуемое явление. Результативные таблицы обычно довольно громоздки и служат источником дальнейшего анализа материала, составления аналитических таблиц, графиков и диаграмм. Аналитические таблицы включают только данные, необходимые для дальнейшего анализа; по форме они должны быть компактными, наглядными, простыми и понятными.

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

При обработке данных ученических опытов встречаются также три вида таблиц: *вспомогательные, расчётные и аналитические*. Особенno большое значение при обработке результатов ученических опытов имеет первый вид таблиц, который условно можно разделить на *справочные и предварительные*.

Справочные таблицы делают сами учащиеся старших классов по результатам своих наблюдений и расчётов, а также по материалам специально подобранный справочной литературы.

Таблицы предварительных данных, хотя и относятся к вспомогательным, очень близки к расчётным формам. В них без корректировки вносят фактические промеры и подсчёты, размеры выключек, массу урожая с учётных площадей, влажность зерна и т.д. Любая таблица должна иметь заголовок в соответствие с её содержанием. Все графы в таблице должны быть заполнены цифрами или условными обозначениями. Если отдельные данные отсутствуют, то ставят тире (—), а не ноль (0), который означает равенство нулю соответствующих числовых данных. Данные, полученные путём «восстановления», а также сомнительные, заключают в скобки. Сокращениями или символами можно пользоваться только тогда, когда смысла этих сокращений или символов совершенно ясен. Числа в таблицах должны быть расположены так, чтобы запятые, отделяющие десятичные знаки, были расположены в каждом столбце на одной вертикали.

Графическое изображение данных по сравнению с табличным или текстовым позволяет более наглядно выразить результаты опытнической работы. Оно облегчает сравнение величин, фиксирует внимание читателя, позволяет легко найти требуемые данные. Графики удобны для хранения. Особенno большое значение они имеют там, где много показателей, которые трудно наглядно представить в таблице.

В зависимости от назначения графики делят на две группы: *илюстративные и количественные*. Иллюстративные графики дают качественную картину процесса или состояния, а количественные графики служат количественным инструментом в различных исследованиях. Как и таблицы, графики должны иметь сжатый, простой и точный заголовок, определяющий его содержание. Заголовок помещают за пределами графического изображения над его верхним краем. Для подробного объяснения содержания графика используют примечания, а также расшифровку (ключ) условных обозначений.

ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ЖУРНАЛА ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Тема опыта:

- обоснование выбора темы и направления исследований (*хозяйственная ценность и необходимость увеличения производства товарной продукции, достигнутый уровень урожайности культуры, предполагаемые пути повышения биологического потенциала продуктивности и т.д.*);
- опыт проводится по заданию (*НИИ или местного или фермерского хозяйства, УПБ и др.*).

Цель и основные задачи опыта:

Место проведения опытнической работы (*поле местного хозяйства, учебно-производственное поле УПБ, учебно-опытный участок, специально выделенный участок и др.*).

Схема и план размещения опыта:

- схема опыта (*варианты*) и опытное растение, контроль;
- графический план участка с точным указанием размещения вариантов, длины и ширины делянок, дорожек, защитных полос, площади делянок и всего опытного участка и т. д.

Характеристика и история опытного участка:

- почва (*тип, механический состав, мощность гумусового горизонта и пр.*);
- рельеф;
- история участка за последние два-три года (*предшественники, удобрения, обработка и т. д.*);
- материалы почвенной, агрохимической, агрофизической и другой характеристики участка (*почвенная карта участка, агрохимические картограммы, картограммы засорённости и др.*).

Программа и методика исследования:

- краткое изложение основных вопросов исследования (*сроки проведения и методики наблюдений, анализов и учётов*).

Условия закладки и проведения опыта:

- запись в хронологической последовательности всех агротехнических работ от уборки предшествующей культуры до уборки урожая в опыте (*обработка почвы, удобрение, подготовка семян к посеву, посев, уход за посевами и т. д.*);

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

- краткая характеристика метеорологических условий.

Результаты анализов и наблюдений:

- запись итоговых данных, взятых из полевых дневников с указанием даты наблюдений и методики.

Результаты учёта урожая:

- время, способ уборки и метод учёта урожая;
- учётные площади делянок, защитных полос, выключек (с указанием причин);
- результаты учёта урожая (по делянкам, в переводе на гектар, приведённого к стандартной влажности);
- качество урожая.

Оценка полученных данных опытнической работы:

- агрономическая оценка данных, сопоставление урожаев с результатами наблюдений и метеорологическими условиями, анализ методики и техники проведения опыта;
- предварительная обработка данных, составление таблицы урожаев;
- статистическая обработка — определение ошибки опыта и наименьшей существенной (достоверной) разности методом дисперсионного анализа;
- экономическая оценка полученных данных.

Предварительные выводы и предложения:

Подписи:

- руководитель работы
- ответственные исполнители.

ОТЧЁТ ПО ОПЫТНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

По итогам проведённого исследования или опыта учащиеся готовят отчёт и оформляют его в виде исследовательской и опытнической работы, которая должна содержать: титульный лист, список исполнителей, оглавление, введение, основную (экспериментальную) часть, заключение, список использованных источников и приложения (перечень условных обозначений, символов и терминов).

Основные требования к отчёту исследовательской и опытнической работы можно систематизировать в 5 пунктах:

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

1. **Доступность.** Ясный и простой язык, короткие фразы, анализ данных в логической последовательности и, по возможности, избегание иностранных слов.

2. **Наглядность.** Легкочитаемые и чётко сбалансированные таблицы и графики, сопровождаемые текстовой интерпретацией. Таблицы и рисунки: схема, график, фотография и т.п. не должны занимать более одной страницы. Большие таблицы свидетельствуют о слабой проработке исходного материала. Таблицы подписывают сверху, а рисунки — снизу.

3. **Объективность.** Полное и без изменений представление результатов. Не смешивать статистическую интерпретацию с агрономическим заключением. Избегать превосходных степеней и других эмоций. Выводы должны быть логическим следствием текста. Амбициозные и расплывчатые утверждения не являются выводами. Данные, взятые из других источников, должны сопровождаться ссылками на авторов.

4. **Полноценность.** Наряду с результатами исследований давать дополнительную информацию, необходимую для уяснения темы и задач исследования. При этом избегать второстепенных деталей. Объём экспериментальных данных (цифр) должен быть достаточным для их статистической оценки.

5. **Своевременность** подготовки

СТРУКТУРА ОТЧЁТА

Титульный лист, где указано:

- тема опыта, исследования;
- автор(ы) или коллектив авторов;
- фамилия, имя, отчество руководителя, его звание должность;
- фамилия, имя, отчество научного консультанта (если есть), его звание должность;
- наименование базового учреждения и место проведения опытнической работы;
- место и год выполнения работы.

Содержание:

- оглавление;
- введение;
- обзор литературы;

- методика исследования;
- практическая часть работы (результаты);
- выводы;
- заключение и перспективы работы;
- список литературы;
- приложения (карты, схемы, рисунки, графики, фотографии);

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Введение. Формулирование целей и задач исследования. Обоснование необходимости проведения работы, её актуальность и новизна, связь с другими исследованиями. Место и годы проведения исследования. Выражение благодарности всем сотрудникам, оказавшим помочь при выполнении работы.

Обзор литературы. Краткая история вопроса, современное состояние проблемы. Итогом работы с литературой является *выдвижение рабочей или научной гипотезы* — научного предположения о тех явлениях и процессах, которые ожидаются в опыте. Рабочая гипотеза, проще говоря, научные предположения о действии изучаемых в опыте вариантов. Рабочая гипотеза (не путать с нулевой гипотезой) служит отправным пунктом для составления схемы опыта, эксперименты обычно проводят для проверки рабочей гипотезы.

Методика и условия проведения исследования. Описание объекта и метода исследования, условий проведения эксперимента и анализ фактического материала. План эксперимента (схема-рисунок). Программа исследования: методы, сроки и периодичность отбора образцов с указанием инструментов. Агротехника культуры. Методы, а также другие условия и особенности проведения исследований. Методы статистической оценки данных.

Экспериментальная часть. Излагаются и обсуждаются результаты исследования. Приводятся таблицы и рисунки, снабжённые статистическими критериями и текстовой комментарий (таблицы и рисунки могут быть приведены в приложении — см. ниже). В основе интерпретации результатов лежит их понимание, объяснение и, по возможности, сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ. Особого внимания заслуживает установление причинно-следственной зависимости изучаемых

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

признаков от контролируемых и неконтролируемых факторов. Полезно и целесообразно использовать возможности интерполяции. Метод экстраполяции (прогнозирование возможных тенденций и трендов вне изученных пределов) требует осторожного обращения, поскольку он повышает риск ошибки.

Выводы и практические рекомендации. Сопоставление результатов исследования и поставленных задач, оценка полноты их решения и достоверности полученных данных. Формулировка выводов, отвечающих на вопросы поставленных задач. Производственная, научная и социальная ценность работы (агротехническая и экономико-экологическая эффективность проведённого исследования). Рекомендации по совершенствованию работ. Возможности внедрения отдельных результатов в производство.

Литература (список использованных источников).

Приложения. Дополнительные сведения, относящиеся к экспериментальному и справочному материалу — таблицы и иллюстрации, математические формулы и расчёты, протоколы и акты испытаний, инструкции и методики, описания алгоритмов и программ задач, разработанных в процессе научно-исследовательской работы, акты о внедрении результатов исследований.

Задания учёных Российского государственного аграрного университета — Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева по выполнению самостоятельной опытнической работы

Усманов Р.Р., к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева; Авдеев С.М., к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и агрометеорологии РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева

Дорогие ребята!

Предлагаем вам самостоятельно спланировать и провести эксперимент по оценке разных приёмов возделывания растений в одной из отраслей растениеводства: полеводстве, овощеводстве, садовод-

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

стве, виноградарстве, устройстве ландшафтов и газонов; по изучению воздействия тех или иных агротехнических мероприятий на урожайность и качество продукции.

Примерная тематика полевых опытов приведена в главе 6.

Спланируйте оптимальное сочетание основных элементов методики полевого опыта: число повторений, площадь, форму и ориентацию делянок, метод размещения вариантов в опыте. Опыт рекомендуем провести в 4-кратной повторности ($n = 4$).

Для решения этих вопросов нужно на пришкольном опытном поле выделить под опыт земельный участок площадью 20×40 м с небольшим уклоном с севера на юг. Направление изменения почвенного плодородия участка позволяет правильно сориентировать делянку и выбрать метод размещения вариантов. Длина и ширина посевной и учётной делянки должны быть такими, чтобы обеспечить возможность выполнения всех агротехнических работ на опытном участке. Размеры защитных полос между вариантами должны быть такими, чтобы устраниить действие соседних вариантов друг на друга.

Начертите схематический план опыта, на котором укажите (на 1–2 делянки) длину и ширину посевной и учётной делянок, размеры защитных полос между вариантами и повторениями, размеры всего опыта и окаймляющих защитных полос; закрепите опыт на местности. Цифрами покажите расположение вариантов на делянках опыта.

Разработайте программу наблюдений и учётов, выполнение которой позволило бы раскрыть и объяснить существо изучаемых в опыте вопросов. Укажите методику взятия образцов почвы, растений и др. объектов (сроки, делянки, место на делянке и др.).

Разработайте модель статистического анализа опытных данных.

Желаем вам успехов в опытнической работе!

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ЮНОГО ОПЫТНИКА

Вариационный ряд — ряд данных, в которых указаны значения варьирующего признака и соответствующие им частоты.

Вариация (изменчивость) — свойство биологических объектов отличаться друг от друга по определённым признакам даже в однородных совокупностях.

Вегетационный опыт — исследование, осуществляемое в контролируемых условиях: вегетационных домиках, теплицах, оранжереях, климатических камерах.

Выборка — часть объектов генеральной совокупности, отобранная тем или иным способом, и которая непосредственно исследуется. Численность или объём выборки обозначается буквой *n*. По выборке делают заключение обо всей генеральной совокупности.

Выключка — часть учётной делянки, исключенная из учёта вследствие случайных повреждений (погодные условия: град, вымерзание, вымокание и др.; грубые ошибки).

Выравненность посева — это показатель, который характеризует не только качество посадочного материала, но и однородность почвы на поле, равномерность внесения удобрений на участке и одинаковый режим увлажнения/дренирования.

Генеральная совокупность — всякое множество биологических объектов, подлежащих изучению. Объём или численность генеральной совокупности обозначается буквой *N*. Из-за большого объёма генеральной совокупности ($N \rightarrow \infty$) и уничтожения объектов в процессе изучения все её объекты не могут быть полностью изучены, поэтому из генеральной совокупности отбирается часть объектов, называемая выборкой, которая непосредственно исследуется.

Густота стояния растений — это количество (штук) растений на единице площади посева. Как правило, единицей измерения служит количество штук на один квадратный метр [штук/м²], что впоследствии может быть пересчитано в количество штук на один гектар [штук/га], путём умножения на 10000, (1 га = 100 м × 100 м), однако этой единицей измерения пользуются реже.

Делянка опытная — элементарная часть опытного участка, имеющая определённый размер и форму и предназначенная для размещения отдельного варианта опыта.

Делянка учётная — часть площади опытной делянки (без боковых и концевых защиток), предназначенная для учёта урожая.

Дисперсия — статистический показатель изменчивости (вариации).

Дисперсионный анализ — метод статистического анализа результатов эксперимента, позволяющий разложить общую вариацию изучаемого признака на составные части: изучаемые и случайные факторы и по F-критерию Фишера и НСР оценить различия между вариантами опыта.

Залежи — земли, остающиеся не засеянными более одного года.

Западина — небольшое углубление с пологими слабовыраженными склонами, постепенно переходящими в равнину.

Засорённость посева — показатель, который отражает конкурентоспособность культурных растений и показывает, насколько сильно сорные растения смогли внедриться в наш посев (травостой).

Зашитка (боковая и концевая) — краевые части делянок служат для исключения влияния растений соседних вариантов друг на друга, для предохранения учётной части делянки от случайных повреждений. Урожай с защиток не учитываются.

Значимость (существенность) — мера объективной возможности (риска) сделать ошибочное заключение при оценке результатов опыта, при выборе лучшего варианта, при определении связи (зависимости) между изучаемыми признаками. В большинстве биологических и сельскохозяйственных экспериментов принято опираться на 5%-ный уровень значимости, при котором риск сделать ошибочное заключение составляет 5%.

Изреженность посева — показатель, который характеризует степень выпадения из посева (травостоя) культурных видов и определяется наличием и достаточностью элементов питания и факторов жизни растений.

Контроль опыта — один или несколько вариантов, с которыми сравнивают исследуемые варианты. В качестве контроля обычно используют вариант, типичный для данных условий или который находится в минимуме, а, возможно, и отсутствует.

Корреляционный анализ — метод статистического анализа данных наблюдений и экспериментов с целью определения зависимости или связей между изучаемыми признаками.

Лощина — низменность, низко расположенная долина. В лощинах дольше не тает снег.

Метеорологические наблюдения — наблюдения за погодными условиями, которые во многом определяют основные процессы, происходящие в почве, а также рост и развитие самих растений.

Метод полной рандомизации — случайное размещение вариантов по делянкам всего опытного участка (опыта) без выделения повторений.

Метод организованных (рандомизированных) повторений — разбивка опытного участка (опыта) на повторения и случайное размещение вариантов по делянкам внутри каждого повторения.

Многофакторный опыт — эксперимент, в котором изучаются действия и взаимодействие двух и большего числа факторов. В зависимости от количества изучаемых факторов многофакторные опыты называются двух-, трёх-, четырёх—факторными опытами.

Наименьшая существенная разность (НСР) — величина предельных случайных отклонений при сравнении двух средних величин. Это та минимальная разность между средними, которая признается существенной при 5%-ном (HCP_{05}) или 1%-ном (HCP_{01}) уровне значимости.

Общехозяйственные расходы — накладные расходы, относящиеся к обслуживанию и управлению всего хозяйства.

Опытный вариант — это изучаемое растение, сорт, агротехнический приём, технология возделывания или их сочетание.

Ошибка выборки (опыта) — мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины. Ошибки выборки сопровождают любой опыт, любое наблюдение и вытекают из самого выборочного метода исследования. Существует три вида ошибок в полевом опыте — грубые, систематические и случайные.

Пар (в земледелии) — поле, оставляемое на одно лето не засеянным.

План (схематический) опыта — это нанесённый (в масштабе) на бумагу чертёж, полностью отражающий форму, размер и размещение делянок.

Повторение — часть площади опытного участка, включающая делянки с полным набором вариантов или всю схему опыта.

Повторность — число одноимённых делянок каждого варианта в полевом опыте или одноимённых сосудов каждого варианта в вегетационном опыте. Повторность опыта во времени — число лет испытания.

Полевой опыт — исследование, осуществляемое в полевой обстановке на специально выделенном опытном участке для оценки действия и взаимодействия изучаемых вариантов на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Полевой опыт является основным методом исследования в полеводстве, овощеводстве и плодоводстве. Все практические рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур строятся главным образом на результатах полевых опытов.

Поташ (техническое название карбоната калия) — твёрдое белое вещество со щелочными свойствами, приготовляемое из золы растений, калиевых солей и т.д.

Производственные затраты — это определённое количество израсходованных в процессе возделывания культуры труда человека, энергии, материалов. Они могут исчисляться как рабочим временем, так и определённой суммой денежных средств.

Рекогносцировка — разведка, предварительная подготовка.

Рекогносцировочные посевы — посевы сельскохозяйственных культур на опытном поле (до закладки опытов) для определения выравненности почвенного плодородия. Обработку почвы и посев проводят одинаково на всём поле, а урожай учитывают по делянкам. Сходство или различие урожайности одинаково обработанных и засеянных делянок даёт представление о выравненности или пестроте почвенного плодородия в разных местах этого поля, о его пригодности под опытные делячочные посевы. Р. п. применяют в опытном деле при выборе участков под опыты.

Рентабельность производства — показатель, характеризующий окупаемость затрат и материальных ресурсов.

Ретарданты (ингибиторы роста) — вещества, задерживающие рост растений.

Себестоимость продукции — совокупность затрат труда и материальных средств, связанных с производством и реализацией продукции, выраженных в денежной, стоимостной форме.

Севооборот — научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур на полях и во времени, способствующее восстановлению и повышению плодородия почвы; это важнейшая часть системы земледелия.

Система земледелия — комплекс взаимосвязанных технологических (агротехнических), мелиоративных и организационных мероприятий по использованию земли, восстановлению и повышению плодородия почвы.

Стимуляторы роста растений — природные и синтетические соединения, усиливающие процессы роста у растений. К природным С. р. р. относятся *фитогормоны* — ауксины, гиббереллины, цитокинины, а также некоторые витамины.

Схема опыта — совокупность (набор) опытных и контрольных вариантов, объединённых общей идеей. Не путать со схематическим планом опыта.

Типичность или репрезентативность — требования к земельному участку и полевому опыту. Земельный участок для будущего опыта должен соответствовать тем условиям, в которых предполагается использовать результаты опыта: свойствам, плодородию и рельефу почв, распространённых 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.

Тургор — это состояние растений, при котором все его клетки и ткани достаточно обводнены, и именно при этом состоянии обеспечивается оптимальное функционирование растения как системы. Потеря тургора (увядание) может говорить как о недостатке влаги, так и о нарушении его физиологических процессов.

Учёт урожая сплошной — метод учёта урожая, при котором всю товарную часть продукции (зерно, клубни, плоды, волокно, корнеплоды, сено и т. п.) взвешивают и учитывают со всей учётной площади делянки.

Учёт урожая по пробным снопам — метод учёта урожая, при котором взвешивают и учитывают общую массу урожая со всей учётной площади делянки, а товарную её часть рассчитывают по данным с пробных снопов, отбираемых перед взвешиванием.

Фенологические наблюдения и прогнозы — наблюдения за сезонными явлениями и процессами в жизни растений и животных

и предсказание сроков их наступления. При их проведении регистрируют даты наступления фаз развития дикорастущих и культурных растений (например, распускание почек деревьев и кустарников, их цветение, плодообразование), сроки прилёта и отлёта птиц, появления различных видов насекомых и др. Фенологические наблюдения дают информацию о динамике развития растительного и животного мира в течение годичного цикла в сопоставлении с гидрометеорологическими условиями.

Число степеней свободы — число свободно варьирующих величин, обозначается буквой γ и в простейшем случае равно числу всех наблюдений выборки минус единица $\gamma = n - 1$.

Чистый доход — разница между стоимостью валовой продукции и производственными затратами.

Эккер — геодезический инструмент, с помощью которого при топографических работах можно построить на местности линию, перпендикулярную к некоторой исходной (створной) линии.

Эмпирическое знание — первичное научное знание, которое получается при контакте с изучаемым объектом.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агрономический анализ 88
Аргумент 96
Биометрия 89
Вариант 27
Варьирование 90
Выборка 93
Выравненность посева 53
Генеральная совокупность 92
Гипотеза альтернативная 95
Гипотеза нулевая 94
Густота побегов 51
Густота стояния растений 49
Делянка 27
Делянка опытная (посевная) 36
Делянка учётная 36
Документация вторичная 99
Документация первичная 98
Достаточный объём выборки 42
Засорённость посева 54, 56
Защитки боковые 36, 37
Защитки концевые 36, 37
Зимостойкость 51
Изменчивость 90
Изреженность посева 54
Качественный характер различий 34
Количественный характер различий 34
Контроль 33
Корреляционная зависимость 96
Морозостойкость 51
Норма высева 50
Опытный вариант 33
План опыта 27

Повторение 32, 38
Повторения организованные 40
Повторность опыта 32, 37
Рандомизация 40
Рандомизированные (случайные) методы размещения вариантов 40
Регрессия 97
Репрезентативность выборки 93
Систематические методы размещения вариантов 39
Стандарт 33
Стандартные методы размещения вариантов 39
Схема опыта 26, 33
Тургор 55
Функция 96

ЛИТЕРАТУРА

- Глуховцев В.В., Кириченко В.Г., Зудилин С.Н. Практикум по основам научных исследований в агрономии. — М.: Колос, 2006.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: АЛЬЯНС, 2011.
- Доспехов Б.А., Гордиенко Г.И. Методика опытной работы в школе. — М.: Просвещение, 1975.
- Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии. — М.: КолосС, 2009.
- Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. — М.: Колос, 1994.
- Организация работы ученических производственных бригад в новых экономических условиях: Сборник информационно-методических и нормативных материалов. / Сост. К.В. Сенчилова, Е.Т. Прошина — М.: ГОУ ДОД ФДЭБЦ, 2009.
- Пересыпкин В.Ф., Коваленко С.Н., Шелестова В.С., Асатур М.К. Практикум по методике опытного дела в защите растений. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Практикум по агрометеорологии / Белолюбцев А.И., Сенинков В.А., Ассаялак И.Ф., Коровина Л.Н., Авдеев С.М. — М.: Колос, 2011.

КУДА ПОЙТИ УЧИТЬСЯ?

Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева (РГАУ—МСХА имени К. А. Тимирязева) — всемирно известное высшее учебное заведение России.

В 2013 году Тимирязевской академии исполнится 148 лет со дня её образования. За этот период в Тимирязевке сформировались передовые российские научные школы, учёные и педагоги которых составили славу отечественной сельскохозяйственной науки и высшего аграрного образования.

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева — ведущий учебный, научный, методический и консультационный центр системы аграрного образования России. В университете обучается свыше 10 тысяч студентов по 24 программам специалитета, 11 направлениям бакалавриата, 7 направлениям магистратуры.

Только за последние тридцать лет Тимирязевка подготовила более 35 тысяч агрономов, экономистов, почвоведов, агрохимиков, плодоовощеводов, зооинженеров и более 7000 преподавателей для средних сельскохозяйственных учебных заведений.

Коллектив университета вносит существенный вклад в развитие аграрной науки, фундаментальных и прикладных исследований в области сельского хозяйства и других отраслей АПК.

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

Приемная комиссия: +7 (499) 977-14-55

<http://www.timacad.ru>

Организация опытнической работы учащихся по растениеводству

Учебно-методическое пособие

Формат 60 x 90/16
Объем 7,5 п.л.

