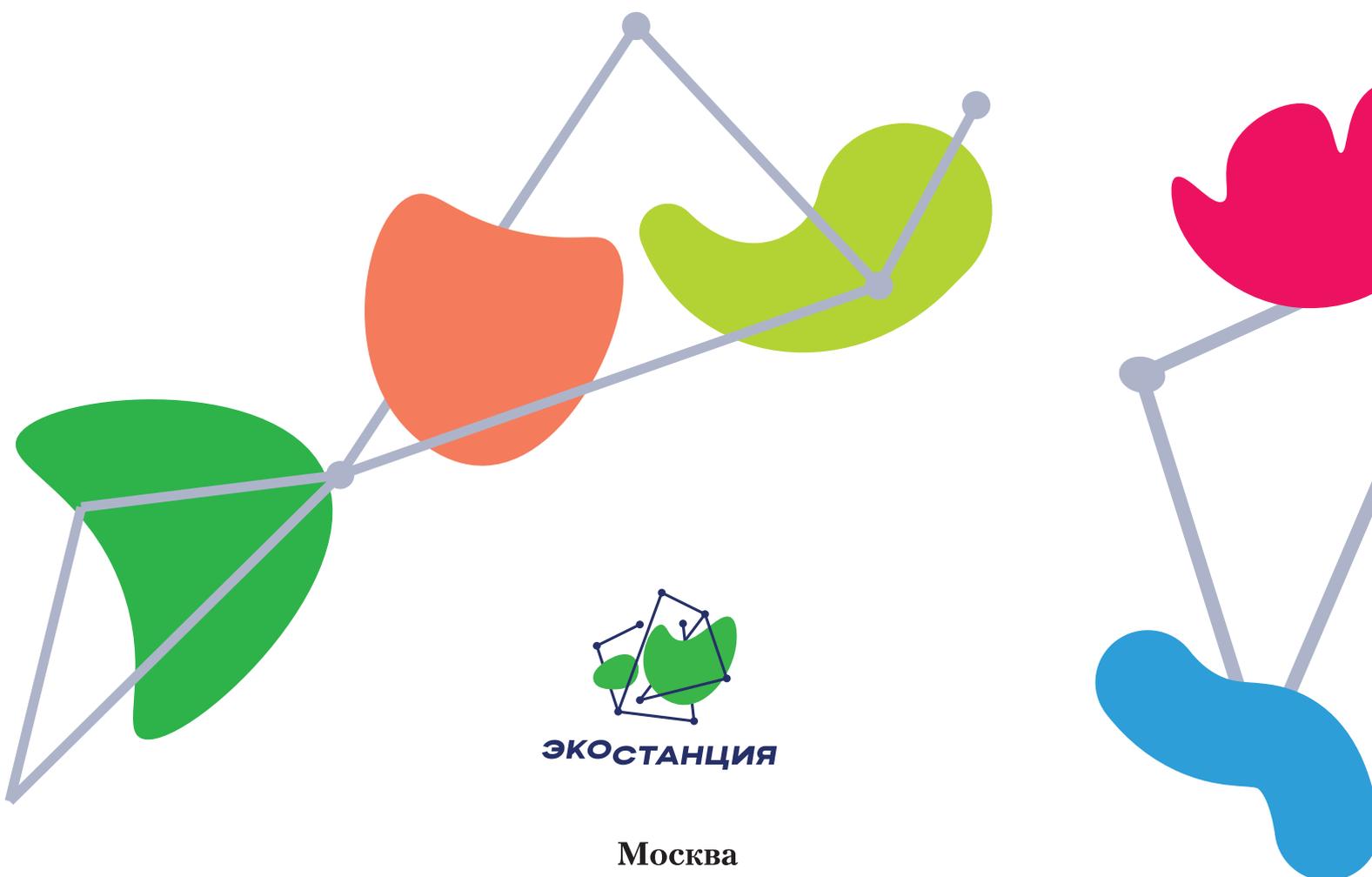


Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение дополнительного образования  
«Федеральный центр дополнительного образования  
и организации отдыха и оздоровления детей»



**Методические рекомендации  
по созданию детских ботанических садов  
и организации на их базе исследовательской  
работы с обучающимися**



Москва  
2023

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение дополнительного образования  
«Федеральный центр дополнительного образования  
и организации отдыха и оздоровления детей»

Методические рекомендации  
по созданию детских ботанических садов  
и организации на их базе исследовательской  
работы с обучающимися

Москва  
2023

УДК 371.398  
ББК 74.200.58  
М 54

С о с т а в и т е л и:

*А. В. Панин, М. В. Севастьянова, И. В. Шилова*

**М 54 Методические рекомендации по созданию детских ботанических садов и организации на их базе исследовательской работы с обучающимися / Сост. А. В. Панин, М. В. Севастьянова, И. В. Шилова. — М.: Народное образование, 2023. — 69 с.**

**ISBN 978-5-87953-673-7**

*Печатается в соответствии с решением педагогического совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования «Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей» (протокол № 5 заседания педагогического совета от 28.11.2022 г.)*

Рекомендуют к печати:

заведующий Перкальским дендрологическим парком  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук,  
кандидат биологических наук *Д. С. Шильников*

декан естественно-географического факультета федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова»,  
кандидат биологических наук, доцент *Д. А. Фролов*

**ISBN 978-5-87953-673-7**

**ББК 74.200.58**

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| <b>Введение</b>   | 5  |
| <b>1. Что такое ботанический сад? Детские ботанические сады: критерии, цель и задачи работы</b>   | 6  |
| <b>2. Принципы формирования коллекций растений. Обязательная документация детского ботанического сада</b>   | 9  |
| <b>3. Организация исследовательской работы с обучающимися на базе детских ботанических садов (выбор тематики исследований: принципы, подходы)</b> | 12 |
| <b>4. Методики научных исследований с объектами коллекций детских ботанических садов (методы интродукционного изучения растений)</b>              | 19 |
| 4.1. Изучение морфологических особенностей растений   | 19 |
| Морфометрическая характеристика генеративных органов  | 19 |
| Морфометрическая характеристика вегетативных органов  | 22 |
| 4.2. Изучение ритма развития растений   | 23 |
| Методика фенологических наблюдений  | 23 |
| Графическое изображение феноритма   | 25 |
| Обработка данных фенологических наблюдений  | 26 |
| Графическое изображение климатических условий   | 28 |
| Методика изучения суточных ритмов у растений  | 30 |
| 4.3. Изучение особенностей размножения растений   | 31 |
| Семенное размножение  | 31 |
| Семенная продуктивность   | 31 |
| Количественные характеристики семян   | 32 |
| Качественные характеристики семян   | 34 |
| Изучение морфологии плодов и семян  | 37 |
| Метод описания морфологии плодов и семян  | 39 |
| Биология семян  | 40 |
| Всхожесть и энергия прорастания семян   | 40 |
| Длительность сохранения жизнеспособности семян  | 45 |
| Роль аллелопатического фактора в процессе прорастания семян   | 46 |
| Зараженность семян вредителями и болезнями  | 47 |

|  |    |
|--|----|
| Оценка зараженности посевного материала фитопатогенными бактериями   | 48 |
| Оценка зараженности посевного материала фитопатогенными грибами  | 49 |
| Вегетативное размножение   | 50 |
| Способы размножения  | 50 |
| Учет укоренения черенков   | 51 |
| Учет способности к размножению многолетних травянистых растений  | 51 |
| 4.4. Сырьевая продуктивность   | 52 |
| Методика определения сырьевой продуктивности и урожайности   | 52 |
| Определение срока уборки сырья   | 54 |
| 4.5. Методы изучения устойчивости растений   | 54 |
| Учет зимостойкости и устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям в течение вегетационного сезона | 54 |
| Учет повреждения болезнями и вредителями   | 55 |
| Оценка зараженности надземных органов грибными болезнями   | 55 |
| Оценка повреждения вредителями   | 57 |
| 4.6. Шкала оценки успешности интродукции   | 57 |
| <b>Использованная литература</b>   | 59 |
| <b>Приложения</b>  | 60 |
| Положение о Сети детских ботанических садов Российской Федерации   | 60 |
| Примерное положение о детском ботаническом саде  | 63 |
| Формы обязательной документации детского ботанического сада  | 68 |

## Введение

В целях развития системы дополнительного образования детей естественнонаучной направленности, сохранения, изучения и обогащения генофонда растений природной и культурной флоры, рационального использования растительных ресурсов, проведения образовательной и научно-просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира при освоении дополнительных общеобразовательных программ обучающимися, повышения уровня естественнонаучной грамотности и экологической культуры подрастающего поколения федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением дополнительного образования «Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей» (далее — Центр), при поддержке Департамента государственной политики в сфере воспитания, дополнительного образования и детского отдыха Министерства просвещения Российской Федерации инициирована работа по созданию Сети детских ботанических садов Российской Федерации на базе (далее — Сеть).

Основные задачи Сети:

— разработка и внедрение организационно-правовых и научно-методических документов и материалов, касающихся деятельности детских ботанических садов в системе образовательных учреждений;

— взаимодействие с Советом ботанических садов России, с ботаническими садами Российской Федерации разной ведомственной принадлежности.

Настоящие Методические рекомендации содержат сведения о критериях, цели и задачах работы детских ботанических садов, информацию о документации, обязательной для ведения в детских ботанических садах. Подробно рассмотрены вопросы организации исследовательской работы с обучающимися на базе детских ботанических садов (выбор тематики исследований: принципы, подходы) и конкретные методики научных исследований с объектами коллекций детских ботанических садов.

## 1. Что такое ботанический сад? Детские ботанические сады: критерии, цель и задачи работы

Ботаническими садами являются организации или их подразделения, имеющие документированные коллекции живых растений, использующие их для научных исследований, сохранения биоразнообразия, демонстрации и образовательных целей (Джексон, 2001).

Ботанические сады — это научно-исследовательские, учебно-вспомогательные и культурно-просветительные учреждения или подразделения учреждений, культивирующие и изучающие растения, пропагандирующие ботанические знания. Основу ботанических садов составляют коллекции живых растений, выращиваемых в открытом грунте и в оранжереях и используемых для исследовательских работ и для устройства экспозиций. При размещении коллекций наиболее распространены географический (размещение коллекций по природным зонам, полосам) и систематический (по группам родства, прежде всего по семействам и родам) принципы.

Ботанические сады относятся к категории музеев живой природы (Стратегия..., 1994). Коллекции растений, имеющиеся в ботанических садах, играют существенную роль в культурном наследии той или иной местности, региона и даже государства. Что выгодно отличает ботанические сады от других музеев: растения, являющиеся основными экспонатами — живые, и их можно наблюдать на всех стадиях развития.

Основной предмет деятельности ботанических садов — создание и развитие коллекций живых растений. По данным последнего обобщения (Кузеванов, Сизых, 2005), в мире функционирует уже более 2200 ботанических садов, численность коллекций в которых варьирует от сотен до десятков тысяч таксонов. В Европе известно более 400 ботанических садов, в США — около 200. В бывшем СССР существовало 150 ботанических садов. В базе данных Совета ботанических садов России значатся 107 ботанических садов и 12 дендрологических парков, в т. ч. 40 ботанических садов в системе Министерства высшего образования и науки Российской Федерации (Ботанические сады и дендрарии, 2004). Считается также, что основная исследовательская задача ботанических садов — поиск новых полезных растений и введение их в культуру.

Ботанические сады обладают присущими только им возможностями выступать в качестве моста между традиционной ботанической наукой и потребностями отраслей народного хозяйства, таких как сельское хозяйство, лесоводство и медицина, в изучении и сохранении биологического разнообразия (Стратегия..., 1994).

В каждой стране есть свои определения понятия ботанических садов и их функций, связанные с этническими особенностями культурного и экономического развития. Для экономически развитых стран ботанический сад — это преимущественно рекреационная, экологически благоприятная зеленая и парковая зона, где все устроено для удовлетворения потребностей посетителей в общении с природой через контакт с растениями. В экономически слабо раз-

витых регионах и в странах третьего мира ботанические сады — это в первую очередь элементы региональных производительных сил, т.е. институты и питомники, помогающие обеспечивать выживание местного населения через использование генофонда растений (если у соответствующих правительств есть средства для организации и содержания ботанических садов). В странах, где не очень хорошо развиты питомники растений и технологии крупномасштабного размножения растений для нужд населения, региональные ботанические сады вынуждены исполнять роль источников высококачественных саженцев для личных садов и ландшафтного озеленения, а также фитосанитарных, карантинных и консультационных пунктов по защите растений от болезней и вредителей (Кузеванов, Сизых, 2005).

История ботанических садов показывает, что изначально они создавались при университетах (то есть при образовательных учреждениях) и в большой степени были связаны с образовательным процессом и научной работой преподавателей и студентов.

В Международной программе ботанических садов по охране растений (Стратегия ..., 1994) указано, что «ботанические сады всего мира ведут активную научно-исследовательскую работу, их коллекции и библиотеки — прекрасная база для исследований в области интродукции, биоморфологии, популяционной биологии, фитоценологии», следовательно, ботанические сады — это серьезные научные центры по всему миру.

В образовательных организациях, работающих с детьми в возрасте от 5 до 18 лет, прежде всего на станциях юных натуралистов, в экологических центрах, да и в общеобразовательных школах с начала XX века создавались учебно-опытные участки, дендрарии, сады, оранжереи, экспозиции. Система детских учреждений, имеющих коллекционные фонды растений, согласно запросам общества и государства, встроилась в общегосударственную деятельность по сохранению и изучению генетических ресурсов растений.

В 2020 году официально возникла новая образовательная сущность — детский ботанический сад.

Детский ботанический сад — это подразделение образовательной организации, имеющее обособленную территорию, на которой с просветительской, образовательной, а также научно-исследовательской целями культивируются, изучаются и демонстрируются коллекции живых растений из разных частей света и различных природно-климатических зон.

Детские ботанические сады создаются с целью развития системы дополнительного образования детей естественнонаучной направленности, сохранения, изучения и обогащения генофонда растений природной и культурной флоры, рационального использования растительных ресурсов, проведения образовательной и научно-просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира при освоении дополнительных общеобразовательных программ обучающимися.

Детский ботанический сад выполняет следующие функциональные задачи:

- а) создание и развитие коллекционных и экспозиционных фондов живых растений;
- б) сохранение биоразнообразия *in situ* и *ex situ*;
- в) депозитария генетического материала;
- г) учебной базы школ и иных учебных заведений;
- д) естественнонаучного музея;
- е) эколого-образовательные;
- е) культурно-просветительские;
- ж) демонстрации приемов ландшафтной архитектуры и садового дизайна;
- з) рекреации.

Детский ботанический сад содержит, пополняет и развивает коллекционный, экспериментальный и экспозиционный фонд живых растений в открытом грунте и в оранжереях, обменные фонды живых растений, семян и др.; гербарий, коллекции ботанической иллюстрации (вместе — ботанические коллекции), библиотеку, а также иные естественнонаучные и художественные коллекции, демонстрационный материал. Коллекции и фонды детского ботанического сада являются основой его научно-образовательной и культурно-просветительской деятельности.

Детские ботанические сады, созданные при образовательных организациях разного типа и вида, объединены в Сеть детских ботанических садов Российской Федерации при ФГБОУ ДО ФЦДО.

Ключевые задачи Сети:

- разработка организационно-правовых и научно-методических аспектов деятельности детских ботанических садов в системе образовательных учреждений разного типа и вида;
- реализация дорожной карты развития детских ботанических садов РФ;
- взаимодействие с Советом ботанических садов России, с интродукционными центрами и природоохранными структурами Российской Федерации разной ведомственной принадлежности.

Детские ботанические сады, применяя единый методологический и методический аппарат по интродукционному изучению растений, органично встраиваются в исследовательские программы региональных интродукционных центров (академических и университетских ботанических садов) и могут осуществлять совместную с ними научно-исследовательскую деятельность, оформив сотрудничество в форме соглашения о сетевом взаимодействии.

## **2. Принципы формирования коллекций растений. Обязательная документация детского ботанического сада**

### **Принципы формирования коллекций растений**

Ключевой принцип коллекционирования растений в любом ботаническом саду: «каждое растение в коллекции должно иметь очевидную цель своего присутствия». Так как любое растение в саду требует ресурсов на свое содержание, а ресурсы эти довольно ограничены, необходимо четко определиться, какие растения нужны в ботаническом саду и для чего.

Коллекции должны формироваться таким образом, чтобы приносить пользу не только конкретному учреждению, на базе которого создан детский ботанический сад, но и району и региону, различным слоям общества, т.е. требуется усилить социально значимую роль Сада.

Коллекции детского ботанического сада должны стать многофункциональными, т.е. выполнять несколько функций одновременно: научно-образовательную и просветительскую; природоохранную; декоративную, а также производственно-коммерческую.

При подборе образцов (экспонатов коллекции) необходимо учесть их всестороннюю ценность и значимость, в т.ч. научно-образовательную, эстетическую. Для того чтобы упорядочить средства и способы пополнения, создания, поддержания, документирования и использования коллекций детского ботанического сада, а также определить порядок передачи третьим лицам и ликвидации образцов и коллекций, разрабатывается и утверждается (на уровне руководителя организации — держателя детского ботанического сада) коллекционная политика. Все положения коллекционной политики обязательны для всех сотрудников учреждения, имеющего детский ботанический сад, а также для третьих лиц, допущенных к работе с коллекциями, что не является исключением для классических ботанических садов (Сизых, Кузеванов, 2004).

### **Приобретение и пополнение коллекции**

Создание коллекций необходимо проводить с учетом специфики региона и конкретного муниципалитета, в котором создан или создается детский ботанический сад, социально-культурного уровня и запросов населения региона, а также международных стандартов.

Все без исключения растения, поступившие в детский ботанический сад, должны соответствовать целям и задачам коллекции. Это определяет состав коллекции и порядок ее пополнения. Каждое приобретение (учетный образец) должно выполнять несколько функций и назначений, соответствующих целям коллекций. Решение о приобретении принимают куратор коллекции и руководитель детского ботанического сада. Пополнение живых коллекций возможно тремя путями: определение (идентификация) и переопределение видов существующих коллекций; выращивание интродуцентов из семян, черенков и живых растений, полученных по ботаническому обмену; привлечение растений из природных мест обитания (Кузеванов, Сизых, 2005).

Любой приобретенный генетический материал (семена/споры, деленки, клубни/луковицы и пр., черенки, живые растения) должен иметь свою историю происхождения, отраженную в документации каждого детского ботанического сада.

### **Документирование и регистрация образцов коллекции**

Все учетные образцы, приобретенные из внешних источников, а также материалы, созданные внутри коллекции, должны быть незамедлительно зарегистрированы в регистрационном интродукционном журнале с присвоением постоянного учетного номера, который присваивается индивидуально каждому образцу.

Кураторами коллекций должна вестись следующая документация по каждому учетному образцу, вносимая в книгу посевов, книгу коллекционных насаждений (с картами и схемами), электронную базу данных.

Все растения, растущие в коллекции детского ботанического сада, должны быть правильно идентифицированы (определены), этикетированы, занесены в компьютерную базу данных и сфотографированы. Должна быть обеспечена надежность хранения и восстановления информации на основе принципа дублирования (на бумажных носителях и в электронном виде, при этом ведение учета на бумажном носителе всегда обязательно!).

Необходимо отслеживать движение каждого учетного образца с момента его приобретения и на протяжении его жизни путем ведения соответствующей документации. Перемещение учетных образцов между разными коллекциями и производственными участками должно производиться в соответствии с утвержденными правилами.

Местоположение каждого учетного образца растений должно быть нанесено на карту (план) территории сада (бумажные и электронные). Следует своевременно производить пересадку растений из питомников на постоянные коллекционные участки или передавать излишки в производство.

### **Этикетирование**

Каждый учетный образец должен сопровождаться прикрепленными к нему этикетками. При этикетировании должен неукоснительно соблюдаться принцип дублирования и резервирования, особенно в отношении особо ценных образцов, по утвержденным правилам.

Растения в коллекциях (экспозициях) должны снабжаться двумя типами этикеток, а именно: крупная титульная этикетка с названием и местом происхождения для информирования посетителей; служебная этикетка с названием и учетным номером (обе этикетки могут сочетаться в одной). На титульной этикетке указывается название растения на русском и латинском языках, а также семейство и место происхождения.

### **Открытость и доступность информации о составе коллекций**

Информация о видовом составе коллекций является открытой для любых лиц и должна быть свободно доступна, в том числе через Интернет. План кол-

лекционных посадок является информацией для служебного пользования и не предназначен для публичного доступа и разглашения для предотвращения случаев вандализма и хищений. Все коллекции детского ботанического огранччно доступны для посетителей (только целевые и экскурсионные группы под руководством гида или в присутствии уполномоченного сотрудника).

### **Отчуждение из коллекции (ликвидация образцов)**

На поддержание коллекции требуется много времени и ресурсов. Поэтому требуется регулярный пересмотр ценности учетного образца для данной коллекции, например после ежегодной инвентаризации. Причинами отчуждения образцов могут служить: зараженность опасными вредителями и болезнями; потенциально инвазивное растение; превышение допустимого количества образцов (излишки); если учетный образец больше не соответствует целям коллекции; ошибка источника пополнения (например, несоответствие видовой и сортовой принадлежности у растений). Никакие растения не должны рассматриваться как кандидаты на отчуждение, пока убедительно не доказано, что растения не имеют исторического, таксономического или садоводческого, или иного значения для целей коллекции, независимо от названия, присвоенного им в документации конкретного детского ботанического сада в настоящее время. Отчужденные из коллекции растения могут быть переданы в производство, проданы, подарены, обменены или уничтожены в соответствии с решением куратора коллекции и руководителя детского ботанического сада.

### **Обновление и пересмотр коллекционной политики**

Пересмотр положений коллекционной политики производится не реже одного раза в пять лет на педагогическом совете учреждения — держателя детского ботанического сада. В работе детского ботанического сада необходимо учитывать популяционные аспекты. Дикорастущие виды растений, в т.ч. редкие, предпочтительнее вводить в культуру из природных местообитаний, а не из интродукционных популяций ботанических садов, если существует такая возможность. Особенно это касается видов местной флоры.

Согласно представлениям ряда опытных специалистов классических ботанических садов (Кузеванов, Сизых, 2005), коллекционную политику следует развивать в следующих направлениях:

- поддержание основного устойчивого ядра коллекции, сложившегося за многие годы ее существования;
- обогащение коллекции редкими, эндемичными, интересными в ботаническом отношении видами;
- привлечение декоративных форм и культиваров, перспективных в экономическом отношении;
- повторное испытание видов, культивируемых ранее, но выпавших по различным причинам;
- выявление потенциально инвазивных видов.

### **3. Организация исследовательской работы с обучающимися на базе детских ботанических садов (выбор тематики исследований: принципы, подходы)**

Детский ботанический сад — качественно новый доступный формат образовательной инфраструктуры, который способен обеспечить реализацию программ практически всех направлений дополнительного образования детей, но, конечно, в первую очередь естественнонаучной.

Специалисты, совмещающие работу с коллекциями растений и со школьниками, особенно высокомотивированными и уже стремящимися к практической работе, отмечают, что детский ботанический сад — это универсальный полигон для организации научно-исследовательской деятельности.

Детские ботанические сады, благодаря богатейшим ресурсам (особенно благодаря коллекционному, экспериментальному и экспозиционному фондам живых растений в открытом грунте и в оранжереях) и обширному функционалу, имеют огромный потенциал для организации исследований школьников, и поэтому они могут стать центрами научной работы с подрастающим поколением.

В Национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» особо отмечается необходимость вовлечения школьников в исследовательские проекты, творческую деятельность. Методологической основой ФГОС нового поколения является компетентностно-деятельностный подход. Одной из таких технологий является исследовательская технология.

Исследовательская технология реализуется на основе различных форм организации исследовательской деятельности с обучающимися.

Исследовательская деятельность обучающихся — деятельность, связанная с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным результатом. Главным результатом исследовательской деятельности является интеллектуальный продукт, устанавливающий ту или иную истину в результате исследования.

В исследовательской работе должны обязательно содержаться элементы научного исследования: постановка цели, формулирование задач, определение гипотезы, выбор методики проведения исследования, обработка фактического материала, анализ полученного материала. В процессе исследовательской деятельности учащийся выдвигает гипотезу, которая в результате исследования может подтвердиться или нет.

Организация исследовательской деятельности на базе детских ботанических садов дает возможность:

- развивать творческое и логическое самостоятельное мышление;
- овладевать исследовательскими навыками, навыками анализа и систематизации, сопоставления данных;
- создавать условия для раннего профессионального самоопределения;

- формировать навыки экологически грамотного поведения в природе и, самое главное, воспитание любви к Родине через воспитание любви к природе.

Выбор темы исследования — очень серьезный этап, во многом определяющий будущую учебно-исследовательскую работу. Это самый тонкий и «творческий» компонент мыслительного процесса. Чтобы пройти этот этап, нужно знать: тема — это кратчайшее выражение содержания всего исследования в виде заглавия, поэтому объект и предмет исследования должны отражаться в теме исследовательской работы.

Выбор объекта исследования определяется целью работы, реальными возможностями и должен быть обоснован с точки зрения возможности получения достоверных результатов.

Предмет исследования — это определенное свойство объекта, исследуемое в данной работе, например, объект исследования — растения, произрастающие на конкретной территории, предмет — экологическое состояние данных растений.

В исследовательской работе самое важное — это соответствие темы, цели, задач и выводов.

Существует ряд обязательных **требований к теме** научного исследования, это:

- *актуальность* — одно из основных требований, предъявляемых к научной работе, это степень важности темы в данный момент и в данной ситуации для решения данных проблем, вопроса или задачи;

- *новизна*: выбранная тема в подобной формулировке не должна быть разработана ранее и повторять уже проведенные исследования. Если возникает подобное совпадение в теме, то необходимо уточнить и обосновать новый, рассматриваемый в данной работе аспект;

- *научность* подразумевает использование в формулировке темы научной терминологии, а также научных методов исследования, например введение латинских названий растений в формулировку темы и в текст работы;

- *практическая значимость*: для любой исследовательской работы необходимо обоснование экономического эффекта для народного хозяйства. При невозможности представить расчеты экономического эффекта можно обосновать значимость работы для теоретических исследований. Для учебно-исследовательской работы школьников практическая значимость также необходима, но обоснование должно быть сформулировано корректно, например с учетом возрастной категории исследователя;

- *перспективность* подразумевает, будут ли полученные результаты использоваться, внедряться.

Выбирая тему исследовательской работы, необходимо руководствоваться основными **принципами выбора темы**:

**Принцип заинтересованности** основополагающий при организации исследовательской деятельности. На этапе выбора темы выявляются личные интересы, пристрастия учащихся, обязательно учитываются индивидуальные предпочтения юных исследований. И не менее важно учитывать и заинтересо-

ванность педагога. В ходе проведения исследования педагог и юный исследователь проходят совместный путь, являются партнерами.

**Принцип доступности** связан с учетом возрастных особенностей юного исследователя. Необходимо отметить, что «гигантизм», «необъятность» в выборе темы и цели исследования — наиболее распространенная ошибка начинающих исследователей.

**Принцип выполнимости:** тема должна быть реализуема в имеющихся условиях.

**Принцип оригинальности:** в теме необходим элемент неожиданности, необычности для привлечения внимания к исследованию в профессиональной среде.

Существует несколько подходов к выбору тематики исследования:

Обязательно учитываем **возраст юных исследователей** при организации исследовательской деятельности на базе детских ботанических садов.

Работая с младшей возрастной категорией, лучше начинать работу с организации опытнической деятельности — постановки несложных опытов и экспериментов. В основе опытнической деятельности лежит метод организованного и контролируемого экспериментирования. Это способ познания мира, который позволяет маленьким исследователям выявить связи между живой и неживой природой и многое другое.

Далее, по мере формирования познавательных интересов и взросления обучающихся, можно привлекать школьников к выполнению исследовательских работ.

Обучающимся среднего школьного возраста стоит предложить выполнить учебно-исследовательскую работу под постоянным контролем со стороны преподавателей, часто с использованием упрощенных методик сбора и обработки данных.

Со старшеклассниками можно организовать исследовательскую работу. Исследовательские работы подразумевают бóльшую самостоятельность учащихся как при выборе методик, так и при обработке собранного материала. Работы выполняются учащимися, уже имеющими некоторый опыт исследований, а руководители выступают при этом как консультанты и при необходимости помогают учащимся на разных этапах их выполнения.

При выборе темы исследования обязательно учитываются **имеющиеся ресурсы:**

Исследовательская работа должна быть обязательно обеспечена материально-технической и научно-методической базой для необходимых исследований; об этом стоит подумать и убедиться в наличии необходимого оборудования и корректно подобрать методику исследования.

Методика — это совокупность способов и приемов исследования, порядок их применения и интерпретация полученных с их помощью результатов. Методика должна соответствовать цели исследования, характеру объекта исследования, квалификации исследователя. Для исследовательских работ школьников лучше использовать методики, разработанные профессионалами, при этом точно указать первоисточник. Формируемый банк исследовательских

методик для детских ботанических садов будет способствовать расширению тематики исследований.

Кроме того, важнейший ресурс — время. Выбор темы зависит от наличия достаточного времени для достижения цели исследования. Не стоит серьезно планировать с юным исследователем работу, достижение цели которой потребует нескольких десятилетий.

Выбор тематики исследовательской работы напрямую должен соответствовать **научным направлениям** деятельности детского ботанического сада. Направления работы могут быть сфокусированы на региональном компоненте, построены на взаимодействии с научными партнерами и реальным сектором экономики.

Рассмотрим возможные научные направления деятельности детских ботанических садов и, соответственно, возможную тематику исследовательских работ на базе детских ботанических садов.

**Изучение биоразнообразия растений региона** (культурных, дикорастущих и др.)

**Флористические исследования:** при проведении исследований в данном направлении тематика работы будет зависеть от выбранной систематической группы, природного биотопа или географического объекта.

Флористические исследования служат основой для решения вопросов систематики растений, фитогеографии, ботанического ресурсоведения. Всё более увеличивающееся воздействие человека на естественный растительный покров приводит как к выпадению наименее устойчивых аборигенных видов, так и к деградации растительного покрова. Поэтому флористические исследования являются необходимой основой для разработки рекомендаций по сохранению природных экосистем, по охране редких и исчезающих видов растений, наиболее сохранившихся эталонных участков естественной растительности.

**Изучение и сохранение редких видов растений:** данное направление имеет огромную значимость для формирования экологического мышления, ответственного отношения к природе и активной гражданской позиции. Примерная тематика исследовательских работ, реализуемых в данном направлении, может быть такой:

*Изучение и сохранение редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу.*

*Инвентаризация редких и охраняемых растений.*

*Мониторинговые исследования популяций редких видов растений (данная тематика может быть реализована в ходе экспедиций, организуемых специалистами детских ботанических садов).*

**Инвазионные и адвентивные виды:** окружающие нас растения можно разделить на три части: местные (аборигенные) виды, заносные (адвентивные) и культивируемые растения. Среди адвентивных видов выделяются инвазионные виды (с английского — «нашествие»). Термин широко применяется к заносным видам растений и животных, которые вне естественного ареала оказались способны к активному размножению и расселению, нередко вытесняя виды местной биоты.

В исследовании стоит определить данные виды для конкретной территории и провести экологическую оценку популяций, оценить возможные риски. Причины изучения инвазивных и адвентивных видов:

- приносят экономический ущерб, в том числе ущерб здоровью человека и домашних животных;
- приводят к уменьшению биоразнообразия; упрощают структуру фитоценозов;
- изменяют местные сукцессионные системы и вытесняют аборигенные виды растений;
- играют роль новых растений-хозяев для различных паразитов и возбудителей заболеваний.

### **Совершенствование способов размножения и приемов культивирования коллекций декоративных растений**

При выборе данного направления можно осуществлять исследовательскую деятельность по следующим темам:

*Изучение особенностей семенного размножения растений различных таксономических групп.*

*Изучение особенностей вегетативного размножения декоративно цветущих кустарников.*

*Совершенствование способов размножения и приемов культивирования коллекций декоративных растений.*

*Изучение биоморфологических и экологических особенностей развития растений различных таксономических групп.*

*Анализ и отбор перспективных видов и сортов растений для практического использования.*

Данная тематика является актуальной, так как появляется возможность обсудить в работе реальный экономический эффект.

В том случае, если при детских ботанических садах имеются лаборатории генетических технологий, биотехнологии, микроклонального размножения, появляется еще одно научное направление, связанное с **генетикой растений и применением методов биотехнологии**. Примерная тематика исследовательских работ:

*Разработка и оптимизация технологии клонального микроразмножения различных культур, в том числе редких видов растений.*

Актуальность данным темам обеспечивает обоснование внедрения передовых агротехнологий, практическое значение и экономический эффект.

Еще направление исследовательской деятельности связано как с **агротехнологией**, так и с **экологией растений**. Примерная тематика работ:

*Изучение влияния различных факторов (света, удобрений, стимуляторов и т.д.) на различные группы растений.*

Данные темы отличаются хорошо разработанными методиками проведения исследовательской работы, а также доступностью для различных возрастных категорий.

**Фитопатология.** Примерная тематика работ:

*Изучение различных заболеваний растений.*

*Фитопатологический мониторинг за состоянием конкретной группы растений.*

*Оценка ущерба популяциям в конкретном биотопе от конкретных вредителей или инфекционных заболеваний.*

На базе детских ботанических садов возможна организация проектной деятельности.

**Проектная деятельность** обучающихся — совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность учащихся, направленная на достижение общего результата деятельности. Непременным условием проектной деятельности являются постановка проблемы и наличие заранее известного результата. Проектная деятельность предусматривает уже известный результат, для достижения которого необходимо выполнить определенные этапы. Результаты выполненных проектов должны быть «осязаемыми», т.е. если это теоретическая проблема, то конкретное ее решение, если практическая — конкретный результат, готовый к внедрению.

При выборе проектной деятельности тематика работ школьников на базе детских ботанических садов может быть следующей:

*Создание коллекционного участка определенной группы растений (возможны различные варианты: первоцветы региона, вавиловский огород, аптекарский огород и т.д.)*

*Проведение серии эколого-просветительских мероприятий.*

*Дизайнерские проекты оформления территории.*

Дизайнерские проекты сейчас очень актуальны: они привлекают юных дизайнеров, дают возможность развивать творческие способности подрастающего поколения, позволяют значительно украсить территорию ботанического сада и создать образцы ландшафтной архитектуры и садового дизайна, на которых впоследствии можно будет обучать новых дизайнеров, что обеспечит непрерывный процесс творчества и развития обучающихся.

Стоит отметить еще одно важное направление проектной деятельности — **разработка экологических троп.**

Экологическая тропа — это специально разработанный или специально оборудованный маршрут в природу, реализующий эколого-просветительские цели. Экологическую тропу стоит рассматривать как средство экологического образования и воспитания. Рабочая группа проекта, в данном случае состоящая из школьников-активистов ботанического сада и педагога, курирующего проектное направление работы, разрабатывает проект, реализует его, а затем становится экскурсоводами и проводит эколого-просветительские мероприятия на базе тропы. Стоит отметить значимость данного проекта для реализации образовательных задач детского ботанического сада.

Возможна организация проектной деятельности на стыке естественно-научной и технической направленностей.

Хорошим примером здесь может стать проект «Умная теплица».

Целью данного проекта является проектирование и практическая реализация рабочей многофункциональной умной теплицы, использование которой будет легким в применении, а также снижение значительной стоимости самой

конструкции. Появление «умных» теплиц и оранжерей уже произвело революцию в сельском хозяйстве, позволив более эффективно выращивать экзотические фрукты в северных широтах.

Внедрение такой формы работы позволит привлечь к занятиям в детских ботанических садах школьников, проявляющих интерес к технической направленности, и компетентных педагогов, обладающих необходимым опытом в данном направлении. И, соответственно, расширить возможности детского ботанического сада.

Ценность формируемой Сети ботанических садов РФ заключается в том, что она станет перспективной площадкой для обмена опытом и презентации результатов, достижений и интересного опыта в организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся, реализуемой на базе детских ботанических садов.

## **4. Методики научных исследований с объектами коллекций детских ботанических садов (методы интродукционного изучения растений)**

В настоящей главе приводится описание лишь основных, общедоступных методов изучения растений при их интродукции. Предлагаемые методики являются адаптированными вариантами для использования детьми общепринятых, стандартных научно-практических методов (Краткое ..., 1972; Лекарственное ..., 1984; Методика ..., 1968; Методические ..., 1973; 1980) и не требуют сложного, подчас малодоступного оборудования.

При изложении материала по изучению морфологических особенностей растений рассматриваются методики морфометрического изучения генеративных и вегетативных органов. При рассмотрении методик изучения ритма развития растений подробно дана методика фенологических наблюдений с указанием алгоритма обработки данных фенологических наблюдений и графического изображения климатических условий. Кроме того, приводится описание методики изучения суточных ритмов у растений.

При изложении материала по изучению особенностей размножения растений подробно изложены методики определения семенной продуктивности, форм и интенсивности вегетативного размножения, количественной и качественной характеристики семян, всхожести и энергии прорастания семян, длительности сохранения жизнеспособности семян. В главе приведены сведения и о роли аллелопатического фактора в процессе прорастания семян. Отдельно рассматриваются вопросы выявления зараженности семян вредителями и болезнями, фитопатогенными бактериями и грибами.

Кроме того, глава содержит описание методики определения сырьевой продуктивности и урожайности, определения срока уборки сырья, методов изучения устойчивости растений.

В разделе, касающемся описания шкал оценки успешности интродукции, представлены шкалы оценки способности к семенному размножению, способности к вегетативному размножению, общего состояния растения и продуктивности его цветения, устойчивости растений против вредителей и болезней, состояния растений после зимовки и устойчивости растений к засухе.

### **4.1. Изучение морфологических особенностей растений**

#### **Морфометрическая характеристика генеративных органов**

Для изучения морфометрических параметров растения отбирают в количестве, достаточном для достоверной характеристики: крупных объектов — 5–10, мелких 10–20. Объем выборки устанавливается в зависимости от объекта и цели исследования. Первую пробу берут тогда, когда приближается начало

дифференциации конуса нарастания почки. Для определения этого момента пробы берут сразу после появления всходов или пробуждения почек к росту. Интервалы между пробами на ранних этапах — 3–5 дней, на более поздних — 5–10 дней. Для характеристики побега определяют следующие показатели: длину побега, число листовых узлов на нем, площадь ассимилирующих листьев, число элементов соцветия, этапы органогенеза отдельных репродуктивных органов — бутонов, цветков, плодов.

На ранних этапах роста у растения обычно имеется один побег, вырастающий из конуса нарастания зародыша семени или почки (перезимовавшей или спящей). По классификации И. Г. Серебрякова (1952), этот побег — первого порядка, если он образуется из верхушечной почки проросшего семени, а пазушные почки на нем — образования второго порядка.

Побег, вырастающий из зимующей или спящей почки многолетнего растения, можно считать аналогом побега первого порядка и соответственно рассматривать его побеги ветвления. По типу органогенеза терминального конуса нарастания растения делят на две группы: 1) терминальный конус нарастания "закрытый" — дифференцируется на элементы соцветия (или образует одиночный цветок), 2) растения имеют "открытый" конус нарастания верхушечной почки, образующий в течение всего вегетационного периода зачатки листьев, а цветки или соцветия — пазушные образования, сидячие или на облиственных побегах.

У растений первой группы с типично симподиальным ветвлением (виды сем. пасленовых) главный стебель вместе с верхушечным соцветием является репродуктивным побегом первого порядка. Побеги с генеративными органами, вырастающие из пазушных почек, — репродуктивные побеги второго порядка. Специфика их в том, что они расположены в зоне моноподиального нарастания, в отличие от побега второго порядка — симподия, продолжающего рост главного стебля. Побеги второго порядка обозначаются номерами узлов, в которых они расположены, начиная от основания главного стебля:  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$  и т.д. Число побегов второго порядка ограничено верхним узлом, после которого идет главное соцветие. Поэтому, чтобы отличить побег второго порядка — симподий — от побегов того же порядка, расположенных в зоне моноподиального нарастания, у первого к номеру узла добавляется буква "с" ( $\Pi_{3c}$ ). Побеги следующего, третьего порядка нумеруются аналогично и обозначаются номером узла побега второго порядка и своим порядковым номером ( $\Pi_1\Pi_1$ ;  $\Pi_1\Pi_2$ ;  $\Pi_1\Pi_3$ ); то же относится к побегам четвертого порядка, если они имеются на растении ( $\Pi_1\Pi_1\Pi_1$ ;  $\Pi_1\Pi_2\Pi_1$  и т.д.).

У растений второй группы, имеющих моноподиальное ветвление, репродуктивные побеги относятся ко второму порядку — они расположены в пазухах на главном стебле. Нумеруются они, начиная от основания главного побега ( $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и т.д.). Если на этих побегах имеется следующий порядок, то для определения их местоположения нужно указывать номер узла на главном стебле и свой номер, считая от основания побега второго порядка ( $\Pi_1\Pi_1$ ;  $\Pi_1\Pi_2$  и т.д.). По мере роста растения число узлов на главном стебле увеличивается и в морфологический анализ включаются вновь образующиеся побеги.

Имеются виды, у которых из верхушечной почки образуется соцветие при моноподиальном ветвлении, например: виды сем. капустных (крестоцветных), маревых, астровых (сложноцветных) и др. У таких видов генеративные побеги чаще всего образуются в верхней зоне главного стебля, примыкающей к главному соцветию. В средней части главного побега почки менее развиты (чуть трогаются в рост), а в нижней остаются, как правило, спящими. Поэтому у таких растений удобнее обозначать генеративные побеги второго порядка, считая не от основания побега, а сверху — от верхушечного соцветия. Здесь, как и у растений первой группы, для побегов третьего порядка будет двойная ( $II_1III_1$ ;  $II_2III_1$  и т.д.), а для побегов четвертого порядка — тройная ( $II_1III_1IV_1$ ;  $II_2III_1IV_1$ ) нумерация.

#### Порядок проведения анализа отдельного побега

С модельных растений срезают побеги-аналоги, т.е. побеги одного порядка ветвления и одинакового местоположения, из них составляется вариационный ряд. Репродуктивный побег измеряют от основания до соцветия или цветка и на нем подсчитывают число листовых узлов. Эти показатели записываются (табл. 1) и служат для оценки репрезентативности выборки. Если для характеристики побега нужна его облиственность, листья снимают с побега и площадь их измеряют любым доступным способом. Наиболее удобным, по-видимому, является фотоэлектрический планиметр, на котором можно измерить площадь отдельного листа, всех листьев одного растения и суммарную площадь — со всех растений пробы.

По всем показателям, снятым с побега, вычисляются средняя арифметическая ( $\bar{x}$ ), ее ошибка ( $\pm Sx$ ) и относительная ошибка ( $Sx \%$ ), которая характеризует репрезентативность выборки (точность опыта) и не должна быть более 3–5 %. У растений первой группы облиственную часть побега четко делят на вегетативную и флоральную зоны, поэтому у них составляют ряды из побегов первого порядка (главных), побегов второго и т.д. порядков, ограниченных верхушечным соцветием. У растений второй группы, не имеющих терминального соцветия, характеризуют вегетативные органы главного стебля — от основания до верхушечной почки (длина стебля, число листовых узлов и площадь листьев) — и аналогично побеги второго порядка.

Для характеристики соцветия берут два показателя: число элементов соцветия и их этапы органогенеза. Полученные данные записывают в таблицу 1 и для них вычисляют средние величины со своими ошибками. Для обобщенной характеристики соцветия, учитывающей все его элементы и степень их развития, определяют структуру соцветия по числу его элементов на разных этапах органогенеза, выраженному в процентах (доля признака в %). Этот показатель характеризует качественную изменчивость признаков. Для оценки соцветия в целом вычисляются показатель изменчивости и коэффициент вариации степени развития элементов соцветия (Доспехов, 2013).

**Морфологическая характеристика генеративных побегов растения**

| Дата анализа | Порядок и номер побега | Номер членов ряда  | Вегетативные органы |                      |                                  | Генеративные органы      |                                    |        |        |       |
|--------------|------------------------|--|---------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------|--------|-------|
|              |                        |  | длина побегов, см   | число листовых узлов | площадь листьев, см <sup>2</sup> | число элементов соцветия | в том числе по этапам органогенеза |        |        |       |
|              |                        |  |                     |                      |                                  |                          | зачатки                            | бутоны | цветки | плоды |
|              |                        | 1<br>2<br>3<br>и т.д.<br>10<br>$X \pm S\bar{x}$<br>$S\bar{x} \%$ |                     |                      |                                  |                          |                                    |        |        |       |

Примечание. Если в пробу взято 10 растений, то число анализируемых побегов второго, третьего и последующих порядков будет больше 10. Если требуется подробный анализ, в ряд берут все побеги, но из них методом моделирования выборки можно выбрать 10 побегов.

На основании полученных данных по ряду проб, характеризующих определенный этап морфогенеза, можно составить графики роста отдельных частей побега и показать динамическую структуру его генеративных органов. Чтобы оценить репрезентативность выборки для статистической обработки, достаточно брать 1–2 показателя вегетативных органов (длину побега и число листовых узлов) и число элементов соцветия. Статистическая обработка остальных показателей проводится в зависимости от задач исследования.

**Морфометрическая характеристика вегетативных органов**

Генеративные побеги имеются не на всех стадиях развития растения. К тому же и при наличии генеративных побегов все или некоторые экземпляры исследуемой популяции или образца могут иметь вегетативные побеги. Их количество и размеры важны для характеристики растения, степени его развития. Поэтому необходимо проводить измерения и вегетативных органов. Разнообразие элементов учета может колебаться в зависимости от особенностей строения растения и от задач исследования. Важно только, чтобы на каждом экземпляре измерялись одинаковые элементы.

Вегетативные побеги бывают укороченными и удлиненными. Укороченные побеги чаще всего представляют собой розетку листьев. Измеряют диаметр розетки и параметры, к примеру, наиболее крупного листа (длину, ширину, площадь), а также количество листьев в розетке. При наличии нескольких розе-

ток у одного экземпляра учитывают их количество, а измерения можно проводить, например, на самой крупной из них.

Если у растения развиваются удлиненные побеги, подсчитывают их количество у каждого экземпляра, длину, например, самого крупного побега, количество узлов на нем, параметры листа, отходящего от второго узла. Если растение имеет сложные листья, то измеряют еще и параметры листочков.

Данные измерений заносят в таблицу. Число измерений должно быть достаточным для статистической обработки и получения достоверных результатов.

## 4.2. Изучение ритма развития растений

### Методика фенологических наблюдений

Изучение ритма сезонного развития (смен фенологических фаз) — составная часть исследований по онтогенезу растений. Задача исследования — установление сроков прохождения фенофаз растений за вегетационный сезон и установление их взаимосвязи с метеорологическими факторами, а также использование материалов фенологических наблюдений для определения оптимальной зоны возделывания культуры, сроков посева и посадки, сбора сырья и семян. Одновременно с изучением возрастных стадий онтогенеза выявляют фенологические фазы, т. е. фазы развития растений, последовательно сменяющие друг друга в зависимости от изменения погодных условий в течение сезона вегетации и повторяющиеся (у многолетников) во времени.

При проведении фенологических наблюдений в журнале отмечают фенологические изменения, характерные для большой группы одновозрастных растений. Выделяют следующие фенофазы:

— начало весеннего отрастания (у многолетников) — отмечают время разворачивания почек (у однолетников весеннее отрастание начинается с появлением проростков);

— бутонизация — от появления едва заметных бутонов до начала их разворачивания; у злаков выделяется фенофаза колошения (от момента появления колоса или метелки из влагалища верхнего листа до полного выколашивания соцветия);

— цветение — от начала разворачивания первых цветков (начало цветения) через массовое цветение до завязывания плодов, когда остаются открытыми лишь единичные цветки (конец цветения);

— плодоношение (созревание семян); в условиях интродукционного питомника семена собирают по мере созревания;

— вторичный рост побегов, наблюдаемый у некоторых растений в конце лета или осенью; отмечают продолжительность (начало и конец) видимого роста побегов;

— конец вегетации, характеризуемый полным усыханием листвы или надземной массы растений.

При наложении фенофаз желательнее дифференцированно отличать смешанные фенологические состояния растений, например: массовое цветение — начало плодоношения и т.д. Началом фенофазы следует считать наличие признака у 10–20 % растений, наступление собственно фенофазы — у 30–40 %, массовое проявление признака — у 80–90 % растений, конец фенофазы отмечают при сохранении признака у единичных растений.

При проведении фенологических наблюдений сведения по ритму сезонного развития лекарственных растений заносят в журнал фенологических наблюдений согласно таблице 2.

Таблица 2

## Графы журнала фенологических наблюдений

| посев | проростки | весеннее отрастание | состояние после перезимовки | Бутонизация |          | Цветение |          |       | Созревание |       | конец вегетации | примечания |
|-------|-----------|---------------------|-----------------------------|-------------|----------|----------|----------|-------|------------|-------|-----------------|------------|
|       |           |                     |                             | начало      | массовая | начало   | массовое | конец | начало     | конец |                 |            |
|       |           |                     |                             |             |          |          |          |       |            |       |                 |            |

Характеризуя среду произрастания растения, для времени прохождения каждой фазы необходимо иметь данные о температуре воздуха (максимальной, среднесуточной и минимальной и сумме среднесуточных температур), количестве осадков.

Таблица 3

## Характеристика погодных условий в течение фенологических фаз

| Стадия вегетации  | Фенофаза                     |                         | Среднесуточная температура, °С | Сумма среднесуточных температур, °С | Сумма осадков, мм | Число дней с осадками |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|   | Календарные даты прохождения | Продолжительность, дней |                                |                                     |                   |                       |
| От проростков (у однолетников) и от начала отрастания (у многолетников) до начала бутонизации |                              |                         |                                |                                     |                   |                       |
| От начала бутонизации до конца цветения   |                              |                         |                                |                                     |                   |                       |
| От начала цветения до созревания семян  |                              |                         |                                |                                     |                   |                       |
| От проростков (начало отрастания) до конца вегетации  |                              |                         |                                |                                     |                   |                       |

В условиях средней полосы растения (как многие травянистые, так и древесные) начинают заметно вегетировать после повышения температуры воздуха свыше  $5^{\circ}\text{C}$ . Для субтропических растений нижним пределом является  $10^{\circ}\text{C}$ . Следует суммировать все среднесуточные температуры в течение сезона вегетации после устойчивого перехода их через 5 или  $10^{\circ}\text{C}$ .

После подсчетов и получения цифровых показателей эти данные заносят в таблицу по следующей форме (табл. 3).

### Графическое изображение феноритма

Смена фаз сезонного состояния растений может быть изображена при помощи так называемых фенологических спектров. Пример такого спектра приведен на рис. 1.



Рис. 1. Фенологический спектр четырех видов растений (а–г), составленный из значков (по В. В. Алехину, 1938).

- 1 — вегетация до появления первого генеративного побега;
- 2 — рост первого генеративного побега;
- 3 — генеративный побег сформировался;
- 4 — отмирание листьев и стебля.

При составлении фенологических спектров по горизонтальной оси откладывают месяцы года или декады. Одну за другой помещают изображенные тем или иным способом сменяющие друг друга во времени фазы сезонного состояния растений.

В. В. Алехин (1925) предложил систему значков для обозначения каждой фенофазы:

- — вегетация до цветения
- — бутонизация
- — зацветание
- — полное цветение
- — отцветание
- + — созревание плодов
- # — рассеивание зачатков
- ∞ — вегетация после цветения

## Обработка данных фенологических наблюдений

Перед тем как анализировать накопленные в течение ряда лет сведения о наступлении фаз развития растений, эти данные должны быть подвергнуты математической обработке.

Подготовка цифрового материала:

1. Отбраковать явно ошибочные и сомнительные наблюдения.
2. Привести в соответствие методически разнородные наблюдения, если таковые имеются.
3. Все календарные числа фенодат перевести, пользуясь таблицей 4 в условные числа непрерывного ряда, отсчет которых начинается с 1 марта.

Пример: фенодата конца цветения *Acer negundo* L. была отмечена 30 мая. В таблице 4 на пересечении столбца V (месяц) со строкой 30 (день месяца) находим 91 день — это и есть данная фенодата в условных числах непрерывного ряда, считая с 1 марта.

Таблица 4

Таблица для перевода календарных дат в непрерывный ряд

| Месяцы |    |    |     |     |      |     |     |     |     |     |     |
|--------|----|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| III    | IV | V  | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | I   | II  |
| Дни    |    |    |     |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 1      | 32 | 62 | 93  | 123 | 154  | 185 | 215 | 246 | 276 | 307 | 338 |
| 2      | 33 | 63 | 94  | 124 | 155  | 186 | 216 | 247 | 277 | 308 | 339 |
| 3      | 34 | 64 | 95  | 125 | 156  | 187 | 217 | 248 | 278 | 309 | 340 |
| 4      | 35 | 65 | 96  | 126 | 157  | 188 | 218 | 249 | 279 | 310 | 341 |
| 5      | 36 | 66 | 97  | 127 | 158  | 189 | 219 | 250 | 280 | 311 | 342 |
| 6      | 37 | 67 | 98  | 128 | 159  | 190 | 220 | 251 | 281 | 312 | 343 |
| 7      | 38 | 68 | 99  | 129 | 160  | 191 | 221 | 252 | 282 | 313 | 344 |
| 8      | 39 | 69 | 100 | 130 | 161  | 192 | 222 | 253 | 283 | 314 | 345 |
| 9      | 40 | 70 | 101 | 131 | 162  | 193 | 223 | 254 | 284 | 315 | 346 |
| 10     | 41 | 71 | 102 | 132 | 163  | 194 | 224 | 255 | 285 | 316 | 347 |
| 11     | 42 | 72 | 103 | 133 | 164  | 195 | 225 | 256 | 286 | 317 | 348 |
| 12     | 43 | 73 | 104 | 134 | 165  | 196 | 226 | 257 | 287 | 318 | 349 |
| 13     | 44 | 74 | 105 | 135 | 166  | 197 | 227 | 258 | 288 | 319 | 350 |
| 14     | 45 | 75 | 106 | 136 | 167  | 198 | 228 | 259 | 289 | 320 | 351 |
| 15     | 46 | 76 | 107 | 137 | 168  | 199 | 229 | 260 | 290 | 321 | 352 |
| 16     | 47 | 77 | 108 | 138 | 169  | 200 | 230 | 261 | 291 | 322 | 353 |
| 17     | 48 | 78 | 109 | 139 | 170  | 201 | 231 | 262 | 292 | 323 | 354 |
| 18     | 49 | 79 | 110 | 140 | 171  | 202 | 232 | 263 | 293 | 324 | 355 |
| 19     | 50 | 80 | 111 | 141 | 172  | 203 | 233 | 264 | 294 | 325 | 356 |
| 20     | 51 | 81 | 112 | 142 | 173  | 204 | 234 | 265 | 295 | 326 | 357 |
| 21     | 52 | 82 | 113 | 143 | 174  | 205 | 235 | 266 | 296 | 327 | 358 |
| 22     | 53 | 83 | 114 | 144 | 175  | 206 | 236 | 267 | 297 | 328 | 359 |
| 23     | 54 | 84 | 115 | 145 | 176  | 207 | 237 | 268 | 298 | 329 | 360 |
| 24     | 55 | 85 | 116 | 146 | 177  | 208 | 238 | 269 | 299 | 330 | 361 |
| 25     | 56 | 86 | 117 | 147 | 178  | 209 | 239 | 270 | 300 | 331 | 362 |
| 26     | 57 | 87 | 118 | 148 | 179  | 210 | 240 | 271 | 301 | 332 | 363 |
| 27     | 58 | 88 | 119 | 149 | 180  | 211 | 241 | 272 | 302 | 333 | 364 |
| 28     | 59 | 89 | 120 | 150 | 181  | 212 | 242 | 273 | 303 | 334 | 365 |
| 29     | 60 | 90 | 121 | 151 | 182  | 213 | 243 | 274 | 304 | 335 | 366 |
| 30     | 61 | 91 | 122 | 152 | 183  | 214 | 244 | 275 | 305 | 336 |     |
| 31     |    | 92 |     | 153 | 184  |     | 245 |     | 306 | 337 |     |

### Формулы для вычисления статистических показателей

1. Среднее арифметическое:  $M = \Sigma x / N$
2. Дисперсия:  $\delta^2 = \Sigma (x - M)^2 / n - 1$
3. Среднее квадратическое отклонение:  $\delta = \sqrt{\delta^2}$
4. Ошибка средней арифметической:  $m = \delta / \sqrt{N}$
5. Коэффициент вариации:  $v = 100\delta / M$ ,

где X — фенодаты, N — число лет наблюдений,  $\Sigma$  — знак суммирования.

#### Пример:

| годы | Календарные фенодаты | x - фенодаты в условных числах | (x-M) <sup>2</sup> |
|------|----------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1952 | 30 мая               | 91                             | 0,56               |
| 1953 | 2 июня               | 94                             | 5,06               |
| 1954 | 27 мая               | 88                             | 14,06              |
| 1955 | 2 июня               | 94                             | 5,06               |

$N=4$ ;  $\Sigma x=367$ ;  $\Sigma (x-M)^2=24,75$ ;  $M=367/4=91,75$ ;  $\delta^2=24,75/(4-1)=8,25$ ;  $\delta=\sqrt{8,25}=2,87$ ;  $m=2,87/\sqrt{4}=1,44$ ;  $v=100 \times 2,87/91,75=3,13\%$ .

Для выводов о календарных сроках наступления фенофаз необходимо вычислить доверительный интервал, равный  $2 \times m$ . В приведенном выше примере доверительный интервал равен  $2 \times m = 2 \times 1,44 = 2,88$ . Средняя фенодата конца цветения в условных числах равна 91,75, что по табл. 4 округленно соответствует 31 мая, с возможными отклонениями  $\pm 2,88$  дня или приблизительно  $\pm 3$  дня. Таким образом, по данным за 4 года Асер segundo L. в среднем заканчивает цветение 31 мая с возможными отклонениями до 3 дней в обе стороны.

По коэффициенту вариации V можно, пользуясь таблицей 5, определить минимальное число лет наблюдений, необходимое для достаточно точного установления среднего срока наступления той или иной фенофазы и пределов ее колебаний в данных условиях. Для этого достаточно найти в таблице 5 пересечение горизонтальной строки, начинающейся числом десятков величины коэффициента вариации, с вертикальной строкой, в заголовке которой стоит цифра, обозначающая единицы этого коэффициента.

Таблица 5

#### Минимальное число лет фенонаблюдений в зависимости от варьирования данных (при доверительном уровне P=95 % и показателе точности 5 %)

| Коэффициент вариации, % | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0                       | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 12  |
| 10                      | 15  | 19  | 22  | 26  | 30  | 35  | 39  | 44  | 50  | 55  |
| 20                      | 61  | 68  | 74  | 81  | 89  | 96  | 104 | 112 | 121 | 129 |
| 30                      | 138 | 148 | 157 | 167 | 178 | 188 | 199 | 210 | 222 | 234 |
| 40                      | 246 | 258 | 271 | 284 | 298 | 311 | 325 | 340 | 354 | 369 |

Пример: если коэффициент вариации равен 18 %, то минимальное число лет наблюдений по таблице 5 равно 50.

## Графическое изображение климатических условий

На наступление и продолжительность фенологических фаз, степень развития растений в значительной мере влияют погодно-климатические условия.

«Погодой» называют совокупность значений метеорологических элементов в данный момент. Лишь хорошо зная сезонный ход погоды, иными словами, если точно известны длительность и интенсивность влажного и засушливого времен года или теплого и холодного сезонов, можно составить правильное представление о климате. Метод графического изображения климата позволяет с одного взгляда выявить характерные особенности того или иного типа климата, его различия или сходство с климатами других местностей, а также погодные отличия одного вегетационного сезона от другого.

Указанным требованиям отвечают климадиаграммы, на которых отчетливо видны сезонные изменения климатических условий. При составлении климадиаграмм используют соотношение между средней месячной температурой и количеством осадков, как 1 : 2 (Вальтер, 1968). Иными словами, 10° С соответствуют 20 мм осадков. При таком масштабе ( $T : O_c = 1 : 2$ ) засушливая часть года характеризуется кривой осадков, расположенной ниже температурной кривой. Сравнение этих двух кривых полезно, поскольку температурная кривая служит показателем годового хода испарения. Она отражает расход влаги, а кривая осадков — ее приход; обе кривые дают представление о характере водного баланса данной территории. Непосредственно измеренные величины испарения имеются лишь для немногих станций, поэтому в большинстве климатических формул для характеристики условий увлажнения используется соотношение между температурой и осадками. Величина площади между кривыми температуры и осадков по горизонтали отражает продолжительность, а по вертикали — интенсивность засушливого периода.

Климат юго-востока Европейской части России, где расположена Саратовская область, отличается резкой континентальностью. Здесь часто наблюдается не только почвенная засуха, но и засуха воздушная. Та и другая отрицательно сказываются на жизнедеятельности растений. Чтобы отразить период воздушной засухи на климадиаграмме, можно использовать третий показатель — относительную влажность воздуха (Горин, 1988). При соотношении между среднемесячной температурой и среднемесячной влажностью воздуха как 1 : 5 (10° С соответствует 50 % влажности воздуха) выявляется область между температурной кривой и кривой относительной влажности воздуха. Эта область характеризует интенсивность (по вертикали) и продолжительность (по горизонтали) воздушной засухи.

Однако помимо изображаемых на диаграмме периодов почвенной и воздушной засухи и таких важных для развития растений элементов климата, как годовой ход температуры и осадков, не следует забывать и о других, не менее существенных для растения факторах. Например, для характеристики длительности и режима холодного времени года одних лишь средних месячных данных недостаточно. Морозы наблюдаются и в те месяцы, средняя температура кото-

рых превышает  $0^{\circ}\text{C}$ ; ранние или поздние, а также совершенно случайные заморозки имеют для растений особенно большое значение как фактор отбора. Следовательно, на климадиаграмме должны найти отражение и эти явления. На практике вполне себя оправдал способ изображения, показанный на рис. 2.

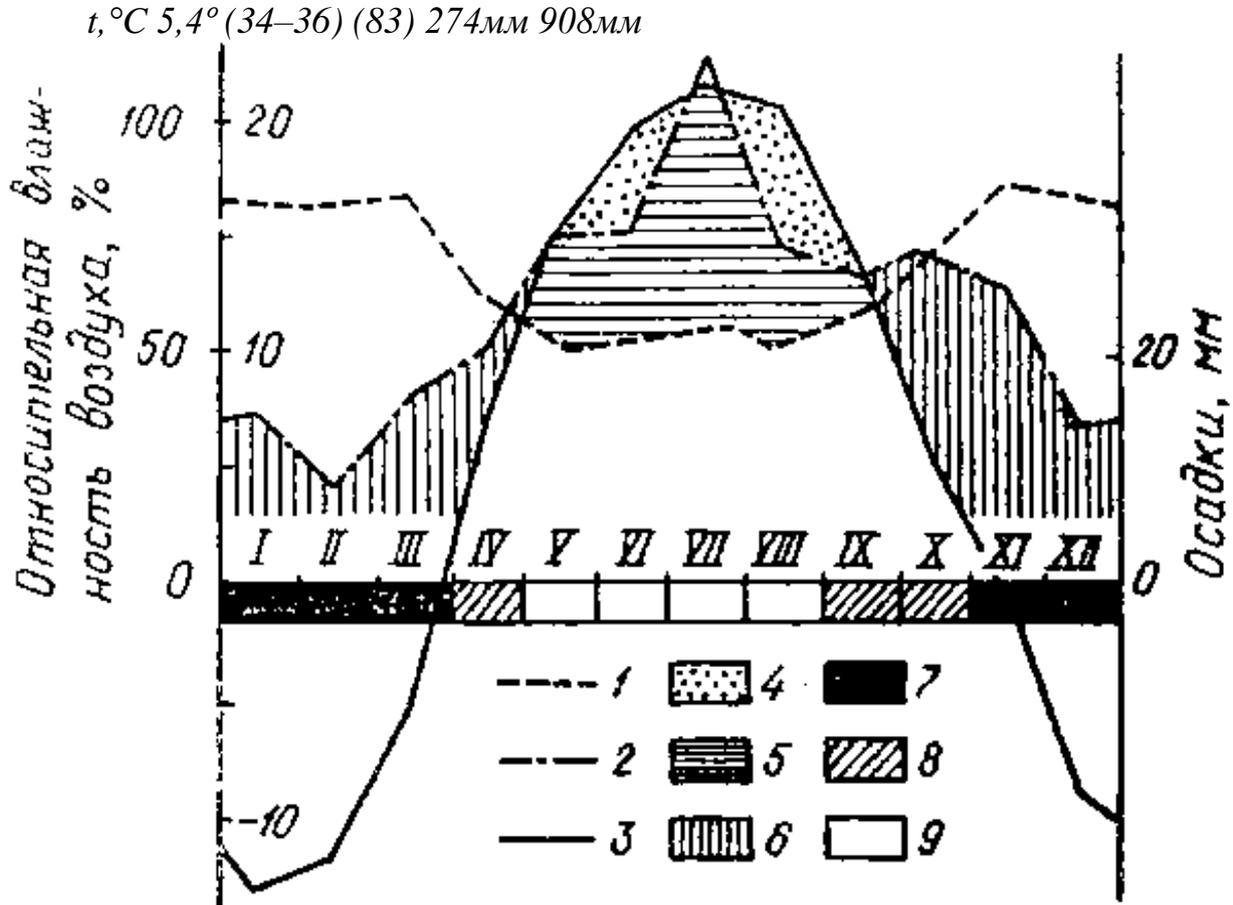


Рис. 2. Климациадиаграмма района исследования  
(Приерусланские пески, Краснокутский р-н, Саратовская обл.; Горин, 1988)

Обозначения: годовой ход: 1 — относительной влажности воздуха, 2 — осадков, 3 — температуры; периоды: 4 — почвенной засухи, 5 — воздушной засухи, 6 — достаточного увлажнения, 7 — холодный, 8 — с отрицательными абсолютными минимумами, 9 — теплый; (34–36) — количество лет наблюдений за температурой и осадками; (83) — высота метеостанции над уровнем моря;  $5,4^{\circ}$  — среднегодовая температура; 274 мм — годовая сумма осадков; 908 мм — величина испаряемости с открытой водной поверхности

В отдельные годы месячная сумма осадков достигает в некоторых местностях нескольких сотен миллиметров. Сохраняя и в этом случае обычный масштаб, мы получили бы слишком громоздкие диаграммы. Поэтому целесообразно уменьшить масштаб для осадков, превышающих 100 мм в месяц, в 10 раз и закрасив соответствующую площадь черным цветом. Черная окраска, таким образом, характеризует так называемое переувлажненное время года с месячной суммой осадков более 100 мм.

### Методика изучения суточных ритмов у растений

Кроме наблюдений за сезонными явлениями в жизни растений не менее интересно и важно изучение суточной динамики роста побегов и корней, распускания вегетативных и генеративных почек.

Наименее изученными являются особенности суточной ритмики цветения у представителей разных семейств.

Для наблюдений можно использовать следующую методику. Этикетками с номерами отмечаются соцветия или одиночные цветки на 5–10 растениях. На побегах удаляются все распутившиеся цветки, через определенные промежутки времени (0,5, 1 или 2 часа) подсчитывается число вновь распутившихся цветков. При наблюдении за отдельным цветком отмечаются одно- или многократность его распускания, продолжительность (в часах или днях) его цветения при разных погодных условиях; сроки наступления и длительность тычиночных и пестичных фаз у двуполох цветков, время завязывания и формирования плодов.

У соцветий важно проследить фенологическую длительность их цветения, порядок распускания цветков, совмещение или разделение тычиночной и пестичной фаз у однодомных цветков (Пономарёв, 1960).

Таким образом, изучение суточных ритмов цветения требует тщательного изучения морфологии цветка на живых объектах. Необходимо обратить внимание на форму, окраску и опушенность околоцветника, на изменение окраски в течение жизни цветка, рисунок лепестков, их форму и расположение на цветоложе, взаимное расположение лепестков, тычинок, пестика (или пестиков); движение тычинок и столбиков; распределение цветков по половому признаку (однодомные, двудомные), особенности строения нектарников, завязи, рыльца, пыльников и пылинок.

Все наблюдения должны сопровождаться научными рисунками и (или) фотографиями соцветий, цветков и их частей. Это поможет установить способы опыления цветков данного вида: происходит ли попадание пыльцы на рыльце того же цветка (автогамия) или другого цветка той же особи (гейтоногамия), или пыльца переносится на рыльце цветков других особей ветром (анемофилия), насекомыми (энтомофилия), водой (гидрофилия) и т.д.

Можно проводить и специальные исследования для выяснения: 1) специфики самоопыления;

2) эффективности ветроопыления;

3) жизнеспособности пыльцы анемофильных и энтомофильных растений;

4) продуктивности пыльцы;

5) состава насекомых-опылителей;

6) нектарности растений.

Организация перечисленных выше фенологических исследований требует, во-первых, наличия специального оборудования: микроскопов и бинокляров для изучения особенностей строения цветков, для подсчета продуктивности пыльцы и семязачатков; 50–100 капилляров диаметром не более 0,2 мм или макрокапилляров с диаметром 1 см с оттянутым концом с диаметром

0,6–0,8 мм; рефрактометра для определения концентрации сахаров; марлевых или целлофановых, или других изоляторов для цветков, аппаратов для улавливания пыльцы, реактивов для определения ее жизнеспособности, энтомологического оборудования для отлова насекомых-опылителей и др.

Экологическая направленность этих исследований заставляет регулярно учитывать влияние факторов внешней среды как абиотических (суточные колебания температуры, осадков, ветра, света, влажности воздуха и почвы и др.), так и биотических (биоценотические условия, флористическое богатство, жизненные формы растений, консортивные отношения и др.). Особое значение имеет изучение воздействия антропогенных факторов.

Длительный мониторинг в различных экосистемах позволяет установить относительную роль разных способов опыления и выявить адаптационные механизмы приспособленности особей и популяций к различным экологическим условиям.

### 4.3. Изучение особенностей размножения растений

Различают два основных способа размножения: вегетативный и семенной.

#### Семенное размножение Семенная продуктивность

Изучение семенной продуктивности интродуцентов имеет первостепенное значение не только с практической точки зрения — получения семян, — но и для решения теоретических вопросов. Уровень, устойчивость и качественные показатели семенной продуктивности растений — один из важнейших критериев степени их акклиматизации.

Принято различать понятия семенной продуктивности и урожая семян. Семенная продуктивность — это плодовитость отдельной особи или даже генеративного побега. Урожай семян — это количество семян, собираемых с единицы площади, занимаемой определенной популяцией или образцом.

В понятии «семенная продуктивность» принято различать потенциальную семенную продуктивность и реальную. Первая определяется количеством семязачатков, продуцируемых особью; вторая — количеством нормально развитых семян на ту же единицу учета. Отношение показателей реальной семенной продуктивности (РСП) к потенциальной (ПСП), выраженное в процентах, предлагается называть "коэффициентом продуктивности":  $K_{пр} = (РСП/ПСП)100$ .

Для решения ряда теоретических вопросов при анализе реальной семенной продуктивности важно учитывать также процент завязавшихся, но невызревших семян, и количество вызревших, но поврежденных семян.

Показатели семенной продуктивности значительно варьируют по годам и меняются с возрастом растений. Это должно учитываться при разработке программы исследований. Влияние возраста особей на их семенную продуктивность можно выявить, если сочетать исследования маркированных особей

в течение нескольких лет с ежегодным высевом семян для получения разновозрастных опытных растений.

Завершающим этапом в изучении семенной продуктивности является определение качества семян.

Семенная продуктивность различных особей в пределах одной популяции даже в один и тот же сезон далеко не одинакова, поэтому основным методическим требованием является получение данных, достаточных для статистической обработки. Случайная выборка в 10–20 особей или генеративных стеблей является более или менее достаточной.

У многолетников единицей учета служит генеративный побег. Ветвящиеся побеги срезаются у самого основания. При возможности определения границ особей у многолетников подсчитывают число генеративных стеблей на 10–20 особях и данные семенной продуктивности побега пересчитывают на особь.

У видов с односемянными плодами потенциальная семенная продуктивность соответствует числу цветков. Если число семязачатков в завязи строго фиксировано (зонтичные, губоцветные, маревые и т.п.), среднее число цветков умножают на соответствующее число семязачатков в завязи.

В многосемянных плодах с неопределенным числом семян подсчитываются семена и семяпочки в каждом плоде. Для учета реальной семенной продуктивности следует увеличить выборку до 200–300 плодов.

Если период созревания и осыпания плодов на особи очень растянут, материал собирают в 2–3 срока (по 50 или 30–35 экземпляров). При этом число цветков и бутонов подсчитывают полностью на всех стеблях в каждый срок, а вариационный ряд составляют один для 100–300 экземпляров. Анализ плодов для определения реальной семенной продуктивности производится только в тех цветках, которые достигли соответствующей фазы спелости к данному сроку учета, причем, естественно, в разные сроки будут анализироваться цветки, занимающие различное положение в соцветии.

Выборка плодов для анализа реальной семенной продуктивности должна охватывать разные ярусы или зоны всех соцветий генеративного побега. Конкретная методика взятия проб для анализа плодов (семян) определяется морфологическими особенностями соцветий.

### **Количественные характеристики семян**

Посевным материалом могут быть семена и плоды, имеющие свои морфологические и биологические особенности. Различия морфологического характера выражаются в величине семян, их форме, цвете, наличии и характере рисунка на поверхности семян, наличии на ней волосков, прицепок и т.д. Внешние особенности семян являются видовым признаком.

При сравнительном изучении семян определяют их величину и массу у дикорастущих и культивируемых растений, растений разного возраста и разных лет сбора, разного происхождения; изучаются семена всех исследуемых популяций.

При определении величины семян измеряют их длину, ширину и толщину.

Линейные размеры определяют с помощью измерительной лупы (с точностью до 0,1 мм), бинокля, микрометра, штангенциркуля или просеиванием навески семян на решетках с отверстиями различного диаметра. Для этого из партии семян отсчитывают подряд 30 шт.

Масса 1000 шт. семян определяется следующим образом: отсчитывают 4 пробы по 1000 семян и взвешивают. При небольшом количестве семян в пробу включают 100 семян, затем путем пересчета определяют массу 1000 семян. Достоверность данных можно проверить по таблице 6.

Таблица 6

**Таблица допускаемых расхождений между двумя пробами при определении массы 1000 семян**

| Масса <i>тах</i> пробы семян, г | Допускаемые расхождения, г | Масса <i>тах</i> пробы семян, г | Допускаемые расхождения, г | Масса <i>тах</i> пробы семян, г | Допускаемые расхождения, г |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 0.20–0.40                       | 0.01                       | 7.18–7.37                       | 0.35                       | 14.15–14.34                     | 0.69                       |
| 0.41–0.61                       | 0.02                       | 7.38–7.58                       | 0.36                       | 14.35–14.55                     | 0.70                       |
| 0.62–0.81                       | 0.03                       | 7.58–7.78                       | 0.37                       | 14.56–14.75                     | 0.71                       |
| 0.82–1.02                       | 0.04                       | 7.79–7.99                       | 0.38                       | 14.76–14.96                     | 0.72                       |
| 1.03–1.22                       | 0.05                       | 8.00–8.20                       | 0.39                       | 14.97–15.16                     | 0.73                       |
| 1.23–1.43                       | 0.06                       | 8.21–8.40                       | 0.40                       | 15.17–15.37                     | 0.74                       |
| 1.44–1.63                       | 0.07                       | 8.41–8.61                       | 0.41                       | 15.38–15.57                     | 0.75                       |
| 1.64–1.84                       | 0.08                       | 8.62–8.81                       | 0.42                       | 15.58–15.78                     | 0.46                       |
| 1.85–2.04                       | 0.09                       | 8.82–9.02                       | 0.43                       | 15.79–15.98                     | 0.77                       |
| 2.05–2.25                       | 0.10                       | 9.03–9.22                       | 0.44                       | 15.99–16.19                     | 0.78                       |
| 2.26–2.45                       | 0.11                       | 9.23–9.42                       | 0.45                       | 16.20–16.40                     | 0.79                       |
| 2.46–2.66                       | 0.12                       | 9.43–9.63                       | 0.46                       | 16.41–16.60                     | 0.80                       |
| 2.67–2.86                       | 0.13                       | 9.64–9.83                       | 0.47                       | 16.61–16.80                     | 0.81                       |
| 2.87–3.07                       | 0.14                       | 9.84–10.04                      | 0.48                       | 16.81–17.01                     | 0.82                       |
| 3.08–3.27                       | 0.15                       | 10.05–10.24                     | 0.49                       | 17.02–17.21                     | 0.83                       |
| 3.28–3.48                       | 0.16                       | 10.25–10.45                     | 0.50                       | 17.22–17.42                     | 0.84                       |
| 3.49–3.68                       | 0.17                       | 10.46–10.65                     | 0.51                       | 17.43–17.62                     | 0.85                       |
| 3.69–3.88                       | 0.18                       | 10.66–10.86                     | 0.52                       | 17.63–17.83                     | 0.86                       |
| 3.89–4.09                       | 0.19                       | 10.87–11.07                     | 0.53                       | 17.84–18.03                     | 0.87                       |
| 4.10–4.30                       | 0.20                       | 11.08–11.27                     | 0.54                       | 18.04–18.24                     | 0.88                       |
| 4.31–4.50                       | 0.21                       | 11.28–11.48                     | 0.55                       | 18.25–18.44                     | 0.89                       |
| 4.51–4.70                       | 0.22                       | 11.49–11.68                     | 0.56                       | 18.45–18.65                     | 0.90                       |
| 4.71–4.91                       | 0.23                       | 11.69–11.89                     | 0.57                       | 18.66–18.85                     | 0.91                       |
| 4.92–5.12                       | 0.24                       | 11.90–12.10                     | 0.58                       | 18.86–19.06                     | 0.92                       |
| 5.13–5.32                       | 0.25                       | 12.11–12.29                     | 0.59                       | 19.07–19.27                     | 0.93                       |
| 5.33–5.53                       | 0.26                       | 12.30–12.50                     | 0.60                       | 19.28–19.47                     | 0.94                       |
| 5.54–5.73                       | 0.27                       | 12.51–12.71                     | 0.61                       | 19.48–19.67                     | 0.95                       |
| 5.74–5.94                       | 0.28                       | 12.72–12.91                     | 0.62                       | 19.68–19.88                     | 0.96                       |
| 5.95–6.14                       | 0.29                       | 12.92–13.12                     | 0.63                       | 19.89–20.08                     | 0.97                       |
| 6.15–6.35                       | 0.30                       | 13.13–13.32                     | 0.64                       | 20.09–20.29                     | 0.98                       |
| 6.36–6.55                       | 0.31                       | 13.33–13.52                     | 0.65                       | 20.30–20.49                     | 0.99                       |
| 6.56–6.76                       | 0.32                       | 13.53–13.73                     | 0.66                       | 20.50–20.70                     | 1.00                       |
| 6.77–6.96                       | 0.33                       | 13.74–13.93                     | 0.67                       | 20.71–20.91                     | 1.01                       |
| 6.97–7.17                       | 0.34                       | 13.94–14.14                     | 0.68                       | 20.92–21.02                     | 1.02                       |

#### Правила пользования таблицей

Предложенная таблица разработана в соответствии с требованием ГОСТ 13056.4-67, п. 1.4 и содержит две графы. В первой графе массы *тах* проб семян с одинаковым допускаемым расхождением сгруппированы в один цифровой ряд, во второй графе показаны величины допускаемых расхождений.

Пример 1: масса первой пробы семян — 4.89 г, второй пробы — 4.67 г, допустимое расхождение для массы наибольшей пробы (4.89 г) составляет 0.23 г. Фактическое расхождение между первой и второй пробами составляет  $4.89 - 4.67 = 0.22$  г, то есть не превышает допустимого, поэтому третью пробу не отсчитывают.

Пример 2: Масса первой пробы семян — 4.08 г и второй пробы — 4.29 г. Допустимое расхождение для массы наибольшей пробы (4.29) составляет 0.20 г. Фактическое расхождение между первой и второй пробами составит  $4.29 - 4.08 = 0.21$  г, то есть более допустимого, поэтому отсчитывают и взвешивают третью пробу.

### Качественные характеристики семян

Термин «разнокачественность семян» очень широко употребляется в литературе, а само явление представляет большой практический и теоретический интерес для семеноведения, интродукции, селекции и агрономии. Термин «разнокачественность» нельзя признать удачным, так как им обозначают любые различия семян, в том числе и по количественным показателям. Вместо «разнокачественность» лучше использовать термин «неоднородность семян».

Под семенами здесь понимаются односемянные зачатки различной морфологической природы — семена, односемянные плоды и плодики, односемянные части членистых или дробных плодов.

Признаки неоднородности семян могут быть наследственными или модификационными, вызываться различными факторами и проявляться у семян одного плода, одной особи, популяции или в разных участках ареала.

Признаки неоднородности семян:

- I. Количественные: размеры, абсолютный вес, парусность.
- II. Структурные:
  - а) морфологические: форма, характер симметрии, окраска, скульптура поверхности, наличие и характер придатков, степень развития зародыша, его положение и форма;
  - б) анатомические: гистология спермодермы или околоплодника, особенности эндосперма — размеры и форма клеток, размеры крахмальных зерен и т.д.
- III. Биофизические: электрические свойства семян, радиочувствительность.
- IV. Биохимические: состав белков, аминокислот, витаминов и др., состав и активность ферментов.
- V. Физиологические: проницаемость покровов семени, степень влажности, глубина покоя, физиология прорастания, длительность жизнеспособности.

Природа и факторы изменчивости семян, уровни ее проявления обуславливают различные формы и типы неоднородности семян (табл. 7). Сущность различных форм неоднородности семян раскрывается ниже.

### Типы и формы неоднородности семян по уровням проявления и факторам

| Уровни проявления                                  | Типы неоднородности семян          |   |  |                             |
|--|------------------------------------|---|--|-----------------------------|
|  | Ненаследственная (модификационная) |   | Наследственная (генотипическая)  |                             |
|  | Формы и уровни их проявления       | Фактор  | Формы и уровни их проявления   | Фактор                      |
| А. Органный в пределах:<br>а) плода<br>б) соплодия | Матуральная (Аа, Аб, Б)            | Разновременность созревания семян   | 1. Разнородные семена, сходные по генотипу<br>1. Гетерокарпическая (Аа, Аб, Б) | Генотип вида                |
| Б. Организменный (в пределах особи)                | Топографическая (Аа, Аб, Б)        | Разные условия питания и водоснабжения;<br>разные возраст цветоносов и темпы органогенеза | 2. Разнородные семена, различные по генотипу<br>1. Индивидуальная (В)          | Индивидуальная изменчивость |
| В. Популяционный                                   | Сезонная (В)                       | Метеорологические условия сезона, фенологическое состояние популяции                      | 2. Межпопуляционная (Г)  | Биологическая изоляция      |
| Г. Видовой (в пределах ареала)                     | Разногодичная (В)                  | Метеорологические условия разных лет  | 3. Географическая (Г)  | Географическая изменчивость |
|  | Возрастная (В)                     | Разный возраст плодоносящих особей  |  |                             |
|  | Экологическая (В, Г)               | Различия условий местообитания  |  |                             |

#### *Формы модификационной неоднородности семян*

Под матуральной неоднородностью семян понимаются различия семян по степени спелости к моменту уборки. Формирование семян в многосеменном плоде, в соцветии и на всей особи идет неравномерно. Одновременно можно наблюдать семена на самой начальной стадии формирования и семена, закончившие развитие. Семена разной спелости различаются по степени развития зародыша, по химическому составу эндосперма, по физическому состоянию семенной кожуры и содержанию влаги. Эти различия обуславливают разные размеры и абсолютный вес семян, их окраску, а также характер их прорастания.

Топографическая неоднородность обусловлена местом образования семян на растении. Она свойственна только вполне зрелым семенам, развивающимся в различных частях соцветий и кроны. Ее определяют разные условия питания

и водоснабжения семян в плоде и на особи, разный возраст цветоносов и разные темпы прохождения этапов органогенеза.

Диапазон различий зрелых семян в пределах соцветий, особенно таких специализированных, как сложный колос, сложный зонтик, корзинка, метелка, початок, весьма широк. Топографическая неоднородность охватывает все категории различий — от количественных до физиологических (табл. 7).

Четыре формы модификаций иной неоднородности проявляются в пределах популяции.

Сезонная неоднородность свойственна видам с растянутым периодом цветения и плодоношения. Она выявляется при сравнительном изучении семян, собранных отдельно в разные календарные сроки на протяжении вегетационного периода.

Сезонная неоднородность может быть связана с неполным вызреванием семян в связи с меняющимися погодными условиями в течение вегетации. Семена разных сроков сбора нередко различаются по посевным качествам. Особенно часто сезонная неоднородность отмечается у интродуцентов.

Разногодичная неоднородность семян возникает в пределах одной популяции в разные годы под воздействием неодинаковых погодных условий разных вегетационных сезонов.

Возрастная неоднородность также проявляется в пределах одной популяции. Возраст плодоносящих растений существенно сказывается на обилии и свойствах их семян. Изучение возрастной неоднородности семян у интродуцентов облегчается тем, что их возраст определяется весьма точно.

Экологическая неоднородность наблюдается у семян разных популяций, произрастающих в неоднородных экологических (включая фитоценоотические) условиях. Этот тип неоднородности может обнаруживаться и на видовом уровне, и в пределах отдельных популяций. Экологическая неоднородность особенно часто проявляется при интродукции, т.е. при смене условий выращивания.

#### *Формы наследственной неоднородности семян*

Гетерокарпическая неоднородность семян отражает разные формы гетерокарпии в пределах особи. Гетероморфные плоды, заключающие семена с глубокими морфологическими и физиологическими различиями, часто занимают строго фиксированное положение в соцветии (соплодии) и на особи. На первый взгляд гетерокарпическая неоднородность может быть принята за топографическую. Однако эти две формы неоднородности семян существенно отличаются друг от друга. Гетерокарпическая неоднородность является постоянным наследственным признаком вида в отличие от топографической, которая носит модификационный характер. Кроме того, различия семян при гетерокарпии выступают резче, как правило, затрагивая морфологические структуры семян, даже такие, как тип зародыша.

Гетерокарпическая неоднородность отличается от других форм наследственной неоднородности тем, что из семян любого морфотипа развиваются особи, формирующие весь спектр гетероморфных зачатков (плодов, члеников,

семян), свойственных виду, поэтому ее выделяют в особый подтип наследственной неоднородности семян.

Три другие формы наследственной неоднородности семян (индивидуальная, межпопуляционная и географическая) проявляются только на популяционно-видовом уровне. Кроме того, в потомстве воспроизводится только один тип семян, свойственный материнской особи (индивидуальная), исходной популяции (межпопуляционная) или конкретному участку ареала (географическая).

Наследственная неоднородность, несомненно, возникает и вследствие опыления генетически неоднородной пылью. Ее можно обозначить как «гетерозиготную». Но эта форма не включена в классификацию, так как ее невозможно обнаружить по фенотипу семян, а различия в фенотипе потомства нельзя отграничить от модификационных различий особей. Кроме того, гетерозиготная неоднородность семян — это всеобщее свойство всех семян (кроме апомиктичных) вследствие того, что генетическая неоднородность гамет возникает и в результате мейоза наблюдается даже у строгих самоопылителей.

Различные формы неоднородности семян, отраженные в классификации, постоянно сочетаются друг с другом. Поэтому основным условием их разграничения и сравнительного исследования является строго дифференцированный сбор материала: в пределах многосеменного плода, одного соцветия, отдельной особи, изолированной популяции и т.д.

Предлагаемый здесь анализ явления неоднородности — основа для разработки конкретных методических рекомендаций для изучения ее у отдельных видов.

### **Изучение морфологии плодов и семян**

Обычно морфологические признаки генеративных органов более стабильны, чем вегетативных, тем не менее они тоже могут изменяться в результате смены условий выращивания растений.

Изучение морфологии плодов и семян, собранных в природе и с интродуцированных растений, поможет выявить такую изменчивость, а сравнение морфологии плодов и семян одних и тех же видов, произрастающих в различных географических пунктах, позволит установить определенные закономерности этой изменчивости. Необходимо отметить, что изменения морфологии семян (например, величины и степени развития зародыша) зачастую приводят к изменениям в биологии их прорастания.

Для унификации морфологических исследований рекомендуется пользоваться единой схемой описания плодов и семян и применять единую терминологию (Каден, Смирнова, 1974).

Схема не является всеобъемлющей, и в нее могут быть введены дополнительные признаки, присущие только определенному таксону.

#### Схема описания плода

1. Плодоножка, карпофор: опадение вместе с отделяющимся плодом, длина, толщина, поперечное сечение, поверхность, цвет, блеск, опушение.

2. Кроющий лист, прицветники, околоцветник, чашечка, остающиеся при плоде: размеры, положение относительно плода, число, срастание; число, форма и размеры чашелистиков или их несросшихся верхушек; консистенция, поверхность, цвет, опушение; наличие засохших остатков венчика и андроцея (число, цвет).

3. Плод: тип по происхождению из того или иного типа завязи и гинецея, взаимному расположению и числу плодолистиков, сохранению внепестичных и внецветковых органов, числу семян, их расположению, по вскрыванию или распадению и опадению; размеры, форма, поверхность, цвет, блеск, опушение.

4. Плодоложе (для апокарпных и дробных плодов), карпобазы (для ценобиев): размеры, форма, цвет, блеск, опушение; число, размеры и форма следов опадающих органов.

5. Плодик, мерикарпий, членик, получленик, эрем: размеры, форма, поверхность, цвет, блеск, опушение.

6. Рубчик плода, плодика, мерикарпия, членика, эрема: размеры, положение, форма, вогнутость или выпуклость, наличие или отсутствие окружающего валика, поверхность, цвет, блеск.

7. Карпидиофор (для плодика): длина, толщина, поперечное сечение, поверхность, цвет, блеск, опушение.

8. Носик: размеры, форма, поверхность, цвет, блеск, опушение (если по этим признакам отличается от остального плода, плодика).

9. Столбик, стилодий или их основание, стилоподий: положение, длина, толщина, форма, направление, цвет, блеск, опушение; в случае опадения описывается рубчик столбика, стилодия.

10. Перикарпий: консистенция и толщина в целом или по отдельным слоям; поверхность, цвет, блеск и опушение эндокарпия с внутренней стороны.

11. Перегородки: тип, число, размеры, консистенция, полнота.

12. Плаценты: положение, размеры, форма, поверхность, цвет, блеск, опушение; число, размеры и форма рубцов семян; число, размеры и форма семяножек.

#### Схема описания внешней морфологии семян

1. Тип: по типу семезачатка, положению в плоде.

2. Размеры: длина, ширина, толщина.

3. Форма.

4. Поверхность: скульптура, цвет, блеск, опушение.

5. Вершина и основание: очертание.

6. Семенной рубчик: размеры, форма, цвет, блеск, наличие валика, остатков семяножки.

7. Рубчиковый след: размеры, форма, цвет.

8. Семешов: размеры, форма, цвет.

9. След микропиле: размеры, положение, форма, цвет.

10. След халазы: размеры, положение, форма, цвет.

11. Присемянник (ариллус, строфиоль, карункула): размеры, положение, форма, консистенция, цвет, блеск, опушение.

12. Семенная крышечка: размеры.

13. Семенная кожура: толщина, наличие слоев, консистенция, ослизняемость, легкость отделения от зародыша или эндосперма, цвет и блеск с внутренней стороны.

### **Метод описания морфологии плодов и семян**

Для описания семян можно использовать перфокарты формата К-5 с двойной краевой перфорацией. На лицевой стороне (срезанный угол — справа вверху) указываются: название растений (латинское и русское); семейство, к которому оно принадлежит; ареал, место и время сбора плодов и семян; происхождение растений; тип плода; масса 1000 семян. Здесь же приводят рисунок или фотографию семени и его проекции. Внизу ставят фамилию, имя и отчество автора данного описания. На оборотной стороне дают подробное описание всех характерных для семян данного растения признаков внешней и внутренней морфологии. Иногда при описании плодов следует привлекать признаки плодоножки, карпофора, кроющего листа, прицветников и т.д., остающихся при плоде.

Для морфологического описания берут не менее 25 выполненных зрелых семян. Цифровые данные перед статистической обработкой должны быть округлены до одинакового числа знаков после запятой: так, для размеров плодов и семян — до 0,1, для размеров зародыша и его органов — до 0,01. Определяется средняя арифметическая и ее ошибка ( $M \pm m$ ), а также коэффициент вариации ( $V$ ), позволяющий устанавливать степень выровненности по данному признаку.

Общий порядок описания — от основания плода или семени вверх, от периферии к центру.

Размеры плода, семени, зародыша даются в мм. Длина — расстояние от рубчика плода или семени вверх; ширина — наибольшее расстояние, перпендикулярное к длине; толщина — наименьшее расстояние, перпендикулярное к длине.

Для определения линейных размеров необходимо пользоваться линейками с миллиметровыми делениями, лупой Польди, позволяющей измерять до 0,1 мм, микрометрами (типа МК-25), точность измерения которых 0,01 мм, окуляр-микрометрами — при измерении под микроскопом.

Очертание (проекция семени) определяется двумя измерениями — длины и ширины. Обязательно следует указывать, с какой стороны рассматриваются плод и семя. Форма характеризуется по сходству с геометрическими или иными телами.

По соотношению длины и ширины семени используются следующие термины:

| Отношение длины к ширине | Форма при наибольшей ширине |                  |                         |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|
|                          | посередине                  | ниже середины    | выше середины           |
| 1:1                      | Округлая                    | Широкояйцевидная | Обратноширокояйцевидная |
| 1,5–2:1                  | Овальная                    | Яйцевидная       | Обратнояйцевидная       |
| 3–4:1                    | Продолговатая               | Ланцетная        | Обратноланцетная        |
| 5:1 и более              |                             | Линейная         |                         |

Цвет плода или семени лучше определять по стандартной шкале цветов. Если какая-либо часть по цвету отличается от остальной поверхности, на это следует указать.

Иллюстрации (фотографии, рисунки) должны отражать внешний вид плода, его поперечное сечение, способ вскрывания; внешний вид семени, его поперечное и продольное сечения. Увеличение плодов и семян разных видов в пределах семейства должно быть одинаковым, что облегчит сравнение органов по величине. На рисунке следует дать масштаб в виде линии, соответствующей 1 мм натуральной величины.

### **Биология семян**

Изучение биологии семян имеет первостепенное значение для создания теоретических основ семеноведения и для разработки практических мероприятий хранения и подготовки семян к посеву. Для семеноведения интродуцентов, кроме того, очень важно изучить изменения биологических свойств семян при введении растений в культуру.

Направление биологических исследований определяется задачами, стоящими перед исследователями, а также условиями работы.

### **Всхожесть и энергия прорастания семян**

Исследование процессов прорастания включает: выяснение условий прорастания семян при посеве в поле и при проращивании в лабораторных контролируемых условиях (температуры, влажности, аэрации, света, глубины заделки и т.д.); изучение всхожести семян (процент и энергия прорастания) и их реакции на условия проращивания в зависимости от условий формирования, времени сбора, длительности и условий хранения; изучение анатомических и физиолого-биохимических изменений в семенах, особенно на начальных этапах прорастания.

Под всхожестью понимается способность семян дать в определенных, точно установленных, воспроизводимых условиях нормальные проростки. Процент всхожести означает число семян, которые в установленных условиях за определенный срок дали нормальные проростки. При определении всхоже-

сти нужно иметь в виду, что у одних растений семена сразу прорастают после созревания, а у других — через некоторый промежуток времени, который называется периодом покоя.

*Выяснение причин покоя и разработка методов его преодоления*

Причины покоя семян различны, и соответственно различны методы его нарушения. Поэтому при работе с покоящимися семенами необходимо иметь представление о типе покоя. Классификация типов покоя дана М. Г. Николаевой (1967). Для установления типа покоя необходимо выяснить: а) степень развития и относительную величину зародыша; б) способность к набуханию семян; в) влияние на способность к прорастанию различных покровов (пророщивание семян после удаления или повреждения различных покровов зародыша); г) реакцию семян на обработку гиббереллином; д) реакцию семян на теплую и холодную стратификацию. Изучение условий нарушения покоя и прорастания семян после предпосевной подготовки включает выяснение действия, в первую очередь различной температуры (постоянной, периодически сменяющейся в течение стратификации или колеблющейся в течение суток). Желательно изучение действия таких факторов, как условия аэрации, влажность стратификационного субстрата, рН среды и т.д. Некоторые из них могут оказывать очень сильное действие на прорастание покоящихся семян. Во многих случаях необходимо исследовать действие света.

Желательно изучение зависимости глубины покоя семян от степени зрелости, длительности и условий хранения.

Явление вторичного покоя семян и условия, вызывающие его, изучаются при действии различной температуры, аэрации (погружение под воду или изменение состава атмосферы), подсушивания, обработки ингибиторами и стимуляторами.

Особую, хотя и трудную задачу представляет собой изучение характера и глубины покоя в зависимости от видовой и популяционной специфики семян, эколого-географических условий формирования и свойств материнского растения в природе и при интродукции.

Изучение прорастания покоящихся семян желательно проводить не только в лабораторных, но и в полевых условиях для выяснения влияния климатических, почвенных, биотических и других условий. Такие наблюдения необходимы для разработки и проверки рекомендаций сроков посева и методов предпосевной подготовки.

Большое значение имеет выяснение внутренних причин покоя различных типов и сущности изменений, происходящих при его нарушении. В первую очередь это касается природы глубокого физиологического покоя и сущности стратификационных изменений.

Для выяснения специфики действия пониженной температуры следует проводить параллельные наблюдения за семенами, помещенными в такие же условия увлажнения, аэрации и т.д., но в тепло.

Особенно рекомендуется изучение активности ферментов, содержания и физиологического действия гормонов, динамики запасных веществ нуклеи-

нового и белкового обмена, а также выявление структурных изменений в различных частях семени и зародыша.

Важным разделом является разработка методов ускоренного проращивания семян. Используемые методы в большой мере зависят от правильности определения типа покоя. Например, доразвитие зародыша в случае морфологического типа покоя стимулирует обработка гиббереллином. Для семян, находящихся в физиологическом покое, большое значение может иметь обработка такими физиологически активными веществами, как тиомочевина (ТМТД) и  $KNO_3$ , кинетин, а также гиббереллин или совместное действие двух последних гормонов вместе. Стимулировать прорастание может ухудшение аэрации. Для твердых семян (физический тип покоя) рекомендуются различные методы химической и термической обработки. Большой интерес представляет изучение действия ультразвука, токов высокой частоты и других физических методов воздействия. Следует указать, что успех тех или иных воздействий во многом зависит не только от типа покоя, но и от видовой специфики семян, времени, а также температурных и других условий обработки и проращивания.

Во всех случаях ускоренного проращивания покоящихся семян важно проследить способность сеянцев к дальнейшему росту при определенных температурных, световых и других условиях.

Большое значение имеют поиски признаков готовности семян к прорастанию.

При проведении опыта отсчитывают подряд 4 пробы по 100 семян. Для определения всхожести крупносеменных культур берут 4 пробы по 50 шт. в каждой.

Проращивание целесообразно проводить в чашках Петри, которые дезинфицируют этиловым спиртом. При отсутствии спирта посуду можно кипятить в воде. На проращиваемых семенах может появиться плесень, в таких случаях их перекалывают на чистое ложе. В чашках Петри в качестве ложа применяют вату и белую фильтровальную бумагу, которые опускают в воду, затем вынимают и дают стечь избытку воды. Правильность увлажнения ложа имеет большое значение: излишек воды задерживает при проращивании доступ воздуха к семенам, недостаточное увлажнение вызывает пересыхание ложа, что ведет к искажению результатов опыта.

В журнале по изучению биологии семян перед посевом записывают дату сбора семян и их происхождение. На ложе чашки Петри кладут этикетку с указанием номера варианта и повторения.

Семена раскладывают (высевают) на ложе чашки Петри равномерно на расстоянии не менее 0,5–1,5 см одно от другого в зависимости от крупности. Такое расположение необходимо для предотвращения распространения инфекции и для правильной оценки основных частей ростка.

Круглосуточное проращивание семян на свету ведут в специальных световых термостатах или в обычных термостатах при открытой наружной и закрытой стеклянной дверцах. При отсутствии специальных аппаратов чаще всего пользуются обыкновенным термостатом, поставив его лицевой стороной к свету. Для равномерного освещения семян в термостате снимают часть полок.

Варианты условий при всхожести семян являются следующими. Условия освещения: свет (дневной), темнота (в термостате или в черной бумаге). Температурные режимы проращивания — постоянные температуры: 5, 10, 20, 25, 30° С; переменные температуры: 6 часов при повышенной и 18 часов при пониженной температуре, режимы: 10–20; 10–30 и 20–30° С.

Условия опыта: температурный режим — 8 вариантов. Световой режим — 2 варианта. Повторность (1 чашка — 50–100 семян) — 4-кратная. Для закладки опыта необходимо иметь 40 чашек Петри; 120 г ваты (3 г на чашку); термостат с терморегулятором; холодильник; 2000 семян для крупносемянных видов; для мелкосемянных видов 4000 шт.

При проведении опытов рекомендуется не допускать подсыхания и переувлажнения ложа в чашках Петри. Для этого к параллельным пробам добавляются одинаковое количество воды, при избытке воды в чашках ее сливают. Необходимо также соблюдать установленный температурный режим, включая выходные и праздничные дни (если нет возможности контролировать температуру в эти дни, семена следует оставлять при более низкой температуре) и проверять температуру не менее 3 раз в день. При проращивании семян в условиях переменной температуры необходимо следить, чтобы перемена температур проходила резко, в течение короткого промежутка времени. Для притока к семенам свежего воздуха необходимо ежедневно приоткрывать на 1–2 мин чашки Петри, в которых проращивают семена. Термостат следует дезинфицировать не реже одного раза в декаду спиртом или раствором марганцевокислого калия.

Учет всхожести семян проводят при ежедневном осмотре чашек Петри, удаляя все нормально и ненормально проросшие семена; в конце опыта отмечают твердые (ненабухшие) семена, их число отдельно заносят в журнал по изучению биологии прорастания семян.

К нормально проросшим семенам (всхожим) относят семена, имеющие нормально развитый корешок размером не менее длины семени, а у семян круглой формы — не менее диаметра семени.

К ненормально проросшим семенам относят семена, имеющие следующие дефекты: уродливые ростки и корешки, ростки без корешков, нитевидные и водянистые корешки без волосков, корешки со вздутиями и ко времени определения всхожести не развившие дополнительных корешков, корешки или ростки с трещинами и перехватами, достигающими проводящих тканей, ненормально увеличенные семядоли и укороченные корешки.

К невсхожим семенам относят набухшие семена, которые к моменту окончательного определения всхожести не проросли, но имеют здоровый вид и при надавливании пинцетом не раздавливаются; загнившие семена с мягким разложившимся эндоспермом, загнившим зародышем, с частично или полностью загнившими корешками; твердые семена, которые к установленному методикой сроку определения всхожести остаются ненабухшими или не изменяют первоначального внешнего вида.

Период проращивания для определения всхожести для разных видов различен. Для одних достаточно одной недели, чтобы проросли все способные

прорасти семена, для других необходимы месяцы. В большинстве случаев опыты по определению всхожести продолжаются в течение одного месяца.

Статистическая обработка данных, полученных в опыте, включает нахождение средней арифметической, дисперсии, ошибки средней и коэффициента вариации.

У некоторых видов лекарственных растений требуется нарушение покоя семян, которое можно выполнить следующими несколькими способами.

Стратификация семян. Речной песок, промытый и прокаленный (при температуре 150–200° С в течение 2–3 ч), увлажняют до 60–70 % от полной влагоемкости (150 см<sup>3</sup> воды на 1 кг крупнозернистого песка) и тщательно перемешивают с семенами или переслаивают семена песком. На 1 объемную часть семян берут 3 части песка. Вместо песка можно использовать торф (при том же соотношении), который лучше пропускает воздух, что ускоряет процесс. Смесь семян с песком для стратификации в мешочках или ящиках помещают в прохладное место с температурой 5° С (в холодильник, под снег). Через каждые 20–30 дней смесь высыпают и перемешивают, увлажняют и продолжают сохранять при пониженной температуре до начала прорастания семян. Чтобы ускорить прорастание, смесь после стратификации выдерживают при температуре 14–19° С. Если необходимо замедлить процесс прорастания семян, смесь помещают на холод. Необходимый период стратификации и температуру охлаждения определяют путем эксперимента для каждого вида лекарственных культур.

Для этого из стратифицированной партии семян через каждые две недели берут 4 пробы по 100 семян и проращивают при оптимальном для данного вида режиме.

Скарификация семян. Для нарушения влагонепроницаемости семенной оболочки у твердых семян применяют разные способы: надрезание, нанесение царапин напильником, осторожное растирание в ступе с песком, помещение семян в концентрированную серную кислоту (от 20 мин до 4 ч в зависимости от вида растения). После обработки кислотой семена тщательно промывают водой. Семена можно обрабатывать водой, *доведенной* до кипения (90–95° С). Обработку проводят мгновенно трехкратным погружением марлевых мешочков с семенами в кипяток, а затем в холодную воду.

Определение всхожести скарифицированных семян проводят по общей методике.

Намачивание и промывание семян водой. Если на процесс прорастания оказывают тормозящее действие вещества, находящиеся в семенах, их можно удалить промыванием семян (в мешочках из марли) на ситах в проточной воде в течение 1–2 сут.

Сроки лабораторной всхожести проверяют ежегодно в дату оптимального срока посева культуры. Одновременно производят посев семян в грунт для определения полевой всхожести. Температурный и световой режимы оптимальные, повторность (1 чашка Петри) 4-кратная, количество семян в одном повторении 50–100.

Энергия прорастания — выраженное в процентах число проросших семян на определенный, условно принятый день. Практическое значение сведений по энергии прорастания сводится к тому, что они позволяют значительно раньше, чем при подсчете окончательной всхожести, ориентировочно судить о качестве семян.

При низкой энергии прорастания появление всходов в полевых условиях растягивается на более продолжительное время, что увеличивает угрозу гибели проростков. При дружном прорастании ростки лучше преодолевают сопротивление слоя почвы, покрывающего семена.

Срок учета энергии прорастания определяется усредненным минимальным количеством дней, в течение которых прорастает максимальное количество семян, взятых в опыт.

Для видов растений, давно введенных в культуру, сведения о сроке учета энергии прорастания можно найти в справочниках. Но таких видов немного. Для большинства видов, с которыми ведется интродукционная работа, сроки необходимо определять самостоятельно. Для этого удобно пользоваться графическим изображением кривой прорастания семян. Вначале эта кривая поднимается круто вверх, затем изгибается и выходит на плато. Период от начала прорастания семян до резкого перегиба кривой и является сроком учета энергии прорастания.

### **Длительность сохранения жизнеспособности семян**

Важно установить срок сохранения семенами жизнеспособности. Для этого проращивают семена разных лет урожая, хранившиеся в течение ряда лет, изучая их энергию прорастания и всхожесть. Определяют, через какой период времени семена, хранившиеся в определенных условиях, полностью теряют всхожесть. Отрезок времени от сбора урожая семян до потери ими всхожести является сроком сохранения семенами жизнеспособности.

Первостепенное значение имеет изучение сохранения жизнеспособности и всхожести семян при различных строго контролируемых условиях (температура, влажность, газовый состав, предварительное подсушивание семян и т.д.) с целью установления рациональных условий хранения. Большое значение имеет разработка методов хранения в герметических условиях при минимальной влажности и температуре.

Жизнеспособность семян подразумевает не фактическую всхожесть, а потенциальную способность семени к прорастанию, жизнеспособность заключающегося в нем зародыша. В этом смысле всхожесть не всегда совпадает с понятием жизнеспособности семян. Например, твердые семена клевера с хорошо сохранившимся зародышем будут считаться жизнеспособными, но при учете всхожести обычными способами в число всхожих семян не попадут, поскольку останутся ненабухшими.

Важна разработка методов быстрого определения жизнеспособности покоящихся семян. Для этого используют взрезывание с визуальной оценкой состояния семян и то же, но с последующим окрашиванием; проращивание

изолированных зародышей на свету; проращивание семян и зародышей, обработанных гиббереллином, кинетином и т.д.

Метод Нелюбова служит для установления жизнеспособности семян (Каменский, 1935). Этот метод состоит в следующем: подвергаемые исследованию семена намачиваются в воде в течение срока от 2 до 18 час., в зависимости от культуры и температуры воды. При помощи скальпеля, копейца и пинцета у семян выделяется целиком или лишь обнажается зародыш, который подвергается затем окрашиванию в водном растворе индигокармина, имеющем концентрацию  $2:1000 = 0,2\%$  по весу, при помощи погружения выделенного зародыша или семян с обнаженным зародышем в такой раствор на 2–3 часа при температуре  $30^{\circ}\text{C}$ . Затем семена вынимают из раствора, промывают водой и внимательно рассматривают. Зародыши, способные к прорастанию, при этом вовсе не окрашиваются, зародыши мертвые окрашиваются целиком в синий цвет, а слабые зародыши окрашиваются лишь частично.

### **Роль аллелопатического фактора в процессе прорастания семян**

Одним из немаловажных факторов в формировании и прорастании семян являются физиологически активные растительные выделения. Аллелопатически активные вещества, выделяемые различными органами растений, оказывают значительное влияние на формирование и прорастание семян, создавая вокруг них определенную сферу, которая задерживает или ускоряет развитие семян, изменяет или преодолевает состояние покоя и воздействует на прорастание семян. Сами семена могут также быть источником ингибиторов и других активных соединений.

Для изучения образования и накопления аллелопатически активных соединений в семенах и околоплодниках по мере формирования, созревания и хранения семян растений, занимающих различное систематическое положение, обладающих разным типом плодов и семян и произрастающих в различных условиях (естественных и интродукции), отбирают пробы на наличие водорастворимых (водные экстракты в соотношении от 1:10 до 1:100) и летучих активных соединений и изучают их биологическую активность в лабораторных условиях при помощи биологических тестов на прорастание семян и прирост корней тест-объекта в чашках Петри. В качестве биотестов могут служить семена различных видов, обладающих высокой чувствительностью к аллелопатическим активным соединениям (редис, салат, горчица, пшеница и др.). С целью получения более полной характеристики аллелопатической активности семян необходимо изучать состав эпифитной микрофлоры семян и активность их метаболитов, а также проследить степень экзогенной ферментативной активности прорастающих семян.

Аллелопатическую толерантность и интолерантность прорастающих семян к различным растительным выделениям изучают в лабораторных условиях. Прослеживается влияние летучих и водорастворимых соединений, содержащихся в корнях, надземных частях, опаде, подстилке и почве, на всхожесть и характер прорастания семян.

Большое значение имеет выявление характера аллелопатических взаимодействий при совместном прорастании семян различных видов. Для этого семена проращивают вместе в различных соотношениях в чашках Петри на увлажненном фильтре, песке или почве (проросшие семена удаляют). Можно также предварительно проращивать семена одного вида, затем удалить их и на этот же субстрат высевать семена другого вида. В ряде случаев в качестве субстрата для проращивания семян можно использовать вытяжку из проросших семян различных видов. При изучении аллелопатического эффекта летучих выделений прорастающих семян семена различных видов изолируют так, чтобы при совместном прорастании семян контакт осуществлялся только через воздушную среду.

Для идентификации аллелопатических соединений, содержащихся в сухих или прорастающих семенах, по общепринятым методикам экстрагируют физиологически активные вещества. Аллелопатические соединения очищают при использовании различных физико-химических методов (фракционирования, хроматографирования на колонках, на бумаге, в тонком слое, газожидкостной хроматографии). Наиболее ценным в аллелопатических исследованиях данного типа является комплексный биохроматографический метод (хроматография на бумаге с последующим химическим и биологическим проявлением). Помимо раскрытия химической природы аллелопатических соединений необходимо проследить за их стойкостью в окружающей среде (за выщелачиваемостью в почве, стойкостью к деятельности микрофлоры, абсорбцией почвенными коллоидами).

Для выявления механизма действия аллелопатических соединений на прорастание семян изучается влияние различных растительных выделений: водных экстрактов из корней и надземных частей, летучих веществ. Определяют развитие зародыша или его отдельных органов, изменения проницаемости семенных покровов, поглощения воды, энергии прорастания.

При изучении влияния аллелопатических соединений на процессы интенсивности дыхания, углеводного обмена, характера изменения белков и жиров в прорастающих семенах используют биохимические методы анализа.

Особое место для полного обоснования фитоценотической роли аллелопатических взаимодействий при формировании и прорастании семян интродуцентов занимают аллелопатические исследования в природных условиях. При этом большое значение имеет изучение условий влажности, температурного режима, солнечной радиации, минеральных веществ, способствующих или препятствующих проявлению аллелопатического эффекта в естественных условиях.

### **Зараженность семян вредителями и болезнями**

Семена древесных и травянистых растений повреждаются вредителями и болезнями. Видовое разнообразие их сильно варьирует в различных эколого-географических районах. В связи с этим в каждом конкретном регионе страны с целью разработки мероприятий по защите урожая семян необходимы предва-

рительные сведения о видовом составе вредителей и возбудителей болезней генеративных органов растений. Для выявления видового состава вредителей и возбудителей болезней в первую очередь выбирают модельные плодоносящие растения, и все последующие наблюдения за состоянием урожая проводятся на них не менее трех лет. Выбирают по 3–5 моделей для участков разных экспозиций, почвенных разностей и видового состава, что дает возможность судить о влиянии среды на биологию вредителя или возбудителя заболеваний. Для установления видового состава и степени повреждения урожая с каждого модельного растения на протяжении вегетационного сезона один раз в 10 дней после завязывания плодов (или шишек) снимают определенное (в зависимости от урожая) количество плодов (шишек), которые вначале осматривают визуально, а затем часть их изучают более детально, взрезывая скальпелем и просматривая содержимое под лупой или биноклем.

Часть собранных плодов, оставшуюся неврезанной, помещают в энтомологические садки (стеклянные банки, сетчатые садки, чашки Петри, полиэтиленовые мешочки и пр.) для последующего выведения взрослых фаз вредителей и для наблюдения за их биологией и фенологией.

Для наблюдения за состоянием семян однолетних травянистых растений предлагаемая методика должна быть несколько видоизменена в зависимости от вида растения.

Весь полученный материал по насекомым и клещам фиксируют либо в 70 %-ном спирте, либо умерщвляя эфиром и затем укладывают в коллекционные коробки для последующей обработки. Из каждой партии собранных плодов и шишек берут часть для установления имеющихся на них возбудителей грибковых заболеваний.

### **Оценка зараженности посевного материала фитопатогенными бактериями**

Зараженность семян исходного посевного материала фитопатогенными бактериями устанавливают путем фитопатологической экспертизы. Для этого используется биологический метод, основанный на стимуляции развития бактерий в зараженных семенах при оптимальных условиях температуры и влажности, он обеспечивает определение скрытой зараженности семян и степени пораженности образца.

От каждого образца отсчитывают по 100 семян, поверхность их дезинфицируют 1 %-ным раствором  $\text{KMnO}_4$  в течение 10–15 минут, чтобы уничтожить плесневые грибы и повысить энергию прорастания. Затем семена промывают несколько раз в стерильной воде и фламбированным над пламенем пинцетом раскладывают в стерильные чашки Петри, дно которых предварительно выстилают тонким слоем стерильной ваты или марли и накрывают кружком стерильной фильтровальной бумаги; все это смачивают стерильной или хорошо прокипяченной водой. Семена в чашках раскладывают на расстоянии 1 см друг от друга.

Во влажной камере семена выдерживают не менее 10 дней при комнатной температуре. Незараженные семена дают здоровые проростки, а зараженные бактериями набухают, потом становятся мягкими, загнивают или на их поверхности обильно выступает бактериальный экссудат в виде капелек мутной жидкости или вязкой слизи. Некоторые зараженные семена дают ростки, но через 3–5 дней они становятся в той или иной степени стекловидными вследствие развившихся в их тканях бактерий, а потом загнивают. Держать семена во влажной камере следует не более 10 дней, так как накопившаяся бактериальная инфекция в чашке с больных семян переходит на здоровые проростки, вызывает заболевания их и нивелирует истинную картину зараженности.

По истечении 10 дней (а если температура в лаборатории 26–28° С, то достаточно 5–7 дней; при 30° С — 3–4 дня) следует провести учет степени зараженности. Семена со здоровыми проростками и твердые семена (не наклюнувшиеся) относят в группу незараженных. Семена наклюнувшиеся и загнившие, а также с больными ростками, относят в группу зараженных. Зараженность семян образца или партии (%) устанавливают путем деления количества зараженных (умноженных на 100) на количество, заложенное на анализ. Все анализы делают в 3–5 повторностях и выводят средний процент здоровых и больных семян в партии или в образце.

Степень зараженности семян бактериями почти всегда находится в полном соответствии со степенью полевой устойчивости видов, сортов и образцов.

#### **Шкала для характеристики зараженности бактериями семян в баллах:**

- 1 — образцы, в которых здоровых семян от 90 до 100 % (устойчивые);
- 3 — образцы, в которых здоровых семян от 70 до 90 % (относительно устойчивые);
- 5 — образцы, в которых здоровых семян от 50 до 70 % (средне поражаемые);
- 7 — образцы, в которых здоровых семян от 30 до 50 % (сильно поражаемые);
- 9 — образцы, в которых здоровых семян только до 30 % (очень сильно поражаемые).

#### **Оценка зараженности посевного материала фитопатогенными грибами**

Патогенные грибы сохраняют свою жизнедеятельность в семенах, богатых белками, углеводами и минеральными веществами. Поэтому с зараженным посевным материалом могут заноситься в почву многие вредоносные болезни. Сапрофитными грибами может быть вызвано плесневение семян, что приводит к их гибели и изреженности посевов.

Видовой состав грибов на семенах определяют на основании фитопатологического анализа. Основными методами анализа семян на грибную инфекцию являются: обмывка семян водой для установления наружной инфекции и высев на питательные агаровые среды для установления глубинной инфекции (биологический метод).

Метод обмывки семян используют при поверхностном загрязнении семян спорами грибов. Для этого семена помещают в пробирку, заливают водой, тщательно встряхивают (5–7 мин.), жидкость отливают в другую пробирку и после оседания спор часть светлой жидкости сливают, а осадок исследуют под микроскопом. По обнаруженным спорам определяют вид гриба.

Скрытую зараженность семян определяют биологическим методом с использованием влажных камер или агаровых питательных сред. Влажную камеру готовят следующим образом: в стерильные чашки Петри помещают тонкий слой стерильной ваты, сверху покрывают простерилизованными кружками фильтровальной бумаги, смачивают стерильной или охлажденной кипяченой водой. В каждую чашку раскладывают семена на расстоянии 1 см друг от друга. Анализируемые семена дезинфицируют в растворе сулемы (1:1000) в течение 1–1,5 мин, в 1 % растворе  $\text{KMnO}_4$  (7–10 мин); или в растворе стрептомицина (0,5 г на 100  $\text{cm}^3$  воды) в течение 1 мин. После дезинфекции семена промывают три раза в стерильной воде.

Для анализа берут 100–200 шт. семян. Через 4–7 дней (при температуре 22–25° С) на зараженных семенах появляется мицелий или плодоношение гриба, которое определяется микроскопическим просмотром.

Агаровые питательные среды применяют для определения глубинной инфекции семян. Перед закладкой на питательную среду семена дезинфицируют для уничтожения поверхностной сапрофитной инфекции. В стерильных условиях (в боксе) на дно стерильных чашек Петри разливают агаровую питательную среду (картофельный подкисленный агар, сусло-агар и другие среды). На каждую чашку Петри расходуют питательной среды 2/3 объема пробирки. После затвердения агара семена раскладывают пинцетом, который периодически фламбируют над пламенем спиртовки.

Чашки Петри с анализируемыми семенами содержат при комнатной температуре (22–24° С). Через несколько дней микроорганизмы из зараженных семян переходят на питательный субстрат в виде колоний грибницы. Сапрофитная микрофлора вскоре образует спороношение, поэтому не вызывает затруднений в ее определении. Грибы рода фузариум необходимо пересеивать в пробирки на сусло-агар. Далее выявленные в чистую культуру грибы определяют до вида.

## **Вегетативное размножение.**

### **Способы размножения**

При вегетативном размножении травянистых многолетников пользуются черенками, луковицами, усами, клубнями и другими частями (органами) растений. Черенки могут быть стеблевыми (побеговыми), корневыми и листовыми.

Исходные данные для постановки опыта по изучению вегетативного размножения приводятся в таблице 8.

**Рекомендуемые данные для постановки опыта  
по вегетативному размножению**

| Вид черенка        | Способ и время заготовки, размер черенка                       | Хранение                             | Вариант опыта  |
|--------------------|--|--------------------------------------|--|
| Корневые           | Нарезают с боковых корней первого порядка 1–3-летних сеянцев   | В песке, торфе, в подвале, на грядке | Размер черенков, площадь питания, глубина заделки, сроки посадки   |
| Корневищные        | Нарезают с 2–3 почками   |                                      |  |
| Стеблевые (зимние) | Срезают после полного листопада, 20–30 см с 1–2-летних побегов |                                      | Укоренение черенков с использованием туманообразующей установки и без нее.<br>Концентрация стимулирующих веществ и время обработки.<br>Время срезки черенков; сроки пересадки в поле.<br>Листовые пластинки цельные, срезаны |
| Летние (зеленые)   | Нарезают черенки длиной 10–15 см с листьями                    |                                      |  |

При изучении размножения отводками, делением куста, луковичками и другими способами применяют приведенную схему с учетом особенностей каждого способа размножения. Учитываются приживаемость, число выживших растений в конце каждого сезона вегетации и после перезимовки, фенологические наблюдения, урожайность сырья и содержание действующих веществ (уборка проводится в оптимальные сроки).

### Учет укоренения черенков

По каждому образцу (виду, сорту) необходимо иметь не менее 50 черенков изучаемого типа (корневые, стеблевые и т.п.) — по 25 шт. в двух повторностях. Учитывают быстроту укоренения и процент укоренившихся черенков. Отмечают даты начала (5–10 %) и массового укоренения (75–80 %), а также качество корневой системы у черенков в момент посадки их на постоянное место (обильные корни, средние корни, слабые корни, без корней).

### Учет способности к размножению многолетних травянистых растений

Способность к размножению учитывают по количеству полученных посадочных единиц на одну высаженную стандартную посадочную единицу. Этот учет проводят по повторностям. Средний коэффициент размножения вычисляют, деля общее количество полученных посадочных единиц на число учетных растений.

Для культур, размножающихся луковичками, клубнелуковичками, интенсивность (коэффициент) размножения определяется способностью растений образовывать дочерние луковички, клубнелуковички и детку. Для определения коэффициента размножения после просушки и очистки от отмерших частей ма-

теринского растения подсчитывают клубнелуковицы, луковицы и детку и полученное количество делят на число материнских растений.

#### **4.4. Сырьевая продуктивность**

##### **Методика определения сырьевой продуктивности и урожайности**

При оценке новой культуры, имеющей любое сырьевое значение — лекарственное, пищевое или техническое, — определяющими факторами являются урожайность сырья и содержание действующих веществ в нем.

Общая продуктивность — это способность живых организмов создавать, консервировать и трансформировать органическое вещество. Сырьевая продуктивность растений — это количество сырья, выраженное в единицах массы, приходящееся в среднем на одно растение определенного возраста. Урожайность сырья — это средний урожай сырья с единицы площади. Урожайность можно рассчитать исходя из данных по продуктивности.

При интродукции продуктивность и урожайность определяют: при сборе исходного материала для предварительной оценки популяции в естественных местообитаниях, при изучении онтогенеза (жизненного цикла), при изучении сроков посева и густоты стояния растений, при изучении способов размножения растений, при сравнительном изучении популяций и клонов, при географических испытаниях популяций.

Площадь учетных делянок — в зависимости от цели исследования — 0,6–12 м<sup>2</sup>; форма делянок квадратная, прямоугольная или удлиненная. При этом длинные узкие делянки полнее охватывают пестроту земельного участка и обеспечивают лучшую сравнимость вариантов и повторений в опыте. Повторность четырехкратная. Делянки располагают на поле компактно. Каждую делянку этикетировывают. С краев участка и между делянками оставляют защитную полосу.

Фазу уборки, а также возрастные сроки уборки урожая определяют при изучении онтогенеза или в опыте по изучению динамики нарастания сырьевой массы и накопления действующих веществ.

При одновременном наступлении фаз развития растений по всем вариантам опыта уборку продуктивной массы проводят в возможно более сжатые сроки. При неодновременном наступлении фаз развития растений (например, при изучении популяций) уборку проводят по мере наступления соответствующей фазы развития растений.

Для определения средней сырьевой продуктивности растений отбирают пробы (выборки). В каждой пробе  $n = 20–30$  растений. Пробы берут в ряду подряд или через равные промежутки.

Учет урожая сырья проводят прямым или сплошным (наиболее точный), а также косвенным (по пробным снопам и площадкам, метровкам и т.д.) мето-

дами. При недостаточном количестве посевного материала учет урожая проводят косвенным методом.

Перед началом уборки урожая сырьё проверяют наличие и правильность расстановки этикеток. Определяют густоту стояния (число растений на одном погонном метре) и площадь питания растений. При наличии на делянках выпадов, обусловленных стихийными явлениями природы, случайными повреждениями, или ошибок, допущенных во время работы, делают выключения. Перед уборкой подземных органов с делянки скашивают и удаляют надземную часть растений. В некоторых опытах проводят ее учет. Урожай учитывают по вариантам и повторениям. Взвешивают сырую, а после сушки и воздушно-сухую массу сырья.

Сырьё, собранное с учетных делянок каждого повторения опыта, снабжают этикеткой, на которой указывают наименование вида, название опыта, номер варианта, номер повторения, массу сырья и дату сбора. При многократном укосе надземной массы общий урожай получают суммированием сборов сырья каждого укоса. Среднюю пробу для товароведческих и химических анализов отбирают из объединенной массы сырья всех повторений каждого варианта. Данные по учету сырья каждого варианта подвергают статистической обработке. При интродукционной работе урожайность сырья пересчитывают на 100 м<sup>2</sup> (в килограммах) или на 1 га (в тоннах).

Вычисляют выход действующих веществ с единицы площади посадок или посева.

Данные по учету сырьевой продуктивности и урожайности записывают в журнал, где имеются графы: наименование вида, название опыта, вариант и повторение, возраст растения, число и площадь убранных растений, площадь питания, площадь учетной делянки, наименование сырья, масса сырого и сухого сырья, процент усушки, результаты химических анализов.

В итоге определения сырьевой продуктивности и урожайности дается предварительная экономическая оценка стоимости сырья (себестоимость 1 кг или 1 ц продукции).

Для опыта высевают 8 рядов по 20 пог. м. с одной нормой посева. Блоки повторения располагают по диагонали опытного участка или вплотную. Изучаемые параметры — масса скошенного сырья (сухого и сырого) по десятиметровкам, число растений и масса на каждой делянке (считать после выкопки).

У всех растений, выкопанных с 1 пог. м (с опытных и контрольных делянок) изучаются: высота растения; число побегов, а после скашивания вновь отросших побегов — их масса; число и масса листьев; число плодов отдельно зрелых и зеленых.

После изучения от каждой партии сырья отбирают (один с опытного и один с контрольного) образцы для химического анализа.

При проведении опыта следует отмечать дату посева, дату укоса, дату полива, дату понижения среднесуточной температуры ниже 15° С.

На основании математического анализа данных устанавливают преимущество того или иного способа уборки сырья.

## **Определение срока уборки сырья**

Масса лекарственного сырья и количественное содержание действующих веществ в сырье изменяются в зависимости от сезонной фазы развития и возраста растений.

Оптимальный срок уборки сырья определяется путем изучения возрастной и сезонной динамики накопления сырьевой массы и действующих веществ в сырье. Для этого периодически берут пробы растений и проводят изучение их количественных признаков.

Однолетние растения изучают в течение трех лет. Пробы (30 растений) берут в основные фазы сезонного развития растений (5 проб).

Для получения сравнительных данных по динамике продуктивности и содержания действующих веществ у многолетних растений изучают одновременно растения 1-, 2-, 3-летнего возраста (при уборке сырья на третий год, трехлетняя культура). Для этого посев (посадку) проводят ежегодно в течение 5 лет. Пробы отбирают ежегодно в течение вегетационного периода через каждые 15–20 дней, начиная от фазы проростков, по 20–30 растений.

При закладке опыта важно сделать правильный расчет получения полноценных растений, необходимых для изучения. Для этого следует исходить из расчета  $n = 30$ . Густота стояния растений на делянке должна обеспечивать нормальное (без угнетения) развитие растений.

При обработке пробы проводят измерение (высоты и диаметра) и взвешивание подземной и надземной частей растения, определяют массу сырьевых частей растений, устанавливают процент усушки сырья. Для химического анализа отбирают средний образец.

Полученные результаты обрабатывают статистически. Вычисляют среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, коэффициент вариации.

По данным продуктивности и содержания действующих веществ составляют графические кривые. Анализ их позволяет выбрать оптимальный возраст и фазу развития растений для заготовки сырья.

## **4.5. Методы изучения устойчивости растений**

### **Учет зимостойкости и устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям в течение вегетационного сезона**

Учет зимостойкости растений проводят в период массового весеннего отрастания растений, перезимовавших в открытом грунте. При этом по всем повторениям учитывают степень подмерзания, количество погибших растений от общего числа учетных растений на делянке.

Степень подмерзания определяют по пятибалльной системе:

5 баллов — подмерзания нет: растение нормально растет, у кустарников и деревьев на побегах распускаются все почки;

4 балла — слабое подмерзание: растение незначительно отстает в росте (на 1–4 дня) по сравнению с нормально растущими растениями того же образца, у кустарников и деревьев наблюдается подмерзание  $\frac{1}{4}$  длины побегов однолетнего прироста или единичных почек;

3 балла — среднее подмерзание: растение начинает расти с большим опозданием (на 5–7 дней) по сравнению с остальными растениями того же образца, у кустарников и деревьев наблюдается подмерзание побегов предыдущих лет;

2 балла — сильное подмерзание: растение начинает слабо расти с запозданием на 10 дней, у кустарников и деревьев наблюдается вымерзание побегов до корневой шейки;

1 балл — растение полностью погибло.

При интродукционной работе особое внимание должно уделяться изучению устойчивости растений к неблагоприятным погодным условиям вегетационного сезона (избыточное увлажнение, засуха, суховеи, весенние заморозки, град и т.п.).

Состояние растений оценивают глазомерно одновременно во всех повторениях, по пятибалльной системе после проявления влияния того или иного неблагоприятного метеорологического фактора. При этом баллом 5 оценивают посадки без заметных повреждений и баллом 1, когда на делянке уцелели лишь редкие растения или растения близки к полной гибели. Промежуточное состояние растений оценивается соответствующими баллами — 4, 3, 2.

Общая оценка устойчивости образца к неблагоприятным метеорологическим условиям получается путем суммирования оценок влияния на растения отдельных неблагоприятных метеорологических факторов.

### **Учет повреждения болезнями и вредителями.**

#### **Оценка зараженности надземных органов грибными болезнями**

Выявление устойчивых, а также выносливых образцов лекарственных растений в зонах постоянной вредоносности болезней, вызывающих поражение надземных частей растений, осуществляется методом фитопатологического изучения на естественном зараженном фоне. В зонах периодического проявления болезней степень устойчивости растений определяется путем инокуляции растений.

С этой целью инфекция выращивается на искусственной питательной (агаровой) среде; после возникновения спороношения готовится споровая суспензия. Растения опрыскивают суспензией с инфекционной нагрузкой 25–30 спор в поле зрения микроскопа при малом увеличении. Прорастание спор и проникновение инфекции в растение более успешно осуществляется в вечерние часы после выпадения росы.

С целью создания провокационных фонов используются пораженные растительные остатки, которые вносят в почву, запахивают, производят уравнивательный посев восприимчивым к данной болезни образцом. Растительные

остатки вновь запахивают и затем высевают исследуемые на устойчивость образцы.

Для оценки зараженности надземных органов необходимы осмотр посевов и учет болезней в сроки их массового развития. Максимум проявления большинства грибных болезней на надземных частях растений совпадает с началом и с периодом массового цветения. Оценку на устойчивость к болезням, поражающим надземные части растений, проводят в начале цветения, в первом и последующих укосах, на маточных растениях (выращиваемых для дальнейшего размножения) дополнительно в период массового цветения, созревания семян и перед уборкой. На больших площадях учет болезней производится по двум диагоналям и по краям поля путем закладки пробных площадок, где просматривают подряд 50 кустов; вычисляют процент больных стеблей по каждой обнаруженной болезни.

#### **Заболевания на листьях учитывают по шкале в баллах:**

- 0 — отсутствие поражения;
- 0,1 — пятна, пустулы или налет на нижних листьях занимают не более  $\frac{1}{20}$  части поверхности листа (единичные);
- 1 — пятна, пустулы или налет на нижних ярусах листьев занимают около  $\frac{1}{10}$  части поверхности листа;
- 3 — пятна, пустулы или налет на нижних листьях занимают около  $\frac{1}{4}$  части поверхности листа;
- 5 — пятна, пустулы или налет на нижних ярусах листьев занимают около  $\frac{1}{2}$  части поверхности листа, распространяются на листья среднего яруса, отдельные пятна сливаются;
- 7 — пятна, пустулы или налет на листьях всех ярусов растений занимают свыше  $\frac{1}{2}$  части листовой поверхности;
- 9 — пятна, пустулы или налет на листьях всех ярусов растений занимают  $\frac{3}{4}$  и выше листовой поверхности.

Для более подробной оценки зараженности проводят более тщательный учет. Из различных кустов исследуемого образца срезают по одному стеблю (проба в 10 стеблей), затем подсчитывают все листья каждого стебля или его ветвей, а также число пораженных листьев и вычисляют процент последних по каждому стеблю. Каждый пораженный лист стебля и ветвей при подсчете оценивают по 4-балльной шкале; далее определяют средний процент пораженных растений и средний балл поражения для образца в целом.

#### **Заболевание на всходах и взрослых растениях учитывают по шкале в баллах:**

- 0 — пораженных растений нет;
- 1 — поражено от 1 до 5 % растений;
- 3 — поражено от 6 до 20 % растений;
- 5 — поражено от 21 до 35 % растений;
- 7 — поражено от 36 до 50 % растений;
- 9 — поражено от 51 до 100 % растений.

На больших площадях учет проводят в трех повторностях по 100 растений в каждой, с подразделением их на здоровые и пораженные. Затем вычисляют процент пораженных растений.

### **Оценка повреждения вредителями**

Интенсивность повреждения растений вредителями определяют по пятибалльной шкале глазомерно:

- 1 балл — повреждено до 5 % поверхности растений;
- 2 балла — до 10 %;
- 3 балла — до 30 %;
- 4 балла — до 40 %;
- 5 баллов — свыше 40 %.

Для каждого балла подсчитывают количество растений и затем умножают это количество на величину балла. Сумму произведений делят на общее количество учетных растений.

## **4.6. Шкала оценки успешности интродукции**

Для разных регионов разработаны шкалы оценки успешности интродукции. Приводим шкалу оценки успешности интродукции В.Н. Былова и Р.А. Карпионовой (Былов, Карпионова, 1978) в нашей модификации, учитывающую природно-климатические условия Юго-Востока Европейской части России.

### **1. Способность к семенному размножению**

Баллом 1 оцениваются виды, у которых семеношение отсутствует (растения не цветут; цветут, но семян не завязывают; семена не вызревают).

Баллом 2 оцениваются виды с ограниченным семеношением (семеношение редкое, малочисленное).

Баллом 3 — виды с обильным семеношением.

Наибольший интерес для введения в производство представляют виды с оценкой в 3 балла. Получение нормально развитых семян имеет особое значение для последующей акклиматизации растений, так как при этом создаются возможности отбора в последующих репродукциях более приспособленных особей.

### **2. Способность к вегетативному размножению**

Многие виды в природе и в культуре наиболее успешно размножаются вегетативным способом.

Баллом 1 оцениваются виды, у которых вегетативное размножение слабое или отсутствует.

Баллом 2 — виды с удовлетворительным вегетативным размножением.

Баллом 3 — виды, хорошо размножающиеся вегетативно.

Перспективны для культуры виды, хорошо размножающиеся вегетативно, клоновое размножение обеспечивает полную передачу ценных декоративных и хозяйственно-биологических признаков.

### **3. Общее состояние растения и продуктивность его цветения**

Эти признаки важны, так как они отражают способность растения приспособляться к условиям культуры и его декоративность. Выращивание природного вида в культуре, как правило, сопровождается изменением его габитуса.

Баллом 1 оцениваются растения маломощные, не достигающие в культуре присущих им размеров, слабо цветущие.

Балл 2 присуждается растениям, по габитусу и обилию цветения не отличающимся от природных, их рост и цветение нормальны.

Балл 3 присуждается растениям, величина которых в культуре превосходит размеры, обычные в природе, они более обильно цветут.

Для введения в производство следует отобрать виды, положительно реагирующие на условия культуры.

### **4. Устойчивость растений против вредителей и болезней**

Балл 1 — слабая устойчивость у сильно поврежденных видов.

Балл 2 — средняя устойчивость у видов, изредка повреждаемых.

Балл 3 — хорошая (сильная) устойчивость у видов, не повреждаемых болезнями.

### **5. Состояние растений после зимовки**

Оно определяется не только условиями зимы, но и особенностями позднего осеннего и ранневесеннего периодов.

Балл 1 — плохое состояние, весной наблюдается значительный выпад особей.

Балл 2 — среднее состояние: уменьшается количество побегов у отдельных особей.

Балл 3 — хорошее состояние: весенний осмотр образца подтверждает его полную сохранность.

### **6. Устойчивость растений к засухе**

Этот показатель важен для условий Нижнего Поволжья, где часто наблюдаются как почвенная, так и воздушная засуха.

Балл 1 — слабая устойчивость: растения выпадают даже при периодическом поливе.

Балл 2 — средняя устойчивость: наблюдается усыхание листьев, цветков, отдельных побегов под воздействием суховея, при отсутствии своевременного полива.

Балл 3 — хорошая устойчивость к воздушной и почвенной засухе.

Оценка видов (по выделенным группам) производится путем суммирования показаний по всем изученным признакам. Суммарная оценка видов позволяет отнести их к одному из трех типов по успешности интродукции и перспективности в культуре:

- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Малоперспективные   | — 6–10 баллов;  |
| перспективные       | — 11–15 баллов; |
| очень перспективные | — 16–18 баллов. |

## Использованная литература

1. Биоморфология растений. Иллюстрированный словарь / П. Ю. Жмылев, Ю. Е. Алексеев, Е. А. Карпухина; С. А. Баландина – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 265 с.
2. Былов В. Н., Карписонова Р. А. Принципы создания и изучения коллекции мало-распространенных декоративных многолетников // Бюлл. Гл. бот. сада. 1978. Вып. 107. – С. 77–82.
3. Вальтер Г. Растительность Земного шара. – М., 1968. – С. 60–70.
4. Викторов В. П., Черняева Е. В. Интродукция растений. Учебное пособие: М.: Изд-во «Прометей», 2013. – 150 с.
5. Джексон П. Анализ коллекций и научно-технической базы ботанических садов // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР, М., 2001. Вып. 12. – С. 59–65.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований, М.: Книга по Требованию, 2013. – 349 с.
7. Каден Н. Н., Смирнова С. А. Морфология плодов сорных видов рода *Coryspermum* L. флоры СССР // Составление определителей по плодам и семенам. Киев: Наукова думка, 1974. – С. 95–104.
8. Краткое пособие по математической обработке данных фенологических наблюдений. – М., 1972. – 7 с.
9. Кузеванов В. Я., Сизых С. В. Ресурсы Ботанического сада Иркутского государственного университета: научные, образовательные и социально-экологические аспекты. Справочно-методическое пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2005. – 243 с.
10. Лекарственное растениеводство. Обзорная информация. – М., 1984. № 3. – 32 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1968. – 224 с.
12. Методические указания по изучению устойчивости к болезням многолетних бобовых трав (диагностические, полевые и лабораторные методы оценки к бактериальным и грибным болезням). – Л., 1973. – 37 с.
13. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М., 1980. – 64 с.
14. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. коллектив: О. Н. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.] – Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. – 412 с.
15. Николаева М. Г. Физиология глубокого покоя семян / ред. И. Н. Коновалов. – Л.: Наука, 1967. – 207 с.
16. Полевые методы исследований растений: учеб. пособие по проведению полевых практик / сост. А. С. Лукаткин, В. К. Левин, В. В. Лещанкина [и др.]; под общ. ред. проф. А. С. Лукаткина – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 160с.
17. Пономарев А. И. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1960. Т. 2. – С. 9–19.
18. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Советская наука, 1952. – 391 с.
19. Сизых С. В., Кузеванов В. Я. Особенности коллекционной политики Ботанического сада в Байкальском регионе // Жизнь в гармонии: ботанические сады и общество: Материалы Межд. научной конф. (19–22 сентября 2004 г.). – Тверь, 2004. – С. 86–88.
20. Стратегия ботанических садов по охране растений. М., 1994. – 62 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Положение о Сети детских ботанических садов Российской Федерации

(утверждено приказом ФГБОУ ДО ФЦДО от 11.03.2022 № 40-03-ОД)

#### 1. Общие положения

1. Сеть детских ботанических садов Российской Федерации создана в соответствии с резолюцией I Всероссийского координационного совещания "Формирование сети детских ботанических садов России: концепция, методические подходы, воплощение" (г. Владимир, 27 сентября 2019 г.) и приказа Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования "Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей" (далее — ФГБОУ ДО ФЦДО").

1.2. Сеть детских ботанических садов Российской Федерации ботанических садов является координирующим и консультативным органом при ФГБОУ ДО ФЦДО, действующим в соответствии с Уставом ФГБОУ ДО ФЦДО и настоящим Положением.

1.3. Сеть не является юридическим лицом и не несет ответственности по обязательствам членов Сети, равно как и члены Сети не отвечают по обязательствам Сети.

1.4. Сеть проводит свою работу на принципах добровольности, самоуправления, гласности и подотчетности перед ФГБОУ ДО ФЦДО.

#### 2. Цели и задачи Сети детских ботанических садов Российской Федерации

2.1. В соответствии с приказом ФГБОУ ДО ФЦДО № 03-221-21 "О Сети детских ботанических садов Российской Федерации" Сеть создана с целью развития системы дополнительного образования детей естественнонаучной направленности, сохранения, изучения и обогащения генофонда растений природной и культурной флоры, рационального использования растительных ресурсов, проведения образовательной и научно-просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира при освоении дополнительных общеобразовательных программ обучающимися, повышения уровня естественнонаучной грамотности и экологической культуры подрастающего поколения.

2.2. Основные задачи Сети:

— организационное сопровождение детских ботанических садов Российской Федерации;

— создание условий для развития межрегионального сотрудничества и обмена опытом между членами Сети детских ботанических садов Российской Федерации;

- программно-методическое сопровождение Детских ботанических садов Российской Федерации;

- координация приоритетных направлений деятельности детских ботанических садов, сотрудничество с национальными, международными и межгосударственными органами и организациями, имеющими отношение к данной сфере деятельности;

- развитие исследований и разработка методических рекомендаций в области интродукции и акклиматизации растений, увеличение разнообразия растительных ресурсов, сохранение генофонда природной и культурной флоры;

- составление сводного каталога (сводной базы) коллекционных фондов детских ботанических садов Российской Федерации;

- организация обмена продуктами профессиональной деятельности детских ботанических садов.

2.3. Для выполнения своих задач Сеть:

2.3.1. Самостоятельно создает постоянные и временные рабочие группы и комиссии по основным направлениям деятельности детских ботанических садов, в том числе по вопросам:

- формирования приоритетных направлений деятельности детских ботанических садов;

- взаимодействия с Советом ботанических садов Российской Федерации при Российской академии наук;

- формирования коллекционных фондов растений и семян детских ботанических садов;

- проведения эколого-просветительской деятельности, обслуживания посетителей.

2.3.2. Организует справочно-информационную службу в системе детских ботанических садов, для чего:

- осуществляет разработку сайта сети (в виде отдельного раздела сайта ФГБОУ ДО ФЦДО);

- проводит конференции, вебинары и семинары представителей детских ботанических садов по наиболее актуальным вопросам деятельности детских ботанических садов;

- осуществляет продвижение и освещает результаты деятельности ботанических садов в печати, информационно-телекоммуникационной сети Интернет, по телевидению и радио, а также с помощью других средств массовой информации;

- организует подготовку изданий сводных справочников по детским ботаническим садам.

2.3.3. Способствует обмену растениями и семенами, а также базами данных, информационными ресурсами и другими материалами между организациями, входящими в Сеть, а также с ботаническими садами и иными интродукционными центрами Российской Федерации и зарубежных государств в установленном порядке.

2.3.4. Способствует внедрению прогрессивных форм работы детских ботанических садов, распространению инновационного педагогического опыта,

в том числе путем обмена планами работ, организации курсов повышения квалификации через соответствующий отдел ФГБОУ ДО ФЦДО.

2.3.5. Иницирует обращения от имени ФГБОУ ДО ФЦДО в органы государственной власти Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также в государственные научные и образовательные организации с предложениями в соответствии с видами деятельности, определенными настоящим Положением.

### 3. Организация работы Сети детских ботанических садов Российской Федерации

3.1. В состав Сети детских ботанических садов Российской Федерации входят образовательные организации дополнительного образования детей, общеобразовательные организации, дошкольные образовательные организации любых форм собственности, добровольно пожелавшие стать членами Сети.

3.2. Изменения в составе Сети утверждаются приказом ФГБОУ ДО ФЦДО по представлению рабочей группы по развитию Сети детских ботанических садов и на основе письменных обращений образовательных организаций, заявивших о вступлении в Сеть или о выходе из нее.

3.3. Члены Сети детских ботанических садов принимают участие в ее работе на общественных началах.

3.4. Формами работы Сети являются очные, очно-заочные заседания рабочих групп, а также совещания, которые проводятся по мере необходимости, но не реже одного раза в год, на базе организаций, определенных плану работы Сети.

3.5. Сеть детских ботанических садов работает в соответствии с Дорожной картой, утвержденной ФГБОУ ДО ФЦДО, а также по ежегодному плану, утверждаемому на ежегодных Совещаниях Сети детских ботанических садов.

3.6. Организационное и материально-техническое обеспечение деятельности Сети детских ботанических садов осуществляется ФГБОУ ДО ФЦДО.

3.7. Вопросы для обсуждения на рабочих встречах, семинарах, вебинарах, Совещаниях Сети детских ботанических садов могут вноситься всеми членами Сети посредством направления в рабочую координационную группу по развитию Сети детских ботанических садов при ФГБОУ ДО ФЦДО.

3.8. Решение Совещаний Сети детских ботанических садов Российской Федерации принимается простым большинством голосов присутствующих при наличии не менее половины его состава. При равенстве голосов — голос председателя Совещания является решающим.

3.9. Делопроизводство Сети детских ботанических садов ведется на русском языке.

3.10. Изменение настоящего Положения, а также реорганизация или ликвидация Сети детских ботанических садов производятся по решению Сети, принятому не менее чем двумя третями голосов от общего числа ее и по согласованию с ФГБОУ ДО ФЦДО.

## Примерное положение о Детском ботаническом саду

(утверждено приказом ФГБОУ ДО ФЦДО от 11.03.2022 № 40-03-ОД)

### 1. Общие положения

1.1. Детский ботанический сад (далее — Ботанический сад или Сад) создан в соответствии с приказом (*указать № и дату приказа Образовательной организации*) как структурное подразделение (обособленное структурное подразделение) образовательной организации (*название по Уставу*) (далее — Образовательная организация) и входит в ее состав. Деятельность Ботанического сада осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации, Уставом Образовательной организации, Положением о Ботаническом саду.

1.2. Ботанический сад образован с целью развития системы дополнительного образования детей естественнонаучной направленности, сохранения, изучения и обогащения генофонда растений природной и культурной флоры, рационального использования растительных ресурсов, применения образовательной и научно-просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира при реализации дополнительных общеобразовательных программ, повышения уровня естественнонаучной грамотности и экологической культуры детей и молодежи.

1.3. Ботанический сад выполняет следующие функции:

- а) создание и развитие коллекционных и экспозиционных фондов живых растений;
- б) сохранение биоразнообразия *in situ* и *ex situ*;
- в) депозитария генетического материала;
- г) учебной базы школ и иных учебных заведений;
- д) естественнонаучного музея;
- е) эколого-образовательные;
- е) культурно-просветительские;
- ж) демонстрации приемов ландшафтной архитектуры и садового дизайна;
- з) рекреации.

1.4. Ботанический сад содержит, пополняет и развивает коллекционный, экспериментальный и экспозиционный фонд живых растений в открытом грунте и оранжереях, обменные фонды живых растений, семян и др.; гербарий, коллекции ботанической иллюстрации (вместе — ботанические коллекции), библиотеку, демонстрационный материал, а также иные естественнонаучные и художественные коллекции.

Коллекции и фонды Ботанического сада являются основой его научно-образовательной и культурно-просветительской деятельности.

1.5. Для выполнения своих функций и содержания коллекций и фондов Ботанический сад ведет необходимую хозяйственную деятельность и несет необходимые расходы.

1.6. Ботанический сад занимает земельный участок площадью (*указать*) га, находящийся в оперативном управлении (постоянном бессрочном пользовании, аренде и т.д.) у Образовательной организации.

## **2. Правовое положение Ботанического сада**

2.1. Ботанический сад не является юридическим лицом, пользуется в установленном порядке печатью и бланком Образовательной организации, на базе которой он создан.

2.2. Для осуществления своей деятельности Ботанический сад имеет право на деловые контакты и сотрудничество в установленном законодательством Российской Федерации порядке с российскими и зарубежными организациями и предприятиями различных организационно-правовых форм, а также с индивидуальными предпринимателями и частными лицами по любым вопросам, связанным со всем спектром функций и деятельности Ботанического сада.

## **3. Источники финансирования Ботанического сада**

3.1. Финансирование Ботанического сада осуществляется за счет:

а) средств учредителя, выделенных на выполнение государственного (муниципального) задания Образовательной организации;

б) доходов, полученных от реализации цветочной и плодовой продукции, посадочного материала, научной и просветительской литературы, сувениров (при ведении таковой деятельности);

в) благотворительных, спонсорских и целевых взносов, даров и добровольных пожертвований, переданного по завещанию имущества;

г) грантов;

д) средств, полученных от научно-просветительских и образовательных мероприятий (экскурсий, лекций, мастер-классов и пр.), предусмотренных Положением о платных услугах, оказываемых Образовательной организацией, на базе которой создан Ботанический сад.

е) средств, полученных за оказание культурно-просветительских услуг, а также иных услуг в сфере культуры и досуга;

ё) средств, полученных из других источников, не противоречащих законодательству Российской Федерации.

## **4. Структура Ботанического сада**

4.1. В структуру Ботанического сада входят: руководитель (на штатной должности) или один из методистов, назначенный ответственным за функционирование Ботанического сада приказом директора Образовательной организации, методисты и иные педагогические работники, вспомогательный персонал, а также другие сотрудники, обеспечивающие деятельность Ботанического сада согласно штатному расписанию. Сотрудники работают в Ботаническом саду на основании трудовых договоров или контрактов-договоров гражданско-правового характера, выполняют свои обязанности в соответствии с должностными инструкциями.

4.2. В Ботаническом саду при возникновении производственной необходимости могут быть созданы функциональные подразделения (секторы и группы).

4.3. Для поддержания коллекций живых растений из сотрудников Ботанического сада назначаются кураторы, отвечающие за сохранность и развитие соответствующих тематических коллекций.

В задачи куратора входят: организация текущего содержания коллекции, ее пополнение, определение видовой (сортовой) принадлежности, этикетирование растений; научное документирование, инвентаризация и ведение соответствующих баз данных; разработка агротехнических приемов выращивания растений, фитосанитарный контроль; участие в разработке приемов демонстрации коллекции и стратегии ее развития.

Кураторы несут ответственность за сохранность и развитие вверенных им коллекционных фондов, представляют отчет об их состоянии на рабочих заседаниях Ботанического сада и Педагогического совета Образовательной организации.

## **5. Деятельность и функционирование Ботанического сада**

5.1. Содержание и развитие коллекций живых растений.

5.1.1. Ботанический сад разрабатывает Политику коллекционирования растений и руководствуется в своей работе ее тезисами.

5.1.2. Сохранение и пополнение коллекций живых растений открытого и закрытого грунта проводится в соответствии со сложившейся структурой экспозиций Ботанического сада, что не исключает создания новых тематических участков.

5.1.3. Для поддержания коллекций и экспозиций Ботанический сад может развивать систему питомников, в которых проводятся испытания новых для Сада видов и сортов растений с последующей интродукцией их в состав постоянных экспозиций. При этом учитываются научный, учебный и эстетический аспекты.

5.1.4. Учет растений Ботанического сада ведется в регистрационном журнале, который может вестись в формате единой электронной базы данных.

5.2. В рамках научно-образовательной и просветительской деятельности Ботанический сад имеет право:

а) проводить работы по грантам, договорам в рамках сотрудничества с государственными или частными организациями, или физическими лицами;

б) организовывать экспедиции и командировать сотрудников для сбора материалов по учебно-научной тематике с целью пополнения коллекционных фондов и создания новых фондов, участия в конференциях, обмена опытом работы (согласно плану командирования и в пределах согласованного финансирования);

в) организовывать научно-практические и образовательные конференции;

г) разрабатывать и проводить занятия по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденным Педагогическим советом Образовательной организации.

5.3. Ботанический сад может служить базой для проведения учебных практик образовательных организаций среднего и высшего профессионального образования. Созданием условий работы преподавателей и студентов во время практики руководит специально назначаемый начальник практики из числа сотрудников Ботанического сада или иной специалист по договору с соответствующей профессиональной образовательной организацией.

5.4. Посещение Ботанического сада.

5.4.1. В Ботаническом саду имеются участки и помещения, недоступные для свободного посещения, в том числе: коллекционные, экспериментальные, лабораторные и хозяйственные участки, фондовые оранжереи, служебные, складские и административные помещения, библиотека и пр.

5.4.2. Проход на территорию и посещение Ботанического сада осуществляются в порядке, предусмотренном соответствующим нормативным актом Образовательной организации в пределах рабочего времени.

5.4.3. Любое помещение, участок или территория в целом могут быть временно закрыты для свободного посещения по распоряжению администрации Образовательной организации в связи с погодными условиями, плановыми мероприятиями по защите растений, потенциально опасными работами, а также специальными мероприятиями Ботанического сада.

5.4.4. Посетители Ботанического сада обязаны соблюдать правила посещения.

5.5. Экологическая политика Сада.

5.5.1. Ботанический сад обязан следовать современным экологическим трендам, способствующим созданию более благоприятной экологической среды и сохранению природных ресурсов: бережно относиться и экономить воду, электричество, тепловую энергию; по возможности перерабатывать и вторично использовать на месте органические остатки; привлекать и создавать условия для обитания животных, в том числе для гнездования птиц, сохранять имеющиеся и создавать искусственные места обитания для полезных насекомых; контролировать инвазивные и адвентивные виды растений; обеспечивать максимальное задержание и впитывание осадков, минимизировать запечатывание поверхностей и сброс воды в ливневую канализацию.

5.5.2. Ботанический сад стремится демонстрировать и популяризировать практики, перечисленные в п. 5.5.1.

## **6. Управление Ботаническим садом**

6.1. Непосредственное руководство деятельностью Ботанического сада осуществляет руководитель, назначенный в установленном порядке директором Образовательной организации и подчиняющийся ему.

6.2. Руководитель Ботанического сада назначается приказом директора Образовательной организации.

6.3. Руководитель Ботанического сада несет ответственность за организацию всех видов деятельности Ботанического сада, его распоряжения обязательны для всех работников и сотрудников, проводящих работы в Ботаническом саду.

6.3.1. В своей деятельности руководитель Ботанического сада руководствуется законодательством Российской Федерации, Уставом организации, Положением о Ботаническом саду, указаниями и распоряжениями директора организации и его заместителей по направлениям деятельности, должностной инструкцией, утверждаемой директором, решениями Педагогического совета организации; предложениями и рекомендациями Ассоциации детских ботанических садов Российской Федерации.

6.3.2. Вносит предложения руководству Образовательной организации о заключении договоров, связанных с деятельностью Ботанического сада.

6.3.3. Представляет руководству Образовательной организации предложения по приему, увольнению, переводу, поощрению работников Ботанического сада и наложению дисциплинарных взысканий.

6.3.4. Организует работу сотрудников Ботанического сада в соответствии с планами работы и осуществляет контроль за его исполнением.

6.3.5. Несет ответственность за выполнение планов мероприятий в Ботаническом саду, за организацию трудового процесса сотрудников Ботанического сада.

6.3.6. Разрабатывает планы развития Ботанического сада.

## **7. Заключительные положения**

7.1. Все изменения и дополнения к Положению о Ботаническом саду рассматриваются на заседании Педагогического совета и утверждаются директором Образовательной организации.

## Формы обязательной документации детского ботанического сада

### Регистрационный журнал

(оформляется в книге учета или тетради формата А4)

| Рег. № | Название образца | В качестве чего поступил (семена, луковицы, живые растения и пр.) | Откуда поступил образец | Кем привезен/прислан | Дата поступления |
|--------|------------------|---|-------------------------|----------------------|------------------|
|        |                  |   |                         |                      |                  |

### Журнал фенологических наблюдений

(оформляется в книге учета или тетради формата А4, но с твердой обложкой!)

| посев | проростки | весеннее отрастание | состояние после перезимовки | Бутонизация |          | Цветение |          |       | Созревание |       | конец вегетации | примечания |
|-------|-----------|---------------------|-----------------------------|-------------|----------|----------|----------|-------|------------|-------|-----------------|------------|
|       |           |                     |                             | начало      | массовая | начало   | массовое | конец | начало     | конец |                 |            |
|       |           |                     |                             |             |          |          |          |       |            |       |                 |            |

Графам журнала фенологических наблюдений в журнале предшествуют графы: рег. № образца, его название, год высадки

### Демонстрационная этикетка

(оформляется на пластиковой или металлической основе)

|  |
|--|
| <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Дуб черешчатый</p> <p style="font-size: 1.1em; font-style: italic;">Quercus robur L.</p> <p style="font-size: 1.1em; font-style: italic;">Семейство Буковые — Fagaceae</p> <p>Родина: Европа, Крым, Кавказ</p> <p>Время цветения: май</p> <p>Значение: лесообразующая порода в средней полосе России</p> |
|--|

На этикетке обязательно указываются русское и латинское название вида и семейства, остальные характеристики образца могут дополняться и изменяться. В целях корректного учета образцов целесообразно наносить на этикетку (в правом нижнем углу) регистрационный номер образца или снабжать образцы учетными этикетками, на которых указан учетный номер образцов.

Методические рекомендации по созданию детских  
ботанических садов и организации на их базе  
исследовательской работы с обучающимися

С о с т а в и т е л и:

*А.В. Панин, М.В. Севастьянова, И.В. Шилова*

Корректор: *Вера Вересиянова*  
Дизайн и вёрстка: *Андрей Кинсбургский*

Макет утверждён 19.12.2022. Формат 60×90/9  
Заказ № 20С22

АНО ИД «Народное образование»  
109341 Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2  
E-mail: [narob@yandex.ru](mailto:narob@yandex.ru) [www.narodnoe.org](http://www.narodnoe.org)

