



Сахалинский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства  
ФГБНУ СахНИИСХ

# Методические основы проведения научных исследований в образовательном учреждении



2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
**Сахалинский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства  
(ФГБНУ СахНИИСХ)**

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

Методические рекомендации

*Издание разработано в рамках социального проекта  
«Популяризация сельского хозяйства и науки в школах г. Южно-Сахалинска»  
при поддержке Международного консорциума «Сахалин-1».*



Чебоксары  
Издательский дом «Среда»  
2022

УДК 37.0(07)  
ББК 74.04с  
М54

*Методические рекомендации рассмотрены и рекомендованы к печати Ученым советом  
ФГБНУ «Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»  
(протокол № 8 от 21 июня 2022 г.).*

*Методические рекомендации составили:*

С. А. Булдаков – введение, раздел 8.2;  
В. А. Чувиллина – главы 1, 2, 3, 4, 5, 6, раздел 7.3;  
Н. А. Шаклеина, В. И. Ласточкина – раздел 7.1;  
Л. П. Плеханова, М. А. Куперицкая – раздел 7.2;  
Л. Г. Яюк, Л. И. Наталевиц – раздел 7.4;  
Л. Г. Яюк, Г. С. Слесаренко, раздел 7.5;  
Л. В. Самутенко – раздел 7.6;  
В. П. Славкина – раздел 8.1.

*Рецензенты:*

д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной работе ДВ НИИСХ  
обособленного подразделения ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН  
*Наталья Федоровна Ключникова;*

канд. пед. наук, заместитель начальника отдела мониторинговых исследований  
и экспертных оценок качества образования ГБУ РЦОКОСО  
*Людмила Петровна Сакович*

М54 **Методические основы проведения научных исследований в образовательном учреждении :**  
методические рекомендации / С. А. Булдаков, В. А. Чувиллина, Н. А. Шаклеина [и др.] ;  
под общ. ред. С. А. Булдакова; Сахалинский научно-исследовательский институт сельского  
хозяйства. – Чебоксары : Среда, 2022. – 112 с.

**ISBN 978-5-907561-52-6**

Методические рекомендации разработаны с целью повышения уровня научной деятельности учебно-опытных участков и теплиц образовательных учреждений области и предназначены для учителей биологии, экологии, преподавателей основ сельского хозяйства, педагогов дополнительного образования, руководителей ученических производственных бригад и заведующих школьными учебно-опытными участками и теплицами.

DOI 10.31483/a-10414  
ISBN 978-5-907561-52-6

© Коллектив авторов, 2022  
© ИД «Среда», оформление, 2022

## Введение

Учебно-опытный участок служит базой для реализации тех практических заданий, которые требуют дополнительные исследования. Опытный участок – это место, где дети разных возрастных групп приобретают основы сельскохозяйственных, биологических и экологических знаний под руководством педагога, ведут целенаправленную учебно-опытническую работу с целью наблюдения за ростом и развитием растений, изучают влияние на них различных экологических факторов и многое другое. Пришкольный учебно-опытный участок является важным условием в формировании основ рационального природопользования, бережного отношения к окружающей среде. Участок является примером культуры земледелия, исследовательской лабораторией. Под руководством педагогов в этой «Зеленой лаборатории» юные натуралисты ставят опыты, занимаются интродукцией растений, выращивают экологически чистую продукцию, получают высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Свои достижения юннаты ежегодно демонстрируют на областных сельскохозяйственных выставках «Золотая осень».

Официальной датой создания первой Станции юных любителей природы считается 15 июня 1918 г. Данное движение прошло большой путь и за столетие не утратило своей актуальности. Напротив, в настоящее время социальные изменения и появление новых образовательных стандартов и технологий ставят дополнительные задачи перед школьниками учебно-опытных участков. Так если, в 20-х годах XX столетия, школьные учебно-опытные участки использовались для учебной и исследовательской работы при изучении ботаники. В 30-е годы того же столетия главное внимание акцентировалось на сельскохозяйственном практическом опытничестве. В 1940-1970 годах делался упор на трудовое обучение. Позднее, в 1980-1990 годы, научно-практическая деятельность на школьных учебно-опытных участках и теплицах проходила под лозунгом экологизации образовательного процесса. В настоящее время перед учебно-опытным участком в образовательном учреждении ставятся задачи не только формирования у школьников общего представления о биологии и экологии растений, воспитания у детей трудолюбия, получения навыков научно-исследовательской деятельности, но и практических знаний о сельскохозяйственном производстве и агробизнесе с применением современных компьютерных технологий, робототехники.

Высокий интерес по данному направлению проявляет Президент Российской академии наук Александр Михайлович Сергеев, по его словам уровень российского сельского хозяйства все еще значительно отстает от современного научно-технического уровня, поэтому необходимо предпринять все возможные меры для его развития. В первую очередь, тщательно готовить кадры для сельского хозяйства, а начинать это делать лучше со школьной скамьи. Чтобы найти молодые кадры, которые придут работать в высокотехнологичное сельское хозяйство, нужно сначала пробудить интерес детей к современному сельскому хозяйству. В школах с сельскохозяйственным уклоном дети смогут узнать, что такое современная селекционная работа в растениеводстве, генетика, умные теплицы, которыми можно управлять с помощью смартфона, как применять роботов в сельском хозяйстве.

В настоящее время ФГБНУ СахНИИСХ совместно с учёными юннаты проводят опыты по сортоиспытанию овощных культур на своих участках. На базе института проводятся областные семинары-практикумы для учителей и педагогов дополнительного образования по актуальным вопросам организации научно-исследовательской деятельности обучающихся. В рамках областных массовых мероприятий для учащихся по эколого-биологической направленности проводятся круглые столы, минисеминары, групповые консультации с участием специалистов ФГБНУ СахНИИСХ. Все это позволяет в комплексе решать поставленные задачи по осуществлению научного подхода в организации деятельности учебно-опытных участков и теплиц в образовательных учреждениях Сахалинской области.

## ГЛАВА 1. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 1.1. Основные понятия и термины

**Опытное дело в агрономии** – это научно-исследовательская работа, основная задача которой разработка теории и практики повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, качества продукции при минимальных затратах труда и средств.

Научные исследования, эксперименты проводятся как в поле, так и в вегетационных домиках, теплицах, фитотронах, где строго регулируются условия жизни растений.

**Опыт, эксперимент в агрономии** – это искусственное создание различных условий для исследуемых растений с целью выявления наиболее эффективных вариантов в процессе учетов и наблюдений.

**Вариантами** называют те различные условия, при которых выращивают растения в опытах. Вариантами могут быть отдельные агрономические приемы, элементы технологий и даже разные технологии, набор сортов, различные почвы, склоны: Различия между вариантами должны иметь существенную, статистически доказуемую разницу.

Среди многих вариантов опыта один или несколько являются контрольными, с ними сравнивают все остальные варианты.

**Контрольный вариант** – это, как правило, условия агротехники, рекомендованные научными учреждениями для конкретной почвенно-климатической зоны. Такие рекомендованные условия агротехники считаются лучшими по урожайности и качеству продукции. Иногда в научных целях используют абсолютный контроль: в опытах с дозами удобрений – вариант без удобрений; с пестицидами – вариант без пестицидов; в опытах с орошением – вариант без орошения и т.п.

При сортоизучении вариантами опыта является набор сортов. Понятие «контрольный сорт» заменяют на понятие «стандарт».

**Стандарт** – лучший сорт среди районированных и наиболее распространенных, с которым сравнивают остальные изучаемые сорта.

С контрольным вариантом агротехнического опыта и со стандартом в сортоиспытании сравнивают все остальные варианты или сорта.

Методы размещения вариантов в опытах подразделяются на случайные (рэндомизированные), т.е. выбранные по жребию; систематические – варианты размещаются в последовательности, которая указана в схеме опыта; стандартные, когда контрольный вариант размещается возле опытного.

**Схема опыта** – это перечень логично подобранных вариантов с определенными контролями (стандартами), объединенных конкретной темой, идеей.

При изучении сортов в схему опыта включают не только районированные, но и перспективные сорта. Агротехнические приемы, технологии и сорта изучают в пределах экспериментальных единиц, т.е. на опытных делянках.

**Опытная делянка** в полевых опытах – это земельная площадь прямоугольной формы определенного размера, на которой изучают только один из вариантов опыта – агроприем, технологию, сорт и т.д. При изучении сортов – один из сортов, входящих в схему опыта.

**Повторность опыта** – число делянок в каждом опыте с одинаковым содержанием вариантов, т.е. с одинаковыми агротехническими приемами или сортами растений. Плодородие почвы имеет территориальную изменчивость: в одном месте оно выше, в другом – ниже. Если варианты не повторять в пространстве, то одни из них окажутся в лучших условиях плодородия почвы, другие – в худших. В таком случае будет нарушен основной принцип опытной работы – объективность результатов. Все варианты опыта повторяют несколько раз, чтобы получить статистически достоверную оценку результатов исследований (рисунок 1).

**Повторение** – это часть площади опыта с полным набором вариантов согласно схеме опыта.

Повторность опыта необходимо соблюдать не только в пространстве, но и во времени.

**Достоверность опыта методическая** – это четкое соблюдение всех методических требований: планирование опыта на современном уровне знаний, правильный выбор условий и объектов исследований, безошибочное закладывание и проведение опытов, правильный выбор и применение соответствующих методов статистической обработки данных, а также объективное обобщение результатов исследований.

I				II				III			
1	3	4	2	4	1	2	3	2	4	3	1
30	90	120	60	120	30	60	90	60	120	90	30

**Рисунок 1 – Повторность и повторение в опыте с дозами минеральных удобрений: арабскими цифрами обозначены варианты, римскими – повторения; повторность в опыте равна рем; 30, 60, 90, 120 – дозы удобрений, кг действующего вещества на 1 га**

**Достоверность опыта статистическая** состоит в определении достоверности (существенности) разниц между средними арифметическими значениями ( $\bar{x}$ ), корреляций ( $r$ ), регрессий ( $R_{xy}$ ) и др. с помощью статистических критериев ( $t$ ,  $F$ ) и наименьших существенных разностей НСР.

**Ошибка опыта** (наблюдения) – разница между действительным значением исследуемого показателя и результатами исследований.

**Точность опыта** – величина, обратная его ошибке. Чем ниже ошибка опыта, тем выше его точность. При значении ошибки более 7 % точность опыта считается неудовлетворительной.

**Корреляция** – взаимное соотношение показателей в опыте, их зависимость между собой. Например, зависимость массы урожая от атмосферных осадков (простая, парная корреляция) или же зависимость массы урожая от атмосферных осадков, температуры воздуха, его влажности, удобрений и т.п. (множественная корреляция).

**Регрессия** – степень и характер изменения одного из показателей в опыте на единицу измерения другого. Например, увеличение или уменьшение массы урожая на 100 кг внесенных удобрений; колебание сахаристости корней сахарной свеклы в процентах при изменении урожая на 1 т. С увеличением одного из показателей второй также может увеличиваться, тогда мы встречаемся с прямолинейной корреляцией. Но бывают и такие явления, когда с постоянным увеличением доз удобрений урожайность сначала увеличивается, затем стабилизируется на одном уровне, а потом снижается. Такая зависимость называется криволинейной.

## 1.2. Уровни и виды научных исследований

**Научное исследование** – это изучение конкретного объекта, явления или предмета для раскрытия закономерностей его возникновения и развития. Характерные черты научных исследований: объективность, возможность воспроизведения, доказательность и точность результатов.

Различают следующие этапы научных исследований: предварительный анализ существующей информации по исследуемому вопросу; изучение условий и методов решения задач; формулирование исходных гипотез и их теоретический анализ; планирование, организация опыта (эксперимента) и его проведение; анализ и обобщение результатов опыта; проверка исходных гипотез на основе исследованных факторов, окончательное формулирование новых закономерностей и законов, их объяснение и научные предсказания; внедрение предложений в производство по результатам прикладных исследований.

Исследования проводят на трех основных взаимосвязанных уровнях эмпирическом (экспериментальном), теоретическом и описательно-обобщающем.

На *эмпирическом (экспериментальном)* уровне исследований ставят эксперименты, накапливают факты, анализируют их и делают практические выводы.

**Эксперимент** – источник познания, критерий истинности гипотез и теорий. Если эксперименты ставят на конкретных объектах, то они называются физическими. Используют также мысленные эксперименты – логическое рассуждение об изменении явлений и процессов при таких условиях, которые нежелательно создавать в физическом эксперименте. Это могут быть опыты с очень высокими или низкими температурами, давлением, большой концентрацией пестицидов и т.п.

В эксперименте объект исследований изучают в тех условиях, которые планируется исследовать. Эти условия контролируют и регулируют, а результаты учитывают с достаточно высокой точностью. Эксперименты могут быть качественными, если в них учитывают наличие или отсутствие того или иного качественного показателя (поврежденные или не поврежденные морозами или вредителями, пораженные или не пораженные болезнями растения и т.п.). Эксперименты считаются количественными, если в них учитывают количественные показатели (рост растений, их урожайность, процент сахара в корнях сахарной свеклы или белка в зерне пшеницы и т.п.). В экспериментах можно исключать влияние побочных факторов, выделяя исследуемое явление; можно вводить новые факторы, усложнять опыт; результаты исследований можно многократно воспроизводить. В опыте можно изучать и те явления, которые не наблюдаются в природе, используя для этого мысленный эксперимент; можно создавать новые объекты исследований – сорта, пестициды и т.п.

Вычислительные эксперименты основываются на компьютерных расчетах математических моделей и выборе из их множества оптимальных.

Все эксперименты служат источником теоретических представлений.

На *теоретическом уровне* исследований синтезируются новые знания, формулируются общие закономерности в определенной области.

**Теория** – это система обобщенных знаний, объяснение определенных явлений действительности. Результаты экспериментов в обобщенном виде становятся частью определенной теории. Теория также помогает интерпретировать результаты эмпирических исследований. Критерием правильности теории является эксперимент.

На *описательно-обобщающем уровне* исследований эксперименты не проводят, а описывают явления, которые происходят непосредственно в природе. Например, наблюдения за ростом и развитием растений в зависимости от погодных условий, прохождением фенологических фаз, морозостойкостью и т.п.

В зависимости от познавательной или практической цели научные исследования условно подразделяют на фундаментальные и прикладные.

*Фундаментальные исследования* направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы. Их результатом является законченная система научных знаний и ориентация на использование этих знаний в определенной отрасли практической деятельности человека.

*Прикладные исследования* в агрономии направлены на изучение факторов жизни растений и взаимосвязей между растениями и средой, на создание перспективных сортов и гибридов. Главная задача этих исследований – разработка эффективных приемов повышения урожайности сельскохозяйственных растений и улучшения качества продукции. Прикладные исследования проводят путем выполнения научно-исследовательских работ, в результате чего получают экспериментальные данные.

Разновидностью прикладных исследований являются *поисковые исследования* – разработка принципиально новых агроприемов, создание сортов, комплексно устойчивых к болезням, вредителям, неблагоприятным условиям внешней среды. Одной из разновидностей прикладных исследований является также опытно-конструкторская работа.

### 1.3. Методы исследований

**Метод** – это упорядоченная деятельность исследователя, направленная на получение новых знаний. Используемые в агрономии методы подразделяют на общенаучные и конкретно-научные (специальные).

Из общенаучных методов в агрономии чаще всего используют выдвижение гипотезы, эксперимент, наблюдения, анализ, синтез, индукцию, дедукцию, абстрагирование, конкретизацию, аналогию, моделирование, формализацию, инверсию, обобщение и т. д.

#### Общенаучные методы

**Гипотеза** – научное предположение, истинное значение которого является неопределенным. Различают гипотезы как метод развития научных знаний и как составную часть научной теории. Если гипотезы выдвигают для развития знаний, то сначала высказывают определенные предположения, которые потом проверяют экспериментально.

Если гипотеза выдвинута на основе уже известных знаний, то она является обоснованным предположением. Кроме того, гипотезы могут быть простыми догадками. Например, выявилась низкая урожайность районированного сорта картофеля. Анализируя причину, можно выдвинуть несколько рабочих гипотез: уровень минерального питания низкий и его надо повысить; соотношение питательных элементов не соответствует требованиям культуры и сорта; при выращивании данного сорта не учитывают особенностей предшественников; нормы посадки картофеля не отвечают уровню плодородия почвы и т. д.

Каждую из гипотез выдвигают на основании того, что наблюдается на практике. Гипотезы проверяют в экспериментах (при выращивании данного сорта картофеля на различных уровнях минерального питания, соотношения питательных элементов, после различных предшественников, с разными нормами посадки и т. п.). Если при улучшении названных элементов агротехники урожайность и качество продукции не повышаются, то выдвигают предположение о необходимости замены данного сорта на другой, более перспективный.

Когда селекционер предлагает новый сорт определенной культуры, то рабочую гипотезу о перспективности данного сорта выдвигают на основе его характеристики, которую дает Госкомиссия по сортоиспытанию.

Гипотезы как догадки менее распространены в научных исследованиях, но они могут иметь большое значение (например, догадка Ньютона о законе всемирного тяготения, догадка Резерфорда о получении энергии от ядерных реакций, Либиха – о минеральном питании растений).

**Эксперимент** – метод познания, с помощью которого в искусственно созданных и контролируемых условиях изучают объекты и происходящие в них процессы. С помощью экспериментов проверяют гипотезы.

В эксперименте то или иное явление создают искусственно, не ожидая, пока оно появится в природе (орошают, удобряют, высевают семена разными нормами и на различную глубину, используют фунгициды, инсектициды, гербициды и т. п.). В одном и том же эксперименте можно изучать несколько явлений, при этом опыт становится многофакторным.

Экспериментально можно изучать не только отдельные элементы агротехники, но и целые технологии (например, новые технологии выращивания сельскохозяйственных культур в сравнении со старой). Эксперимент (опыт) – ведущий метод агрономических исследований вместе с выдвижением гипотез и наблюдениями.

**Наблюдения** – целенаправленное сосредоточение внимания исследователя на явлениях, происходящих в эксперименте, или на явлениях природы, их количественная и качественная регистрация. Цель наблюдений в научной агрономии – выявление лучших элементов агротехники, технологий, сортов, почв и т. п., способствующих повышению урожайности



и качества продукции. Основные требования к наблюдениям: получение однозначных результатов исследований; объективность и возможность контроля с помощью повторного наблюдения; использование для наблюдений точных приборов; правильная интерпретация результатов.

Примеры наблюдений: определение морозо-, зимо-, засухоустойчивости растений, повреждения вредителями, поражения болезнями и т.д. Кроме того, наблюдают явления природы: атмосферными осадками, температурой воздуха и почвы, влажностью воздуха, количеством солнечных и пасмурных дней, наступлением первых осенних и последних весенних заморозков, началом вегетации растений и ее окончанием, прохождением фаз у растений. В результате таких наблюдений можно сделать ценные выводы об агроклиматическом районировании различных культур и их сортов. Разновидностью наблюдений является учет урожая и качества продукции.

**Анализ** – метод исследований, с помощью которого исследуемый объект мысленно или физически разъединяют на составные части для детального изучения. Например, опыт сначала анализируют по каждой делянке, затем по повторностям, вариантам. Растения анализируют в динамике их роста через определенный интервал времени или же по фазам роста. Химический состав растений можно определять в отдельных его частях (листьях, стеблях, корнях, плодах), а можно и в целом растении. В корнеплодах сахарной свеклы путем химического анализа определяют содержание сахара, в зерне злаковых культур – белка, в клубнях картофеля – крахмала и т. д.

В научных исследованиях применяют несколько видов анализа. Известны математические, формально-логические и другие виды. Анализ как метод исследований используют в связи с синтезом.

**Синтез** – соединение объектов в единое целое. Задача синтеза – на основании детального анализа получать необходимые данные для выводов и обобщений. В определенной мере синтез противоположен анализу, но они взаимозависимы и взаимообусловлены. Например, анализируя данные каждого повторения опыта, исследователь вычисляет среднее арифметическое по каждой делянке, варианту. Анализ каждого варианта ведет к их объединению в опыте, после чего делают выводы, обобщения. Заключительный этап синтеза – рекомендации для производства.

**Индукция** – метод исследований, с помощью которого суждения ведут от фактов к конкретным выводам. Например, если листья растений желтеют в период вегетации, то делают вывод о недостатке азота; если они приобретают фиолетовый оттенок – о недостатке фосфора; если листья вянут – об ухудшении водного режима растений.

**Дедукция** – метод исследований, который позволяет с помощью анализа общих положений и фактов делать частные одиночные выводы.

Апробацию сортов сельскохозяйственных культур с помощью морфологических признаков тех или иных сортов проводят также с использованием дедуктивного метода. По фактическому соотношению питательных элементов в растениях или по визуальным показателям делают выводы об уровне обеспеченности сельскохозяйственных растений удобрениями также с применением дедуктивного метода.

**Абстрагирование** – мысленное выделение основного в объекте исследований, его наиболее существенных связей. Используют два типа абстрагирования: отождествление (для создания понятий о системах, классах) и изолирование (для выделения основного среди второстепенного, что наиболее важно в абстракции). Так, среди десятков вариантов агротехнического опыта исследователь выбирает самые эффективные, существенно отличающиеся от других. Селекционер выделяет среди сотен гибридов лучшие по наиболее важным показателям (не только по урожайности, но и по качеству продукции, стойкости к неблагоприятным условиям среды). С помощью абстракции можно прогнозировать результаты экспериментов, это универсальный метод познания.

Иногда используют абстракцию идеализации – мысленное представление объектов или процессов с оптимальными параметрами, пока реально не существующих. Так, идеальный сорт картофеля должен иметь высокую урожайность, отличные вкусовые качества, быть устойчивым к болезням, иметь высокое содержание сухого вещества и другое. Абстракцию идеализации используют сначала для создания теории, а потом для изучения в эксперименте и применения на практике.

**Конкретизация** – метод исследований, с помощью которого от абстрактного переходят к конкретному. Например, выделив в создании органического вещества основной процесс – фотосинтез – и поняв его сущность, исследователь мысленно возвращается к растению, его среде, к системе среда – растение, рассматривает взаимодействие растения со всеми факторами его жизни. Таким образом, методы абстракции и конкретизации взаимосвязаны, дополняют друг друга.

**Аналогия** – метод, благодаря которому знания об известных уже объектах, предметах, явлениях переносятся на другие, похожие на них. При этом вывод делается по аналогии. Так, если внедряют новый сорт картофеля и о нем известно, что он аналогичен районированному сорту Пригожий, то это значит, что он будет таким же ранним, устойчивым к раку и картофельной нематоде, будет так же слабо поражаться вирусными болезнями, как и сорт Пригожий.

Поскольку изолированно взятая аналогия не имеет доказательной силы, ее используют вместе с другими методами познания, придерживаясь следующих требований: аналогия должна основываться на существенных свойствах и большом числе общих качеств; связи между сравниваемыми показателями должны быть тесными; аналогия как метод должна выявлять не только схожесть объектов, но и разницу между ними. Метод аналогий, основанный на подобии показателей, предметов и явлений, является основой моделирования.

**Моделирование** – метод исследования объектов, процессов и явлений на их моделях. Сущность моделирования – замена объектов, которые трудно изучать, на специально созданные аналоги модели. Для того чтобы исследования на моделях были эффективными, каждая из них должна иметь черты оригинала. Если модель сохраняет физическую природу оригинала, то это физическая модель. Так можно моделировать почву, растительные клетки, органы, растения. Математическую модель не создают, объект лишь описывают соответствующими уравнениями (например, математическое описание урожайности определенной культуры или сорта в зависимости от условий внешней среды).

Пример самого простого моделирования в опытном деле – составление схемы опыта, вычерчивание в масштабе опытной делянки, схематичное изображение всего опыта с выделением повторений и обозначением места каждого варианта.

**Обобщение** – метод, с помощью которого мысленно переходят от отдельных факторов, явлений и процессов к отождествлению в мыслях; от одного понятия, суждения к более общему. Так обобщают результаты исследований для каждого повторения, затем для всего опыта, конкретного хозяйства, группы хозяйств, которые находятся в аналогичных почвенно-климатических условиях. Обобщать можно факты, суждения и научные теории. Для этого используют такие методы, как абстрагирование, конкретизация, анализ, синтез, индукция, дедукция и др.

#### **Специальные методы**

К специальным методам исследований относятся те, которые применяют в научной агрономии, поэтому их еще называют конкретно-научными. В эту группу входят лабораторный, вегетационный, лизиметрический, вегетационно-полевой, полевой, экспедиционный методы. Каждый из них можно использовать совместно с другими специальными и общенаучными методами.

**Лабораторный метод** используют для анализа растений и среды их обитания в лабораторных условиях для изучения взаимодействий растений с внешней средой, обмена веществ в растениях, оценки качества урожая, исследования физических, химических, микробиологических свойств почвы

С помощью химического анализа почвы в лаборатории определяют обеспеченность различных почв питательными элементами в зависимости от предшественника, обработки почвы, системы удобрений. Определяя содержание макро- и микроэлементов в растениях, массу растений и проводя расчеты, получают информацию о выносе из почвы питательных элементов теми или иными культурами.

Изучение влажности почвы, содержания в ней семян сорных растений, их корневищ и корневых отпрысков, анализ структуры и других физико-химических свойств почвы позволяет судить о степени ее окультуренности и пригодности для выращивания сельскохозяйственных растений. С помощью проращивания посевного материала в термостатах определяют всхожесть семян растений и др.

Лабораторный метод предполагает не только детальный анализ, но и всесторонний объективный синтез результатов исследований с последующей их проверкой на практике.

Без лабораторного метода исследований нельзя обойтись при проведении вегетационных и полевых опытов, его используют при выборе земельной площади для опытных участков, при планировании и проведении опытов. Лабораторный метод сопутствует другим специальным методам исследований.

**Вегетационный метод** – исследование растений, выращиваемых в сосудах в стеклянных домиках при строго контролируемых условиях внешней среды сроком от нескольких дней до нескольких месяцев. С многолетними растениями исследования можно проводить несколько лет. Основная цель вегетационного метода – изучать влияние отдельных факторов жизни растений, сущность процессов, которые происходят в растении, в почве и в системе почва – растение.

Вегетационный метод позволяет поддерживать в соответствии с программой исследований различные условия – влажность, обеспеченность питательными элементами, рН раствора, освещение, температуру и т.д. Однако результаты вегетационного метода нельзя непосредственно переносить на производственные условия. Влияние отдельных факторов жизни на продуктивность растений можно детально изучать лишь в природных условиях, т.е. в поле. Поскольку в вегетационных опытах условия среды четко регулируются, то количество вегетационных периодов (повторностей во времени) можно сократить до минимума.

Очень эффективным оказался вегетационный метод при изучении влияния различных внешних факторов на минеральное питание растений и обмен веществ в них, при исследовании зависимости роста растений от температуры корневой зоны и воздуха. С помощью этого метода изучают роль воды в питании растений, явления фотопериодизма и т.д. В вегетационных домиках можно сравнивать плодородие различных почв и эффективность выращивания на них сельскохозяйственных культур при одинаковых условиях.

Вегетационный метод имеет и недостатки. В вегетационных сосудах нет всех горизонтов почвы, которые свойственны полю, нет подпочвы и тех особенностей водного режима, которые складываются на полях под открытым небом. Часто в сосудах питательным субстратом служат песок, гравий, вода и т.п. Из-за этого вегетационный опыт не позволяет ответить на вопрос, как будет влиять изучаемый фактор на урожайность растений в полевых условиях. Еще один из недостатков – значительные материальные затраты на сооружение вегетационных домиков и их оборудование.

Вегетационный метод нередко используют параллельно с полевым. Д.Н. Прянишников, оценивая вегетационный и полевой методы, отмечал, что первый из них более точен, но меньше подходит для непосредственного внедрения его результатов в производство; второй, т.е. полевой, наоборот, менее точен, но более практичен. Поэтому эти два метода взаимно дополняют друг друга.

**Лизиметрический метод** – исследование растений и свойств почвы в поле для изучения баланса влаги и элементов питания. Такие исследования проводят в очень больших сосудах – лизиметрах, которые периодически взвешивают. Жизнь растений и свойства почвы изучают непосредственно в поле, где лизиметры устанавливают в выкопанные ямы так,

чтобы надземная часть растений находилась в тех же условиях, что и у окружающих растений. Дно лизиметра имеет отверстие, через которое собирают промывные воды в специальные поддоны для химических анализов.

В зависимости от целей исследований и размера самих растений высота почвы в лизиметрах может колебаться от 0,25 до 2 м (чаще всего 1,0-1,5 м). По способу наполнения почвой различают два типа лизиметров: с нарушением ее естественного сложения и с естественным строением (когда в лизиметр вставляют монолит, вырезанный из почвы). В насыпные лизиметры почву насыпают по горизонтам, просеивая, смешивая и уплотняя ее до естественного объема. В зависимости от задач опыта лизиметры могут быть с растениями или без них (черный пар).

Лизиметры делают из бетона (на 1-2 м<sup>3</sup> почвы) или из металла (диаметром 20-100 см), иногда используют металлические лейки диаметром до 50 см. для периодического взвешивания в верхней части делают отверстия или ушки, за которые их поднимают.

С использованием лизиметрического метода изучают следующие основные вопросы: динамику влажности почвы; передвижение атмосферных осадков и увлекаемых ими питательных веществ сквозь почву; состав воды, которая фильтруется через почву; вымывание минеральных солей из почвы и удобрений; потери питательных элементов в процессе многолетнего удобрения; транспирацию и испарение влаги почвой; водопроницаемость различных почв и др.

Несмотря на то, что лизиметрические исследования проводят в поле, их условия еще не очень близки к полевым. Для устранения этого недостатка используют вегетационно-полевой метод.

**Вегетационно-полевой метод** – исследование растений непосредственно в поле в металлических цилиндрах, т.е. в сосудах без дна. Этот метод является промежуточным между вегетационным и полевым.

Почва в цилиндрах отделена от почвы поля лишь сбоку, а снизу она контактирует с почвой в естественном состоянии или подпочвой. Такие цилиндры можно устанавливать не только на специально выделенных площадках, но и непосредственно на участках, где выращивают культуры, на различных агрофонах, на почвах различного типа, с различной экспозицией и крутизной склонов и т.п.

С помощью вегетационно-полевого метода изучают эффективность удобрений, плодородие генетических горизонтов почвы, моделируют условия почвенной среды. Для этого в цилиндры в зависимости от вариантов опыта вносят изучаемые элементы питания в разных дозах и соотношениях, создают различную реакцию почвенного раствора, плотность почвы и т.п. Вместе с тем в цилиндры можно высевать культуры, как в чистом виде, так и в смесях, с разной нормой посева и на разную глубину, с применением подкормок или без них.

Для опытов используют металлические цилиндры высотой от 0,3 до 1,0 м. Их закапывают или забивают так, чтобы верхняя часть цилиндра была на 10 см выше уровня почвы. Повторность должна быть, как минимум, 3-кратной. В контрольных вариантах создают такие условия, как и в поле, где установлены лизиметры. Таким образом, влияние факторов жизни растений изучают в условиях, близких к естественным.

Вегетационно-полевой метод применяют также в селекционной работе, агрометеорологии, земледелии и растениеводстве, где моделируют необходимые условия почвенной среды. А если использовать еще и передвижные климатические камеры из полиэтиленовой пленки, то можно моделировать и различные погодные условия в разные фазы развития растений, уменьшая отрицательное влияние погоды на формирование урожая.

Одно из преимуществ вегетационно-полевого метода заключается в том, что для его использования нет необходимости в специальных помещениях (вегетационных домиках, теплицах, фитотронах). Однако детальное изучение культур в естественных условиях возможно лишь при использовании полевого метода.

**Полевой метод** – это проведение полевых опытов (экспериментов). Основной метод научной агрономии, ибо с его помощью связываются теоретические исследования с практическими.

На основе полевых экспериментов разрабатывают рекомендуемые агроприемы, технологии и испытывают сорта для сельскохозяйственного производства.

Основная задача полевого метода – выявление достоверных различий между вариантами опытов, количественная оценка влияния факторов жизни на урожайность растений и качество продукции. Почти все важные научные проблемы агрономической науки решаются с помощью полевого метода исследований.

Несмотря на то, что полевой метод – основной в научной агрономии, его не следует противопоставлять другим специальным и общенаучным методам. Эффективность полевого метода значительно повышается в сочетании с другими методами, выбор которых определяется программой исследований.

**Экспедиционный метод** используют для изучения и обобщения агрономических вопросов непосредственно на производстве с помощью обследования посевов культур (и сортов).

Основные цели экспедиционных исследований: выяснение причин полегания культур, гибели озимых и многолетних трав; изучение условий выращивания высоких и низких урожаев сельскохозяйственных культур в отдельных хозяйствах, в районе или области; изучение причин ухудшения или улучшения качества продукции; определение содержания в продукции пестицидов, радионуклидов и нитратов, которое превышает допустимые нормы, и др. Во время экспедиционных обследований выявляют также распространение злостных и карантинных сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, целесообразную структуру посевных площадей, лучшие предшественники, наиболее рациональные севообороты, перспективные сорта для конкретных хозяйств, их групп, районов, определенных почвенно-климатических зон.

Этим методом целесообразно также исследовать эффективность способов, сроков и глубины обработки почвы. При выборе способов борьбы с эрозией почв с помощью экспедиционного метода сначала выявляют причины распространения эрозии, а затем факторы, которые способствуют ее предотвращению, в конкретных хозяйствах или районах.

Экспедиционный метод используют для почвенных обследований. При этом копают почвенные разрезы, описывают их, берут образцы почвы для физических и химических анализов.

Для изучения эффективности того или иного агроприема при экспедиционных обследованиях определяют урожайность сельскохозяйственных культур с учетом качества продукции. Урожайность за предшествующие годы берут из годовых отчетов. Собранные данные увязывают с погодными условиями за определенные годы (атмосферные осадки, температура и влажность воздуха, температура почвы и т.д.). Для детального анализа зависимостей пользуются соответствующими методами математической статистики.

## ГЛАВА 2. АГРОНОМИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ

### 2.1. Классификация опытов

Агрোনмические опыты объединяют в две большие группы: агротехнические и опыты по сортоиспытанию. Кроме того, опыты подразделяют на полевые, проводимые в естественных и искусственных условиях (в теплицах, вегетационных домиках, фитотронах и даже в космосе). Промежуточное положение занимают опыты в лизиметрах.

Полевые опыты для удобства их использования подразделяют: по месту проведения, по длительности, по числу изучаемых факторов, по географическому охвату объектов исследований (рисунок 2).



Рисунок 2 – Классификация агрономических опытов

### 2.2. Использование опытов для решения конкретных задач

**Мелкоделяночные опыты** используют для изучения глубины заделки семян, площадей питания, норм посева, способов внесения удобрений и т. д. В этих же опытах проводят первичную проверку совершенно новых агроприемов, доз гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, в том числе избыточных доз, которые могут угнетать растения или приводить к их гибели.

Соотношение сторон таких делянок может быть 1×2, 1×4, 2×2, 2×4, 2×5 м. Так как размеры делянок небольшие, то защитные полосы здесь не выделяют, а делают лишь узкие дорожки для прохода при осмотре делянок и проведении на них учетов и наблюдений. Число вариантов в мелкоделяночных опытах может быть либо незначительным (когда изучают узкий вопрос), либо большим, если надо сравнить много сортов новых культур или большой набор удобрений, пестицидов и т.п.

Повторность в этих опытах может колебаться от 3 до 8. Как правило, чем меньше площадь делянки, тем больше повторность.

**Лабораторно-полевые опыты** являются первым или вторым этапом полевых исследований после мелкоделяночных опытов. Выявив лучшие варианты в мелкоделяночных опытах, исследователь проверяет их в лабораторно-полевых экспериментах. Эти исследования можно проводить и без предварительной проверки на малых делянках, в частности при изучении вопросов с использованием механизации.

Основная цель лабораторно-полевых опытов – выявить взаимосвязь между растением и средой. Характерная особенность этих исследований заключается в том, что в них кроме многочисленных учетов и наблюдений в поле проводят всесторонние лабораторные исследования – химические анализы растений, почвы, структурный анализ урожая. Эти анализы дают возможность полнее выявить связи между опытными растениями и условиями их выращивания. Лабораторно-полевые опыты чаще бывают многофакторными. Число вариантов в них может составлять 20-30 и более.

Поскольку площадь опытных делянок в лабораторно-полевых опытах небольшая (11-50 м<sup>2</sup>), эти опыты проводят в 5-6-кратной повторности.

**Полевые опыты** позволяют изучать действия факторов жизни и условий агротехники на урожай растений и его качество. Главная задача полевых опытов – выявление не только лучших, эффективных вариантов, но и причин повышения или снижения урожая и его качества в зависимости от условий выращивания.

В условиях, близких к производственным, полевые опыты проводят с максимально возможной механизацией агротехнических приемов. Площади опытных делянок и их защитные полосы должны быть такими, чтобы можно было использовать необходимые сельскохозяйственные машины и орудия. Для культур с небольшой площадью питания (зерновые злаки, одно- и многолетние травы) используют опытные делянки площадью 50-100 м<sup>2</sup>, для пропашных культур – до 200 м<sup>2</sup>. В зависимости от конкретных условий и от целей опыта размер опытных делянок в полевых опытах может увеличиваться или уменьшаться.

Повторность в этих опытах, как правило, 4-5-кратная. Она может быть и большей, если плодородие почвы сильно варьирует. В мировом опытном деле наблюдается тенденция уменьшения размера опытных делянок при увеличении повторности. Это весьма эффективно при использовании малогабаритной техники.

Для полевых опытов выбирают несколько лучших вариантов из лабораторно-полевых, поэтому число вариантов в схеме уменьшают примерно до 10. Лучшие из них рекомендуют для применения на производстве.

**Сравнительные опыты** ставят в соответствии с требованиями методики полевых опытов в научных учреждениях или вузах. Площадь опытных делянок увеличивают до такого размера, чтобы можно было осуществить полную механизацию всех производственных процессов. Общая площадь таких опытных делянок может достигать до 3 га. Однако не следует увлекаться большими размерами, ибо это приводит к снижению точности опытов.

Точные сравнительные опыты ставят с небольшим числом вариантов (порядка четырех) и в 3-4-кратной повторности. Если плодородие почвы варьирует в пространстве, повторность опытов увеличивают. Поскольку в точных сравнительных опытах число сопутствующих учетов и наблюдений за растениями и внешней средой ограничено, то особое внимание уделяют учету урожая и его качеству – главным показателям эффективности агроприемов.

**Демонстрационные (показательные) опыты** призваны пропагандировать достижения науки и передового опыта непосредственно на производстве. Их закладывают в передовых показательных хозяйствах для наглядной демонстрации преимуществ новых технологий или сортов и гибридов в конкретных условиях района, а также в научных учреждениях и вузах. Методика этих опытов аналогична методике полевых опытов в научных учреждениях.

**Вегетационные опыты** чаще всего используются в искусственных условиях и проводятся в вегетационных домиках в специальных емкостях, называемых вегетационными сосудами. Эти сосуды могут быть стеклянными, металлическими, керамическими, деревянными. В качестве питательного субстрата чаще всего используют почву, иногда песок, гравий,

редко – воду. В зависимости от питательного субстрата вегетационные опыты подразделяют на почвенные, песчаные, водные, водногравийные и аэропонные культуры.

Основная цель вегетационных опытов – количественная оценка действия и взаимодействия факторов жизни растений в строго контролируемых условиях внешней среды. Здесь можно дозировать и контролировать почти все факторы жизни растений – питательный, водный, воздушный, температурный режимы, освещение и др.

В вегетационных опытах можно изучать: плодородие различных почв, их горизонтов, подпочв; влияние доз удобрений и соотношений элементов питания в них; рост растений в зависимости от температуры воздуха, питательного субстрата, его влажности и аэрации и т.п.

Все вегетационные опыты проводят на протяжении вегетационного периода, отсюда их название. В холодный период года вегетационные домики не отапливаются и опыты в них не проводят.

**Опыты в теплицах** можно проводить на протяжении всего года, как с листопадными, так и с вечнозелеными растениями. В теплицах круглогодично изучают влияние температуры и влажности, как питательного субстрата, так и воздуха, интенсивности освещения и его качества на растения. Их здесь выращивают не только в вегетационных сосудах, но и в коробах, а также на грядках, выделяя для этого часть теплицы с одинаковыми условиями внешней среды.

**Опыты в фитотронах** дают возможность изучать процессы жизни растений в зависимости от освещения, длины дня, влажности и температуры почвы и воздуха; определять оптимальные условия для роста и развития растений; выявлять приспособленность растений к неблагоприятным условиям среды; изучать стойкость растений и их сортов к возбудителям различных болезней и вредителям; выявлять экстремальные условия для растений; имитировать различные климатические условия; выращивать несколько урожаев в год, ускоряя селекционные процессы.

**Фитотрон** – это камера или комплекс камер для выращивания растений в строго регулируемых с помощью автоматики искусственных условиях. Самым простым фитотроном является вегетационный шкаф – маленькая камера площадью около 1 м<sup>2</sup>. Ухаживать за растениями можно через специальный люк в боковой стенке шкафа. Другой тип фитотрона – вегетационная камера – комната площадью около 5 м<sup>2</sup>. Растения выращивают здесь на стеллажах, входят в комнату через дверь. Наиболее совершенный вид фитотрона – станция искусственного климата – комплекс стационарных камер, размещенных в отдельном помещении. Здесь с успехом можно имитировать различный климат в соответствии с программой исследований и автоматически его регулировать.

### 2.3. Специфика опытов по сортоиспытанию

**Сортоиспытание** – это изучение и оценка сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в сравнении со стандартом (контрольным сортом). Различают станционное и государственное сортоиспытание.

**Станционное сортоиспытание** осуществляют в селекционно-опытных учреждениях, оценивая сорта и гибриды, выведенные в этом селекционном учреждении или в вузе. Цель станционного испытания – изучение и отбор лучших сортов и гибридов для передачи их в государственное сортоиспытание.

**Государственное сортоиспытание** – это заключительный этап селекционного процесса, после которого наиболее удачные сорта, гибриды, линии, популяции получают официальное признание как лучшие в сравнении со стандартами (контролями) по урожайности, качеству продукции, экономической эффективности, стойкости к болезням, вредителям, неблагоприятным условиям среды и т.д.



Сортоиспытание ведут в несколько этапов: расширенное, расширенное конкурсное, конкурсное, производственное, технолого-экономическое.

**Расширенное испытание (изучение)** проводят в коллекционных посевах научных учреждений и вузов при расширенном наборе сортов или гибридов по сокращенной программе. Основная задача при этом – выявить лучшие сорта и гибриды для включения их в расширенное конкурсное испытание на государственных сортоучастках или станциях.

**Расширенное конкурсное сортоиспытание** имеет основной задачей сократить сроки изучения сортов и гибридов, выявить реакцию каждого из них на изменяющиеся условия внешней среды, включая экстремальные. Весьма важно также установить стабильность и уровень количественных и качественных показателей, поражаемость сортов болезнями и повреждаемость вредителями, в короткий срок определить ареал сорта и его пригодность для интенсивной технологии выращивания.

**Конкурсное сортоиспытание** – это дальнейшее всестороннее углубленное изучение и оценка новых сортов, которые выделялись в предыдущем расширенном наборе по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням и вредителям, пригодности к новым технологиям возделывания, в сравнении со стандартами. В задачу конкурсного сортоиспытания входят также подготовка предложений о перспективности новых сортов для конкретной области или зоны и определение экономической целесообразности промышленного семеноводства.

**Производственное сортоиспытание** окончательно определяет пригодность сорта, выделившегося в конкурсном испытании, для новых технологий и определяет его экономическую эффективность. Эти испытания проводят либо на производстве, либо на государственных сортоиспытательных станциях с применением той технологии выращивания, которая принята в данном административном районе. Площадь посева каждого сорта для зерновых и крупяных культур должна быть не менее 2 га.

Основной научно-производственной единицей сортоиспытания является сортоучасток. Его организуют на базе лучших хозяйств либо научных учреждений и вузов.

### 2.4. Требования, предъявляемые к опытам

При проведении опытов необходимо: соблюдать принцип единственного логического различия; выдерживать правило целесообразности; проводить опыты с соблюдением их типичности; учитывать пригодность условий для проведения определенных опытов; соблюдать условие воспроизводимости результатов опыта в идентичных условиях; в случае необходимости вводить дополнительные контроли и варианты; проводить исследования на перспективных культурах и сортах; тщательно вести документацию опыта; проводить в опытах лишь те основные и сопутствующие учеты и наблюдения, которые необходимы для выполнения программы исследований; учитывать точность и достоверность опытов; определять взаимозависимости и взаимообусловленности между учитываемыми показателями опытов.

**Принцип единственного логического различия.** Согласно этому принципу (правилу) исследователь может изменять лишь изучаемый фактор при строгом постоянстве всех остальных условий опыта. Например, в однофакторном опыте изучают продуктивность капусты в зависимости от густоты посева. Согласно принципу единственного логического различия в этом опыте изменяют лишь густоту посева, остальные элементы агротехники (предшественник, удобрения, обработка почвы, сроки, глубина и способ посева, уход за посевами, метод уборки) должны быть одинаковыми. Лишь при такой постановке опыта можно выявить, какая густота посева конкретного сорта наиболее эффективна в определенной почвенно-климатической зоне.

**Правило целесообразности.** Среди сортов овса и других злаков есть стойкие и нестойкие к полеганию. Эта особенность сортов сильнее всего проявляется в годы с большим количеством осадков в фазы выхода растений в трубку – колошения. Сравнивать такие сорта при одинаковом плодородии почвы нецелесообразно, поэтому стойкие против полегания сорта, высевают после лучших предшественников, на площадях, хорошо удобренных органическими и минеральными удобрениями. Только в таких условиях полностью раскрываются потенциальные возможности сорта.

Различные сорта злаковых культур имеют неодинаковую степень кущения. Если все изучаемые в опыте сорта высевать с одинаковой нормой, то ко времени сбора урожая посевы одних сортов будут загущенными, а других – несколько изреженными. Сорта с высоким коэффициентом кущения, высевают с меньшей нормой, чем сорта с низким коэффициентом кущения.

На плодородных, хорошо обеспеченных влагой почвах нормы высева также снижают. Кроме того, их дифференцируют в зависимости от высоты растений. В соответствии с правилом целесообразности борьбу с болезнями проводят лишь на тех посевах, сортах или в тех вариантах опыта, где распространены болезни. Если среди испытываемых сортов или в отдельных вариантах опыта болезнь отсутствует, то применение фунгицидов нецелесообразно.

**Типичность опыта.** Опыты необходимо проводить в таких условиях, которые соответствовали бы природной зоне, почвам, особенностям выращиваемой культуры и сорту, уровню механизации, глубине залегания грунтовых вод, организационно-экономическим условиям и т.п.

В каждой почвенно-климатической зоне для опыта подбирают соответствующие зоне культуры с определенным соотношением их в структуре посевных площадей. В каждой почвенно-климатической зоне в агротехнических опытах необходимо использовать районированные, а также новые, наиболее перспективные сорта, которые через несколько лет после окончания исследований станут районированными.

В процессе исследований необходимо также учитывать типичность погоды. Это значит, что в большинство лет исследований количество атмосферных осадков и равномерность их распределения, температура и влажность воздуха, их колебания должны быть близкими к многолетним нормам. Лишь при таких условиях можно сделать объективные выводы для конкретных условий земледелия.

Системы обработки почвы, удобрения, нормы высева, сроки посева и глубина заделки семян также должны быть типичными для определенной зоны и соответствовать особенностям почвы, подпочвы, склонов и т.п.

Как правило, опыты проводят на типичных и окультуренных почвах, которые занимают наибольшие площади в зоне,

Типичность – одно из основных условий опыта. Нарушение правила типичности обесценивает опыт и приводит к тому, что его результаты не могут быть рекомендованы производству. Однако типичные условия могут быть пригодными для опыта не всегда.

**Пригодность условий для опыта.** Для проведения опыта на надежном методическом уровне необходимо соблюдать требование пригодности условий для опыта. Например, запланирован опыт по изучению доз минеральных удобрений от 30 до 150 кг д.в. на 1 га. Участок имеет типичную почву, склон, уровень грунтовых вод. В предшествующий опыту год на всей площади были внесены минеральные удобрения в дозе 180 кг д.в. на 1 га. Такая земельная площадь не пригодна для проведения опыта по изучению минеральных удобрений в дозах, значительно меньших, чем было внесено в предшествующий исследованиям год.

**Воспроизводимость результатов.** В соответствии с этим требованием исследователь, повторяя опыт во времени по идентичной методике и в аналогичных условиях, должен получить такие же результаты, как и в предыдущих опытах. Воспроизводимость результатов важна для проверки достоверности полученных ранее данных и уверенного внедрения лучших вариантов в производство.

Для воспроизведения опытов в аналогичных условиях исследователь должен детально описывать все эти условия: место проведения опытов (населенный пункт, район, область), почву (тип, гранулометрический состав, химические свойства, уровень грунтовых вод, экспозицию и крутизну склона), погоду, особенности предшественников, культуру и сорт, сущность агротехники выращивания, специфические особенности проведения опытов и т.п.

Необходимо тщательно описывать методику исследований: схему опыта и контроль, размер опытных делянок, соотношение их сторон, повторность, метод размещения вариантов, методику учетов и наблюдений, сроки выполнения работ и т.п.

В годы с разными погодными условиями, особенно по количеству осадков, температуре и влажности воздуха, урожайность и качество продукции в опытах могут меняться.

**Введение дополнительных вариантов и контролей.** Исследуя эффективность добавок микроэлементов к минеральным удобрениям (например, марганца к суперфосфату), кроме вариантов «без суперфосфата» и «марганизированный суперфосфат» необходимо ввести вариант «суперфосфат обычный» (т.е. без марганца). Для изучения чистого действия марганца вводят еще один вариант – «марганец» в дозе, которую добавляют к марганизированному суперфосфату. Тогда в схеме будет достаточное число вариантов, чтобы полностью ответить на поставленные в опыте вопросы. Аналогично составляют схемы в опытах с изучением новых форм удобрений, вводя дополнительные варианты.

В опытах, где изучают вопросы подкормок пропашных культур во время междурядного рыхления почвы, к вариантам опыта (без подкормки и с подкормкой) добавляют вариант с междурядной обработкой, но без удобрений. Без этого варианта нельзя выяснить, что же действует – подкормка или рыхление почвы. Изучая некорневое питание в растворе воды, в схему опыта необходимо дополнительно включить вариант с чистой водой.

Чистый контроль обязательно вводят в опытах, где изучают действие фунгицидов, инсектицидов и других препаратов по защите растений, для обоснования целесообразности применения тех или иных пестицидов против конкретных болезней и вредителей.

Изучая вопросы протравливания семян перед посевом определенными препаратами, в схему опыта вводят следующие варианты: без протравливания; с протравливанием (например, фундазолом или гранозаном) в 10 л воды на 1 т семян; замачивание семян в 10 л воды без фундазола или гранозана. Последний вариант введен в качестве дополнительного контроля для того, чтобы вычленить влияние воды и пестицида.

**Проведение исследований на перспективных сортах.** Все опыты рекомендуется проводить, как правило, с районированными сортами. Длительность исследований может составлять 3-5 лет в зависимости от культуры.

Для выявления перспективных сортов перед постановкой опыта исследователь обычно консультируется со специалистами госсортоучастков, обслуживающих определенные зоны, а также соответствующих областных госсортоинспекций. Не следует брать для агротехнических опытов сорта, исключенные из районирования.

**Ведение документации.** Вся научную документацию ведут с соблюдением определенных правил: своевременность записей, полнота сведений об опыте, однотипность записей в динамике вегетационного периода и по годам, достоверность и точность.

Вся документация делится на основную и дополнительную.

*Основная документация* – полевой журнал (дневник исследователя), главная книга опыта, рабочая программа и отчет о научно-исследовательской работе.

*Дополнительная документация* – лабораторный журнал, рабочая тетрадь, таблицы разных форм для всесторонних анализов, ленты самописцев и т.п.

Если опыт проводят в поле, то дневник исследователя называют полевым журналом. В полевой журнал записывают место проведения опыта (область, район, хозяйство, севооборот, номер поля); схему опыта; представляют схематический план опыта с выделением повторений, указанием места каждого варианта; дают чертеж опытной делянки с указанием ширины и длины учетной площади делянки. Здесь же описывают условия проведения опыта:

почву, рельеф, предшественники, сроки внесения и дозы удобрений, нормы высева семян и их качество, сроки посева, состояние всходов. Описывают уход за посевами, методику всех учетов и наблюдений, фиксируют нарушения методики исследований и агротехники выращивания. Указывают причины изреживания или уничтожения посевов вредителями, приводят результаты поражения растений болезнями и повреждения вредителями, данные фенологических наблюдений. Указывают также места и площадь выключек на опытных делянках, места выбракованных делянок, результаты урожайности и качества продукции, данные физических и химических анализов почвы и растений. Приводят результаты математической обработки методами вариационной статистики, данные экономической эффективности агроприемов и сортов.

В полевом журнале собрана не только главная, но и детальная информация об опыте. Содержание журнала может видоизменяться в зависимости от цели опыта и исследуемой культуры.

*Главная книга* опыта отличается от полевого журнала тем, что ведется только в лаборатории. В нее переносят всю основную информацию из полевого журнала. Кроме того, в главной книге опыта излагают всю программу исследований: тема с научным обоснованием, методы исследований (общенаучные и специальные), рабочие гипотезы или несколько конкурирующих. В главной книге опыта приводят схему опыта с выделением контрольных вариантов, размеры опытных делянок, представляют схему опыта в виде чертежа. Описывают методики учетов и наблюдений с указанием их авторов, указывают сроки проведения этих учетов, а также агротехнических работ, отбора образцов. Кроме того, в главную книгу опыта переносят из полевого журнала результаты всех учетов и наблюдений с основными статистическими показателями.

*Рабочую программу* составляют на весь период исследований, т.е. на несколько лет. Кроме того, на каждый год работы составляют годовые планы научно-исследовательской работы. Один из разделов такого плана – *календарный план*, где в хронологическом порядке указывают все работы и сроки их проведения на протяжении года.

Примерный план рабочей программы (в скобках указан приблизительный объем в страницах): введение (1); обзор научной литературы (10); условия проведения опыта – место, почва, погода, агротехника, сорта (3); методика исследований – схема опыта, чертеж делянки и всего опыта, методика учетов и наблюдений (5); календарный план всех работ в опыте (4); список использованной литературы (3).

*Годовой отчет о научно-исследовательской работе.* В тексте отчета приводят только средние арифметические данные каждого варианта опыта, а в приложении – данные по повторностям с соответствующей статистической обработкой. Главный раздел отчета – выводы и рекомендации производству. Для внедрения их в производство составляют специальные акты. После завершения темы научных исследований готовят итоговый отчет за все годы работы. По результатам исследований пишут научные статьи, рефераты, предложения, рекомендации.

Дополнительной документацией опытов являются лабораторные журналы с таблицами для отдельных учетов, наблюдений, анализов растений и окружающей их среды (определение физических и химических свойств почвы, качества продукции, ее дегустационная оценка и т.п.).

Учет не только основных, но и сопутствующих показателей. Учет основных показателей – урожайности и качества продукции – дает возможность выявить лучшие и худшие варианты опыта, т.е. повышение или снижение урожая и его качества, по сравнению с контролем. Однако целью научного исследования является еще и объяснение причин такого повышения или снижения. Для этого проводят сопутствующие учеты и наблюдения, подбор которых зависит от темы и задач опыта.

Так, в опытах с дозами, сроками, способами внесения удобрений, соотношением в них питательных элементов, видами и формами удобрений сопутствующими показателями будут: содержание элементов питания в почве и степень их доступности растениям; динамика влажности и аэрации почвы, от которых зависит усвоение растениями удобрений; динамика процессов роста растений и поглощения питательных элементов; химический состав продукции и т.п.

В опытах с изучением предшественников для конкретных культур учитывают: засоренность посевов сорняками; наличие семян сорных растений в различных горизонтах пахотного слоя, а также корневых отпрысков и корневищ злостных сорняков; распространение болезней и вредителей; влажность почвы; ее питательный режим и др.

Изучая сроки, способы и глубину обработки почвы, принимают во внимание не только урожайность и качество продукции, но и структуру урожая, влажность почвы, ее водопроницаемость, плотность и другие физические свойства.

При сортоизучении обязательно проводят сопутствующие фенологические наблюдения, а также изучают стойкость сортов к полеганию и осыпанию семян, способность зерна к вымолачиванию, устойчивость против болезней, вредителей, засухоустойчивость, морозо- и зимостойкость озимых.

Без учета сопутствующих показателей опыты нельзя считать полноценными, так как невозможно полностью выявить причины эффективности изучаемых вариантов и сортов.

**Необходимость определения достоверности разниц между вариантами.** Достоверность опыта определяют при сравнении расчетного критерия Фишера (фактического) с теоретическим. Если фактический критерий больше теоретического (его находят по таблицам), то делают вывод о статистической достоверности всего опыта. Это означает, что между некоторыми средними арифметическими отдельных вариантов опыта есть достоверная разница. Для выделения таких вариантов рассчитывают наименьшую существенную разность (НСР). Если разность между средними арифметическими любой пары вариантов будет большей, чем НСР, то делают вывод о достоверности различий на определенных уровнях доверительной вероятности (значимости).

**Снижение ошибок и повышение точности опыта.** *Точность опыта* – это степень близости его результатов к истинному значению.

Иногда исследователи в научных работах ограничиваются лишь расчетами НСР и не приводят значения относительных ошибок опыта. Отсутствие числового значения ошибок не позволяет сделать вывод о точности проведенного опыта. Точность опыта – это один из основных показателей качества опытной работы. Исследователь должен быть точным во всем, начиная с выравнивания плодородия почвы под опыт и кончая обобщением результатов исследований. Чем ниже числовое значение ошибок, тем выше точность опыта. Различают три основных вида ошибок: систематические, грубые и случайные.

*Систематические ошибки* – это постоянное завышение или занижение результатов опыта под действием определенных факторов. Такими факторами могут быть закономерное изменение плодородия почвы в каком-то направлении, неисправность используемых в опыте приборов и т. п. Поскольку систематические ошибки являются однонаправленными, т. е. искажают результаты в одном направлении, они не могут взаимно погашаться и поэтому снижают точность опытов. Уменьшить систематические ошибки можно путем правильного планирования, закладки и проведения опытов.

*Грубые ошибки* – это просчеты, промахи в работе. Например, можно ошибиться при снятии показаний прибора, при записи. Иногда на опытных делянках путают этикетки, дважды вносят удобрения на какой-то делянке, не на ту глубину обрабатывают почву и т.д. Из-за грубых ошибок приходится браковать отдельные делянки, повторения или даже весь опыт.

*Случайные ошибки* обусловлены неизвестными, непредвиденными факторами и поэтому неизбежны. Они появляются под влиянием случайного варьирования плодородия

почвы или урожайности самих растений. Такие ошибки могут завышать или занижать результаты исследований, т.е. они разнонаправлены. Весьма существенно, что случайные ошибки взаимно компенсируются, поэтому с увеличением числа наблюдений погрешности опыта уменьшаются. Методы математической статистики позволяют определить величины случайных ошибок и вычленить их из общего варьирования экспериментальных данных,

**Зависимости между показателями опыта.** Объекты исследований – почва, растения, их органы взаимосвязаны и зависят от комплекса условий внешней среды. Эти связи весьма разнообразны, они могут быть прямыми и обратными, существенными и несущественными, закономерными и случайными, постоянными и временными, сильными и слабыми, прямолинейными и криволинейными.

Наиболее сложные связи существуют в биологических объектах (в частности, зависимость растений от условий среды). Атмосферные осадки, почвенная среда, температура и влажность воздуха, долгота дня и ночи влияют на рост и развитие растений, их устойчивость к болезням и вредителям, а также на формирование урожая. Практика научной работы показывает, что выявить связи между этими факторами лишь с помощью логического анализа почти невозможно. На помощь приходят методы математической статистики, в частности корреляционные и регрессионные анализы. Однако и такие анализы, сделанные для двух, пусть даже и самых важных показателей (например, урожай и дозы удобрений), не дают полной информации для исследователя. Необходимо изучать множественные зависимости между урожаем, его качеством и всеми теми условиями, которые на них влияют. Для глубокого понимания этих процессов исследователь должен иметь отличные знания не только в определенной области науки, но и в смежных областях. Так, изучая эффективность удобрений, надо досконально знать агрохимию, почвоведение, растениеводство, физиологию растений, микробиологию, защиту растений и многие другие науки.

## ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Элементы методики опытов: число вариантов в схеме опыта, число контролей и их частота, размеры опытных делянок, ширина защитных полос, форма опытных делянок и их ориентация на местности, повторность и повторение в опытах, размещение вариантов, учеты и наблюдения и др.

Для одного и того же опыта можно составить несколько методик, но для работы необходимо выбрать одну, наиболее целесообразную, на все годы проведения данного опыта. Правильный выбор элементов методики опыта – весьма ответственная задача.

### 3.1. Число вариантов в опыте

Варианты опыта могут быть количественными (дозы удобрений, нормы орошения, площади питания растений, глубина вспашки и т.п.) и качественными (сорта культур, типы почв, формы удобрений и др.). Подбирая варианты в схему опыта, исследователь должен обеспечить их оптимальное число для конкретной темы и условий опыта. В однофакторном опыте минимальное число вариантов равно 5. В опытах с качественными вариантами, например с сортами, число вариантов определяется наличием районированных и перспективных сортов и гибридов, т.е. их может быть несколько десятков. Иногда и число количественных вариантов бывает большим, особенно в многофакторных опытах.

На земельных площадях, где проводят опыты, плодородие почвы может варьировать в разной степени. Чем больше площадь под опытом, тем больше это варьирование. Таким образом, увеличение числа вариантов приведет к росту площади под опытом и увеличению варьирования ее плодородия, что, в свою очередь, снизит точность опыта.

### 3.2. Число контролей и их частота

В схеме опыта может быть не один, а два контроля и больше. Например, при изучении доз органических удобрений в качестве контроля берут ту дозу, которую применяли раньше, до постановки данного опыта, – это так называемый производственный контроль. Вторым контрольным вариантом – без органических удобрений, его чаще всего используют для научных целей.

Если дозы минеральных удобрений изучают на фоне органических удобрений, то здесь возможно наличие трех контролей: 1) дозы минеральных удобрений, используемые в хозяйстве (производственный контроль); 2) без минеральных удобрений; 3) органические удобрения без минеральных (агрофон).

При изучении доз гербицидов также используют три контроля: 1) доза гербицида, применявшаяся в хозяйстве до постановки данного опыта; 2) без гербицида, но с механической борьбой с сорняками; 3) без механической борьбы с сорняками.

В опытах по сортоиспытанию в качестве контрольного сорта (стандарта) берут не только районированные, но и перспективные сорта.

Весьма важный элемент опыта – частота контролей. Иногда некоторые делянки выпадают из опыта по случайным причинам – заиливание, наезды транспорта, погрывы, хищения. При выпадении одного из вариантов или сорта опыт обедняется именно этим вариантом, сортом. Но когда выпадают делянки с контрольными вариантами (стандартами), а число оставшихся делянок недостаточно для вычисления точных значений средних арифметических, то обесценивается весь опыт. Для обеспечения надежной точности опыта число контрольных делянок должно быть больше, чем повторений в опыте. Если в опыте много вариантов, то на

каждые 8-10 вариантов выделяют контрольные делянки (стандарты). На частоту контрольных делянок влияет и пестрота плодородия почвы опытного участка – чем она больше, тем больше должна быть частота контролей.

### 3.3. Размер опытных делянок

Опытная делянка состоит из учетной и защитной частей. Размер опытных делянок обычно указывают по их учетной части, т.е. без защитных полос. Площадь делянок зависит от вида опыта: в микроопытах – менее 1 м<sup>2</sup>, в мелкоделяночных – 1-10, в лабораторно-полевых – 10-50, в полевых – 50-200 м<sup>2</sup>. В производственных условиях площади делянок могут составлять от 2000 м<sup>2</sup> до 1-2 га.

На размер делянок также влияет тема исследований. В полевых опытах, где изучают площади питания, сроки посева, глубину заделки семян, используют делянки размером 50-100 м<sup>2</sup>.

Изучаемая в опыте культура также влияет на выбор размера делянок. Чем больше растений произрастает на единице площади, тем меньше размер опытной делянки, и наоборот. Например, для зерновых колосовых культур, крупяных, зернобобовых, многолетних и однолетних трав используют делянки площадью 20-30 м<sup>2</sup>. Полевые опыты с кукурузой, свеклой, картофелем и другими пропашными культурами ставят на делянке площадью 75-150 м<sup>2</sup>.

Размер опытных делянок тесно связан с числом повторностей: чем больше повторностей в опыте, тем меньше размер опытных делянок, при уменьшении повторности площадь делянок увеличивают. Если при 3-4-кратной повторности полевого опыта со злаковыми культурами размер опытных делянок составляет 50-75 м<sup>2</sup>, то при 5-6-кратной повторности его уменьшают до 20-30 м<sup>2</sup>.

Число изучаемых в опыте вариантов также влияет на размер опытных делянок. При большом числе вариантов увеличивается общая площадь опыта, а с ней и варьирование плодородия почвы, что снижает точность опыта. В таком случае целесообразно уменьшить размер делянок, но увеличить повторность, что приведет к уменьшению общей площади под опытом, уменьшению территориального варьирования плодородия почвы и повышению точности.

### 3.4. Ширина защитных полос

В зависимости от условий, технологии выращивания культур или сорта, которые изучают в опыте, рост растений может быть усиленным, ослабленным или средним. Более высокие и густые растения, имеющие большую кустистость, будут угнетать те, которые расположены рядом, на соседних делянках. В результате объективное сравнение агротехнических приемов или сортов окажется невозможным, будет нарушаться правило единственного логического различия.

Для предотвращения влияния растений соседних делянок, т.е. одних вариантов на другие, между делянками предусматривают защитные полосы, или ряды – продольные и поперечные. Их ширина зависит от степени влияния того или иного агроприема или сорта, поэтому в разных опытах защитные полосы (защитки) имеют различную ширину. Чем сильнее влияние агроприемов или сортов, тем шире защитки. В пределах одного опыта они должны быть одинаковыми.



### 3.5. Форма опытных делянок

Опытные делянки имеют прямоугольную форму с разным соотношением сторон. Делянки условно считают короткими, если их длина в 2-10 раз больше ширины, и длинными, когда длина делянки превышает ее ширину более чем в 10 раз. Точность исследований при удлиненных делянках значительно выше; поэтому удлиненные делянки более эффективны.

Оптимальное соотношение длины и ширины делянки зависит и от размера самой делянки: для делянок площадью 20-200 м<sup>2</sup> лучшим соотношением является 5-10, а для делянок большого размера – 10-20.

Правильная ориентация опытных делянок на местности способствует уменьшению ошибок, повышению достоверности и точности опытов.

Необходимо обращать внимание на форму не только опытных делянок, но и отдельных повторений и всего опыта. Все повторения должны быть если не квадратными, то близкими к квадрату, иметь одинаковые размеры и соотношения сторон. Это возможно, если отношение длины делянок к их ширине равно числу вариантов опыта.

### 3.6. Повторность и повторения в опытах

Для того чтобы опыты были методически достоверными и точными, их повторяют в пространстве и во времени. Повторность в пространстве – это число делянок с одинаковыми вариантами в опыте. Повторность во времени – это число краткосрочных опытов в искусственных условиях (в лабораториях, теплицах, фитотронах) на протяжении одного года (нескольких лет в полевых условиях).

Увеличение повторности в пространстве ведет к снижению относительной ошибки опыта и, следовательно, к повышению его точности. Повторность зависит также от соотношения длины и ширины делянки. Длинные делянки обеспечивают более высокую точность опыта, повторность при этом может быть меньше, чем в опыте с короткими делянками. Например, одинаковую точность гарантируют опыты с таким соотношением сторон: 1:2 – при повторности, равной 6; 1:3 – при 4; 1:5 – при повторности, равной 3. Для квадратных делянок такая же точность опыта может быть достигнута при значении повторности 8. Таким образом, за счет удлиненных делянок повторность в опыте можно уменьшить с 8 до 3-4.

С увеличением площади опытных делянок с 50 до 250 м<sup>2</sup> ошибку опыта можно снизить с 8,3 до 5,6 %, а при увеличении повторности с 2 до 10 – с 7,1 до 3,2 %, т.е. более чем в 2,2 раза. При увеличении размера опытных делянок, числа вариантов и повторности значительно увеличивается площадь под опытом. При этом возрастает варьирование плодородия почвы, что приводит к увеличению ошибки опыта. Оптимальное соотношение между этими и другими элементами опытов можно найти при планировании опытов по разработанной для персонального компьютера программе.

В опытах, размещенных методом латинского квадрата, число вариантов ограничивается четырьмя семью, а повторность, как правило, равна числу вариантов. При размещении опытов методом латинского прямоугольника число вариантов должно быть кратным повторности. Так, в опыте с 12 вариантами может быть 3, 4 или 6 повторностей, а с 15 вариантами – 3 или 5.

В опытах с сортоиспытанием рекомендуется использовать делянки площадью 50 м<sup>2</sup> при повторности, равной 4-6.

Итак, повторность необходимо оптимизировать в каждом конкретном опыте.

## ГЛАВА 4. РАЗМЕЩЕНИЕ ВАРИАНТОВ В ОПЫТАХ

**Метод размещения** – это чередование вариантов на опытных делянках в зависимости от задач и конкретных условий внешней среды (формы участка, варьирования плодородия почвы, направления склона и др.). Выделяют три основные группы методов: случайные, систематические, стандартные (рисунок 3).

При использовании *случайного метода* (или рендомизации) место вариантов определяют по таблице случайных чисел или по жребию. Случайный метод размещения имеет несколько разновидностей: рендомизированные повторения, полная рендомизация, латинский квадрат, латинский прямоугольник, расщепленные делянки, метод смешивания.

*Систематический метод* предполагает размещение вариантов в последовательности, записанной в схеме опыта, поэтому его называют еще последовательным. Его разновидности – многорядное, одно- и многорядное размещение.

При *стандартном методе* возле каждого варианта (сорта) размещается контрольный (стандартный) вариант (сорт).

Если стандарт размещается через одну делянку, то это ямб-метод, если через две – дактиль-метод.

Если опытные делянки делят поперек на маленькие деляночки (парцеллы), то это парный метод П.Н. Константинова.



Рисунок 3 – Классификация методов размещения вариантов в опытах

## ГЛАВА 5. ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ДЛЯ ОПЫТОВ

Перед выбором участка для опыта рассчитывают, какая требуется площадь. В соответствии с задачами и видом опыта определяют число вариантов, размер и форму опытных делянок.

При выборе участка проводят почвенно-биологическое обследование, изучают историю поля, его растительный покров, рельеф, микрорельеф. В соответствии с опытной культурой подбирают пригодные для нее и типичные для местности условия: почвы, подпочвы, уровень грунтовых вод. На выбранной площади проводят уравнильные и рекогносцировочные посевы.

При выборе площади для опыта исходят из программы исследований, комплекса природных условий и биологических требований растения. Рельеф, крутизна склона, его экспозиция, почва, подпочва и уровень грунтовых вод должны быть идентичными тем условиям, в которых выращивают опытную культуру в конкретной почвенно-климатической зоне, области, районе. В опыте необходимо соблюдать производственную типичность, ориентируясь на лучшие хозяйства с передовой агротехникой.

Для определенных культур подбирают соответствующие предшественники. Особое внимание при выборе площади для опыта уделяют однородности почвы, склона. Опыт можно размещать и на разных почвах и склонах в тех случаях, когда почвы или склоны являются объектами исследований.

Рельеф опытного участка должен быть выровненным, а крутизна склонов и их экспозиции типичными для зоны, в которой планируется проведение опыта.

Детальное обследование почвы необходимо для того, чтобы более объективно выделить повторения будущего опыта и правильно выбрать соответствующий метод размещения вариантов.

### **История поля**

В период обследования участка детально описывают историю поля. Определяют, где и какие культуры выращивались в предшествующие годы, после каких предшественников и предпредшественников. Желательно знать историю поля за 2-3 года до закладки опыта, а еще лучше – за всю ротацию севооборота.

Особенно внимательно нужно выявлять факторы, сильно влияющие на плодородие почвы: известкование; внесение минеральных и органических удобрений в больших дозах или систематическое их внесение в течение нескольких лет; длительное выращивание многолетних трав. Последствие многих из перечисленных факторов продолжается 2-3 года и более. Если плодородие сильно колеблется и закладку опыта нельзя отложить на несколько лет, чтобы его выровнять, то участок надо браковать. При изучении истории полей обращают внимание также на степень окультуренности почвы – глубину пахотного слоя, уровень плодородия почвы, pH почвенного раствора, наличие семян сорняков и т.д. Сильная засоренность, в частности такими злостными сорняками, как корнеотпрысковые и корневищные, свидетельствует о низкой культуре земледелия. Без предварительного уничтожения сорняков закладывать опыт на такой площади нельзя.

### **Растительный покров**

Высокая урожайность культур в предшествующие опыту годы свидетельствует о плодородии почвы, ее окультуренности и пригодности для опыта. При изучении растительного покрова особое внимание обращают на наличие растений-индикаторов. Хвощ полевой, щавель свидетельствуют о кислотности почвы, произрастание лишайников говорит о сильном обеднении почвы питательными веществами, наличие на поле щучки, камыша означает заболоченность местности.

Намеченный для опыта участок изучают сначала по материалам прежних почвенных исследований и по агрохозяйственной карте, затем приступают к изучению рельефа, микро-рельефа и почвы непосредственно в поле.

### **Рельеф и микрорельеф**

Рельеф участка должен быть типичным для района исследований и способствовать защите опытных растений от действий сильных ветров. Экспозиция склона влияет на рост и урожайность опытных растений, продолжительность безморозного периода на южных склонах может увеличиться на 30 дней. Для обеспечения одинаковых условий в пределах одного и того же опыта участок должен иметь одинаковые экспозицию и рельеф.

Даже на небольших склонах необходимо предусмотреть и организовать противозрозионные мероприятия с тем, чтобы избежать потерь верхнего плодородного слоя почвы, чтобы опытные делянки не заливали талые воды или ливневые дожди. Особое внимание уделяют этому в опытах с удобрениями, чтобы удобрения не переносились на другие делянки с атмосферными осадками или при орошении.

Так как на результаты опыта может влиять не только рельеф, но и микрорельеф (бугорки, «блюдца», канавки, ровики), площадь будущего опыта необходимо тщательно выровнять.

### **Расстояние опытного участка от элементов местности**

Площадь для опыта выбирают на расстоянии не менее 50-70 м от леса для того, чтобы устранить отрицательное его влияние на исследуемые растения. Опытный участок располагают на расстоянии не менее 15-20 м от сплошных изгородей, чтобы не нарушать воздухообмен и не затенять опытные растения. На таком же расстоянии должны быть грунтовые дороги, чтобы пыль не попадала на опытные делянки. Опыт закладывают подальше от магистральных дорог во избежание вредного влияния выхлопных газов. Нецелесообразно выбирать опытные участки вблизи населенных пунктов, где домашние животные могут стравливать посева. Кроме того, через опытные посева жители населенных пунктов иногда протаптывают дорожки. Для предотвращения этого опытный участок должен быть огорожен.

## ГЛАВА 6. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ В ОПЫТАХ

В опытах различного направления проводят множество разнообразных наблюдений и учетов. Наиболее важные среди них: метеорологические наблюдения, определение агрофизических и агрохимических показателей плодородия почвы, учет засоренности почвы и посевов, фитопатологические и энтомологические учеты, оценка посевов по биометрическим показателям, учет урожая, анализ растениеводческой продукции.

### Метеорологические наблюдения

Наблюдения за элементами погоды в обязательном порядке проводят в тех опытах, где объектом исследований являются растения или среда их обитания. В первую очередь надо учитывать те явления погоды, которые могут серьезно повлиять на условия роста и развития возделываемой культуры (сильные морозы, продолжительная засуха, ураганные ветры, ливни, град и т.д.).

Сравнивая результаты метеорологических наблюдений в годы проведения опыта с многолетними данными, экспериментатор может сделать вывод о типичности погодных условий года и установить характер взаимосвязей между урожаем и отдельными элементами погоды или метеорологическими явлениями.

Основные метеорологические факторы – количество осадков, относительная влажность и температура воздуха. Однако часто исследователь дополнительно должен учитывать температуру почвы, атмосферное давление, скорость и направление ветра, фотосинтетически активную радиацию (ФАР), глубину промерзания почвы и др.

Метеорологические наблюдения ведут в стационарных (метеостанции и метеопосты) и полевых условиях. Данными метеостанций и метеопостов можно пользоваться лишь тогда, когда они находятся на расстоянии не более 5-6 км от места проведения агрономических опытов.

### Физические свойства почвы

Наиболее важные показатели физического состояния почвы – влагообеспеченность, объемная масса, или плотность, строение пахотного слоя и его оструктуренность. Можно пользоваться несколькими методами определения этих показателей.

### Агрохимические показатели почвы

Агрохимические показатели почвенной среды определяют в результате анализа образцов почвы. Почвенный образец должен быть репрезентативным, ведь по его анализу судят обо всей делянке, с которой он был отобран.

На каждой делянке полевого опыта отбирают один объединенный образец, который готовят из 8-10 индивидуальных проб, взятых по диагонали делянки бурами (или лопаткой) из всего корнеобитаемого слоя. Пробы тщательно перемешивают и из всей массы отбирают объединенный образец массой 400-500 г.

В вегетационных опытах почвенные образцы отбирают из каждого сосуда отдельно с обеих сторон от растения буром на всю глубину сосуда. В лизиметрических опытах образцы почвы берут после уборки урожая. Для этого площадь лизиметра делят на квадраты (по 0,25 м<sup>2</sup>), из которых бурами отбирают индивидуальные пробы почвы. После их смешивания из общей массы отбирают объединенный образец массой 300-400 г, а остальную почву возвращают на место ее отбора.

Отобранные образцы почвы расстилают тонким слоем для сушки в лаборатории или другом хорошо проветриваемом помещении. На почву не должны попадать прямые солнечные лучи. Когда почва достигнет воздушно-сухого состояния, из образцов тщательно отбирают пинцетом все примеси (растительные остатки, камешки, насекомых и др.), почву про-

сеивают через сито отверстиями диаметром 2 мм и сыпают в бумажные пакеты или полиэтиленовые мешки, где ее можно сохранять до 1 года. Образцы почвы, отобранные при закладке стационарных опытов, сохраняются в плотно закрытой стеклянной посуде в течение более длительного срока. Если образцы почвы анализируют в состоянии природной влажности, срок их сохранности сокращается до 5 ч после отбора.

В почве определяют сумму поглощенных оснований, реакцию почвенного раствора (рН), гидролитическую кислотность, степень насыщенности почвы основаниями, общий и нитратный азот, подвижные формы фосфора и калия, содержание гумуса.

### Учет засоренности посевов

В исследовательской работе используют три основных метода учета засоренности посевов: глазомерный, количественный и количественно-весовой.

Глазомерный метод заключается в том, что исследователь, обходя поле по краям и по диагонали, оценивает засоренность посевов определенной культуры по 4-балльной шкале:

- 1 – встречаются лишь единичные сорняки;
- 2 – сорняков мало, но они уже не единичные;
- 3 – сорняков много, но меньше, чем культурных растений;
- 4 – сорняков значительно больше, чем культурных растений.

Средний балл засоренности поля выводят на основе оценок засоренности отдельных его участков. Засоренность посевов определяют несколько раз – в начале, середине и в конце вегетации. Каждый раз наряду с оценкой засоренности в баллах указывают биологические группы наиболее распространенных сорняков.

Количественный метод позволяет получить сведения не только о видовом составе сорняков, но и об их количестве на единицу площади. По диагонали делянки небольшого размера в пяти местах через равномерные промежутки на поверхность почвы накладывают рамку площадью 0,25 м<sup>2</sup> (0,5 × 0,5 м) или 1 м<sup>2</sup> (1 × 1 м).

В пределах каждой рамки подсчитывают общее число сорняков, выделяя малолетние и многолетние. Кроме того, отдельно среди этих групп указывают число одно- и двудольных сорняков.

При количественном методе засоренность посевов выражают числом сорняков на 1 м<sup>2</sup>, поэтому при использовании рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup> число сорняков в пробе умножают на переводной коэффициент на площадь, который в данном случае равен 4 (1 м<sup>2</sup> : 0,25 м<sup>2</sup>).

После пересчета числа сорняков на площадь 1 м<sup>2</sup> засоренность посевов оценивают по 3-балльной шкале (таблица 1).

**Таблица 1 – Шкала засоренности посевов**

Число сорняков, на 1 м <sup>2</sup>		Балл засоренности	Степень засоренности
малолетних	многолетних		
<10	<1	1	слабая
10-50	1-5	2	средняя
>50	>5	3	сильная

Более полную информацию о засоренности посевов обеспечивает количественно-весовой метод, при котором наряду с числом учитывают и массу сорняков. Сорняки взвешивают без корней сырыми, а после сушки – и в воздушно-сухом состоянии, массу сорняков выражают в граммах на квадратный метр или в тоннах на гектар. По этому показателю более обоснованно можно судить о том вреде, который сорняки причиняют культурным растениям.

### Фенологические наблюдения

Во всех опытах, где объектом исследований является растение (культурное или сорное), обязательно планируются фенологические наблюдения, сущность которых заключается в регистрации фаз развития растений. Фазы различаются между собой по внешним признакам. Началом фазы считается период, когда в нее вступило 10-15 % растений. Если в нее вступило 70-75 % растений, фаза считается полной.

Фенофазы определяет визуально одновременно на всем опыте один и тот же исследователь. Данные фенологических наблюдений используют при оценке влияния погодных (климатических) условий и почвенной среды на развитие подопытного растения, а также для расчета длительности межфазных периодов и вегетационного периода в целом.

Различные культуры характеризуются определенными фенофазами. Согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур принято определять следующие фазы. Для пшеницы, ржи, ячменя, овса, тритикале, проса – всходы (начальные и полные); начало кущения; колошение, или выбрасывание метелки (начальное и полное); полное цветение ржи; молочная (кроме проса), восковая (хозяйственная) и полная спелость (если уборку проводят при полной спелости зерна). Кроме того, для озимых зерновых отмечают даты прекращения осенней вегетации и возобновления ее весной. А для определения длительности периода посев-всходы обязательно фиксируют даты посева всех культур.

При проведении фенологических наблюдений исследователю необходимо учитывать следующее. Всходы на посевах злаковых культур отмечают при появлении первых раскрытых листочков у 75 % растений. Начало кущения отвечает периоду, когда у 10-15 % растений появится из влагалища главного стебля первый листочек бокового побега.

Сроком прекращения осенней вегетации озимых культур является дата перехода среднесуточной температуры воздуха через  $+4 - +5^{\circ}\text{C}$ . При этом следует пользоваться данными ближайшей к району исследований метеостанции.

Возобновление вегетации озимых культур весной приходится на время, когда начинают отрастать листья сразу после таяния снега.

Колошение пшеницы, ржи, тритикале и ячменя приходится на время, когда из влагалища верхнего листа вышло около половины колоса. Признак выбрасывания метелки проса и овса – выход верхушки метелки из влагалища верхнего листа.

Фаза цветения ржи отмечается тогда, когда на большинстве колосьев снаружи появились пыльники.

Молочная спелость наступает, когда зерно в средней части колоса (у овса в верхней части метелки) достигнет почти полной длины, однако имеет еще зеленую окраску. При нажиме на зерновку пальцем она лопается и из нее вытекает полужидкая масса. У пшеницы, тритикале и овса эта масса молочного, а у ржи и ячменя – желтоватого цвета. Само растение в этот период остается зеленым, за исключением самых нижних листьев, которые желтеют.

При восковой (хозяйственной) спелости зерно желтого цвета, твердое, однако при нажиме ногтем еще легко режется, а при изгибе зерновка ячменя и овса лопается. Все листья и стебель в это время желтые.

При полной спелости зерновка становится твердой, при нажиме ножом она раскалывается. В это время зерно легко вымолачивается.

У кукурузы отмечают фазы появления всходов и полные всходы, начало и полное выбрасывание метелок, начало и полное цветение початков, молочную, молочно-восковую, восковую и полную спелость. Начало цветения початков согласуется с появлением тычиночных нитей. Фаза молочной спелости характеризуется полностью сформировавшимся зерном, однако оно легко раздавливается и из него вытекает белая жидкость, похожая на молоко. При молочно-восковой спелости из раздавленного зерна вытекает уже тестообразная масса с некоторым включением твердых крупинок. В фазе восковой спелости зерно уже не раздавливается пальцами, но еще режется ногтем. Признак полной спелости зерна – его почернение в

месте прикрепления к стержню початка и пожелтение оберток. Фазы спелости зерна определяют после освобождения от оберток десяти початков на защитных полосах делянки.

У зерновых бобовых культур (горох, вика, фасоль, люпин, кормовые бобы, и др.) отмечают фазы полных всходов, начального и полного цветения, начальной и хозяйственной спелости. Фаза всходов регистрируется при появлении на поверхности почвы первых листочков или семядоль. Начальная спелость характеризуется пожелтением одного-двух нижних бобов у 10-15 % растений.

Хозяйственную спелость устанавливают с учетом следующего состояния отдельных культур:

горох, вика – на большинстве растений пожелтело около 60-70 % бобов;

фасоль – при спелости преобладающего большинства бобов;

люпин – при созревании 80-90 % бобов центральной кисти.

У корнеплодных культур фиксируют фазы всходов (начальных и полных), смыкания листьев в рядах и междурядьях. На посевах свеклы дополнительно определяют фазу появления первой пары настоящих листьев. На посадках картофеля необходимо отмечать фазы всходов, цветения, начала отмирания ботвы.

Для растений многолетних бобовых и злаковых трав характерны следующие фенологические фазы: всходы (начало и полные); начало отрастания весной (во второй и последующие годы жизни); начало кущения, выход в трубку, начало выбрасывания метелки (для злаковых); цветение и созревание семян.

### **Оценка посевов и учет биометрических показателей**

Общее состояние посевов оценивают визуально в основные фазы развития выращиваемых культур.

Оценку дают по следующей шкале:

5 – состояние отличное;

4 – хорошее;

3 – удовлетворительное;

2 – плохое;

1 – очень плохое;

0 – полная или почти полная гибель посева.

Состояние посевов оценивают также после различных стихийных явлений – резкого снижения температуры воздуха, града, ливня и др.

Результаты наблюдений за посевами заносят в полевой журнал. Эти записи могут быть основанием для выбраковки отдельных делянок. По результатам визуальной оценки можно в некоторой степени оценивать условия питания растений, принимая во внимание, что желто-зеленая окраска листьев свидетельствует о недостаточном азотном питании, а красноватая (в виде ожогов края листа) – о калийном голодании.

### **Зимостойкость озимых культур**

Зимостойкость посевов озимых культур можно оценивать в баллах путем сравнения их состояния весной и перед уходом в зиму:

5 – состояние отличное, посев планируемой густоты, растения непереросшие, кустистость хорошая, желтизна листьев отсутствует;

4 – состояние хорошее, густота посева 71-80 % планируемой, растения непереросшие, без признаков поражения болезнями и вредителями, кущение среднее;

3 – состояние среднее, густота посева 61-70 % планируемой, кущение слабое, поражение болезнями и вредителями среднее;

2 – состояние плохое, густота посева 51-60 % планируемой, растения нераскутившиеся, заметно пораженные болезнями и вредителями, почва переуплотненная, с множеством трещин;

1 – состояние плохое, густота посева 31-50 % планируемой, растения очень ослаблены;

0 – изреженность посева составляет более 70 %.



### **Засухоустойчивость растений**

Этот показатель определяют путем фиксации увядания листьев. Оценивают засухоустойчивость в баллах:

- 5 – увядание отсутствует;
- 4 – единичное и слабое;
- 3 – среднее;
- 2 – значительное;
- 1 – очень сильное.

Наблюдают за увяданием листьев с установлением устойчивой жаркой погоды ежедневно в 14-16 ч и перед закатом солнца.

### **Устойчивость посевов к полеганию**

Устойчивость посевов к полеганию оценивают, начиная с даты возникновения этого явления через каждые 5-10 дней вплоть до уборки урожая. Это дает возможность заметить способность отдельных сортов данной культуры возвращаться после полегания в вертикальное положение. Устойчивость посевов к полеганию оценивают в баллах:

- 5 – полегание не отмечается вовсе;
- 4 – незначительное;
- 3 – среднее;
- 2 – значительное, затрудняющее уборку урожая комбайном;
- 1 – значительное, задолго до уборки урожая, посеvy непригодны для комбайнирования.

При фиксировании даты полегания указывают причину этого явления, фазу развития растения и характер полегания (корневое или стеблевое).

### **Густота посевов (насаждений)**

Густоту растений культур сплошного сева определяют дважды за вегетацию на специальных площадках, которые выделяют после появления всходов в 3-4-кратной повторности на делянке. Для культур с междурядьями шириной 15 см площадь учетных площадок составляет 1 м<sup>2</sup>. Размещать пробные площадки необходимо по диагонали учетной площади делянки. Первый раз густоту растений определяют в фазе полных всходов, второй – перед уборкой. Зная норму высева, по результатам первого подсчета можно установить полевую всхожесть семян. Результаты второго подсчета дают возможность рассчитать сохранность растений за вегетационный период.

На посевах озимых культур и многолетних трав сплошного сева проводят учет густоты растений по этой методике перед уходом в зиму и после возобновления весенней вегетации. На основании результатов двух этих учетов при необходимости можно определить зимостойкость.

Учитывать густоту растений на посевах пропашных культур в зависимости от специфики опыта планируют в следующие сроки: в фазе полных всходов; после формирования густоты посевов; после каждой междурядной обработки почвы; перед уборкой урожая.

### **Высота растений**

Как правило, высоту измеряют в определенные фазы развития растений. Для этого используют мерную линейку с нулевой отметкой на самом конце. Конец линейки устанавливают на поверхность почвы. В зависимости от величины делянки объем выборки составляет 50-100 растений, отбираемых в разных местах по диагонали учетной площади. При этом стебель измеряют от поверхности почвы до верхушки растения без учета остей у остистых колосовых культур. Итоговый показатель такого учета – средняя высота растений на делянке. Если планируют определять высоту в динамике, при первоначальном измерении все растения, входящие в выборку, фиксируют и используют позднее в качестве исследуемых.

### **Облиственность растений**

На предварительно закрепленных растениях при определении длины стеблей учитывают также число листьев и их площадь. Число листьев на растении определяют путем их подсчета на всех растениях, входящих в выборку, с последующим выведением среднего арифметического.

Площадь листового аппарата можно определить несколькими способами. Среди них наиболее широко распространен способ высечек.

### **Интенсивность нарастания растительной массы**

Этот показатель определяют путем взвешивания пробных растений в разные периоды вегетации. Чаще всего пробы отбирают в определенные фазы развития растений, а иногда – в какие-либо календарные сроки.

### **Учет урожая**

Уборка и учет урожая – наиболее ответственные для экспериментатора операции, от качества которых зависят результаты исследований. Эта работа требует большого внимания и аккуратности. Небрежность и излишняя поспешность могут привести к грубым ошибкам, которые невозможно исправить даже при наличии самых современных статистических анализов.

К проведению учета урожая необходимо хорошо подготовиться. За 1-2 дня до уборки нужно тщательно осмотреть весь опыт, возобновить межевые знаки каждой делянки.

Особенно тщательно осматривают учетные площади делянок. При необходимости на них выделяют выключки, иногда выбраковывают и целые делянки, однако к этому следует прибегать лишь в крайних случаях. Причиной для выбраковки могут быть повреждения посева из-за града, ливня, ураганного ветра, потравы скотом, воровства, изреживания посева пропашных культур при междурядных обработках, ошибок во время закладки опыта. Полностью бракуют целые делянки и тогда, когда выключки составляют 50 % площади и более, так как уменьшать учетную площадь делянки разрешается не более чем на 30-40 %.

Недопустимо выбраковывать целые учетные делянки лишь по сугубо субъективному впечатлению экспериментатора.

Перед уборкой с учетных делянок необходимо убрать урожай на всех выключках и защитных полосах, чтобы избежать смешивания этой продукции с учетной.

Способ уборки урожая в опыте должен быть одним из общепринятых в исследовательской практике. Исключением из этого правила могут быть только опыты, где вопрос изучения сроков и способов уборки урожая является составной частью программы исследований.

Чаще всего в исследовательской практике для учета урожая используют сплошной способ, когда урожай учитывают на всей учетной площади делянки.

### **Анализ растительных образцов**

Растительные образцы отбирают для определения влажности, химического состава и оценки качества продукции по основным технологическим показателям. Это очень ответственная работа, поскольку по небольшой по объему выборке оценивают весь объект исследований. В зависимости от планируемых анализов растительные образцы отбирают в процессе вегетации культуры, во время уборки урожая или после определенного периода хранения продукции.

## ГЛАВА 7. ЗАКЛАДКА И ПРОВЕДЕНИЕ МЕЛКОДЕЛЯНОЧНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

### 7.1. Картофель

Участок для полевых опытов по картофелю должен быть типичным для почвенных и метеорологических условий зоны, иметь однородный почвенный покров, обеспечивающий требуемую точность опыта. Под опыты отводятся наиболее плодородные, обеспеченные влагой участки. Подготовка почвы включает следующие приемы: зяблевая вспашка (осенью), весеннее дискование или безотвальная перепашка, внесение минеральных удобрений, нарезка гребней. Внесение удобрений должно быть одновременным и равномерным. Под картофель вносят комплексные удобрения: диаммофос, «Кемира картофельная», согласно рекомендациям, указанным на упаковке. Более точные дозы минеральных удобрений могут рассчитать специалисты ГЦАС «Сахалинский», агрохимлаборатории ФГБНУ СахНИИСХ по результатам агрохимического обследования почвы.

Разбивку опытного участка проводят с помощью шнура, мерной ленты и колышков. Под защитные полосы вокруг опытного участка оставляют не менее 5 м.

Опыт проводится в течение трех лет. Размер делянки 25-50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Существует несколько способов размещения вариантов опыта и их повторений на площади.

Наиболее распространенными типами систематического размещения делянок являются:

#### Однорядное последовательное размещение

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

#### Двухрядное ступенчатое размещение

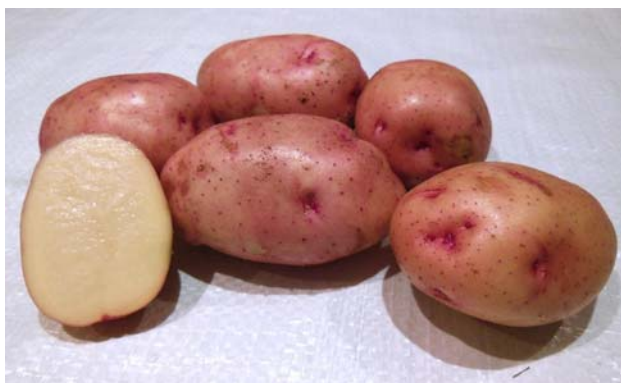
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	4	5	1	2	3	4	5	1	2

#### Четырехрядное размещение

1	2	3	4	5
3	4	5	1	2
5	1	2	3	4
2	3	4	5	1

Для закладки опыта отбирают однородные здоровые клубни одного сорта массой 50-70 г. Лучше использовать районированные в области сорта картофеля: ранние – Жуковский ранний, Ред Скарлетт, Удача; среднеранние – Зекура, Сантэ, Родрига, Невский; среднеспелые – Аврора, Очарование и др.

Внешний вид клубней разных сортов картофеля



**Жуковский ранний**



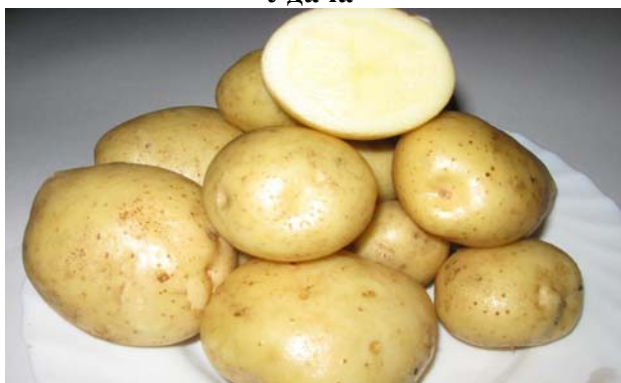
**Ред Скарлетт**



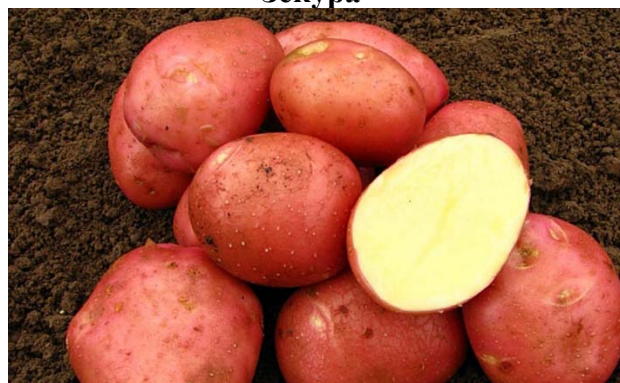
**Удача**



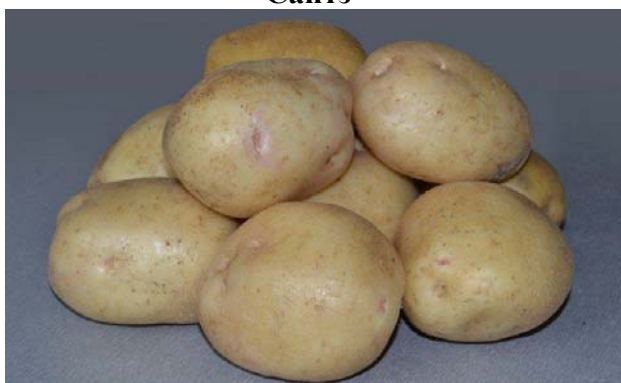
**Зелура**



**Сантэ**



**Родрига**



**Невский**



**Бриз**



**Очарование**



**Аврора**



**Сюрприз**



**Северное сияние**



**Фиолетовый**



**Аметист**

Картофель высаживают на гребнях или на ровной поверхности с шириной междурядий 70 см, расстояние между клубнями в рядках – 25-30 см. Уход за картофелем заключается в прополке, рыхлении, окучивании (1-2 раза). При появлении единичных пятен фитофтороза посадки обрабатывают одним из препаратов: Иммуноцитифитом, 1 % бордоской жидкостью, Агатом – 25К. Через 10-15 дней обработку повторяют. Препараты приобретают в розничной торговле и применяют в дозах, указанных на упаковке. Детям до 18 лет запрещается работать с ядохимикатами, поэтому фунгицидами (Ридомил, Акробат МЦ, Дитан и др.) посеы обрабатывать нельзя.

### Названия и схемы опытов

*Опыт 1. Влияние густоты посадки на урожайность картофеля.*

Варианты опыта:

1. Посадка картофеля с площадью питания 70 x 20 см;
2. Посадка картофеля с площадью питания 70 x 25 см;
3. Посадка картофеля с площадью питания 70 x 30 см;
4. Посадка картофеля с площадью питания 70 x 35 см.

*Опыт 2. Влияние различных способов проращивания на рост, развитие и урожайность картофеля*

Варианты опыта:

1. Посадка непророщенными клубнями (контроль);
2. Посадка клубнями, пророщенными на свету – световое проращивание с получением ростков 0,5-2 см;
3. Комбинированное проращивание с получением ростков и мочки корней;
4. Посадка клубнями, пророщенными в мешках из пленки.

Клубни для посадки 2 варианта за 30-45 дней закладывают в 2-3 слоя в отапливаемых освещаемых помещениях при температуре 14-15°C.

При комбинированном проращивании клубни выдерживают на свету 10-14 дней, затем помещают в ящики с влажными опилками, торфом или перегноем. Клубни укладывают в несколько слоев, пересыпая каждый слой материала в 2-3 см. Срок влажного проращивания составляет 7-10 дней при температуре 12-15°C.

Клубни для посадки 4 варианта за 30 дней до посадки помещают в полиэтиленовые мешки размером 25 x 75 см. Для воздухообмена в мешках пробивают по 8-10 отверстий диаметром 1-1,5 см, мешки связываются по два и развешиваются на пирамиды высотой 70 см в защищенном от ветра месте. Один – два раза за время проращивания мешки переворачиваются нижней теневой стороной на верхнюю световую.

*Опыт 3. Влияние сроков посадки картофеля на урожайность и его структуру.*

Варианты опыта:

1. Посадка картофеля в I декаде мая;
2. Посадка картофеля во II декаде мая;
3. Посадка картофеля в III декаде мая;
4. Посадка картофеля в I декаде июня.

*Опыт 4. Влияние массы посадочного клубня на прохождение основных фаз развития, урожай и качество картофеля.*

Варианты опыта:

1. Посадка средними клубнями массой 50-70 г – контроль;
2. Посадка крупными клубнями – 70-100 г;
3. Посадка мелкими клубнями – 30-20 г.

*Опыт 5. Влияние резки посадочного материала на хозяйственные показатели картофеля.*

Варианты опыта:

1. Посадка картофеля целыми клубнями – контроль;
2. Посадка картофеля клубнями, разрезанными на 2 части;
3. Посадка картофеля клубнями, разрезанными на 4 части;
4. Посадка картофеля клубнями, разрезанными на кусочки по количеству глазков.

Для закладки опыта отбирают внешне здоровые крупные клубни и проращивают на рассеянном свету при температуре 15°C в течение 30 дней. За 2-3 дня до посадки клубни режут вдоль на половинки и четвертинки, а также на кусочки по количеству глазков. Ножи дезинфицируют 5 %-ным раствором марганцовокислого калия.

*Опыт 6. Влияние предпосадочной обработки клубней биопрепаратами на рост, развитие и продуктивность картофеля.*

Варианты опыта:

1. Контроль (без обработок);
2. Гумат натрия – обработка клубней перед посадкой, 2-я обработка по всходам, последующие через 7 дней;
3. Иммуноцитифит – обработка клубней перед посадкой, 2-я по всходам, последующие через 7-10 дней;
4. Агат 25К – обработка клубней перед посадкой, 2-я по всходам, последующие через 7 дней.

Биопрепараты приобретаются в розничной торговле и используются в дозах, рекомендованных инструкцией.

*Опыт 7. Оценка коллекционного материала картофеля по комплексу хозяйственно-ценных признаков*

Для закладки опыта необходимо подобрать три группы сортов: ранние – Жуковский ранний (контроль), Лабелла, Ред Скарлетт, Наташа, Метеор, Удача, Розара и др.; среднеранние – Зекура (контроль), Сантэ, Ред леди, Родрига, Бриз, и др.; среднеспелые – Аврора (контроль), Кетский, Очарование, Скарб, Сударыня, Янтарь и др.

Сорта высаживают на 2-х рядковых делянках, по 10-20 клубней в ряду. Наблюдения, определения и учет урожая проводят по нижеперечисленным методикам. Весь урожай с каждого сорта закладывают на хранение, предварительно озеленив клубни на свету в течение 10-15 дней. Весной, перед закладкой на проращивание, проводят переборку и клубневой анализ. На посадку отбирают здоровые, типичные клубни массой 60-80 г.

### **Наблюдения и определения**

Фенологические (отмечают фазы появления всходов): начало – 25 % взошедших растений; полные всходы – 75 %; начало бутонизации – 25 % от общего числа кустов на делянке; полная бутонизация – 75 %; начало цветения – 25 % от общего количества на делянке и полное цветение, когда зацветает 75 % растений. Таким же образом учитывают начало отмирания и полное отмирание ботвы.

Биометрические: в период полных всходов, бутонизации и цветения картофеля измеряют высоту растений на 10 постоянных кустах каждого варианта.

Начиная с момента появления всходов, периодически отмечают появление больших кустов на каждой делянке. При этом осматривают все растения – (не менее 25 учетных кустов).

Учет фитофтороза проводят по 5-балльной шкале: 0 – фитофторы нет; 1 – единичные пятна на 1-2 листьях; 2 – слабое поражение – поражено до 1/3 листьев куста; 3 – среднее поражение до 1/2 листьев куста; 4 – сильное поражение – поражено до 2-3 листьев куста; 5 – полное поражение ботвы.

Черную ножку, ризоктониоз и вирусные болезни учитывают путем подсчета больших кустов на каждой делянке. Результаты выражают в процентах от общего числа растений на делянке.

Для наблюдения за динамикой клубнеобразования (опыты 1, 2, 3, 5, 7) проводят копку картофеля на 60-й, 70-й и 80-й день после посадки. С каждой делянки выкапывают по 3-5 кустов, взвешивают отдельно по фракциям: крупные клубни (более 80 г), средние (40-80 г), мелкие (менее 40 г). Результаты выражают в процентах от общего урожая.

## Признаки основных заболеваний растений картофеля

**Фитофтороз** – поражает листья, стебли и ростки. Первые признаки болезни обнаруживаются на листьях нижних ярусах, образуются отдельные бурые пятна некротических тканей, которые постепенно увеличиваются в размерах и распространяются на весь куст. По утрам и в сырую погоду на нижней стороне пораженного листа по краям отмирающей ткани наблюдается белый – налет спороношение возбудителя болезни. В сухую погоду пораженные листья засыхают, но не осыпаются.



**Черная ножка** – проявляется чаще всего в виде загнивания нижней части стебля молодых растений. В зависимости от сорта и погодных условий загнившая зона стебля может приобрести различную окраску: светло и темно зеленую, коричневую, темно бурую, желтую и фиолетовую. У более взрослых растений болезнь проявляется на верхней части стебля в виде сплошного ослизнения молодых тканей.



**Ризоктониоз (летняя форма)** – в этот период во влажную и теплую погоду у основания стебля появляется грязно-белый налет, он легко снимается в виде пленки, под которой виден здоровый стебель. Эта форма заболевания носит название «белой ножки». Образование ее свидетельствует об интенсивном развитии болезни на подземных частях растения.





**Вирусные болезни:** полосчатая мозаика, морщинистая мозаика, крапчатая мозаика и скручивание листьев. Проявляются в начале на нижних листьях в виде мозаики, а позже некротических темных полосок, точек и пятен на жилках и в углах между жилками.



### Учет урожая

Проводится методом сплошной уборки на учетной делянке (не менее 25 кустов) с разделением продукции на товарные – крупные клубни более 80 г, средние – от 40 до 80 г и мелкие – менее 40 г. По каждой фракции определяется вес и количество клубней. Товарность урожая клубней определяется весом всех клубней свыше 40 г, выражением в процентах от общего урожая. При этом учитываются большие клубни по видам болезни с их подсчетом и взвешиванием.

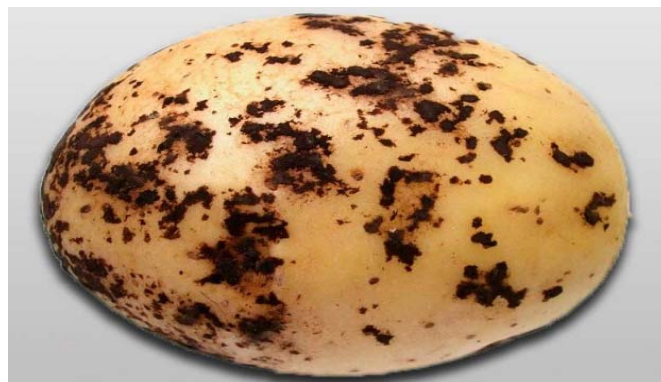
Через месяц после уборки проводится клубневой анализ. Для этого с каждого варианта опыта отбирают образец в 100 клубней и разбирают его на здоровые и больные. Среди больных клубней учитывают фитофтороз, парша обыкновенная, ризоктониоз, мокрая и сухая гнили, фомоз. Результаты выражают в процентах.

### Болезни клубней

**Парша обыкновенная.** Поражаются клубни, столоны, корни. На поверхности клубней образуются коричневые язвы неправильной формы и различной величины. Развитию заболевания способствует сухая и жаркая погода.



**Ризоктониоз.** Поражаются ростки, столоны, корни, клубни. На клубнях образуются склеротии возбудителя в виде черных твердых наростов, не отмывающихся водой. Наибольший вред заболевание наносит картофелю на тяжелых почвах в годы с затяжной холодной весной.



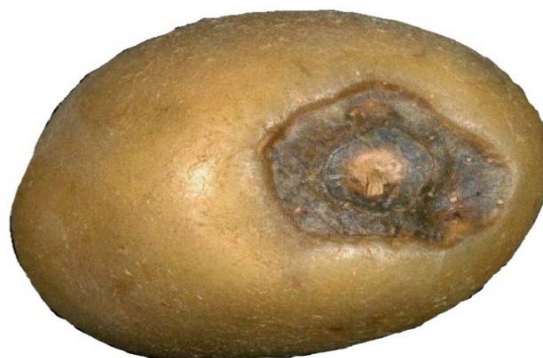
**Фитофтороз.** На поверхности клубней образуются твердые буровато-сероватые пятна, вдавленные внутрь ткани. На разрезе клубня видна ржаво-бурая пораженная ткань.



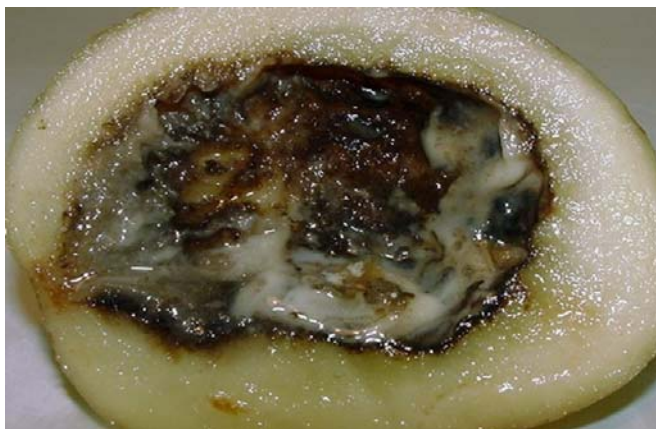
**Сухая гниль.** Болезнь проявляется через несколько недель после закладки картофеля на хранение. Возбудитель болезни проникает в клубень через раны на кожуре. На поверхности клубня образуются пушистые белые или розоватые подушечки спороношения. Клубень становится легким и твердым.



**Фомоз или пуговичная гниль.** На поверхности клубня вначале появляются небольшие круглые темные вдавленные пятна с отчетливой границей между больной и здоровой тканями. В дальнейшем пятно увеличивается и углубляется, превращаясь в язву. К весне пораженные клубни полностью сгнивают.



**Мокрая гниль.** Вызывается различными видами бактерий. Ткани клубня размягчаются и превращаются в слизистую гниющую массу с неприятным запахом.



Отобранные, озелененные семенные клубни картофеля с опытов помещают (лучше в ящиках) на постоянное место хранения (хранилища, подвалы, погреба). Хранят при температуре 1-4°C, при относительной влажности воздуха 85-90 %. Температуру измеряют не реже 3-4 раз в неделю и данные заносят в специальный журнал. В период хранения проводят регулярный контроль за состоянием картофеля. Обнаруженные больные клубни немедленно удаляют.

## **7.2. Теплолюбивые овощные культуры (огурец, томат)**

Минимальная площадь учетной делянки – 5 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов 4-х кратная. Варианты размещают в повторениях последовательно или случайно, то есть методом рендомизации. На каждой делянке должна стоять этикетка, на которой указывается номер варианта и повторности. Вариант пишется арабскими цифрами, через дробь – номер повторности римскими цифрами. В начале первого повторения ставится щиток с названием опыта, фамилий исполнителей. Перед первыми и последними учетными делянками, как и между ними в опыте, оставляется защитная делянка (грядка и более).

### **Названия и схемы опытов**

*Опыт 1. Определить влияние разных способов обработки семян огурца на их всхожесть и урожайность*

Варианты опыта:

1. Контроль – без обработок (намачивание в воде – 12 часов);
2. Эталон – обработка  $K_2MnO_4$ , микроэлементами;
3. Фитоспорин-М;
4. Фитоспорин-М +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы;
5. Эпин Экстра;
6. Эпин Экстра +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы;
7. Силк;
8. Силк +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы;
9. Сок алоэ;
10. Сок алоэ +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы;
11. Чеснок;
12. Чеснок +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы;
13. Зола древесная;
14. Зола древесная +  $K_2MnO_4$ , микроэлементы.

Первоначально обрабатываются семена марганцовокислым калием (1 г на 100 мл воды) в течение 10 минут, затем промывание их в проточной воде и просушивание; затем микроэлементами (сернокислым марганцем, сернокислым цинком – по 500 мг, сернокислой медью – 50 мг, борной кислотой – 200 мг на 1 л воды в течение 12 часов и просушивание). Подготовленные таким образом семена далее намачиваются в каждом из перечисленных препаратов и также отдельно обрабатываются чистые семена.

Обработка Фитоспорином-М (биопрепарат): предпосевное замачивание семян в течение 1-2 часов с последующим просушиванием в тени. Расход рабочей жидкости – 100-150 мл на 100 г семян.

Обработка стимуляторами роста: Эпином Экстра (2-3 капли на 100 мл кипяченой теплой (20-22°C) воды – в течение 12-18 часов; силком (1/4 таблетки на 0,5 л воды) – в течение 30 минут, затем промыть и просушить.

Сок алоэ разводят в воде 1:1 и настаивают 5-6 часов.

Настой чеснока – 25 г измельченного чеснока помещают в посуду и добавляют 100 мл воды комнатной температуры, закрывают и выдерживают 1 час, затем процеживают через марлю. В приготовленный настой опускают семена на 1-2 часа, после их просушивают.

Зола древесная – 20 г (2 ст. ложки) настаивают 1-2 суток в 1 л теплой воды, затем опускают семена на 3-4 часа.

Стимуляторы роста, Фитоспорин-М, удобрение и микроэлементы можно приобрести в дачных магазинах.

*Опыт 2. Определить эффективность применения разных видов удобрений и природного материала на устойчивость растений огурца к болезням и урожайность*

Варианты опыта:

1. Контроль – без удобрений;
2. Удобрение минеральное (диаммофоска – 120 г/м<sup>2</sup>);
3. Органическое удобрение (коровяк (6-10 кг/м<sup>2</sup>, куриный помет (2-5 кг/м<sup>2</sup>);
4. Настой из крапивы;
5. Настой из смеси трав (мать и мачеха, мокрица, подорожник, чистотел, одуванчик, полынь);
6. Морская капуста в свежем виде (1 или 2 кг/м<sup>2</sup>);
7. Морская вода (разведение 1:1, 1:10 и т.д.).

Настой из трав готовят весной и летом до образования семян. Крапива – используется не только как удобрение, она оздоравливает растения, способствует их росту и образованию хлорофилла. Берут деревянную или пластиковую емкость и заполняют ее на 2/3 мелконарезанной крапивой, заливают водой, лучше всего дождевой или хорошо отстоявшейся, прогретой на солнце. Во время брожения объем увеличивается. Сверху накрывают сеткой, чтобы не попали насекомые. Один раз в день массу хорошенько перемешивают. Через 1,5-2 недели настой потемнеет и перестанет пениться – брожение закончилось.

Настоями из трав и морской водой можно обрабатывать вегетативную часть растений, не менее 3-х раз за период вегетации (начала цветения, образование завязей, начала плодоношения). Для полива под корень берут непроцеженный настой, разводят его (9 частей воды на 1 часть настоя) и поливают непосредственно перед употреблением (расход – 250 мл под растение); для обработки по листьям – одна часть настоя берется на 19 частей воды.

*Опыт 3. Изучить влияние разных средств защиты в борьбе с болезнями огурца*

Варианты опыта:

1. Контроль (вода);
2. Фитоспорин-М;
3. K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> (марганцовокислый калий) – 1,5 г/10 л воды;
4. Настой чеснока;

5. Обезжиренная сыворотка (1 л/10 л воды) + 40 капель йода;

6. Настой коровяка (1:10) + 10 г мочевины (удобрение).

Фитоспорин-М применяется против ряда болезней (пероноспороз, мучнистая роса, корневые гнили); расход препарата для опрыскивания растений (5 г на 10 л воды), рабочей жидкости – 100 мл на растение.

Настой чеснока – 0,5 кг настаивают в 3-х литрах воды 5 суток в теплом месте (в темноте); для опрыскивания 60 г настоя разводят в 10 л воды.

Обработки начинать при появлении первых единичных пятен болезней, не менее 3-х раз с интервалом в 7-10 дней, затем по мере необходимости, в зависимости от развития болезней.

Фитосорин-М и удобрения можно приобрести в дачных магазинах.

*Опыт 4. Изучить и выделить наиболее урожайные и устойчивые к болезням партенокарпические гибриды огурца*

Варианты опыта:

1. Стандарт – Апрельский (Зозуля, Королек);

2. Клавдия;

3. Алиса;

4. Квартет;

5. Парус;

6. Руслан;

7. Эффект.

Для испытания можно использовать гибриды огурца в любом количестве, имеющиеся в продаже, но в качестве стандарта (для сравнения) применять только районированные для Сахалинской области.

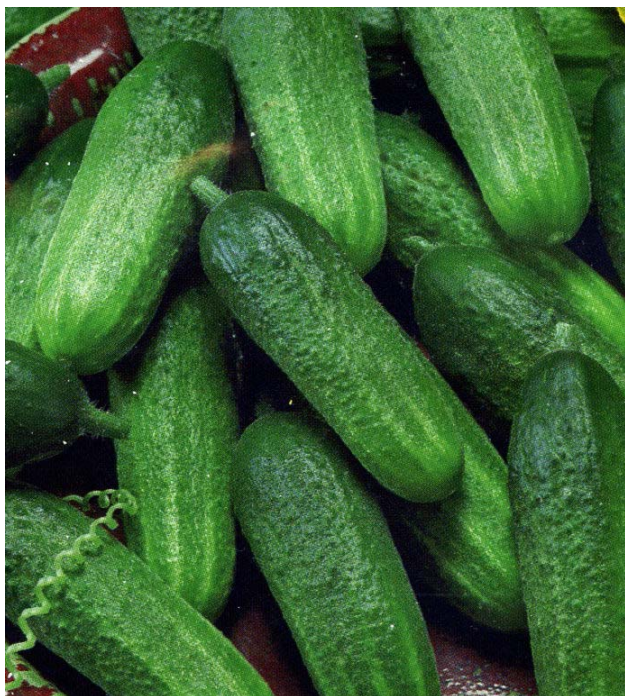
### **Внешний вид разных сортов и гибридов огурца**



**Апрельский F1**



**Зозуля F1**



**Клавдия F1**



**Парус F1**



**Невеста F1**



**Белый ангел F1**

## Основные вредоносные болезни огурца

**Ложная мучнистая роса (пероноспороз).** Наибольший вред отмечен во второй половине лета. На листьях с верхней стороны вначале появляются маслянистые желтовато-зеленые пятна. Позднее на поверхности пятен с нижней стороны образуется налет серовато-фиолетового цвета (это спороношение гриба), пятна сливаются, и вскоре весь лист засыхает, остаются лишь одни черешки. Развитие инфекции усиливается при высокой влажности воздуха, наличии росы и туманов, резких колебаний ночных и дневных температур.



**Мучнистая роса.** На верхней, а затем на нижней стороне листа образуется белый мучнистый налет, который переходит на стебли. Растения при этом теряют большое количество воды и вскоре засыхают. Наиболее благоприятные условия развития – повышенная влажность воздуха и резкие колебания температуры.



**Белая гниль.** На пораженных органах растения образуется пышный хлопьевидный налет белого цвета – это мицелий гриба. Ткани размягчаются, становятся водянистыми, и растение погибает.



**Серая гниль.** Поражение аналогично белой гнили, только в этом случае поверхность стебля покрывается обильным спороношением гриба темно-серого цвета. Могут болеть и плоды, кончики которых размягчаются и покрываются черными точками спороношения гриба. Белая и серая гнили хорошо развиваются при пониженной температуре и повышенной влажности.



Для защиты растений от болезней используются средства борьбы, указанные в опытах 2 и 3, но только в качестве профилактических мероприятий (2-3 обработки). При сильном развитии болезней требуется применение химических препаратов.

### **Наблюдения, определения, учеты на растениях огурца**

Фенологические наблюдения – при их проведении отмечают сроки посева, появление всходов единичных (10 %) и массовых (75 %), цветение мужских и женских цветков, образование завязей, начало технической спелости, даты первого и последнего сбора.

Биометрия – определяется высота, длина плетей, междоузлий, количество листьев на главном и боковых побегах, площадь листовой пластинки. Измерения проводят на 10 растениях не менее чем на двух повторениях исследуемых вариантов опыта.

Учеты развития болезней – проводятся на постоянных растениях в каждой повторности. Для определения пораженности растений различными болезнями (пятнистости) используется шкала баллов:

- 0 – здоровое растение;
- 0,1 – единичные пятна, число которых легко сосчитать;
- 1 – поражено не более 1/3 листьев или пластинки листа;
- 2 – поражено свыше 1/3 листьев или пластинки листа;
- 3 – поражено до 2-3 листьев или пластинки листа, часть листьев или лист отмирает.

Учет вирусных заболеваний – проводится с момента их появления (стрик, мозаика) и далее по мере необходимости, приурочивая их к фазам вегетации (всходы, цветение, образование завязей). Определяется распространенность (количество больных растений) болезней без учета их интенсивности.

Развитие (степень поражения) корневой гнили в период ликвидации растений оценивается по шкале баллов: 0 – здоровый корень; 1 – отдельные углубленные коричневые пятна



или слабое побурение центрального корня; 2 – побурение нижней части центрального корня или слияние пятен и начало мацерации пораженной ткани; 3 – центральный корень, корневая шейка и корешки бурые, мацерацией охвачено до 1/2 корня; 4 – корень бурый, боковых корешков нет, размочалено более 1/2 корня, растение отмирает.

Распространенность болезней (Р) в % вычисляется по формуле:

$$P = n * 100 : r,$$

где n – число пораженных растений;

r – число учетных растений.

Процент развития болезней (П) определяется по формуле:

$$П = \sum gb * 100 : 4 * n,$$

где  $\sum gb$  – сумма чисел пораженных растений, умноженных на балл поражения;

n – число учетных растений;

4 – наибольший балл поражения.

Учет урожая – при каждом сборе с разделением на стандартные, нестандартные и больные плоды. Весь урожай с каждой делянки взвешивают и учитывают отдельно. Перед уборкой опытные делянки осматривают. При необходимости делают выключки. Выключка – часть учетной делянки, исключенная из учета из-за случайных повреждений или гибели растений. Она не должна превышать 50 % учетной площади делянки. Данные учета урожая оценивают статистически, методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1979. – 415 с.).

Определение качества плодов огурца (сухое вещество, сахара, витамин С, нитраты).

Определение агрохимических свойств почвы (влажность, pH, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O).

Наблюдения за температурным режимом воздуха и почвы в теплице.

*Опыт 5. Изучить влияние способов укрытия рассады на сроки созревания и урожайность томата*

Варианты опыта:

1. Высадка рассады 15-20 июня под каркасы с полиэтиленовой пленкой;
2. Высадка рассады 15-20 июня под бумажные колпачки;
3. Высадка рассады 30 июня – 01 июля без укрытия.

Лучше использовать районированные сорта томата для открытого грунта, такие как Топтыжка или Юниор. Площадь питания 70 x 35 см. В лунки вносят по 0,5-1 кг перегноя или компоста. Посадки укрывают пленкой, которую натягивают на каркас, приготовленный из проволоки или прутьев. Концы дуг заглубляются на 10-15 см. Высота в коньке дуги над центром бумажного колпачка 70-75 см. Колпачки снимают с наступлением теплой устойчивой погоды.

*Опыт 6. Изучить влияние предпосевной закалки семян на рост и развитие рассады томата*

Варианты опыта:

1. Семена незакаленные (контроль);
2. Семена закаленные.

Закалку семян проводят следующим образом: семена намачивают 12 часов, затем выдерживают при температуре +1-5°C в холодильнике, после чего через 12 часов при температуре +14, +16°C. Срок заделки 10-20 дней. Температуру к концу заделки постепенно снижают до -1, -3°C, а промежутки между положительными и отрицательными температурами увеличивают до 24 часов.

Рассаду высаживают в грунт в 80-90 – дневном возрасте. Растения лучше пикировать в кубики, стаканчики, мешочки, чтобы корневая система хорошо сохранялась при пересадке на постоянное место.

### Внешний вид разных сортов и гибридов томатов



**Топтыжка**



**Юниор**



**Верлиока F1**



**Кострома F1**



**Сибирский скороспелый**



**Хурма**



**Русская коса**



**Бычье сердце**



**Малахитовая шкатулка**



**Черный принц**

*Опыт 7. Изучить влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на урожай томата*

Варианты опыта:

1. Контроль (без обработки семян);
2. Намачивание семян в 0,2 % растворе  $MnSO_4$ ;
3. Намачивание семян в 0,2 % растворе  $CuSO_4$ ;
4. Намачивание семян в 0,2 % растворе  $ZnSO_4$ ;
5. Намачивание семян в смеси растворов ( $CuSO_4$ ,  $MnSO_4$ ,  $ZnSO_4$  – по 2 г/л воды).

Для получения смесей все вещества брать по 2 г на 1 литр воды. Предпосевное намачивание проводить в течение 24 часов. Технология намачивания семян заключается в следующем: семена томатов в марлевом мешочке опускают в раствор с микроэлементами. После чего их промывают в чистой воде и просушивают до сыпучести.

*Опыт 8. Определить наиболее эффективный способ формирования растений томата*

Варианты опыта:

1. Формирование в 1 стебель;
2. Формирование в 2 стебля;
3. Формирование в 3 стебля.

Для проведения опыта лучше использовать гибриды томата: Кострома, Верлиока, Ляля-фа, Семко-Синбад и др.

При одностебельной форме растений удаляют все пасынки и дают развиваться одному, главному стеблю. При двустебельной форме удаляют все боковые побеги за исключением одного растущего непосредственно под первой цветочной кистью главного стебля. При трехстеблевой форме в дополнение к побегу над первой цветочной кистью оставляют еще один, наиболее сильный, расположенный ниже.

*Опыт 9. Изучить влияние предпосевного намачивания семян томата регулятором роста Цирконом на их всхожесть и урожайность*

Варианты опыта:

1. Намачивание семян в растворе микроэлементов (контроль);
2. Намачивание семян цирконом в концентрации 1 мл на 1 л воды;
3. Намачивание семян цирконом в концентрации 1,25 мл на 1 л воды;
4. Намачивание семян цирконом в концентрации 1,5 мл на 1 л воды;
5. Намачивание семян в растворе микроэлементов с добавлением циркона в концентрации 1,25 мл на 1 л воды.

Заложить опыт можно на одном или – 2-3-х и более сортах (гибридах) томата.

Размер учетной делянки – 5 м<sup>2</sup>, расположение делянок рендомизированное или последовательное.

Уход за растениями заключается в прополке, рыхлении междурядий, пасынковании с оставлением 5-6 кистей.

### Наблюдения и учеты

Наблюдение за температурным режимом в пленочных укрытиях.

Фенологические наблюдения (всходы, появление первого настоящего листа, бутонизация, цветение, образование завязей, созревание по соцветиям).

Учет урожая проводится по мере созревания плодов с разделением на товарные, нетоварные и больные.

## Основные вредоносные болезни томата

**Фитофтороз.** Болезнь проявляется особенно в неотапливаемых пленочных теплицах. Листья, стебли, а затем и плоды чернеют. Пораженные растения вскоре погибают, а плоды теряют товарный вид, причем внешне здоровые плоды в процессе хранения загнивают. На листьях и плодах возникают крупные некрозы различной формы, расплывчатые коричнево-бурые. На пораженной ткани во влажных условиях вскоре появляется беловатый налет гриба. На стеблях и черешках образуются пятна различной формы темно-бурого цвета.



**Стрик.** На стеблях и черешках появляются коричневато-красноватые штрихи и полосы, на листьях – темные, постепенно засыхающие пятна неправильной формы, на плодах – угловатые коричневые пятна. Пораженные растения хрупкие, легко ломаются. Плоды деформируются, покрываются трещинами, становятся непригодными к употреблению.



**Бурая пятнистость.** Наибольший вред наносит растениям во второй половине лета. Из-за потери части фотосинтетического аппарата урожайность снижается. На верхней стороне листьев вначале появляются округлые желтовато-коричневые пятна, затем – красновато-коричневого цвета. С нижней стороны на пятнах образуется сначала светло-серый, а затем буровато-коричневый бархатистый налет. Листья скручиваются и засыхают. Реже поражаются цветки и молодые плоды. Наибольшего развития болезнь достигает при высокой относительной влажности воздуха (более 80 %) и температуре 22-25°C.



Для защиты томата от фитофтороза и бурой пятнистости следует применять средства защиты, что и на растениях огурца.

Стрик (вирусное заболевание) – для повышения устойчивости растений к болезни, необходимо проводить их обработки микроэлементами и  $K_2MnO_4$  (марганцовокислый калий) – 1-1,5 г на 10 л воды.

### 7.3. Кормовые культуры

Кормовые растения бывают дикорастущими и выращенными человеком.

Кормовые культуры – сельскохозяйственные культуры, выращиваемые человеком на корм животным.

К кормовым культурам относятся многолетние и однолетние кормовые травы (используемые для получения пастбищных и зелёных летних кормов, зелёной массы на сено, сенаж, силос, травяную муку), силосные культуры, кормовые корнеплоды, кормовые клубнеплоды, кормовые бахчевые культуры, зернофуражные культуры (зерновые и зернобобовые).

Все кормовые травы подразделяются на четыре хозяйственно-ботанические группы: мятликовые, бобовые, осоковые и разнотравье. Первые две группы включают растения из соответствующих ботанических семейств, к группе осоковых относятся виды из семейства осоковых и ситниковых, а к разнотравью причисляют растения всех остальных ботанических семейств.

Многолетние бобовые травы – клевер луговой (красный), клевер ползучий (белый), клевер гибридный (розовый), люцерна посевная (синяя), люцерна серповидная (желтая), козлятник восточный (галега восточная), козлятник лекарственный, эспарцет обыкновенный, эспарцет песчаный, лядвенец рогатый, донник белый, донник желтый, люпин многолетний.

Многолетние мятликовые (злаковые) травы – тимофеевка луговая, кострец безостый, овсяница луговая, овсяница красная, ежа сборная, мятлик луговой, лисохвост луговой, житняк, райграс высокий, плевел многоцветковый (райграс многоукосный), пырей бескорневищный, волоснец сибирский.

Однолетние бобовые травы – вика посевная (яровая), вика мохнатая (озимая), горох полевой (пелюшка), чина посевная, сераделла (клевер песчаников), клевер пунцовый.

Однолетние мятликовые травы – суданская трава, пайза, могар, плевел однолетний (райграс однолетний).

Нетрадиционные кормовые растения – горец Вейриха, сальфия пронзеннолистная, маралий корень, окопник жёсткий (шершавый), редька масличная, мальва.

Силосные культуры – кукуруза, подсолнечник, капуста кормовая, горчица белая, рапс яровой и озимый, борщевик, топинамбур, сорго.

Кормовые корнеплоды – свёкла кормовая, морковь кормовая, брюква кормовая, турнепс.

Кормовые клубнеплоды – картофель кормовой, топинамбур.

Кормовые бахчевые культуры – арбуз кормовой, тыква кормовая, кабачок.

Зернофуражные культуры: зерновые – овес, ячмень, тритикале, кукуруза, сорго, чумиза, африканское просо; зернобобовые – горох, бобы кормовые, вика, пелюшка, люпин кормовой, люпин узколистный (однолетний).

#### Полевой опыт как метод изучения кормовых культур

Объектами научных исследований в опытах с полевыми кормовыми культурами могут быть многолетние и однолетние травы, зерновые и зернобобовые, силосные культуры и корнеклубнеплоды.

Полевые опыты могут быть самыми разнообразными: агроэкологическое сортоиспытание, изучение приемов агротехники возделывания (сроков и способов посева, глубины заделки семян, сроков уборки на зелёный корм и семена, нормы и дозы удобрений, эффектив-

ность одновидовых и смешанных посевов, вопросы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, особенности использования кормовых культур в системе зеленого и сырьевого конвейеров и др.), обеспечивающие повышение урожайности и улучшение качества кормов при одновременном сохранении или повышении плодородия почвы.

При выборе участка под опыты необходимо знать, как он использовался за последние 3-4 года (хотя бы за предшествующий год) – какие культуры выращивались, было ли проведено известкование (если почва кислая), вносились ли органические или минеральные удобрения, какие приемы обработки почвы применялись, проводилась ли защита предшествующих растений и др.

Точность опыта во многом будет зависеть от однородности почвенного покрова и количества повторений изучаемых вариантов.

Все опыты с кормовыми культурами закладываются, как правило, в 3-4-кратной повторности; расположение делянок систематическое (в опытах по агроэкологическому сортоиспытанию) и рендомизированное (в агротехнических опытах); площадь делянок от 1 до 20 м<sup>2</sup> и более в зависимости от цели опыта и наличия семенного материала.

Очень важно правильно составить схему опыта, чтобы все включенные в нее варианты можно было сопоставить, сравнить. Обычно точность полевого опыта уменьшается с увеличением числа вариантов. Рекомендуется иметь не более 10-12 вариантов. Если вариантов в опыте мало (например, 2-3), то необходимо больше их повторений, чтобы иметь достаточное число наблюдений для правильной оценки результатов.

### Примеры названий и вариантов (схем) опытов:

*Опыт 1. Агроэкологическое испытание различных сортов кормовых культур отечественной и зарубежной селекции*

Варианты опыта:

1. Районированный сорт (контроль, или стандарт);

2-10. Сорта отечественной и зарубежной селекции.

Кормовая культура может быть любая – однолетняя или многолетняя.

Например, опыт с разными сортами рапса ярового: 1. Кубанский (стандарт); 2. Рубеж; 3. Визит; 4. Ритм; 5. Ратник; 6. Аккорд; 7. Липчанка; 8. Фрегат; 9. Витязь; 10. Липецкий.

Или клевера лугового: 1. Приморский 28 (стандарт); 2. Заря; 3. Алтын; 4. Огонек; 5. Седум; 6. Павловский 16; 7. Сибниик 10; 8. Волосовский; 9. Марс; 10. Трио.

При изучении сроков посева кормовых культур контрольным вариантом должна служить средняя дата, рекомендованная для каждой природно-климатической зоны посевного периода.

Общим правилом при составлении схем опытов со сроками посева является введение двух-трех вариантов более ранних и такого же количества более поздних (относительно контроля) сроков посева.

Для примера приведена схема опыта с восемью сроками посева при шаге эксперимента 5 дней. Шаг эксперимента может быть 7, 10 дней и т.д. в зависимости от поставленной цели опыта.

*Опыт 2. Изучить влияние сроков посева на семенную продуктивность овса*

Варианты опыта:

- |                     |     |                |
|---------------------|-----|----------------|
| 1. 1 срок – 15 мая  | или | I декада мая   |
| 2. 2 срок – 20 мая  |     | II декада мая  |
| 3. 3 срок – 25 мая  |     | III декада мая |
| 4. 4 срок – 30 мая  |     | I декада июня  |
| 5. 5 срок – 5 июня  |     | II декада июня |
| 6. 6 срок – 10 июня |     |                |

*Опыт 3. Определить влияние глубины заделки семян на их полевую всхожесть*

Варианты опыта:

Для кукурузы.

1. 3 см;
2. 5 см;
3. 7 см;
4. 9 см.

Для ячменя.

1. 2 см;
2. 3 см;
3. 4 см;
4. 5 см.

*Опыт 4. Влияние нормы высева на кормовую и семенную продуктивность ячменя*

Варианты опыта:

- |              |     |                       |
|--------------|-----|-----------------------|
| 1. 100 кг/га | или | 10 г/м <sup>2</sup> ; |
| 2. 150 кг/га |     | 15 г/м <sup>2</sup> ; |
| 3. 200 кг/га |     | 20 г/м <sup>2</sup> ; |
| 4. 250 кг/га |     | 25 г/м <sup>2</sup> . |

*Опыт 5. Изучить влияние способов посева на продуктивность и качество зеленой массы козлятника восточного*

Варианты опыта:

1. Рядовой обычный способ с междурядьями 15 см (контроль);
2. Разбросной сплошной способ;
3. Широкорядный способ с междурядьями 45 см;
4. Широкорядный способ с междурядьями 70 см.

*Опыт 6. Определить влияние уплотненных посевов на засоренность и семенную продуктивность люпина узколистного (однолетнего)*

Варианты опыта:

1. Люпин узколистный;
2. Люпин узколистный + овес;
3. Люпин узколистный + ячмень;
4. Люпин узколистный + пшеница.

### Основные возделываемые кормовые культуры на Сахалине



**Клевер луговой**



**Клевер ползучий**





**Люпин желтый**



**Козлятник восточный**



**Эспарцет песчаный**



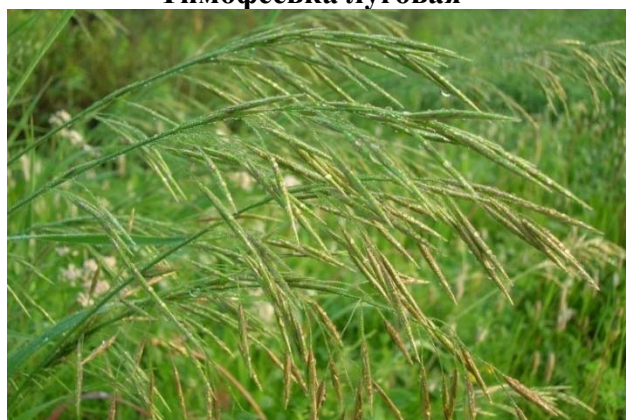
**Горох посевной**



**Тимофеевка луговая**



**Ежа сборная**



**Кострец безостый**



**Тритикале озимый**



**Ячмень обыкновенный**



**Овес посевной**



**Двукосточник тростниковидный**



**Пшеница яровая**



**Овсяница луговая**



**Рожь озимая**

### **Наблюдения, определения, учеты**

Фенологические наблюдения: начало и полные всходы (начало весеннего отрастания на озимых или на многолетних травах); кущение, выход в трубку, начало и полное колошение у злаковых; стеблевание, начало и полное цветение у бобовых; созревание семян. За начало фазы принимают наступление ее у 10-15 % растений на всей делянке; полная фаза отмечается при наступлении ее не менее, чем у 75 % растений.

Продолжительность периода вегетации (дней): от полных всходов (или от начала отрастания весной у озимых и многолетних трав) до фазы колошения у злаковых и цветения у бобовых, а также – до фазы созревания семян.

Зимостойкость (% перезимовки) у озимых или многолетних культур.

Устойчивость к полеганию (в баллах):

5 баллов – неполегающие;

4 балла – полегающие в слабой степени;

3 балла – со средней степенью полегания;

2 балла – с сильной степенью полегания;

1 балл – сильно полегшие задолго до уборки.

Ботанический состав травостоя: разбор снопа, массой 0,3-0,5 кг, по видам растений с последующим взвешиванием и определением в процентном соотношении.

Динамика роста (см): 1) высота растений на 20-30-й день после отрастания, перед первым и вторым укосом, в период созревания семян; или 2) по фазам роста и развития растений: у бобовых – бутонизация, цветение, образование бобов, у злаковых – выход в трубку, выметывание (колошение), цветение.

Облиственность (%) – определяется делением массы листьев на общую массу снопа и умножением на 100.

Густота травостоя (штук на м<sup>2</sup>).

Урожайность зеленой массы (кг/м<sup>2</sup>) – методом сплошной уборки.

Семенная продуктивность (г/м<sup>2</sup>) – методом сплошной уборки.

Посевные качества семян: лабораторная всхожесть (%), энергия прорастания (%), масса 1000 семян (г).

Устойчивость к болезням и вредителям (балл) – по шкале поражений:

1 балл – отсутствует (0-10 %);

2 балла – слабое (10-35 %);

3 балла – среднее (35-60 %);

4 балла – сильное (60-85 %);

5 баллов – очень сильное (85-100 %).

В полевой журнал записывается вся информация, связанная с закладкой опыта и проведением полевых работ, схематический план опыта, результаты учетов и наблюдений.

## **7.4. Ягодные культуры**

Коллекционные участки ягодных культур включают большой набор сортов в одной повторности. Размещение сортов в коллекции – систематическое.

Количество ягодных кустарников на делянке 3-4 шт., земляники в блоке – 20 шт., малины – 5 шт. на 1 погонный метр.

Схема посадки смородины, крыжовника: 4 м между рядами, 1,5 м между растениями в ряду, при уплотненной посадке – 2 × 1,5 м; жимолости синей, лоха многоцветкового, аронии – 4,5 × 2,0 м. При уплотненной посадке – 2 × 2 м; земляники – 70 × 15 см; малины – 25 см между растениями в ряду.

### **Название и схемы опытов**

*Опыт 1. Изучить и выделить интродуцированные сорта и гибриды ягодных культур с максимально возможным комплексом хозяйственно-ценных признаков*

Варианты опыта:

1. Контроль (районированный или перспективный сорт);

2-10. и т.д. (новые интродуцированные и районированные сорта).

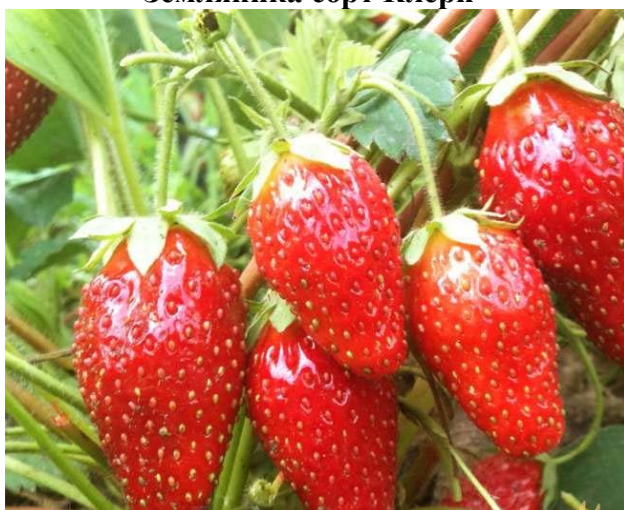
Основные ягодные культуры, выращиваемые на Сахалине



**Земляника сорт Клери**



**Земляника сорт Остара**



**Земляника сорт Торпеда**



**Земляника сорт Подарок судьбы**



**Малина сорт Жар-птица**



**Малина сорт Геракл**



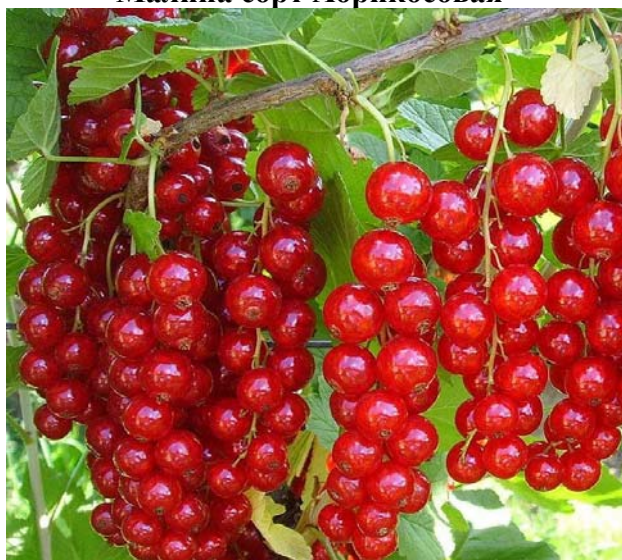
**Малина сорт Оранжевое чудо**



**Малина сорт Абрикосовая**



**Смородина черная сорт Ядреная**



**Смородина красная сорт Валенсия**



**Смородина белая сорт Фея**



**Лох многоцветковый (гумми)  
сорт Сахалинский первый**



**Крыжовник сорт Малахит**



**Крыжовник сорт Берилл**



**Крыжовник сорт Янтарный**



**Крыжовник сорт Краснословянский**



**Крыжовник Черносливовый**



**Крыжовник Черный принц**

### Наблюдения, определения, учеты

В коллекционном насаждении проводят быструю предварительную оценку поступивших новых сортообразцов. Наблюдения за сортами ведут по сокращенной методике, т.е. изучают зимостойкость, общее состояние растений, сроки созревания, степень поражения наиболее опасными болезнями и вредителями, урожайность и качество ягод.

Признаки оценивают преимущественно визуально, по сорту в целом, по 5-балльной шкале.

**Зимостойкость.** Степень подмерзания ветвей отмечают покустно у кустарников и в целом по делянке у земляники, малины и выражают в баллах по следующим показателям:

0 – подмерзание отсутствует;

1 – очень слабое подмерзание: повреждение на более длины однолетнего прироста у кустарников, или вымерзло до 10 % рожков у земляники;

2 – слабое подмерзание: подмерзание однолетнего прироста, возможно полное вымерзание отдельных побегов у кустарников или вымерзло до 25 % рожков у земляники, почек у малины;

3 – значительное подмерзание: подмерзание 2 х-летней древесины и отдельных многолетних ветвей у кустарников, вымерзание до 50 % рожков земляники и почек у малины;

4 – сильное подмерзание: вымерзла большая часть многолетних ветвей куста, 75 % рожков земляники и 65 % почек малины;

5 – полное вымерзание растений.

Начало созревания отмечают при массовом изменении окраски; кожица ягод утрачивает травянисто-зеленую окраску, размягчаясь и приобретая прозрачность; наблюдается появление первых окрашенных ягод.

Конец созревания – когда ягоды полностью созрели, приобрели характерные для сорта окраску, вкус, аромат, цвет семян. У неодновременно созревающих сортов эту фазу отмечают датой созревания последних ягод.

**Определение общего состояния сортов.** Состояние растений характеризует общую приспособленность сортов к условиям произрастания и в сильной степени зависит от их зимостойкости и чувствительности к засухе. Этот учет проводят в середине лета, когда у растений заканчивается рост и наиболее отчетливо видно их состояние. Общее состояние отмечают баллами:

5 – отличное состояние: кусты совершенно здоровые, хорошо облиственные, листья типичного для сорта цвета, прирост сильный;

4 – хорошее состояние: кусты здоровые, хорошо облиственные, листья нормальной величины и окраски, может быть слабое повреждение морозами, болезнями и вредителями, но без заметного угнетения растений, прирост хороший;

3 – среднее состояние: кусты несколько ослабленные в силу биологических особенностей сорта или в результате повреждения морозами, болезнями, вредителями и другими неблагоприятными воздействиями, имеют умеренный прирост, листья менее нормальной величины;

2 – слабое состояние: кусты сильно повреждены морозами, болезнями и вредителями, имеют слабый прирост, плохо облиственные, листья потеряли нормальную окраску;

1 – растения очень слабые, не имеют прироста, в большинстве своем больные, погибающие.

**Урожайность сортов.** Для оценки сортов по урожайности определяют год вступления в плодоношение, степень цветения, плодоношения, осыпаемости ягод и учитывают съемный урожай.

Степень цветения и плодоношения определяют глазомерно по сорту в целом. Степень цветения определяют в период массового цветения, степень плодоношения – когда завязь достигает хорошо заметного размера и отмечают баллами:

5 – обильное цветение, плодоношение;

4 – хорошее;

- 3 – среднее
- 2 – слабое;
- 1 – очень слабое цветение, плодоношение (имеются единственные ягоды);
- 0 – растение не цветет и не плодоносит.

Весовой учет урожая начинают проводить на второй или третий год после посадки (в зависимости от сорта и культуры) когда в среднем с куста получают по 0,3-0,5 кг ягод. Тогда же отмечают и срок вступления сорта в плодоношение.

Урожай определяют в килограммах путем взвешивания ягод с деланки или с одного куста.

Степень осыпания определяют через 3 дня после полного созревания ягод. При глазомерной оценке степень осыпаемости отмечают баллами:

- 0 – осыпаемости не наблюдается;
- 1 – очень слабая осыпаемость (опали отдельные ягоды);
- 2 – слабая осыпаемость (до 5 % ягод);
- 3 – средняя (до 20 %);
- 4 – сильная (до 40 %);
- 5 – очень сильная (осталось свыше 40 % ягод).

**Таблица 2 – Пример оформления полевого журнала учета урожая ягодных культур**

Участок \_\_\_\_\_

Год и сезон посадки \_\_\_\_\_

№ п/п	Название сорта	Степень, балл			Урожайность				Одновременность созревания (+ -)	Оценка привлекательности внешнего вида, балл	Средний вес одной ягоды, г	Вкусовые качества, балл	Одномерность ягод (+ -)
		цветения	плодоношения	осыпаемости	1-й съем	2-й съем	3-й съем	всего					
1...													

**Вкусовые качества** ягод определяют в состоянии полной зрелости по 5-балльной шкале:

- 5 – вкус отличный десертный;
- 4 – хороший;
- 3 – посредственный или средний;
- 2 – плохой вкус;
- 1 – очень плохой вкус, ягоды кислые, малосъедобные.

Крупноплодность ягод определяют при съеме урожая. Для этого берут среднюю пробу в количестве 100 ягод, обрывая созревшие плоды подряд без выбора.

Одномерность ягод наблюдают визуально и отмечают знаками «+» (одномерные) и «-» (не одномерные).

Оценку привлекательности внешнего вида ягод определяют путем сочетания величины, формы, окраски и оценивают по 5-балльной шкале:

- 5 – ягоды очень красивые: очень крупные, хорошей формы, нарядной окраски;
- 4 – ягоды красивые: крупные, правильной формы, нарядной окраски;



- 3 – ягоды удовлетворительные по внешнему виду: недостаточно крупные, малопривлекательные по окраске или форме;
- 2 – ягоды непривлекательные: мелкие, неприглядные по форме, окраске;
- 1 – очень некрасивые: мелкие, неприглядные по форме, окраске.

**Изучение устойчивости сортов и гибридов к болезням и вредителям** (антракноз, септориоз и другие пятнистости листьев смородины, крыжовника, малины, земляники).

Оценку степени поражения сортов проводят после съема урожая покусно и отмечают по 5-балльной шкале:

- 0 – пораженных листьев нет;
- 1 – очень слабое поражение единичных листьев;
- 2 – слабое: поражено до 10 % листьев;
- 3 – среднее: поражено до 30 % листьев;
- 4 – сильное: поражено до 50 % листьев;
- 5 – очень сильное; поражено свыше 50 % листьев.

**Внешний вид проявления антракноза на ягодных культурах**



**Антракноз смородины**



**Антракноз малины**



**Антракноз земляники**



**Антракноз крыжовника**

*Американская мучнистая роса.* Поражает все виды черной и цветной смородины, крыжовник, малину, землянику. Степень поражения вегетативных частей ведут покусотно и отмечают баллами:

0 – отсутствие поражения;

1 – очень слабое поражение, в виде очень слабого налета на верхушечных листьях отдельных побегов;

2 – слабое поражение с хорошо видимым налетом на верхушках отдельных побегов и верхушечных листьях;

3 – среднее поражение: поражена половина однолетних побегов с листьями до 1/3 их длины;

4 – сильное поражение: поражены почти все однолетние побеги с листьями до половины и более их длины;

5 – очень сильное поражение: поражены все однолетние побеги с листьями по всей их длине.

### Основные болезни ягодных культур

**Серая гниль земляники, малины.** Эта болезнь чаще всего проявляется в условиях избыточной влажности. Она поражает созревающие ягоды, превращая их в мягкую массу, покрытую серым, мелким, как пыль порошком. Степень поражения сортов определяют во время съема, выражают в процентах к общему весу урожая и записывают в полевой журнал.



**Стеблевая нематода земляники.** При слабом поражении, повреждение проявляется на обратной стороне листа вдоль жилок в виде желтовато-зеленых или темновато-буреющих пятен. При сильном поражении отмечают курчавость, сморщенность листьев, укороченность и утолщение черешка, жилок, листьев, цветоносов и усов. У больных растений приостанавливаются ростовые процессы, резко снижается урожайность, ягоды мельчают, делаются жесткими, уродливыми, нетипичными для сорта.



### Американская мучнистая роса.

Это заболевание распространено на крыжовнике и смородине почти повсеместно. Характерный признак заболевания – образование белого мучнистого налета на молодых листьях и верхушках побегов, а также на молодых ягодах (поражение ягод распространено в основном на крыжовнике). Позднее налет становится коричневым, войлочным. Больные ягоды плохо развиваются. При сильном заражении они сморщиваются и опадают. Пораженные листья также преждевременно опадают, верхушки побегов засыхают и искривляются.



**Антракноз земляники.** Гриб может поражать ягоды, побеги (усы), черенки и корневую систему растения. На черешках и стеблях побегов образуются темные продолговатые язвы. Инфицированная корневая система растения может привести к развитию корневой гнили, которая приводит к увяданию и гибели растения. На ягоде могут развиваться светлые, желто-коричневые или светло-коричневые мокроватые повреждения до 3 мм в диаметре. Язвы покрываются бледно-оранжевой или оранжево-розовой массой спор. Зараженные ягоды засыхают и формируют жесткие, черные, сморщенные мумии. Ягода может быть заражена на любом этапе развития.



Определение поражаемости проводят в период наилучшего проявления признаков: во время цветения – созревания и осенью в сентябре – октябре. Степень поражаемости отмечают следующими баллами:

- 0 – поражения нет: растения нормально развиваются, имеют отличное состояние;
- 1 – очень слабое поражение: поражены единичные растения;
- 2 – слабое поражение: поражено до 10 % растений;
- 3 – среднее поражение: поражено в значительной степени до 30 % растений: отмечается угнетение в росте и снижение урожая;
- 4 – сильное поражение: поражено до 50 % растений; угнетенный рост, низкий урожай;
- 5 – очень сильное поражение: поражено более 50 % растений, сильно угнетен рост, наблюдается гибель растений.

*Земляничный (прозрачный) клещ.* Повреждение растений земляничным клещом выражаются в сильном угнетении растений и снижении урожая ягод до 70 %. При сильном заражении растения угнетаются, плохо плодоносят, прекращают рост и становятся карликовыми.

Обследование сортов на зараженность и поражаемость земляничным клещом проводят в конце созревания урожая. Это время совпадает с максимальной численностью клещей и замедлением в образовании новых листьев.

Степень поражаемости сортов земляничным клещом определяют по пятибалльной шкале:

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – очень слабое поражение, поражены единичные листья растений;
- 2 – слабое поражение, поражено 20 % листьев, отмечается измельчение и морщинистость листьев;
- 3 – среднее поражение, поражено до 40 % листьев, растения отстают в росте, листья мельчают, морщятся, урожай снижается;
- 4 – сильное поражение, поражено до 70 % листьев, растения угнетенные, карликовый вид, резко снижается урожай, ягоды мельчают, теряют вкусовые качества, замедляется созревание;
- 5 – очень сильное поражение – поражено свыше 70 % листьев, рост сильно угнетен, резко снижается урожайность, отмечается начало гибели растений.

*Почковый смородиновый клещ.* Поражает черную и в меньшей степени красную смородину. Поражение этим вредителем усугубляется тем, что он кроме непосредственного вреда является переносчиком вирусного заболевания – махровости.

Поврежденные почки легко распознаются по следующим признакам: у черной смородины они сильно вздуты (до размера горошины), у красной смородины повреждение не вызывает разрастания почек, но весной поврежденные почки не распускаются.

Учет повреждения кустов смородины почковым клещом проводят покустно рано весной в безлиственном состоянии кустов. Степень повреждения определяют глазомерно и отмечают баллами:

- 0 – признаков повреждения нет;
- 1 – очень слабое повреждение единичных почек;
- 2 – слабое повреждение (до 10 % почек);
- 3 – среднее (до 30 % почек);
- 4 – сильное (от 30 до 50 % почек);
- 5 – очень сильное (повреждено свыше 50 % почек).

*Малинный жук.* Учеты повреждения ягод, малинным жуком, проводят во время сбора спелых ягод.

Степень поражения выражается следующими баллами:

- 0 – поражения нет: ягоды нормально развиваются, имеют отличное состояние;
- 1 – очень слабое поражение: повреждены единичные ягоды;
- 2 – слабое поражение: повреждено до 10 % ягод;
- 3 – среднее: поражено в значительной степени до 30 % ягод;
- 4 – сильное: поражено до 50 % ягод;
- 5 – очень сильное: повреждено в сильной степени более 50 % ягод.

### Основные вредители ягодных культур

**Земляничный (прозрачный) клещ.** Вредитель размерами меньше 1 мм, мало того, он прозрачный. Основная часть популяции находится в центре розетки, там откладываются яйца. Питаются вредители, прокалывая ткани зарождающихся листочков и высасывая из них соки. Эти покусанные листочки выходят из середины уже корявыми. Выглядят так, будто их скомкали и отпустили. Поврежденные листочки и дальше продолжают расти, становятся бугристыми. Куст мельчает, ягоды не даёт или завязывает мелкие.



**Почковый смородинный клещ.** Длина около 0,2 мм, тело белое, червеобразное с 4 ногами. Смородинный почковый клещ является вредителем крыжовника и чёрной смородины. Зимовка и дальнейшее развитие клещей происходит внутри почек (в одной почке может находиться до 3-8 тысяч особей). После заселения клещами почки приобретают округлую форму и к осени становятся более крупными. В начале следующего года почки вздуваются до размеров горошины. Весной на смородине поврежденные почки распускаются на 2-3 недели позже, часть из них совсем не распускаются и засыхает. Верхушки молодых побегов искривляются, листья на них становятся жесткими мелкими и приобретают светло-зеленую или желтую окраску.



**Малинный жук.** Опасный и распространённый вредитель малины. Длина тела взрослых насекомых (имаго) 3,8-4,3 мм. Тело серовато-чёрное, редко всё тело рыжее, в серым или жёлтых густых волосках. Жуки посещают цветки малины обыкновенной, личинки развиваются внутри ягод. Малинный жук чаще всего встречается в загущённых посадках, первичным местом его обитания и размножения является лесная малина. Зимуют в почве на глубине около 10 сантиметров неподалёку от кустов малины. Самки малинного жука могут откладывать до 50 яиц на пестиках и тычинках растений. Поврежденные жуком ягоды становятся непривлекательными, загнивают, сорта снижают урожай.



*Пурпуровая пятнистость малины.*

Степень поражения сортов малины пурпуровой пятнистостью определяется баллами по следующей шкале:

0 – поражение отсутствует;

1 – очень слабое поражение – на одном-двух побегах куста, погонном метре имеются незначительные по величине пятна;

2 – слабое поражение – на одном – трех побегах куста, погонном метре имеются значительные по величине пятна;

3 – среднее – поражено до 25 % побегов на кусте, погонном метре, имеются пятна от мелких до значительных;

4 – сильное – поражено до 50 % побегов. Величина пятен значительная, наблюдается усыхание плодоносящих веточек;

5 – очень сильное – поражено свыше 50 % побегов и кустов, наблюдается усыхание плодоносящих ветвей.

Определение степени заболевания проводят во время наибольшего его проявления – осенью в конце сентября, октября.

**Пурпуровая пятнистость малины.** Опасное массовое заболевание стеблей малины. В основном поражает стебли и почки, может поражать черешки и жилки листьев, а также веточки. Болезнь вызывает гибель почек и усыхание плодоносящих веточек, сокращая урожайность.



**Таблица 3 – Пример полевого журнала**

Учет поражения сортов болезнями и вредителями

Культура земляника

Год посадки \_\_\_\_\_

№ п/п	Название сорта	Степень поражения в баллах				
		серая гниль	белая пятнистость листьев	бурая пятнистость листьев	земляничный клещ	стеблевая нематода
1 ...						

**7.5. Цветочно-декоративные культуры**

Предлагаемая тематика опытов по цветоводству:

1. Изучение видового разнообразия традиционных корневищных многолетников (астильба, ирис, гейхера, хоста, гравилат, лилейники и т.д.).
2. Нетрадиционные многолетние растения дикой флоры для озеленения (девясил, очиток, молодило, бодан и т.д.).
3. Разработка цветочного конвейера из однолетников для школьного участка.
4. Введение в культуру и изучение, как декоративных растений Красной книги Сахалинской области, так и охраняемых (лилия Глена, венерин башмачок, первоцветы, красивоцветущие древесные растения – айва японская, облепиха, бересклет, жимолость, актинидия).
5. Нетрадиционные луковичные в грунте, горшках и на срезку (крокусы, сциллы, мускари и т.д.).
6. Выгонка травянистых многолетников в теплице для срезки.
7. Выращивание летников в теплице зимой и для ранневесеннего цветения.
8. Размножение комнатных плодовых культур в условиях школьной теплицы (лимоны, мандарины, грейпфруты, ананасы и др.).

**Основные цветочные и декоративные культуры**



**Астры**



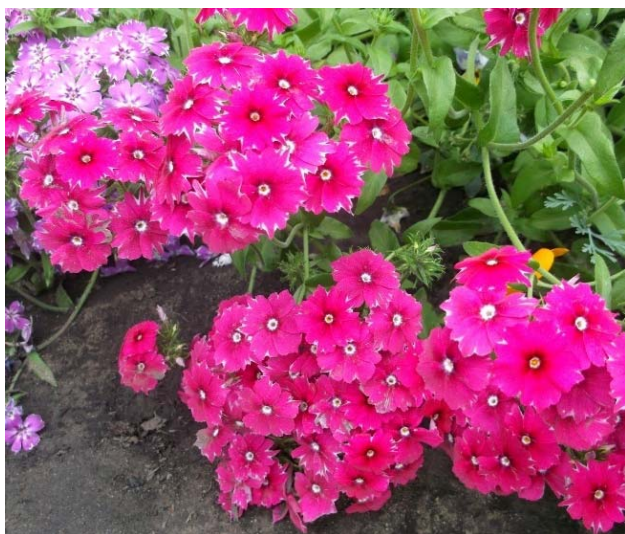
**Львиный зев**



**Георгины однолетние**



**Георгины многолетние**



**Флоксы однолетние**



**Флоксы многолетние**



**Герань**



**Петуния**





**Спирея японская**



**Спирея серая**



**Декоративная капуста**



**Цинерария**

### **Названия и схемы опытов**

Существует немало видов однолетних цветочно-декоративных растений с коротким периодом вегетации. Их можно выращивать безрассадным способом, который имеет много преимуществ перед рассадным. Он агротехнически более прост, менее трудоемок, не требует затрат на освещение и обогрев теплиц. Этот способ хорош для школьного цветника, т.к. позволяет экономить дефицитную площадь защищенного грунта, сохраняет труд и время. К тому же многие растения, рекомендуемые для грунтового посева, очень неприхотливы, устойчивы к вредителям и болезням. Часто они дают зрелые семена, что экономит в дальнейшем средства на получение посадочного материала. Особенно интересными могут быть опыты с малоизученными, совершенно новыми видами и сортами подобных растений.

#### *Опыт 1. Изучение сроков посева однолетних цветочных растений*

Варианты опыта:

1. Весенний посев при наступлении спелости почвы сухими или намоченными семенами (в воде, в растворе микроэлементов) – контроль (15-30 мая);
2. Позднеспелый (подзимний) посев по сильно замерзшей почве с мульчированием перегноем или торфом слоем 3-5 см;
3. Посев весной, через 10-15 дней после самого раннего;
4. Последний посев – в начале июня.

Размеры делянок – 2-6 м<sup>2</sup>, на делянке не менее 50-ти растений. Повторности без статистической обработки результатов – 2, с обработкой – не менее 4-х.

Цель опыта: подбор оптимальных сроков посева. Опыт по определению сроков посева следует начинать в октябре-ноябре предшествующего года заканчивать в сентябре.

Летники, рекомендуемые для изучения сроков посева безрассадным способом: василек синий, гипсофила изящная, годеция прелестная, календула лекарственная, лен декоративный (крупноцветковый), кларкия ноготковая, алиссум, эшшольция, космея. Всходы указанных летников не боятся заморозков. Ранний посев позволяет рациональнее использовать весеннюю влагу, а несколько сроков посева удлиняют общий срок цветения и усиливают декоративный эффект.

### Наблюдения и учеты

Семена перед посевом очищают и определяют лабораторную всхожесть.

Проведение фенологических наблюдений ведут ежедневно или через день (таблица 4). По результатам фенологических наблюдений определяют следующие интервалы (дней): всходы – цветение; начало цветения – конец цветения; всходы – потеря декоративности; всходы – созревание семян.

Количество соцветий учитывают по 20-ти среднеразвитым растениям. На распутившихся соцветия навешивают этикетки. Один раз в неделю измеряют диаметр отмеченных соцветий, оценивают махровость, окраску, декоративность по 5-балльной шкале. После созревания семян определяют урожайность семян с одного растения (среднее от 20 отмеченных) и с делянки.

**Таблица 4 – Форма таблиц для фенологических наблюдений**

Дата посева	Всходы	Прореживание	Цветение			Потеря декоративности	Созревание		Повторность
			начало	массовое	конец		начало	конец	
1 ...									

На основании исследований делают выводы о возможности безрассадного выращивания изучаемого сорта или вида. Производству рекомендуют лучшие сроки посева для декоративного оформления участка, получения качественной срезки, сбора максимального количества семян или частей растений на лекарственные цели (например, у календулы).

В практике цветоводства ведущие летники представлены большим количеством сортовых групп и сортов, которые различаются по срокам цветения, высоте растений, форме и окраске соцветий. Путём подбора сортов можно добиться в пределах одного вида разнообразия форм, окрасок, сроков цветений. При подборе сортов оценивают их устойчивость к неблагоприятным условиям среды, вредителям и болезням.

Основная задача сортоизучения – объективная оценка новых отечественных и зарубежных сортов по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Лучшие сорта рекомендуются для внедрения и размножения. Можно использовать любые летники.

### *Опыт 2. Сортоизучение летников (душистого горошка)*

Цель опыта: подобрать из отечественного ассортимента сорта, пригодные для выращивания в условиях Сахалинской области на срезку и для оформления цветников.

В современном ассортименте выделяют приблизительно 15 садовых групп душистого горошка, которые различаются по срокам цветения, высоте куста, окраске и аромату цветка. Наиболее распространены крупноцветные сорта группы Спенсер, Флорибунда, очень душистые и раноцветущие, сорта из группы Галакси крупноцветковые и достаточно ранние, кормовая группа Купидон включает растения с низким кустом 0-25 см с некрупными цветками по 2-3 штуки на цветоносе. Лучше сравнивать сорта в пределах одной декоративной группы.

Горошек – довольно холодостойкое растение, поэтому его выращивают посевом семян в грунт в начале мая или крупноцветковые поздние сорта – рассадным способом. Сажают и сеют горошек рядами по схеме 10-15 x 80-100 см.

В течение вегетации почву 3-4 раза рыхлят и пропалывают, 2-3 раза растения подкармливают навозной жижей 1:10, суперфосфатом 20-30 г/10л воды и калийной солью 10-20 г/10 л воды.

Большинство высокорослых сортов необходимо подвязывать к шпалере.

Размер делянки 2-6 м<sup>2</sup> (в зависимости от наличия семян, но не менее 50 штук на делянке). Форма делянки прямоугольная, ширина 1-1,5 м, длина произвольная. Число повторностей при достаточном количестве семян 1-5. Если предусматривается статистическая обработка результатов опыта, повторностей должно быть не менее 4-х.

Наблюдения и учёты

Фенологические наблюдения (таблица 5).

Биометрические измерения, 20-30 растений.

Описание растений, соцветий, цветков.

Оценка декоративной ценности сорта в баллах (таблица 6).

Учёт семенной продуктивности сортов (таблица 7).

В течение всего периода вегетации проводят фенологические наблюдения. Ежедневно или через день отмечают следующие фазы и результаты заносят в таблицу 5.

**Таблица 5 – Фенологические наблюдения за сортами душистого горошка**

Сорт	Повторность	Дата посева	Всходы	Цветение			Созревание семян		Примечание
				начало 25 %	массово 75 %	конец	начало	конец	
1....									

**Таблица 6 – Оценка декоративных признаков душистого горошка**

Сорт, повторность, № растения	Число ветвей 1-го порядка	Число ветвей 2-го порядка	Длина цветоносов	Устойчивость к выцветанию	Декоративность в фазу цветения
1....					

Максимальную оценку ставят сортам с чистой окраской цветов, не выгорающих в течение всего периода цветения. Величину цветка определяют по величине паруса. Ценятся также растения с цветоносом не менее 30 см, с числом цветков на цветоножке не менее 5 штук.

**Таблица 7 – Учёт семенной продуктивности душистого горошка**

Сорт	Повторность	№ растения	Число плодов, шт.	Среднее число семян в плоде	Масса семян, г	
					в плоде	с растения
1....						

После сбора урожая определяют посевные качества семян: всхожесть (100 шт. x 4 повторности по каждому сорту), масса 1000 штук семян по сортам и повторностям.

Многие виды луков обладают неплохими декоративными качествами и способны украсить коллекционный, овощной и даже цветочный отделы учебно-опытного участка школы. Луки холодостойки и морозостойки, нетребовательны к условиям выращивания, обладают длительным периодом долголетия (до 10 лет), они отличные нектароносы и очень хорошо привлекают насекомых опылителей.

*Опыт 3. Изучение видов рода Allium с целью использования в качестве декоративных растений в условиях Сахалинской области (на основе имеющихся коллекций и её пополнения)*

Цель опыта: подобрать и рекомендовать для выращивания на учебно-опытных участках школ, станций юннатов, участках цветоводов-любителей наиболее декоративные и устойчивые виды многолетних луков. Изучить возможности семенного и вегетативного размножения этих видов.

Варианты опыта:

1. Лук Христофа;
2. Лук слизун;
3. Лук моли;
4. Лук пикинский;
5. Лук неаполитанский;
6. Лук душистый;
7. Лук косой;
8. Лук голубой;
9. Шнитт-лук (контроль);
10. Другие виды, имеющиеся в коллекции.

*Наблюдения и учёт*

Фенологические наблюдения (см. таблица 8). Биометрические исследования (на 10-20 шт. растений). Ботаническое описание видов. Оценка декоративной ценности вида. Учёт семенной продуктивности видов (см. таблица 9).

**Таблица 8 – Фенологические наблюдения над луками**

Вид	Начало отрастания	Бутонизация	Цветение			Созревание семян
			начало, 25 %	полное, 75 %	окончание	
1 ....						

Как итог наблюдений над динамикой развития вычисляют продолжительность периодов: весеннее отрастание – бутонизация, весеннее отрастание – цветение, начало – конец цветения.

Биометрические показатели растений лука измеряют на специально отмеченных 10-20 растениях. При этом оценивают следующие параметры: высота растений, длина цветоноса, диаметр соцветия, форма соцветия, число соцветий на одном растении, шт. число цветков в соцветии, шт.

Ботанические особенности луков очень многообразны. Претворяя опыт, следует дать краткое морфологическое описание видов с характеристикой луковиц (одиночные или на корневищах); форма, цвет, характер жилкования или сетчатости поверхности листьев (полные, плоские, линейные, продолговатые, эллиптические), соцветия (окраса, наличие запаха), наличие в соцветиях воздушных луковичек (вивинария), развитость семенной продуктивности.

При оценке декоративной ценности вида следует принимать во внимание продолжительность цветения, сроки цветения (более ценные с поздним и ремонтантным, как у лука душистого, цветением), высоту цветоноса, привлекательность плодов, возможность использования на срезку.

Таблица 9 – Учет семенной продуктивности видов лука

Вид лука	Номер растения	Число коробочек на растении, шт.	Масса семян с одного растения, г	Примечания
1 ....				

### Агротехника

Луки размещают на открытых незатенённых местах. Растения предпочитают рыхлые, влагоёмкие, богатые питательными веществами с нейтральной или слабокислой реакцией почвенной среды. Во время весеннего активного роста луки подкармливают минеральными удобрениями.

Для борьбы с луковой мухой почву обрабатывают препаратом БИ-58, 0,2 % раствором, поливают почву вокруг растений. Для профилактики пероноспороза (ложной мучнистой росы) семенники опрыскивают 1 % бордоской жидкостью или 0,4 % Цинебом.

## 7.6. Земледелие

Проведение опытов по почвоведению, агрохимии и земледелию требует наличия определенных приборов, химических реактивов, лабораторных помещений.

Некоторые представления о свойствах почвы можно получить при её визуальном обследовании. Следует обратить внимание на растительность: видовой состав, размер, яркость окраски. Мелкие слабообразованные (травянистые) растения свидетельствуют о неблагоприятных почвенных свойствах (о высокой кислотности, слабой обеспеченности органическим веществом и необходимыми растениям питательными элементами, в первую очередь, азотом). И, напротив, хорошее развитие растений говорит о высоком уровне почвенного плодородия. На рисунке 4 проиллюстрирована разница в обеспечении многолетних трав азотом: на высоком азотном фоне растения лучше развиты и более интенсивно окрашены.

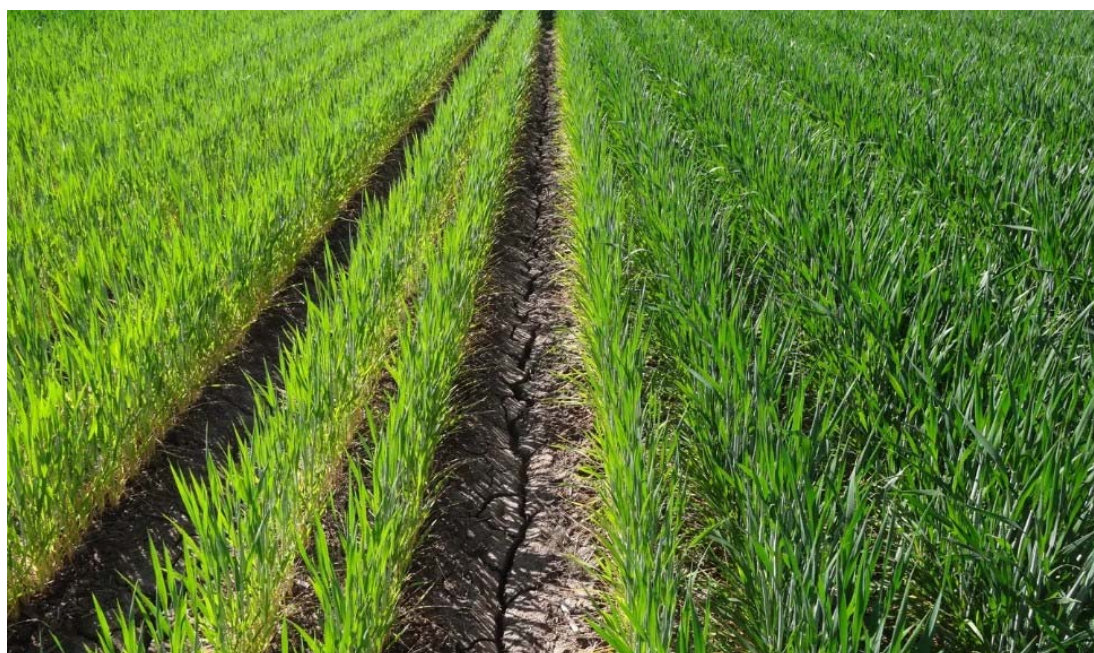


Рисунок 4 – Различия в обеспечении азотом многолетних трав

В лесных массивах о качественных показателях почвы можно судить по видовому составу древесных пород, под которыми она развивалась: под хвойными с небогатым листовым опадом или лиственными, поставляющими с листьями достаточно высокий объем растительного органического вещества. Об обеспеченности почвы органическим веществом можно судить по цвету самой почвы. Охристо-бурые, светло-серые оттенки (в сухом состоянии почвы) свидетельствуют о недостаточном содержании органического вещества (в том числе гумуса) (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Окраска лугово-дерновой почвы со средним содержанием гумуса и чернозёма с высоким содержанием органического вещества**

Одним из наиболее распространенных методов определения количества органического вещества в почве (%) является окисление углерода гумусовых веществ раствором бихромата калия. На рисунке 6 слева – раствор бихромата с почвой после сжигания при 140°C, справа – после титрования.



**Рисунок 6 – Анализ органического вещества (гумуса) почвы**

### **Известкование**

О кислотности почвы можно судить по произрастанию на полях некоторых растений. Конский щавель, щавелек малый (кислица), хвощ полевой, щучка (из мятликовых) говорят о высокой почвенной кислотности. Хорошо развитые растения крапивы, лопуха, сурепки, крестовника встречаются на благоприятном плодородном фоне.

Излишняя кислотность почвы, как известно, нейтрализуется путем применения известковых материалов с высоким содержанием кальция и магния. В производственных условиях расчет дозы извести проводится на основе показателя гидролитической кислотности (ГК),

умножаемого на 1,5. На учебных участках при необходимости (если предполагается наличие повышенной кислотности) можно применить 400-800 г известняковой мучки на квадратный метр (средние дозы). Следует помнить о том, что не все культуры (картофель, столовые корнеплоды и др.) положительно реагируют на размещение их на свежеизвесткованных участках, поэтому лучше провести известкование под последующие посадки осенью.

### Агрофизические свойства почвы

Важную роль в жизнедеятельности растений играют агрофизические свойства почвы. К ним относят гранулометрический (механический) состав, плотность (удельная масса), влагоемкость, пористость, структурное состояние, водопрочность почвенных агрегатов и другие физические показатели. На рисунке 7 показаны инструменты для определения влажности почвы (бюксы), влагоемкости, плотности и пористости (цилиндры). Отбор таких образцов может быть проведен в пределах гумусового (пахотного) слоя или по всему почвенному профилю послойно (или по выделенным горизонтам).



Рисунок 7 – Набор инструментов для определения агрофизических свойств почвы

Согласно классификации по соотношению в гранулометрическом составе песчаных и глинистых частиц почву относят к определенному виду. При преобладании песчаных фракций её характеризуют как рыхлопесчаную, связнопесчаную, супесчаную и легкосуглинистую. Далее, при росте содержания глинистой фракции свыше 30 % по нарастающей мехсостав почвы изменяется от среднесуглинистого, тяжелосуглинистого, легкоглинистого, среднеглинистого до тяжелоглинистого. Часто бесструктурный тяжелый суглинок ошибочно называют глиной. На Сахалине тяжелоглинистые почвы, чем-то похожие на пластилин, встречаются редко. На рисунке 8 показаны фрагменты определения гранулометрического состава лугово-дерновой почвы ареометрическим методом.



Рисунок 8 – Анализ гранулометрического состава почвы

В полевых условиях можно приблизительно определить мехсостав почвы, скатав из неё (сырой) жгутик в виде червячка и сложив его в кольцо. По невозможности или слабой возможности это сделать можно отнести почву к супесчаной. Если сильных разломов в кольце нет, но есть трещины – почва глинистая. Ещё более простой способ полевого определения – растереть комочек почвы, лучше сухой, между пальцами: наличие определенного количества пылеватой или песчаной фракции даст возможность сориентироваться в гранулометрическом составе.

Одним из важнейших агрофизических свойств почвы является её структура, определяемая наличием структурных агрегатов размером 0,25-10,0 мм. Особенно ценится содержание агрегатов 1,0-3,0 мм. Благоприятная структура почвы обусловлена воздействием значительного количества органического вещества, служащего основным структурообразующим фактором. Внесение в почву навоза, компостов, торфа, растительных остатков способствует улучшению её структурного состояния. На рисунке 9 показана подготовка (высушивание образцов) почвы к структурному анализу – сухому просеиванию через колонку сит с разным размером ячеек (от 0,25 до 10,0 мм). Большое количество агрегатов размером < 0,25 и > 10,0 мм свидетельствует о неблагоприятных условиях структурообразования в почве.



Рисунок 9 – Подготовка проб почвы к структурному анализу

### Схемы опытов с применением удобрений

Поскольку в настоящее время торговыми предприятиями предлагается большое количество разнообразных удобрений, могут быть заложены опыты по испытанию некоторых из них. Схемы опытов могут включать несколько вариантов с разными дозами удобрений под высаживаемые культуры. Если таковых будет несколько, это позволит определить, во-первых, наиболее эффективное удобрение из используемых, во-вторых, лучшую дозу для внесения.

В схеме обязателен нулевой контроль (без удобрений). Возможно включение в качестве контрольного варианта с уже апробированным видом удобрений (например, карбамидом, аммиачной селитрой, диаммофоской и др.).

Рекомендуемая доза может быть удвоена, утроена и т.д.

Варианты опыта:

1. K<sub>0</sub> (контроль без удобрений);
2. Азот N;
3. Фосфор P;
4. Калий K;
5. NP
6. NK;
7. 1 NPK;
8. 2 NPK;
9. 3 NPK и т.д.



Например: если расчет вести по азоту, то получаем его дозы внесения:

1 NPK = 40 кг д.в. N на 1 гектар или 4 г на 1 м<sup>2</sup>;

2 NPK = 80 кг/га (8 г/ м<sup>2</sup>) д.в. и далее с увеличением дозы.

Действующее вещество (д.в.) обозначает процентное содержание элемента в удобрениях (в туках), поскольку они всегда имеют в своем составе наполнители или балластные включения.

Если обозначено, что количество азота равно 34 %, то это означает, что в 100 г удобрения содержится 34 г азота. Таким же образом рассчитывают содержание РК и других, важных для питания растений элементов (кальция, магния, серы, микроэлементов).

Применение таких удобрений можно проводить на обычном фоне (K<sub>0</sub>), на фоне органических удобрений: навоза, компоста, торфа, вносимых также в расчетных дозах (Нпр., 2, 4, 10 кг/ м<sup>2</sup> и др.). Все зависит от возможностей школы и почвы местности, где она располагается.

Можно проводить опыты с сидератами (зелеными удобрениями).

### Сидераты

К их числу относятся горчица белая, редька масличная, люпин однолетний, донники белый и желтый, сурепица яровая, рапс яровой, рожь, овес, ячмень, тритикале, вика, горох, клевер и др. культуры. В последние годы на островных полях в виде сидерата высевается фацелия. Даже сорняки, не успевшие сформировать семена (в стадии бутонизации – цветения) при хорошем развитии биомассы могут послужить в качестве зеленых удобрений. Очень нетребователен к условиям произрастания, что важно для низкоплодородных сахалинских почв, люпин многолетний.



Горчица белая



Горчица белая + овес + вика озимая



Горчица белая + люпин однолетний



Рапс + люпин однолетний



Редька масличная



Люпин белый + яровая пшеница

При возделывании сидератов необходимо учитывать биологические особенности растений, поскольку их влияние на почву может быть односторонним. Например, злаковые культуры, имея солоmistый стебель, поставляют в почву больше клетчатки, а вследствие особенностей химического состава – больше углерода. При более широком соотношении ( $> 20$ ) растительные остатки медленнее минерализуются, то есть перерабатываются микроорганизмами. Ускорению этого процесса способствуют или совместные со злаковыми посевы бобовых культур, или их посевы после злаковых, поскольку хорошо известно свойство бобовых культур накапливать в своей биомассе больше азота и при благоприятных почвенных условиях фиксировать азот с помощью клубеньковых бактерий. Помимо бобовых, можно использовать в смеси со злаковыми растениями капустные (горчицу, рапс, редьку и др.).

Посев сидератов можно производить с третьей декады мая по вторую декаду августа.

Нормы высева: злаковые – 10-25 г, люпин – 20 г, рапс, редька, горчица и другие мелкосеменные культуры – 2 г на 1 м<sup>2</sup>.

Под посев желательно использовать минеральные удобрения в количестве 30-50 г на 1 м<sup>2</sup>.

Растительную массу сидератов лучше измельчить (при возможности), но можно перекопать и без измельчения. Лучшая стадия развития растений для использования на удобрения – бутонизация – цветение.

При размещении после сидератов других культур требуется некоторое дополнительное количество азотных удобрений (4-6 г на 1 м<sup>2</sup>), поскольку при переработке органической массы почвенные микроорганизмы вступают в конкуренцию с растениями за азот, необходимый им для жизнедеятельности.

Необходимо помнить, что не рекомендуется высаживать после капустных сидератов родственные им культуры (редис, репу, все виды капусты). Это поможет избежать повреждения последних болезнями (например, килой, особенно при повышенной кислотности почвы) и вредителями.

### Севообороты

Опыты с сидератами вполне вписываются в опыты с севооборотами, то есть в процесс изучения наиболее перспективных вариантов чередования культур (следования друг за другом на одном поле, участке).

Севообороты подразделяют на три основных типа: полевые, кормовые и специализированные (овощные и др.). Для пришкольного участка наиболее доступен последний.

В схему чередования включают самые разные овощные культуры. Они могут быть в первый год размещены длинными полосами в одном направлении:

<b>картофель ранний</b>
<b>капуста</b>
<b>морковь</b>
<b>свекла</b>
<b>зеленные (петрушка, укроп, сельдерей)</b>
<b>лук</b>
<b>кабачки, тыква</b>

При малом количестве площадей и семенного материала (зеленные, редис и др.) можно сделать в одной полосе сборное поле.

На следующий год посадки этих же культур проводят поперек прошлогодних полос («все по всему»).

<b>Ранний картофель</b>	<b>капуста</b>	<b>Морковь</b>	<b>Свекла</b>	<b>Зелень</b>	<b>Лук</b>	<b>Кабачки, тыква</b>
-----------------------------	----------------	----------------	---------------	---------------	------------	---------------------------

На третий год можно эту площадь занять одной культурой (картофель, однолетние травы), можно повторить посадки в том же порядке.

Проведение такого опыта позволяет определить:

1. Наиболее продуктивные звенья севооборота (последовательное чередование двух-трёх культур), то есть лучшие схемы чередования; они выявляются при учете урожайности продуктивной части растений (масса клубней, корнеплодов, плодов) и установлении общей биологической массы (продуктивная часть + ботва, листья, при желании - даже корни и др.);

2. Распространенность сорных растений при разном чередовании сельскохозяйственных культур; видовой состав сорняков; при определенной подготовке можно установить пораженность сельскохозяйственных растений вредителями и болезнями, познакомиться с их проявлением;

3. С помощью приведенной ниже таблицы 10 рассчитать, какое количество того или иного питательного элемента (NPK) отторгается с поля с урожаем безвозвратно и какое остается с растительными остатками.

**Таблица 10 – Содержание основных химических и биохимических соединений в наиболее распространенных сельскохозяйственных культурах Сахалина**

№ п/п	Культура	Структурная часть	Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг%	Азот, Фосфор, Калий		
						общий, %	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(K <sub>2</sub> O)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Картофель ранний	клубни	19,2	-	19,6	0,34	0,09	0,56
		ботва	14,6	-	-	0,56	0,12	0,90
2	Картофель поздний	клубни	17,2	-	23,9	0,38	0,11	0,63
		ботва	11,6	-	-	0,47	0,11	0,78

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Капуста	кочаны	-	3,8	24,6	0,19	0,06	0,32
		листья	11,3	-	-	0,27	0,08	0,58
		кочерыги	11,4	-	-	0,28	0,16	0,79
4	Морковь	корнеплоды	10,8	5,4	-	0,21	0,09	0,62
		ботва	17,0	-	-	0,42	0,09	0,17
5	Свекла столовая	корнеплоды	15,4	-	22,6	0,48	0,61	0,98
		ботва	12,6	2,6	36,5	0,49	0,11	0,87
6	Брюква	корнеплоды	10,8	-	-	0,20	0,05	0,36
		ботва	12,8	-	-	0,46	0,06	0,54
7	Редька черная	корнеплоды	13,0	5,3	35,9	0,29	0,15	0,44
8	Кольраби	кочан	5,5	1,4	46,5	0,26	0,09	0,39
9	Брокколи	кочан	9,0	0,2	113,0	0,58	0,17	0,39
10	Капуста цветная	кочан	-	1,4	75,1	0,36	0,09	0,44
11	Лук	луковица	-	0,7	30,5	0,30	0,14	0,25
12	Кабачки	плоды	-	1,8	14,5	0,18	0,10	0,40
13	Тыква	плод	-	4,6	19,4	0,20	0,06	0,28
		ботва	7,5	-	15,6	0,18	0,06	0,31
14	Петрушка	листья	15,5	1,8	103,0	0,44	0,16	-
		корни	16,8	-	34,5	0,23	0,22	0,65
15	Редис	корнеплоды	4,7	1,3	-	0,19	-	0,46
		ботва	7,7	0,04	48,3	0,40	0,11	0,48
16	Укроп	ботва	10,8	2,1	57,1	0,39	0,07	0,69
17	Однолетние травы (овес + горох)	ботва	19,4	-	-	0,52	0,03	0,55
18	Многолетние травы (тимopheевка + клевер)	ботва	22,5	-	-	0,34	0,05	0,62

Схема расчета:

Например, с 1 м<sup>2</sup> раннего сорта получают 2,5 кг клубней картофеля и 1,5 кг ботвы. В клубнях содержится 0,34 азота. Составляем пропорцию:

$$2500 \text{ г (2,5 кг)} - 100 \%$$

$$X \text{ г} - 0,34 \%$$

$$X \text{ г} = 2500 \text{ г} \times 0,34 \% / 100 \% = 8,5 \text{ г}$$

Установили, что с 2,5 кг клубней с 1 м<sup>2</sup> выносятся 8,5 г общего азота. Таким же образом проводится расчет по всем элементам. Сухая масса растений определяется по содержанию сухого вещества (в %) (из таблицы):

$$СМ = 2500 \text{ г} \times 19,2 \% / 100 \% = 480 \text{ г}$$

Также рассчитываем содержание NPK в ботве (на 1 м<sup>2</sup>) и выясняем количество питательных элементов, возвращающихся в почву. Суммируя вынос NPK клубнями и ботвой, определяем количество элементов, необходимое для роста и формирования урожая той или иной культуры.

## ГЛАВА 8. ЗАКЛАДКА И ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ОПЫТОВ

### 8.1. Микробиология

Лучшими показателями экологического состояния почв являются микроорганизмы. Для того чтобы дать объективную оценку состояния почвы и предложить мероприятия по улучшению ее экологического состояния, необходимо изучать почвенные микроорганизмы.

Почвенные микроорганизмы осуществляют процесс преобразования органических остатков (отмерших корней, растительных остатков) с образованием гумуса, обеспечивающего плодородие почвы. Микроорганизмы почвы представлены бактериями, микроскопическими грибами, дрожжами. Микроскопические грибы преобладают над другими видами микроорганизмов, поэтому их роль в преобразовании органического вещества в почве так велика. Почвенные грибы – главные компоненты микробного комплекса почв. Они являются лучшими показателями экологического состояния почв. С этой целью можно провести следующий опыт:

*Опыт 1. Изучить микробиологический состав почв разных районов*

Варианты опыта

1. Отобранной в центре города;
2. Отобранной на лугу;
3. Отобранной на пришкольном участке.

Для микробиологического анализа почвы обычно используют среднюю пробу, отбирая образцы с разных мест опытного земельного участка и смешивая их. Пробы отбираются в шахматном порядке или рядами по диагонали, на определенной глубине, например 2-10 см, 10-20 см от поверхности. Каждый образец почвы сопровождают этикеткой, где указывают дату взятия образца, район участка и горизонт. Для взятия пробы почвы стерильным ножом снимают верхний слой почвы (1,5-2,0 см), который может быть загрязнен посторонней микрофлорой. Далее совком или лопатой, обработанных спиртом, берут 200 г почвы и насыпают в стерильный пакет. Почвенные образцы желателен анализировать в тот же день, так как количество микроорганизмов в них может изменяться. Если почвенные образцы невозможно проанализировать в тот же день, рекомендуется высушить образцы почвы при 30°C.

#### **Приготовление почвенной суспензии**

Для приготовления разведений почвенной суспензий готовят ряд пробирок с 9 мл стерильной дистиллированной воды, колбу, содержащую 90 мл стерильной воды, и вторую колбу, стерильную, сухую, объемом 250 мл. Исследуемую почву высыпают на стерильное стекло. Стекло заранее протирают спиртом и обжигают на пламени. Почву тщательно перемешивают шпателем, удаляя механические частицы и корни растений. Соблюдая стерильность, на часовом стекле отвешивают 10 г. почвы и переносят ее в стерильную ступку.

Навеску почвы в ступке увлажняют до пастообразного состояния, добавляя 2-3 мл воды из первой колбы, содержащей 90 мл стерильной воды, и растирают. После растирания почву из ступки переносят с помощью воды во вторую сухую колбу, получают первое разведение – 1/10.

Почвенную суспензию в колбе встряхивают в течение 5 мин, дают отстояться 30 с и далее стерильной пипеткой переносят 1 мл почвенной суспензии из колбы в пробирку 1 с 9 мл стерильной дистиллированной воды, получают второе разведение – 1/100. Подобным образом готовят ряд последующих разведений почвенной суспензии – 1/1000, 1/10000, 1/100000 и более в зависимости от предполагаемой численности микроорганизмов, учитывая тип почвы, генетический горизонт, сезон года, влажность почвенной пробы и т.д. Для приготовления каждого нового разведения почвенной суспензии следует пользоваться новой стерильной пипеткой (рисунок 10).

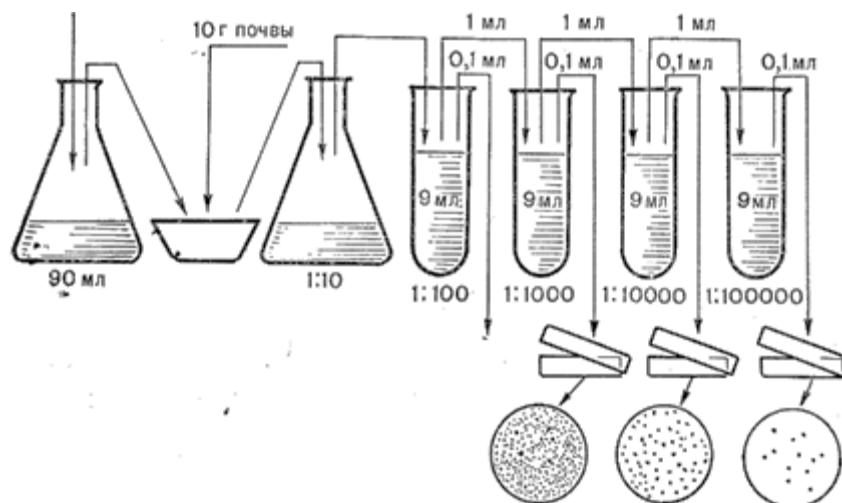


Рисунок 10 – Схема приготовления разведений и высева почвенной суспензии на твердые питательные среды

### Посев

Для выделения и количественного учета грибов почвенную суспензию высевают в толщу среды Чапека, в состав которой входят (из расчета на 1 л): 30 г сахарозы, 3 г натрия нитрата, 1 г калия дигидрофосфата, 0,5 г калия хлорида, 0,5 г магния сульфата, 0,01 г железа сульфата, 15 г агар-агара. Для подкисления среды Чапека используют молочную кислоту. На дно чашек вносят по 1 мл разведенной почвы (1:1000) и заливают чашки расплавленной на водяной бане и затем охлажденной до 50 градусов средой Чапека. Засеянные чашки Петри подписывают (ставится номер), переворачивают средой вверх и помещают в термостат при температуре 28-30°C.

Клетки микроорганизмов, попав в питательную среду, начинают размножаться и на 3-5 день после посева образуют видимые невооруженным глазом колонии. Каждая колония на чашке с питательной средой вырастает из одной колониеобразующей единицы (КОЕ). Подсчитав число колоний микроорганизмов, развившихся на чашках Петри по всем повторностям соответствующего разведения, определяют среднее число колоний на чашке и далее пересчитывают количество микроорганизмов на 1 г. воздушно-сухой почвы по формуле:

$$A = б \times в \times г;$$

где А – число клеток микроорганизмов в 1 г воздушно-сухой почвы;

б – среднее число колоний микроорганизмов на чашке Петри;

в – соответствующее разведение;

г – количество капель в 1 мл жидкости в пипетке.

Родовые признаки грибов изучаются с помощью современных определителей для соответствующих групп и родов грибов. Для того чтобы определить какой гриб вырос, сначала рассматривают его на чашке Петри при малом увеличении. Так исследуется общая структура грибной колонии. Затем в каплю воды на поверхность чистого предметного стекла препаровальной иглой переносится мицелиально-споровая масса из грибной колонии. При большом увеличении микроскопа изучаются и описываются морфологические особенности обнаруженных грибов, устанавливается их систематическое положение. Количественный и качественный состав микроскопических грибов представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Почвенные грибы лугово-дерновой почвы

Вариант	Родовой состав	Общее количество микроорганизмов, КОЕ/1 г почвы
Без удобрений	<i>Penicillium, Mucor, Fusarium</i>	< 30 – мало
После внесения органических удобрений	<i>Penicillium, Trichoderma, Mucor, Cladosporium</i>	> 30-60 – среднее > 60 – высокое

Грибы рода *Penicillium* по праву занимают одно из первых мест по распространению среди гифомицетов (рисунок 11). Они являются самыми многочисленными в наших почвах. Для пенициллов характерен разнообразный конидиальный аппарат, он представляет собой в верхней части кисточку разной степени сложности. Описание выросшей колонии Пеницилла. Сначала над субстратом вырастают белые, расходящиеся от центра нити, которые, разрастаясь, образуют колонию. *Penicillium* быстро формирует споры, в результате чего поверхность субстрата становилась порошистой, серовато-голубовато-зеленоватой. На 5-7 день наблюдений можно было наблюдать спороношение. По типам спороношения с помощью определителя, можно определить какой грибов вырос на чашке.

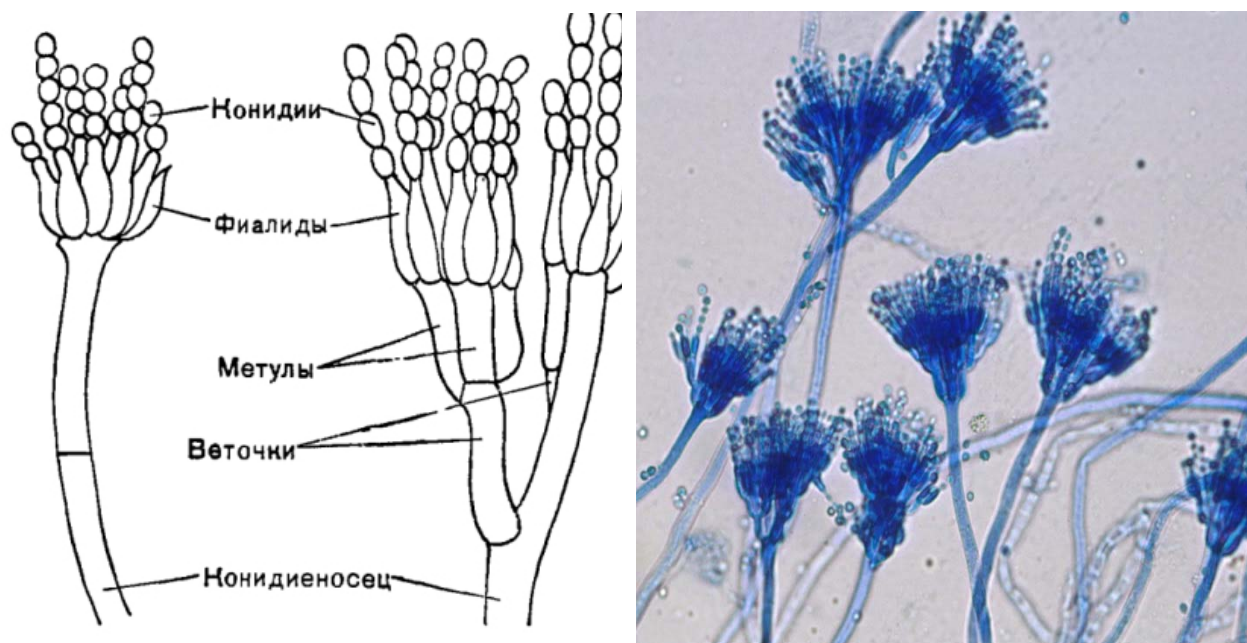


Рисунок 11 – Строение конидиеносцев грибов рода *Penicillium*

Аспергилл и Мукор – грибы, которые также часто встречаются в почвах Сахалинской области. Описание выросшей колонии *Aspergillus* – колония быстрорастущая, бархатистая с обильным белым мицелием (рисунок 12). Спороношение у аспергилла обычно наблюдается на шестой день. Спороношение обильное, черное или черно-коричневое. Край колонии белый, ровный. Обратная сторона колонии неокрашенная. Конидиеносцы гладкие, в верхней части слегка коричневые. Конидии шаровидные, коричневые, шиповатые.

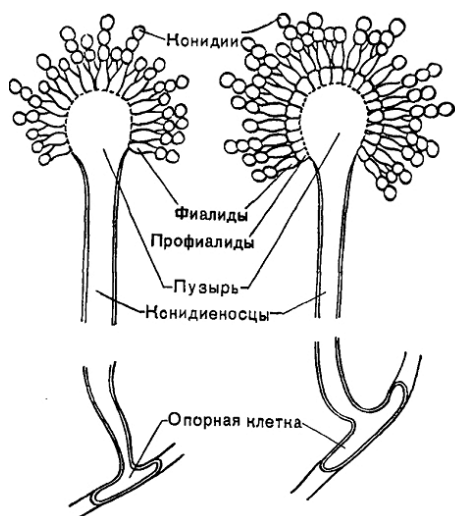


Рисунок 12 – Аспергилл черный (лат. *Aspergillus niger*)

Конидии – покоящиеся клетки, с минимальным содержанием воды, шаровидной или эллипсоидной формы, средним размером в поперечнике 4 мкм. Поверхность конидий – гладкая, бугристая или шиповатая, черная (откуда и название этого гриба *niger*) или коричневая с различными оттенками. Окраска конидий определяет цвет всей конидиеносящей поверхности. Перевод термина аспергилл – «косматая голова». Даже при небольшом увеличении хорошо видны и легко определяются «косматые головки» аспергилла.

Описание колоний мукора (рисунок 13). Гриб *Mucor* также называют белой плесенью. Его мицелий представлял собой переплетение гиф беловатого цвета и выглядел как пушистый белый налет. Пушистый мицелий быстро развивался и через 6 дней появились спорангии черного цвета. Поэтому казалось, что плесень стала черной.

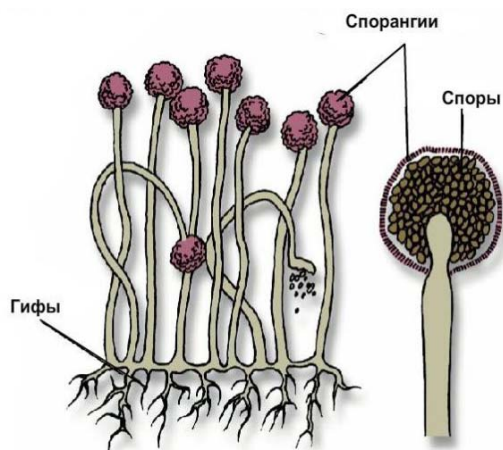


Рисунок 13 – Мукор (лат. *Mucor mucedo*)

Интересно наблюдать за развитием токсичных Пенициллов на чашках Петри (контрольный вариант). На третий день после посева колонии грибов были маленькие, но уже появился красноватый окрас (рисунок 14, а). На шестой день колонии значительно разрослись, занимали более 50 % от общей площади чашки. Окрас стал более ярким. Яркий красно-оранжевый окрас характерен для токсичных Пенициллов (рисунок 14, б). На одиннадцатый день наблюдений было хорошо видно спороношение различных Пенициллов. Было определено, что из одиннадцати грибов на чашке, три было токсичных (рисунок 14, в). Эти грибы высевались на чашки Петри из почвы контрольного варианта (где не было внесения удобрения).



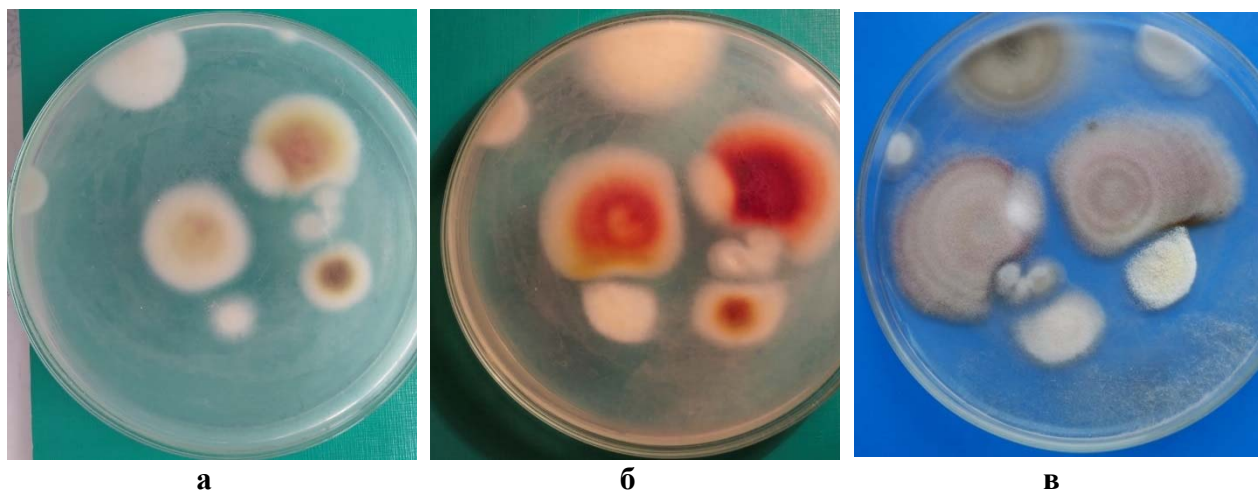


Рисунок 14 – Развитие токсичных Пенициллов (а – на третий день от посева; б – на шестой день от посева; в – на девятый день от посева)

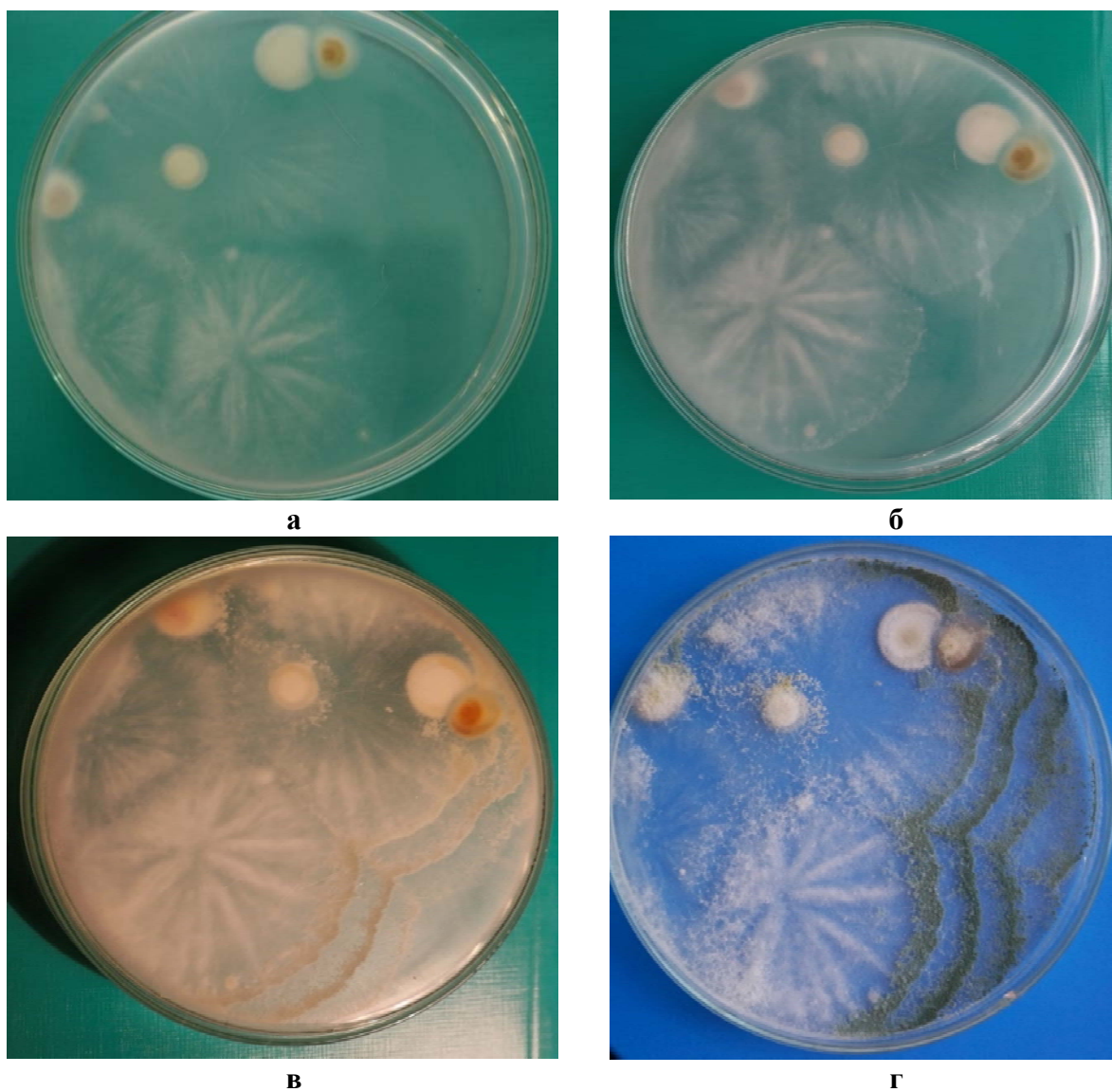


Рисунок 15 – Развитие колоний грибов в варианте с внесением органических удобрений 10 лет назад (а – на третий день от посева; б – на шестой день от посева; в – на восьмой день от посева; г – на десятый день от посева)

При рассмотрении грибов на чашке Петри варианта, где вносилась органика 10 лет назад, можно увидеть необычные колонии, похожие на снежинки. Через 3 дня посева площадь чашки была занята грибами более чем на 50 % (рисунок 15, а). При рассмотрении этой же чашки на 6-ой день видно, что колонии грибов значительно разрослись и занимали поверхность чашки на 70 %. Так же можно обратить внимание, что грибы похожие на снежинку не дают расти другим грибам. Небольшие Пенициллы не развивались (рисунок 15, б). Ещё через 2 дня площадь чашки Петри была полностью заполнена грибами. На этой чашке мною было зафиксировано 8 колоний Пенициллов (рисунок 15, в). На 10-ый день я продолжил наблюдение и отметил, что гриб, похожий на снежинку, образовал как бы зелёные «волны» – это спороношение гриба (рисунок 15, г).

## 8.2. Биотехнология

Биотехнологические методы в селекции растений стали применяться примерно с середины минувшего столетия, и значение их непрерывно возрастает, поскольку биотехнологии под силу задачи, которые традиционными методами решить невозможно или чрезвычайно трудно. Отличительным признаком биотехнологических методов, используемых в селекции растений, является манипуляции *in vitro*. Раздел подготовлен с использованием накопленного опыта по биотехнологии (Технологический процесс производства..., 2011; Широков А.И., Крюков Л.А., 2012).

### Микроклональное размножение

Термином «микроклонального размножения» называют массовое бесполое размножение растений *in vitro*, при котором полученные растений генетически идентичны исходному экземпляру. В основе метода лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность. В соответствии с научной терминологией клонирование подразумевает получение идентичных организмов из единичных клеток. Этот метод имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными способами размножения:

- получение генетически однородного посадочного материала;
- освобождение растений от вирусов за счет использования меристемной культуры;
- высокий коэффициент размножения;
- сокращение продолжительности селекционного процесса;
- размножение растений, трудно размножаемых традиционными способами;
- возможность проведения работ в течение всего года, а не только в течение вегетационного периода.

Существует несколько моделей микроклонального размножения, каждая из них имеет свои преимущества и недостатки:

а) получение каллусной ткани с последующей индукцией органогебеза, теоретически этот метод наиболее перспективен с точки зрения коэффициента размножения, однако, в процессе дедифференциации появляется риск получить вегетативное потомство с вменными формами, поэтому рекомендуется избегать длительной каллусной культуры и вести обязательный цитологический контроль растений-регенерантов (рисунок 16).

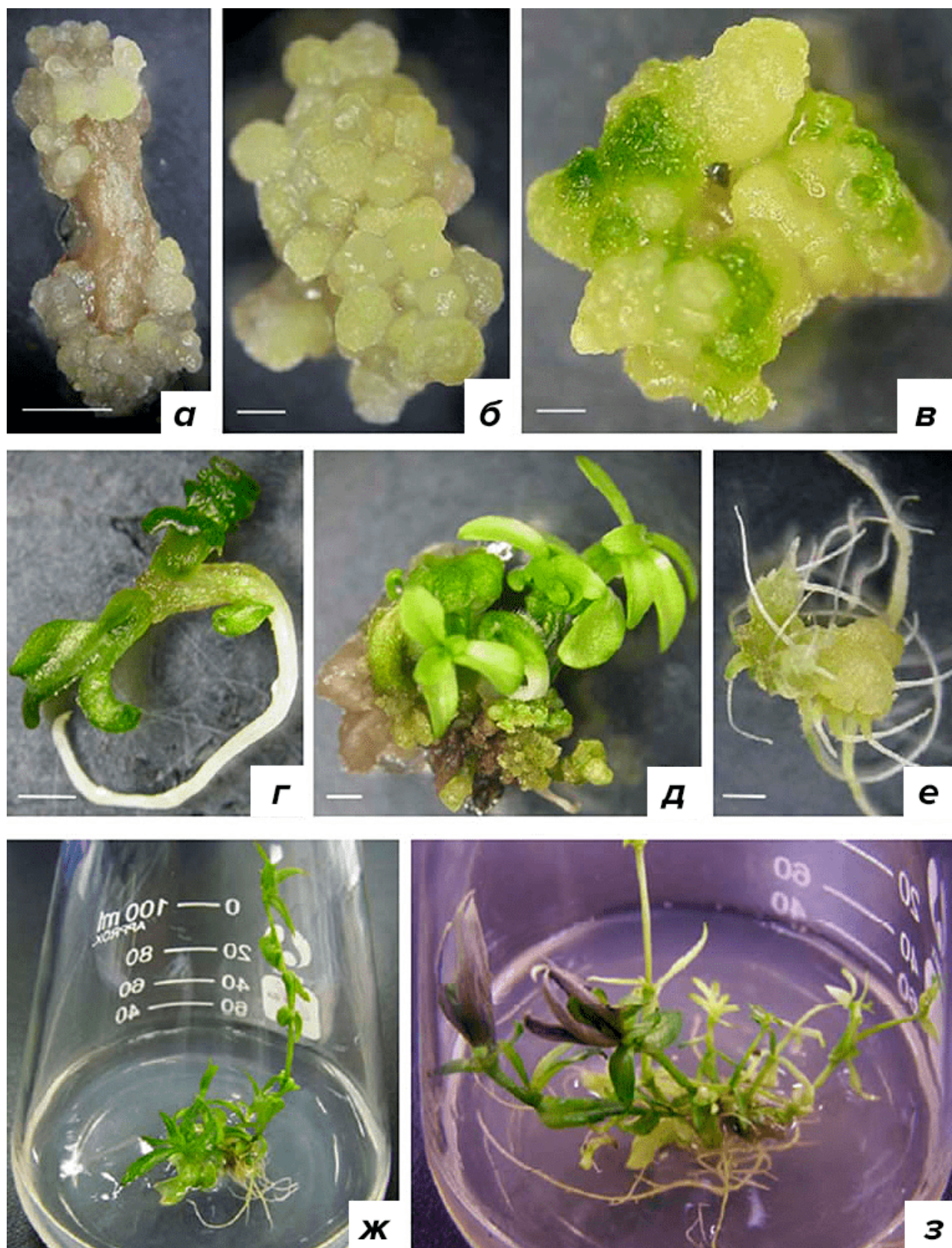


Рисунок 16 – Образование каллуса и регенерация растения сверции (*Swertia mussoitii*).

- а – Образование первичного каллуса; б – каллус, посеянный на подходящую питательную среду;  
в – формирование зеленых почек на поверхности каллуса; г – хорошо развитые побеги с корнем;  
д – образование придаточных побегов на поверхности каллуса; е – образование придаточных корней на поверхности каллуса; ж – укоренение побега на среде без регуляторов роста;  
з – регенерированное растение цветет *in vitro*

б) развитие пазушных побегов основано на снятии апикального доминирования, это наиболее надежный способ, заключающийся в ведении полученной массы побегов на микро-черенки, которые используются в качестве вторичных эксплантов для повторения цикла размножения, введение в питательную среду веществ с цитокининовой активностью приводит к образованию пучков маленьких побегов, пазушные почки дают начало новым побегам, считается, что метод имеет минимальную степень риска для получения однородного потомства;

в) индукция развития адвентивных побегов непосредственно из ткани экспланта, метод является очень эффективным, все признаки размножаемого образца полностью сохраняются;

### Перечень оборудования, необходимого для организации лаборатории биотехнологии

Для организации биотехнологической лаборатории необходимы просторные изолированные помещения, а также современное оборудование и качественные реактивы. Для удобства проведения дезинфекции полы, стены и потолок в помещениях должны иметь водостойкое и ультрафиолетоустойчивое покрытие.

Оборудование моечного помещения: мойки с горячей и холодной водой; дистиллированная вода; дистилляторы; сушильные шкафы с режимом работы для сушки посуды – до 100-130°C, для инструментов – до 170°C; шкафы для хранения чистой посуды и инструментов, емкости для хранения моющих средств.

Оборудование помещения для приготовления питательных сред: лабораторные столы; холодильник для хранения маточных растворов солей, гормонов и витаминов; аналитические и торсионные весы; иономер (рисунок 17, а); магнитные мешалки; плитки; набор посуды (колбы, стаканы, мерные цилиндры, мензурки, пробирки и др.), необходимый набор химических реактивов надлежащей степени чистоты (ХЧ, Ч, ЧДА).

Оборудование помещения для стерилизации: автоклавы с режимом работы – давление 1-2 атмосферы и температура 120°C (рисунок 17, б); стеллажи для штативов с питательными средами; шкафы для хранения стерильных материалов. Данное помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и иметь канализационный слив для отвода конденсата из автоклава.

Оборудование помещения для микрочеренкования: ламинар-бокс (рисунок 17, в), лабораторные столы, стеллажи, бактерицидные лампы, шкафы для материалов и оборудования.



Рисунок 17 – Лабораторное оборудование (а – иономер; б – автоклав; в – ламинар-бокс)

Оборудование фитотрона: световое отделение – источники освещения со спектром близким к спектру дневного света (от 3 до 10 kLx), кондиционер для регуляции температуры ( $25\pm 2^\circ\text{C}$ ) и влажности воздуха (70 %), стеллажи для штативов с культивируемым материалом. На рисунке 18 «а» изображено устройство фитотрона для промышленного выращивания культуры растений, справа «б» показана климатическая камера, которую хорошо применять при небольших опытах.



Рисунок 18 – Внешний вид фитотрона слева (а) и климатической камеры справа (б)

Для культивирования эксплантов на питательной среде желательно использовать термостаты или хладотермостаты, способные с высокой точностью поддерживать задаваемые режимы температуры и влажности воздуха.

Необходимый набор посуды, инструментов и материалов: мерные колбы, колбы Эрленмейера, химические стаканы, мерные цилиндры, чашки Петри, пробирки, бутылки, пипетки, стеклянные палочки, стеклянные и мембранные фильтры, ланцеты (в том числе глазные, хирургические, анатомические), ножницы, пинцеты, ножи, бритвенные лезвия, препарировальные иглы, шпатели, бумага (оберточная, пергаментная, фильтровальная), фольга алюминиевая, вата, марля, шпагат.

### Особенности работы в условиях стерильной лаборатории

При работе в условиях стерильного помещения все работники обязаны выполнять ряд правил в целях обеспечения стерильности и недопущения возможности возникновения внутри лабораторных заражений:

1. Все работники внутри сериального помещения, должны быть одеты в халатах, сменной обуви (либо бахилах), белой шапочке или косынке.
2. В помещении запрещается прием пищи и курение, хранение продуктов питания.
3. Нельзя вносить в лабораторию посторонние вещи.
4. Запрещается выходить за пределы лаборатории в халатах или надевать верхнюю одежду на халат.
5. Каждый работник должен пользоваться только своим рабочим местом.

6. Все операции должны производиться с соблюдением правил стерильности: все стерильные работы проводят вблизи пламени горелки, переливание зараженных жидкостей производят над лотком с дезинфицирующим раствором и т.п.

7. Нужно строго следить за чистотой рук: перед и после окончания работ их дезинфицируют, а рабочее место в конце дня приводят в порядок.

8. Весь инвентарь, находившийся в контакте с заразным материалом, подлежит стерилизации или уничтожению.

Биотехнологическую лабораторию необходимо содержать в чистоте. Следует регулярно проводить гигиеническую уборку помещений лаборатории. Обеспечить полную стерильность лаборатории очень трудно и это не всегда необходимо, но значительно снизить количество микроорганизмов в воздухе и на различных поверхностях в лабораторных помещениях возможно. Это достигается путём применения на практике методов дезинфекции, то есть уничтожения возбудителей инфекционных болезней на объектах внешней среды.

### Приготовление питательной среды

В зависимости от вида растений необходимо испытывать как твердые (агаризованные), так и жидкие питательные среды. Иногда жидкие среды имеют преимущество, так как обеспечивают большую подвижность трофических элементов. Например, при размножении роз более успешным было культивирование побегов на двухслойной питательной среде: нижний слой – агаризованный, верхний – жидкий. На эффективность размножения могут также влиять расположение экспланта (горизонтальное или вертикальное), тип пробок (ватные, пластмассовые, стеклянные, металлические и т.д.), а также соотношение объема эксплантов и количества питательной среды для оптимального освещения и газообмена эксплантов.

Состав питательной среды необходимо подбирать для каждого вида растений. На микрореклональное размножение влияют гормоны, минеральные соли, витамины и углеводы. При размножении *in vitro* часто используют среды Мурасиге и Скуга, Гамборга, Хеллера и другие. Обычно используют среду Мурасиге-Скуга (MS), которая содержит много неорганического азота, что стимулирует процессы органогенеза и соматического эмбриогенеза. Вопрос оптимального соотношения  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  остается открытым, так как литературные данные весьма противоречивы и универсального рецепта для всех видов растений нет. В качестве источника углеродного питания используют различные углеводы типа сахарозы, глюкозы, фруктозы, галактозы. Разные культуры требуют различной концентрации углеводов на разных этапах микрореклонального размножения.

Компоненты среды для выращивания растительных клеток и тканей можно разделить на 6 основных групп, что обычно отражает порядок приготовления концентрированных маточных растворов: макроэлементы, микроэлементы, источники железа, витамины, источники углерода, фитогормоны.

Основой для всех питательных сред для культивирования растительных эксплантов является смесь минеральных солей. Это соединения азота в виде нитратов, нитритов, солей аммония; фосфора – в виде фосфатов; серы – в виде сульфатов; а также растворимых солей  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ . Железо используется в виде хелатов [ $\text{FeO}_4$  или  $\text{Fe}_2\text{O}_4$  + ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) или её натриевая соль Na ЭДТА (трилон Б)] – наиболее доступной форме для усвоения растительными тканями.

Азот, фосфор, сера входят в состав органических соединений: белков, жиров, нуклеиновых кислот. Железо, цинк, марганец, молибден, кобальт в сочетании с порфиринами образуют макромолекулы пигментов фотосинтеза (хлорофилла), окислительно-восстановительных ферментов (каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы). Следовательно, все эти соединения выполняют в клетках и тканях структурную функцию. В то же время ионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$  необходимы для регуляции pH среды и поддержания физиологических градиентов клеток (тургора, осмотического давления, полярности).

В качестве источника углерода для биологических макромолекул, а также при культивировании гетеротрофных тканей (калусов и суспензий) в питательные среды добавляют углеводы в концентрации 20-60 г/л. Обычно это дисахариды (сахароза), моносахариды (гексозы: глюкоза и фруктоза, пентозы: ксилоза и другие). Полисахариды в питательных средах практически не используются. Только некоторые типы тканей (опухолевые), содержащие гидролитические ферменты, выращивают на средах с крахмалом, рафинозой, целлобиозой.

Для стимуляции биохимических реакций в клетке используют биологические катализаторы – витамины группы В (В1, В6, В12), С (аскорбиновую кислоту), РР (никотиновую кислоту), мезоинозит.

Тиамин (В1) входит в состав пируватдекарбоксилазы, участвует в превращениях углеводов. Тиаминпирофосфат входит в состав ферментов окислительного декарбоксилирования кетокислот (пировиноградной и кетоглутаровой), является коферментом транскетолазы.

Пиридоксин (В6) в виде фосфорнокислого эфира входит в состав ферментов декарбоксилирования и переаминирования аминокислот.

Никотиновая кислота (РР) в виде амида входит в состав дегидрогеназ НАД и НАДФ, катализирующих донорно-акцепторную цепь Н<sup>+</sup> (отнятие Н<sup>+</sup> от молекул органических веществ).

Для управления процессами формообразования в культуре тканей необходимы биологические регуляторы роста и развития – фитогормоны. Эти вещества влияют на дифференциацию и дедифференциацию клеток и тканей, инициируют гистогенез, индуцируют деление и растяжение клеток, участвуют в процессах старения и созревания, либо стимулируют, либо ингибируют рост и развитие клеточных культур, обуславливают формирование пола. В биотехнологических исследованиях чаще используют гормоны, стимулирующие рост и развитие: ауксины, цитокинины, гиббереллины.

Ауксины: ИУК – индолил-3-уксусная кислота, ИМК – индолил-3-масляная кислота, НУК – нафтилуксусная кислота, 2,4-Д – 2,4-дихлорфенокси-уксусная кислота. Цитокинины: кинетин – 6-фурфуриламинопурин, зеатин, NN-дифенилмочевина, 6-БАП – 6-бензиламинопурин.

Гиббереллины: гибберелловая кислота.

В качестве биологических добавок для индукции первичного каллуса можно использовать растительные экстракты (10-15 % от общего объёма среды): кокосовое молоко (жидкий эндосперм кокосового ореха), вытяжки из незрелых зерновок кукурузы (лучше в период молочной спелости), которые содержат цитокинины – кинетин и зеатин (6-ти замещенные аминокислоты) и NN-дифенилмочевину.

В культуре *in vitro* применяют жидкие и агаризованные (твердые) среды. Жидкие среды используются для культивирования суспензий, каллусов, изолированных органов и тканей, растений-регенерантов. При этом для поддержания эксплантов в пробирки со средой помещают специальные мостики-поддержки из фильтровальной бумаги или синтетических пористых материалов.

Агаризованные среды готовят на основе агар-агара – полисахарида, входящего в состав морских водорослей, который образует с водой гель при pH 5,6-6,0. Иногда в качестве уплотнителя и заменителя агар-агара используют полиакриламидные гели (биогели) Р10 и Р200.

Для искусственных питательных сред растворы макро- и микросолей готовят заранее и используют многократно. Это маточные (концентрированные) растворы. Их хранят в специальных условиях: макро- и микросоли в холодильнике в сосудах с притертыми пробками при 0...+4°C; витамины, фитогормоны, ферменты, растительные экстракты – при -20°C в небольших по 5-10 мл сосудах с пробками (пенициллиновые флаконы).

Маточные растворы микросолей обычно превосходят рабочие по концентрации в 10-40 раз, микросолей – в 100-1000 раз, витаминов – в 1000 раз. Растворы фитогормонов желательно готовить непосредственно перед работой со средами. Для приготовления маточного

раствора макро- и микросолей каждую соль растворяют в отдельном стаканчике при нагревании, затем сливают и доводят до нужного объема. В охлажденную смесь микросолей последним добавляют раствор солей молибдена, а в макросоли – раствор солей магния (для предотвращения выпадения осадка). Маточные растворы хлористого кальция и хелата железа (серноокисное железо + ЭДТА, либо Na ЭДТА – трилон Б) готовят и хранят отдельно от других солей. Концентрированные растворы витаминов готовят следующим образом: 10-кратные навески растворяют в 10 мл дистиллированной воды каждый отдельно.

Фитогормоны – это вещества, которые плохо растворяются в воде. Поэтому предварительно 100 мг вещества растворяют в небольших количествах (0,5-2,0 мл) спирта (ауксины, гиббереллины), 0,5-1,0 н HCl или KOH (цитокнины), затем подогревают до полного растворения (кроме абсцизовой кислоты и кинетина) и доводят до 100 мл объема (1 мл содержит 1 мг вещества).

**Таблица 12 – Состав основных питательных сред для микроразмножения растений**

Компоненты	Состав питательных сред, мг/л			
	Knudso	Murashige & Skoog	Harvais I.A.	Van Waes & Deberg
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> * 4H <sub>2</sub> O	1000		400	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	500			
KNO <sub>3</sub>		1900	200	
CaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O		440		
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>		1650	400	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	250	170	200	240
KCl			100	
MgSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O	250	370	200	100
FeSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O	25	27,8		27,95
Na 2ЭДТА		37,3		37,23
Хелат железа		5 мл	5 мл	
CoCl <sub>2</sub> * 6 H <sub>2</sub> O		0,025	0,02	
ZnSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O		8,6	0,5	10
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>		6,2	0,5	10
MnSO <sub>4</sub> * 4H <sub>2</sub> O	7,5	22,3	0,5	25
CuSO <sub>4</sub> * 5H <sub>2</sub> O		0,025	0,5	0,025
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> * 2H <sub>2</sub> O		0,25	0,04	0,25
KJ		0,83	0,1	
Глицин				2
Мезоинозит				1200
Никотиновая кислота			5	5
Тиамин		0,2	5	0,5
Пиридоксин		0,1	0,5	0,5
Фолиевая кислота				0,5



Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5
Аскорбиновая кислота		0,2		
Биотин				0,05
Гидролизат казеина		40		500
L -глутамин				100
Сахароза	20000	20000		20000
Картофельный экстракт			100 мл	
Агар-агар	17500	7000	10000	6000
pH среды	4,8-5,2	5,7	6,0-6,4	5,8

### Приготовление и стерилизация питательной среды Мурасиге-Скуга

Материалы и оборудование. Химические стаканы, колбы, мерные цилиндры от 5 мл до 2 л, пробирки, пипетки от 0,01 мл до 10 мл или дозаторы, весы аналитические до 500 г, весы торсионные до 100 мг, пинцеты, ножницы, шпатели, электроплитки, магнитные мешалки, химические реактивы или готовые маточные растворы макро- и микросолей, витаминов, фитогормонов.

#### Ход работы

1. В химический стакан емкостью 1 л поместить 20 г сахарозы, долить дистиллированной водой до 400 мл и растворить.

2. Добавить к раствору сахарозы 50 мл маточного раствора макросолей, 1 мл микросолей, 5 мл хелата железа, 1 мл витаминов, 1 мл кинетина, 1 мл ИУК, 1 мл феруловой кислоты.

3. Приготовить агар: навеску 7 г поместить в стакан и залить водой до 200 мл, растворить, нагревая плитке или газовой горелке, при постоянном помешивании. Готовый агар долить к раствору солей.

4. Питательную среду довести до нужного объема (1 л) дистиллированной водой. Измерить pH среды: если pH превышает 5,6-5,8 добавить несколько капель 0,1 н HCl, если ниже этого значения – 0,1 н KOH.

5. Готовую питательную среду разлить в колбы, около 25 мл, закрыть их фольгой.

6. Поместить колбы в автоклав и проавтоклавировать.

7. Металлические инструменты завернуть в плотную бумагу и поместить в сушильный шкаф для стерилизации сухим жаром при температуре 170-200°C в течение 2 часов.

8. Чашки Петри, колбы с питательной средой, вату, марлю, фильтровальную бумагу, колбы с дистиллированной водой (закрытые фольгой) поместить в автоклав.

9. Автоклав привести в рабочее состояние: закрыть плотно крышку, воду залить до метки. Включить автоклав, давление пара довести до метки 1,2 атм. (в паровой камере), заполнить паром стерилизационную камеру, вытеснить конденсат в течение 10 минут, при этом давление пара в стерилизационной камере должно быть на уровне 0,1-0,2 атм. Довести давление в стерилизационной камере до 1 атм., включить автоматический режим.

10. Автоклавировать 45 минут при давлении в стерилизационной камере 1-1,2 атм.

11. Отключить автоклав, вытеснить пар из обеих камер довести давление до 0 атм.

12. Проавтоклавленные материалы перенести в комнату для пересадки тканей и поместить в шкафы или на стеллажи.

## Выделение апикальных меристем

В культуре тканей можно размножать растения и получать оздоровленный (безвирусный) посадочный материал. Для оздоровления растений используют культуру апексов или культуру апикальных меристем, так как в стеблевой апекс вирусы проникают медленнее, чем в другие части растений. При культивировании апексов размножение вирусов подавляется реакцией растительного организма на травму, вызванную отсечением верхушки.

В *in vitro* используются апексы верхушечных и боковых почек (точек роста), кончиков корней (особенно проростков). Апикальная меристема (рисунок 19) – групп меристематических (образовательных) клеток, организованных в ростовой центр, занимающая терминальное положение в побеге или корне и обеспечивающая образование всех органов и первичных тканей. Верхняя часть апикальной меристемы представлена инициалами (единственной клеткой – у хвощей и многих папоротников и многоклеточной структурой – у семенных растений). Ближайшие производные инициальных клеток часто выделяют в зону протомеристемы. Вслед за ней лежат ткани, уже частично дифференцированные, но всё ещё находящиеся в меристематическом состоянии, которые относят к частично детерминированной первичной меристеме. В зависимости от производимых ею систем тканей детерминированная меристема включает следующие клеточные комплексы: тунику, образующую в дальнейшем первичную покровную ткань (эпидермис) и часть первичной коры, и корпус, клетки которого постепенно формируют комплекс проводящих тканей (центральный цилиндр); в корне – дерматоген, дифференцирующийся в первичную покровную ткань (ризодермис) (рисунок 20); периблему – будущую первичную кору; плерому – центральный цилиндр. Таким образом, будущий ход развития меристематических тканей частично детерминирован уже самим размещением их в апексе побега и корня.

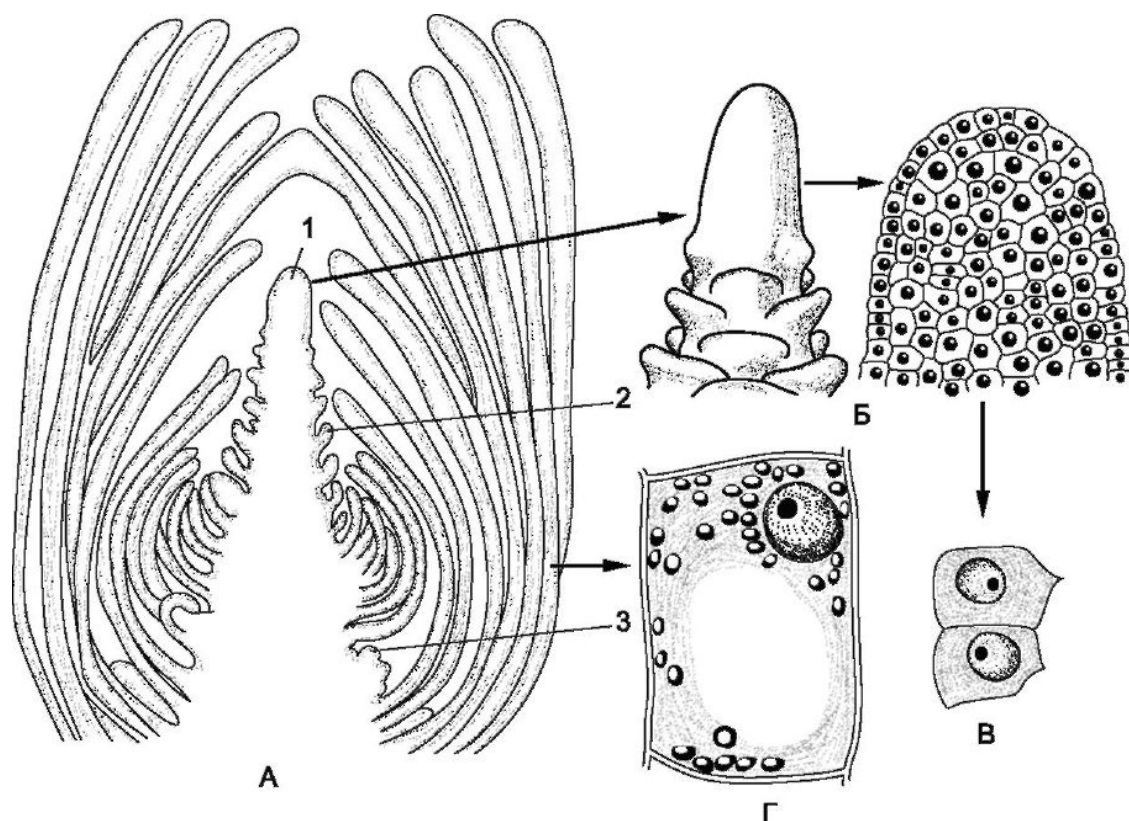


Рисунок 19 – Верхушка апикальной меристемы.

А – продольный разрез; Б – конус нарастания (внешний вид и разрез); В – клетка первичной меристемы; Г – клетка из сформировавшегося листа (1 – конус нарастания, 2 – первичный бугорок, 3 – вторичный бугорок – бугорок пазушной почки, 4 – примордии – зачаточные листья)

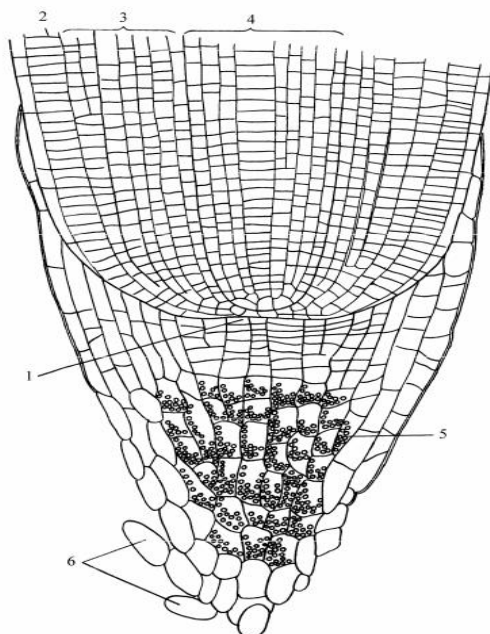


Рисунок 20 – Апикальная меристема в кончике корня: 1 – калиптроген, 2 – дерматоген, 3 – периблема, 4 – плерома, 5 – ряд клеток, из которых образуется стела, 6 – сброшенные чехликом клетки, 7 – колумелла

Обычно на питательные среды высаживают небольшую часть меристемы до 0,5 мм. В целом закономерность такова: чем меньше величина меристемы, тем больше вероятность получения безвирусных растений. Ее выделение осуществляется в ламинар-боксе с использованием препаравальных инструментов под увеличением бинокулярного микроскопа.

Культивирование растений из апикальных меристем позволяет получать безвирусный оздоровленный посадочный материал практически всех сельскохозяйственных культур. Наиболее полно разработана технология получения безвирусного картофеля. Так система первичного семеноводства и оздоровления посадочного материала картофеля включает следующие этапы: подготовка клубней для вычленения апикальных меристем, вычленение апикальных меристем, регенерация растений из меристем, адаптация растений-регенерантов в защищенном грунте, получение первой продукции безвирусного материала в открытом грунте, выращивание безвирусного посадочного материала в первичных звеньях семеноводства, сохранение коллекции сортов.

В культуре тканей используются апексы верхушечных и боковых почек. Чтобы исключить влияние метаболитов клубня на проростки повысить регенерационную способность исходного материала из средней части клубня вырезают глазки с частью паренхимы (1,5 x 1,5 см). Глазки проращивают на песке, предварительно обработанном сухим жаром.

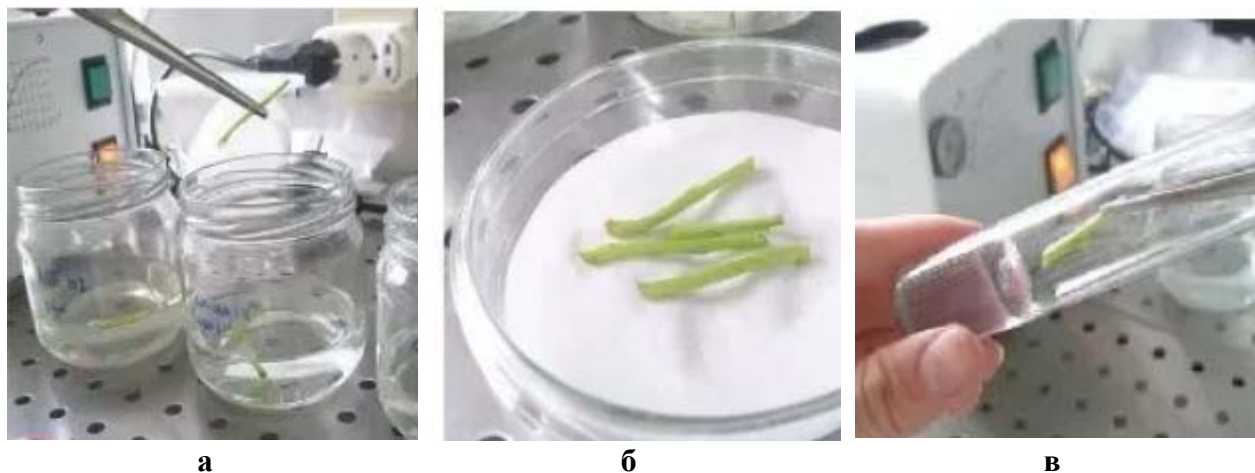
Этиолированные проростки выращивают в темноте при температуре  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажности воздуха 70-80 %. Песок дважды в день увлажняют, через 7-10 дней проводят подкормку раствором Кнопа.

Апикальные меристемы проростков изолируют на 12-13 пластохроне (промежуток времени между инициациями двух листовых бугорков). Изолированные меристемы культивируют в асептических условиях на питательных средах с богатым содержанием макро- и микросолей, с повышенной концентрацией цитокининов (6-БАП 2 мг/л). В культуральной комнате с кондиционированным воздухом поддерживают температуру  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность воздуха 70 %, освещенность 5 кЛх и фотопериод 16 часов.

В среднем от посадки меристемы на среду до формирования проростков с 5-6 листочками проходит 30-45 дней, в некоторых случаях от 2 до 8 месяцев. Среды по мере истощения обновляют, и проростки периодически пересаживают на новые среды в стерильных условиях.

### Стерилизация эксплантов и введение в «*in vitro*»

С целью получения эксплантов для каллусной и опухолевой культур, микроклонального размножения, изучения гормональной регуляции используют стерильные проростки (рисунок 21). Семена для проращивания высевают либо на воду, либо на питательную среду.



**Рисунок 21 – Процесс подготовки эксплантов (а – стерилизация эксплантов; б – просушка серийных эксплантов на фильтровальной бумаге; в – посадка эксплантов в питательную среду)**

Растительные объекты перед стерилизацией тщательно отмывают проточной водой, иногда с моющими средствами, очищают от излишних тканей. С корнеплодов и корней снимают кожуру, с побегов – кору, с почек – кроющие чешуи.

Растительные экспланты стерилизуют растворами веществ, содержащими активный хлор (хлорамином, гипохлоритом Na), бром (бромной водой), tween-20, перекисью водорода, спиртом, нитратом серебра, диацидом, антибиотиками. Следует подбирать такие концентрации стерилизующих агентов, которые не повреждали бы сами семена, не угнетали их всхожесть и обеспечивали максимальную стерильность.

Этиловый спирт часто применяют для предварительной стерилизации, протирая им поверхность материала или погружая материал на несколько секунд в абсолютный спирт. Иногда такой стерилизации достаточно, ее используют при работе с плодами, семенами, побегами, завязями. Гипохлорит кальция (хлорная известь) используется в виде 5-7 % раствора для обработки почек, завязей, цветков, семян, побегов в течение 5-8 минут.

Гипохлорит натрия используется в виде 0,5-5 % раствора для обработки любых эксплантов в течение 1-20 минут. Это вещество является клеточным ядом, поэтому время стерилизации и концентрацию подбирают экспериментально. Например: для изолированных зародышей используют 2-3 % раствор в течение 10-15 минут, а для сухих семян 3-5 % раствор в течение 1 часа. Остатки гипохлорита натрия сначала удаляют 0,01 н HCl, а затем 8 раз промывают автоклавированной дистиллированной водой.

Хлорамины применяют в концентрации 1-6 %. Пыльницы и молодые зародыши обрабатывают в течение 1-3 минут, сухие семена – 30-60 минут, затем промывают стерильной дистиллированной водой 2-3 раза.

Сулема – токсичное вещество и требует особой тщательности, как при хранении, так и при подборе концентрации для отдельных объектов. Для стерилизации зародышей используют 0,1 % раствор в течение 1-3 минут, для корне- и клубнеплодов – до 10-20 минут.

Растворы, содержащие активный хлор, используются 1 раз и готовят их непосредственно перед работой. Диацид используется в 0,2 % растворе для стерилизации корнеплодов, семян, кусочков, тканей, верхушечных меристем, изолированных зародышей, пыльников.

Диацид готовят, растворяя отдельно 330 мг этанолртухлорида и 660 мг цетилпиридиния хлорида в горячей воде (330 мл), затем их смешивают и доводят объем жидкости до 1 л, добавляют несколько капель детергента твин-80; хранят в плотно закрытой колбе в темноте.

Антибиотики применяют для стерилизации растительного материала, инфицированного бактериями (ткани корончатогалловых опухолей). Наиболее часто применяют стрептомицин и тетрацилин 10-80 мг/л, ампициллин 200-400 мг/л, левомицитин, каномидин и другие.

В качестве стерилизующего агента применяют также перекись водорода, которая менее всего повреждает экспланты и после которой не требуется отмывка в стерильной воде, так как она быстро разлагается.

Стерилизацию эксплантов необходимо проводить в стерильных (асептических) условиях: в ламинар-боксе. Колбы с эксплантами после помещаются в абсолютную темноту при комнатной температуре на неделю для выявления степени стерильности. Те колбы, в которых началось заражение, следует сразу удалять.

### Микрочеренкование

Микроклональное размножение пробирочных растений осуществляют с помощью черенкования. Такое размножение основано на подавлении апикального доминирования и активации пазушных меристем при удалении верхушки побега. Из пазушных почек на питательных средах образуются побеги. Растения, сформировавшие 5-6 листочков, в стерильных условиях извлекают из пробирок и разрезают на части (отрезок стебля с листом и пазушной почкой).

Черенки высаживают на глубину междуузлия в питательные среды либо без гормонов, либо с добавлением ауксинов (рисунок 22). Черенки культивируют в тех же условиях, что и меристемы: при температуре 24-25°C днем и 19-20°C ночью, освещенности 5-6 кЛх и продолжительности фотопериода 16 часов.



Рисунок 22 – Микрочеренкование культуры картофеля

Рост стебля и корней начинается на 3-4 день после посадки на питательную среду, а полностью растения формируются через 12-15 дней. Каждое последующее черенкование проводят через 14-20 дней. Из одного растения можно получить 5-8 черенков, а через 2-3 месяца – 3-5 тыс. черенков.

Нижнюю часть растения используют для ИФА. Растения, зараженные вирусами, бракуют, а здоровые дают начало мериклонам (меристематическим клонам).

Если почки или черенки высадить на питательные среды с высоким содержанием цитокининов, то образуется конгломерат почек и побегов. Полученные побеги легко отделяются друг от друга, их можно либо укоренить, либо использовать для дальнейшего микрочеренкования.

Для укоренения растений, образовавшихся при микрочеренковании, их необходимо пересадить на новую питательную среду. Черенки и побеги легко укореняются на средах с обедненным составом минеральных солей (среда Уайта, Мурасиге-Скуга, разбавленная вдвое), либо на средах с добавлением ауксинов: ИУК, НУК, ИМК.

Проростки, сформировавшиеся в пробирках со средами, можно рассматривать как небольшие укорененные растения, которые необходимо адаптировать к обычным условиям выращивания. Такие растения лучше пересаживать в грунт, когда полностью сформируются 5-6 листьев и достаточно разрастутся корни. Однако, разные виды культурных растений по-разному приспособляются к изменению условий среды. Каждое растение требует специально подобранных условий культивирования в грунте, которые устанавливают экспериментально.

### Опыты по микрочеренкованию картофеля

#### *Опыт 1. Выделение эксплантата апекса побега картофеля и введение его in vitro*

Материалы и оборудование. Ламинар-бокс, колбы с питательными средами, стерильные препарировальные иглы, пинцеты, скальпели, флакон с 96 % спиртом, спиртовка, вата, 6 % раствор  $\text{NaClO}_2$ , колбы с автоклавированной дистиллированной водой, чашки Петри, побеги картофеля.

Ход работы.

1. Взять клубни картофеля с растущими «глазками». Отделить растущий побег провести его стерилизацию.

2. Стерилизованный побег (на стерильной чашке Петри) в ламинар-боксе поместить в поле зрения бинокулярного микроскопа.

3. При малом увеличении в центральной части разреза почки найти удлиненный конус нарастания с верхушкой округлой формы. Над конусом нарастания виден как бы свод, образованный зачаточными листьями (примордии), идущими от основания почки.

4. Препаровальной иглой (режущие иглы от шприца) изолировать апикальную меристему (конус) на 12-13 пластохроне (промежуток времени между инициациями двух листовых бугорков) и перенести на стерильную среду.

Изолированные меристемы культивируют в асептических условиях на питательных средах с богатым содержанием макро- и микросолей, с повышенной концентрацией цитокининов (6-БАП 2 мг/л). В культуральной комнате с кондиционированным воздухом поддерживают температуру  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность воздуха 70 %, освещенность 5 кЛх и фотопериод 16 часов. В среднем от посадки меристемы на среду до формирования проростков с 5-6 листочками проходит 30-45 дней, в некоторых случаях от 2 до 8 месяцев. Среды по мере истощения обновляют, и проростки периодически пересаживают на новые среды в стерильных условиях.

#### *Опыт 2. Влияние ростовых веществ (фитогормонов) на рост и развитие растений картофеля в культуре in vitro*

Варианты опыта:

1. Контроль – стандартная питательная среда Мурасиге-Скуга (М-С);
2. Регулятор роста Циркон в разных концентрациях;
3. Регулятор роста Эпин-Экстра;
4. Регулятор роста Корневин;
5. Другие регуляторы роста.

Повторность опыта трехкратная по 20 растений на повторность. В данном опыте лучше использовать минимум 3 концентрации например: 1 мл, 0,1 мл и 0,01 мл. Регуляторы роста необходимо добавлять в питательную среду М-С перед автоклавированием. В заложенном опыте необходимо исключить: нижний черенок и верхушка микрорастения для получения более однородного материала. После черенкования пробирки с растениями поместить в условия культивационного помещения (фитотрона). Режим выращивания растений: температура +22°C, освещенность 5 тыс. люкс, фотопериод – 16-17 часов. На рисунке 23 можно увидеть примерные результаты, которые можно получить в данном опыте.

Регуляторы роста можно приобрести в садовых магазинах.



Рисунок 23 – Внешний вид пробирочных растений в культуре *in vitro* сорта Рябиношка.  
1 – Среда МС (контроль); 2 – МС + Циркон 0,5 мл/л; 3 – МС + Циркон 0,25 мл/л; 4 – МС + Циркон 0,1 мл/л; 5 – МС + Циркон 0,05 мл/л; 6 – МС + Эпин-Экстра 0,4 мл/л; 7 – МС + Эпин-Экстра 0,2 мл/л; 8 – МС + Эпин-Экстра 0,1 мл/л; 9 – МС + Эпин-Экстра 0,04 мл/л; 10 – МС + Циркон 0,05 мл/л + Эпин-Экстра 0,04 мл/л.

### Учеты и наблюдения

Биометрические наблюдения проводят трижды на 7, 14 и 21 день, с помощью линейки измеряют высоту растений и длину корней (не вынимая растения из пробирок), подсчитывают количество корней и число листьев и междоузлий. На последний день измерений можно аккуратно вынуть растение и пробирок для измерения длины корней, площади листьев и сравнительного фотографирования.

Площадь листовой поверхности определяют по вариантам опыта математическим методом (Марковская Е.Ф., Сысоева М.И., Трофимова С.А. и др., 1988). В основе метода лежит соответствие между формой исследуемого листа и простейшей геометрической фигурой, описывающей лист. Так как листья картофеля в пробирках имеют эллипсовидную форму, то формула будет следующей:

$$S = K \times D^2$$

где  $S$  – площадь листа;  $K$  – коэффициент (для картофеля *in vitro* – 0,75);  $D^2$  – длина листа, возведенная в квадрат.

### Опыт 3. Влияние соотношения компонентов питательной среды на рост и развитие растений картофеля в культуре *in vitro*

Варианты опыта:

1. Контроль – стандартная питательная среда Мурасиге-Скуга (М-С);
2. Среда с двойным содержанием макросолей (100 мл/л);
3. Среда с повышенным содержанием сахарозы (30 г/л).

Учеты и наблюдения см. опыт 2.

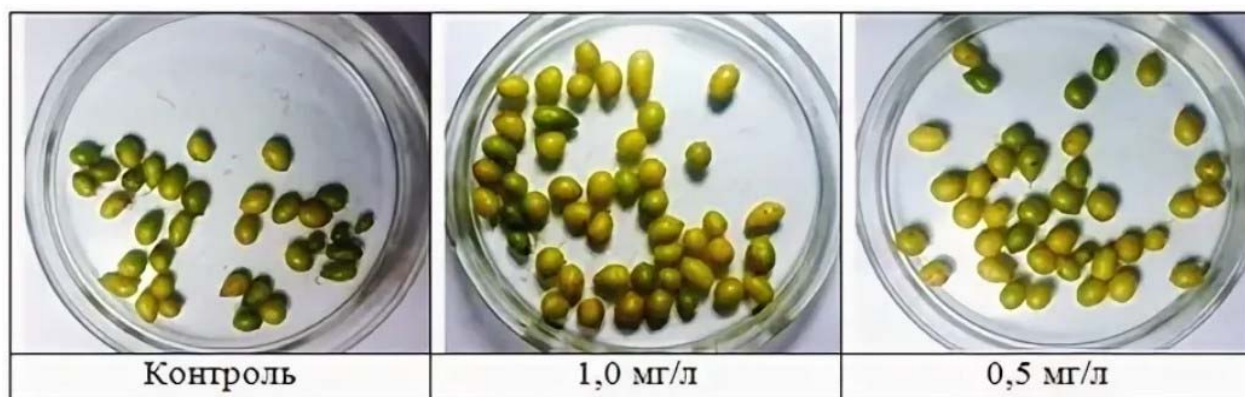
*Опыт 4. Влияние абиотических факторов (свет, тепло) и состава питательной среды на образование микроклубней картофеля в культуре in vitro*

Варианты опыта:

1. Контроль – растения выращиваются на стандартной питательной среде Мурасиге-Скуга (М-С);
2. Растения выращиваются на среде М-С с добавлением регулятора роста Корневин в разных концентрациях (рисунок 25);
3. Растения выращиваются на питательной среде М-С 3 недели в нормальных условиях, после еще на 3 недели помещаются в условиях короткого светового дня (фотопериод 6-8 часов);
4. Растения выращиваются на питательной среде М-С 3 недели в нормальных условиях, после еще на 3 недели помещаются в условиях пониженной температуры (10-12°C).



**Рисунок 24 – Образование микроклубней картофеля в зависимости от сорта**



**Рисунок 25 – Полученные микроклубни картофеля сорта Очарование**

В конце опыта по вариантам проводят подсчет количества образованных микроклубней, взвешивают их массу, и измеряют диаметр по наибольшему поперечнику.

*Опыт 5. Изучение способов выращивания картофеля в культуре in vitro*

Варианты опыта:

1. Контроль – растения выращиваются на стандартной питательной среде Мурасиге-Скуга (М-С);
2. Растения выращивают на жидкой питательной среде (из среды М-С исключают сахарозу и агар-агар) микрочеренки сажают на заранее подготовленные мостики из бумаги;
3. Растения выращивают в колбе с разным объемом (в колбу садятся несколько черенков). Учеты и наблюдения см. опыт 2.

*Опыт 6. Влияние типа освещения на рост и развитие растений картофеля в культуре in vitro*

Варианты опыта:

1. Контроль – растения растут в условиях обычных световых ламп фитотрона;
  2. Растения выращиваются с использованием солнечного света (без применения лампами), штативы с растениями располагают у окон с южной стороны;
  3. Растения выращивают под светодиодным освещением;
  4. Растения выращивают под фитолампами LED.
- Учеты и наблюдения см. опыт 2.



## СПИСОК НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.
3. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.К. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 336 с.
4. Вавилов П.Л., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. Растениеводство. Под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 552 с.
5. Долгачева В.С. Растениеводство. – М.: Издат. центр «Академия», 1999. – 368 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 156 с.
7. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля: методические рекомендации. – М.: МИРОС, 2011. – 32 с.
8. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений: электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет, 2012. – 49 с.
9. Марковская Е.Ф., Сыроева М.И., Трофимова С.А., Курец В.К. Математический метод определения некоторых биометрических показателей у растений. – Петрозаводск, 1988. – 35 с.

**Приложение А**

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР ВНЕШКОЛЬНОЙ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

СОГЛАСОВАНО  
Представитель ОЦВВР  
\_\_\_\_\_ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор школы  
\_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И МЕТОДИКА  
ВЫПОЛНЕНИЯ НИР по теме:**

Название темы научно-исследовательской работы

Начало – 2022 г.  
Окончание – 2023 г.

Руководитель НИР –

Ответственный исполнитель –

Южно-Сахалинск 2022

**Содержание**  
**Рабочей программы и методики НИР**

1. Обоснование необходимости проведения исследований (актуальность, новизна, научная и практическая значимость, цель, задачи)

2. Программа и методика проведения исследований

2.1. Объект, предмет и методы исследований

2.2. Объем работ на планируемый период и схемы опытов

2.3. Место, условия и материал исследований

2.4. Учеты, наблюдения, определения

3. Этапы проведения НИР

4. Техничко-экономическое обоснование

4.1. Расчет ожидаемого экономического эффекта

4.2. Смета затрат на проведение НИР

5. Форма завершения

Список использованных источников

**Приложение В**

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР ВНЕШКОЛЬНОЙ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

СОГЛАСОВАНО  
Представитель ОЦВВР  
\_\_\_\_\_ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор школы  
\_\_\_\_\_ 2022 г.

**МЕТОДИКА И КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
ВЫПОЛНЕНИЯ НИР по теме:**

Название темы научно-исследовательской  
работы

Руководитель НИР -

Ответственный исполнитель -

Южно-Сахалинск 2022

**Содержание Методики и календарного плана  
выполнения НИР на 2022 год**

1. Состояние выполнения работы и задачи на 2022 год (состояние изученности проблемы в предыдущие годы, цель, задачи, новизна исследований)
2. Место, схемы и условия проведения опыта
3. Учеты, наблюдения, определения
4. Форма завершения
5. График выполнения работ на 2022 год

Наименование работ	Сроки выполнения работ (декада, месяц)	Исполнитель

6. Смета затрат на проведение НИР

## Приложение Д

## Пример оформления списка литературы по ГОСТу 7.32-2017

**Статья в периодических изданиях и сборниках статей:**

1. Гуреев В.Н., Мазов Н.А. Использование библиометрии для оценки значимости журналов в научных библиотеках (обзор) // Научно-техническая информация. Сер. 1. – 2015. – № 2. – С. 8-19.
2. Колкова Н.И., Скипор И.Л. Терминосистема предметной области «электронные информационные ресурсы»: взгляд с позиций теории и практики // Научн. и техн. б-ки. – 2016. – № 7. – С. 24-41.

**Книги, монографии:**

1. Земсков А.И., Шрайберг Я.Л. Электронные библиотеки: учебник для вузов. – М.: Либерея, 2003. – 351 с.
2. Костюк К.Н. Книга в новой медицинской среде. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 430 с.

**Тезисы докладов, материалы конференций:**

1. Леготин Е.Ю. Организация метаданных в хранилище данных // Научный поиск. Технические науки: Материалы 3-й науч. конф. аспирантов и докторантов / отв. за вып. С.Д. Ваулин; Юж.-Урал. гос. ун-т. Т. 2. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – С. 128-132.
2. Антопольский А.Б. Система метаданных в электронных библиотеках // Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: Новые технологии и новые формы сотрудничества: Тр. 8-й Междунар. конф. «Крым-2001» / г. Судак, (июнь 2001 г.). – Т. 1. – М., 2001. – С. 287-298.
3. Парфенова С.Л., Гришакина Е.Г., Золотарев Д.В. 4-я Международная научно-практическая конференция «Научное издание международного уровня – 2015: современные тенденции в мировой практике редактирования, издания и оценки научных публикаций» // Наука. Инновации. Образование. – 2015. – № 17. – С. 241-252.

**Патентная документация согласно стандарту ВОИС:**

1. ВУ (код страны) 18875 (№ патентного документа) С1 (код вида документа), 2010 (дата публикации).

**Электронные ресурсы:**

1. Статистические показатели российского книгоиздания в 2006 г.: цифры и рейтинги [Электронный ресурс]. – 2006. – URL: [http://bookhambler.ru/stat\\_2006.htm](http://bookhambler.ru/stat_2006.htm) (дата обращения: 12.03.2009).
2. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: <http://government.ru/media/files/41d4b737638891da2184/pdf> (дата обращения: 15.05.2022).
- 3 Web of Science. – URL: <http://apps.webofknowledge.com/> (дата обращения: 15.11.2016).

**Нормативные документы:**

1. ГОСТ 7.0.96-2016: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные библиотеки. Основные виды. Структура. Технология формирования. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
2. Приказ Минобрнауки РФ от 19 декабря 2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_159671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159671/) (дата обращения: 04.05.2022).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	4
1.1. Основные понятия и термины.....	4
1.2. Уровни и виды научных исследований.....	5
1.3. Методы исследований.....	7
ГЛАВА 2. АГРОНОМИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ.....	13
2.1. Классификация опытов.....	13
2.2. Использование опытов для решения конкретных задач.....	13
2.3. Специфика опытов по сортоиспытанию.....	15
2.4. Требования, предъявляемые к опытам.....	16
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА.....	22
3.1. Число вариантов в опыте.....	22
3.2. Число контролей и их частота.....	22
3.3. Размер опытных делянок.....	23
3.4. Ширина защитных полос.....	23
3.5. Форма опытных делянок.....	24
3.6. Повторность и повторения в опытах.....	24
ГЛАВА 4. РАЗМЕЩЕНИЕ ВАРИАНТОВ В ОПЫТАХ.....	25
ГЛАВА 5. ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ДЛЯ ОПЫТОВ.....	26
ГЛАВА 6. НАБЛЮДЕНИЯ И УЧЕТЫ В ОПЫТАХ.....	28
ГЛАВА 7. ЗАКЛАДКА И ПРОВЕДЕНИЕ МЕЛКОДЕЛЯНОЧНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ.....	34
7.1. Картофель.....	34
7.2. Теплолюбивые овощные культуры (огурец, томат).....	42
7.3. Кормовые культуры.....	53
7.4. Ягодные культуры.....	58
7.5. Цветочно-декоративные культуры.....	70
7.6. Земледелие.....	76
ГЛАВА 8. ЗАКЛАДКА И ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ОПЫТОВ.....	84
8.1. Микробиология.....	84
8.2. Биотехнология.....	89
СПИСОК НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	104
Приложение А.....	105
Приложение Б.....	106
Приложение В.....	107
Приложение Г.....	108
Приложение Д.....	109

Для заметок



*Учебное издание*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

Методические рекомендации

Коллектив авторов

Чебоксары, 2022 г.

Редактор *С. А. Булдаков*  
Компьютерная верстка *Л. С. Миронова*  
Дизайн обложки *Н. В. Фирсова*

Подписано в печать 02.08.2022 г.

Дата выхода издания в свет 12.08.2022 г.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 13,02. Заказ К-1017. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»  
428005, Чебоксары, Гражданская, 75, офис 12  
+7 (8352) 655-731  
info@phsreda.com  
<https://phsreda.com>

Отпечатано в Студии печати «Максимум»  
428005, Чебоксары, Гражданская, 75  
+7 (8352) 655-047  
info@maksimum21.ru  
[www.maksimum21.ru](http://www.maksimum21.ru)