

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

**В.И. Грязева**

# **СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ**

Учебное пособие

для студентов, обучающихся

по направлению подготовки 250100 – Лесное дело

Пенза 2012

Валентина Грязева

**Селекция растений**

«БИБКОМ»

2012

УДК 575.8(075)  
ББК 28.02(я7)

**Грязева В. И.**

Селекция растений / В. И. Грязева — «БИБКОМ», 2012

Учебное пособие составлено в соответствии с программой курса «Лесная селекция». В учебном пособии рассматриваются все основные вопросы селекции растений: генетические основы селекционных процессов, методы отбора, гибридизации и мутагенеза лесных древесных пород, селекционно-генетические основы лесного сортового семеноводства. Оно предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 250100 – Лесное дело.

УДК 575.8(075)  
ББК 28.02(я7)

© Грязева В. И., 2012  
© БИБКОМ, 2012

# Содержание

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                 | 5  |
| 1 ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ                        | 6  |
| Вопросы для самоподготовки                               | 9  |
| 2 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ                       | 10 |
| Вопросы для самоподготовки                               | 13 |
| 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА          | 14 |
| Вопросы для самоподготовки                               | 16 |
| 4 МЕТОДЫ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ                                 | 17 |
| 4.1 Отбор как метод селекции растений                    | 18 |
| 4.1.1 Массовый отбор                                     | 19 |
| 4.1.2 Отбор географических происхождений, или климатипов | 20 |
| 4.1.3 Отбор лучших эдафотипов                            | 21 |
| 4.1.4 Индивидуальный отбор                               | 23 |
| 4.1.5 Клоновый отбор                                     | 24 |
| 4.1.6 Эффективность отбора                               | 25 |
| 4.1.7 Селекционная оценка деревьев и насаждений          | 26 |
| 4.1.8 Диагностика признаков при индивидуальном отборе    | 30 |
| Конец ознакомительного фрагмента.                        | 33 |

# Валентина Грязева

## Селекция растений

### ВВЕДЕНИЕ

Селекция как метод улучшения лесных древесных растений берет свое начало с зарождения лесоводства. Еще в середине XVIII века русский ботаник А.Т. Болотов рекомендовал использовать при выращивании леса семена от лучших деревьев. По мере увеличения масштабов искусственного лесовосстановления происхождению семян стали уделять все большее внимание. В лесоводстве, так же как и в сельском хозяйстве, методами селекции можно существенно улучшить продуктивность насаждений, качество стволов и древесины, повысить выход другой ценной продукции (живицы, таннидов, орехов и т. д.), поднять устойчивость лесопосадок к неблагоприятным факторам среды, вредителям и болезням. Экономический эффект от получения дополнительной продукции многократно перекрывает расходы на проведение научных исследований, закладку опытов и создание селекционных объектов.

В развитии лесной селекции основная задача заключается в улучшении качества и повышении продуктивности лесов путем управления наследственностью и изменчивостью древесных растений. Она связана с лесным семеноводством, целью которого является получение сортовых семян и районирование их использования.

Лесное семеноводство должно стать одной из основных отраслей лесного хозяйства, т.к. оно составляет базис для развития работ по воспроизводству лесов, для повышения их продуктивности, качества, устойчивости. Это одно из стратегических направлений в лесном комплексе, поскольку то, какими свойствами будут обладать созданные насаждения через 100 лет и более, зависит от того, какие семена будут использованы при выращивании посадочного материала сегодня.

Получение семян с ценными наследственными свойствами возможно лишь при создании объектов единого генетико-селекционного комплекса. Поэтому селекция древесных растений должна сыграть большую роль в организации будущего лесоводства.

# 1 ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

*Лесная селекция* – как наука сформировалась сравнительно недавно – в 30-е годы двадцатого столетия. Главная цель лесной селекции – повышение продуктивности лесных древесных пород, выращивание устойчивых насаждений с высокими качествами древесины, т.е. обеспечение работ по воспроизводству лесов семенами с улучшенными наследственными свойствами.

Лесная селекция как наука и практическая деятельность по улучшению существующих видов и форм, а также получению новых сортов лесных древесных растений основана на теоретических положениях генетики растений. *Селекция растений – одна из форм эволюции, которая, во многих отношениях подчиняется законам, управляющим развитием видов в природе, но с одним очень важным отличием: естественный отбор здесь заменен сознательным отбором, проводимым человеком.*

В основу лесной селекции положены следующие шесть принципов, разработанных академиком Н. И. Вавиловым для сельскохозяйственных культур: характеристика исходного (сортового, видового, родового) материала; информация о наследственной изменчивости исходного материала; влияние среды; теория гибридизации; методы селекционной работы; частная селекция, т. е. описание перспективных мелких форм и гибридов отдельных деревьев и кустарников.

Общая схема селекционного процесса (рисунок 1) с лесными древесными растениями включает несколько этапов работы:

1. Определение цели и задачи работы, выбор направления селекции в зависимости от требований производства – селекция на общую продуктивность древесины, селекция на качество и урожайность плодов, селекция на смолопродуктивность, селекция на качество древесины и т. д;
2. Изучение наследственной изменчивости исходного материала, создание «образа» или модели будущего сорта и выбор методов для его создания;
3. Отбор лучших популяций и форм в природе и получение новых форм с применением гибридизации, мутагенеза и полиплоидии;
4. Выбор направления сортоводства и разработка методов размножения отобраных популяций или форм, обеспечивающих наследование хозяйственно ценных сортовых признаков;
5. Сортоиспытание или производственная проверка и внедрение.



Рисунок 1 – Схема селекционного процесса и сортводства лесных древесных пород

Все усилия науки и производства в области лесного хозяйства направлены на решение главной проблемы – *сокращение периода воспроизводства лесных ресурсов и получение с единицы площади максимального количества высококачественной продукции с наименьшими затратами.*

Повышение производительности и улучшение качественного состава существующих лесных древесных пород осуществляется по двум направлениям: а) *сохранение их в естественном состоянии;* б) *создание новых высококачественных и производительных сортов древесных растений, получаемых окультуриванием лесных пород.*

Для первого направления характерно использование в лесокультурном деле гетерогенных сортов-популяций и гетерозисных сортов-гибридов с выращиванием лесных насаждений по образцу лучших природных лесонасаждений в данных лесорастительных условиях.

Для второго направления лесной селекции характерно создание новых высококачественных и производительных сортов древесных растений современными методами плантационного ведения хозяйства. Выращивание их на высоком агрофоне, с сокращенным оборотом рубки в период промышленной, а не естественной спелости.

Таким образом, основу современного лесовосстановления составляют: а) *плантационное лесоводство с использованием отселектированного и окультуренного сортового посадочного материала;* б) *лесные культуры диких видов древесных пород-лесообразователей.*

*Новым направлением аналитической селекции является плюсовая селекция, основанная на отборе в естественных лесных насаждениях лучших по комплексу хозяйственно ценных признаков материнских деревьев, получивших название плюсовых. Отбор таких деревьев называется селекционной инвентаризацией. В нашей стране на 01.01.08 г. имеется 36,6 тыс. плюсовых деревьев различных видов, которые служат исходным материалом для создания прививочных лесосеменных плантаций и получения на них сортовых семян лесных пород. Однако главным остается повышение эффективности отбора плюсовых деревьев, изучение генетических качеств отобранных деревьев. С этой целью необходимо решить вопрос о соответствии фенотипических свойств с генотипическими показателями лучших и плюсовых насаждений. Изучение генетической структуры лесных популяций как исходного материала для селекции древесных пород лесообразователей – главная задача лесоводов, лесных генетиков и селекционеров.*

## **Вопросы для самоподготовки**

1. Понятие лесной селекции, цель и задачи её изучения.
2. Назовите шесть принципов селекции по Н.И.Вавилову.
3. Назовите этапы селекционного процесса.
4. Назовите два направления повышения производительности и улучшения качественного состава, существующих лесных древесных пород.
5. Что составляет основу современного лесовосстановления?
6. Что такое плюсовая селекция, селекционная инвентаризация?

## 2 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Основоположниками лесной селекции в нашей стране были такие крупные ученые-лесоводы, как Н.С. Нестеров, М. М. Орлов, М.К. Турский, В.Д. Огиевский, В.Н. Сукачев, А.С. Яблоков. На необходимость изучения «природы пород» указывал в своих работах и выдающийся ученый, ботаник, географ, автор первого в мире единого учения о лесе как о биогеоценозе – растительном сообществе с населяющими его животными – Г.Ф. Морозов.

В развитии селекции лесных древесных пород в нашей стране выделяют три периода.

*Для первого периода (1921-1932 гг)* характерно научное обоснование селекции древесных пород как проблемы важной для лесного хозяйства, а также разработка примерной программы и приемов селекции. Практические работы в эти годы сводились лишь к отдельным оригинальным исследованиям.

В этот период наибольший вклад в развитие лесной селекции и семенного дела внесли В.Н. Сукачев, Н.П. Кобранов, В.Г. Каппер, В.М. Борткевич и А.И. Колесников. Ими ставились вопросы изучения законов генетики, поскольку их знание поможет избегать ошибок в селекции древесных пород, где эти ошибки более тяжелы, чем при селекции травянистых растений. Селекция лесных древесных пород считалась как важное средство для преодоления времени в лесоводстве, а также для сохранения и улучшения ценных форм, которые при интенсивной эксплуатации исчезают вследствие «отрицательной селекции». Была показана эволюция лесной селекции от акклиматизации через массовый и индивидуальный отбор к созданию новых форм путем внутривидовой и межвидовой гибридизации с использованием явления гетерозиса.

На первом этапе предлагалось изучение формового состава лесных пород и их эколого-лесоводственных свойств. В дальнейшем необходимо изучение наследования этих свойств во втором-третьем поколениях, для чего рекомендовалось производить искусственное самоопыление и вегетативное размножения лесных древесных пород.

Кроме теоретических работ, в этот период были получены и некоторые практические результаты. Это данные В.Н. Сукачева по изменчивости ели и ивы, о происхождении и гибридизации лиственниц; Н.П. Кобранова о поздно- и ранораспускающейся, а также мелкоплодной формах дуба; П.С. Погребняка, А.С. Мачинского, П.К. Фальковского, А.И. Колесникова и Ф.Н. Харитоновича о расовом составе дуба и некоторых вопросах его биологии; Н.И. Кузнецова и А.П. Ильинского об ареалах лиственниц. П.Д. Троицкий показал, что у каждой древесной породы существует четыре фенологические формы (расы). В пределах рано- и поздне-распускающихся форм им выделены раннеосенние и позднеосенние. Он обратил внимание на разную лесоводственную ценность этих форм. В.Н. Андреев уже в двадцатых годах впервые в дендрологии использовал закон гомологических рядов Н.И. Вавилова. Его вывод о том, что произрастающие у нас дубы показывают параллельную изменчивость, указывал на перспективность использования этого закона при изучении формового разнообразия древесных пород.

*Второй период (1933-1953 гг)* начался с организации специальных коллективов и лабораторий, занявшихся систематическим исследованием многих вопросов лесной селекции и разработкой научных основ лесосеменного районирования европейской части страны.

В 30-х годах во многих научно-исследовательских учреждениях бывшего СССР (Центральный НИИ лесного хозяйства, Московский НИИ лесного хозяйства, Всесоюзный НИИ агролесомелиорации, Украинский НИИ лесного хозяйства и др.) были организованы отделы и лаборатории по селекции и интродукции. Внимание их научных коллективов длительное время было сосредоточено на технических (ива, бересклет, дуб пробковый, орехи) и быстрорастущих лиственных породах (тополь, осина). Из аутохтонных хвойных пород исследо-

валась только лиственница. В то же время ряд высокоценных видов (сосна обыкновенная и сибирская, ель, береза и другие), занимающих огромные пространства и образующих коренные насаждения, оставался вне поля зрения селекционеров. Они считались медленнорастущими и неперспективными для селекции. Не всегда была объективной и оценка быстроты роста и продуктивности отдельных пород.

В 1933-1953 гг. усилия многих селекционеров были направлены на получение межвидовых гибридов (В.Н. Сукачев, А.С. Яблоков, П.Л. Богданов, Н.В. Дылис, Ф.Л. Щепотьев и др.), разработку приемов вегетативного размножения древесных растений (Л.Ф. Правдин, Н.К. Вехов, Д.А. Комиссаров, Б.В. Гроздов, А.И. Северова, Р.Х. Турецкая и др.), изучение климатических рас, главным образом, сосны (Ф.И. Фомин, В.М. Обновленский, и др.).

В 50-х годах внимание многих научно-исследовательских учреждений было привлечено к разработке научных основ лесосеменного районирования. Одновременно с изучением географических посадок М.К. Турского, В.Д. Огиевского и А.И. Колесникова были заложены новые географические культуры ценных лесообразующих пород. Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства (под руководством А.С. Яблокова) заложил географические культуры сосны в Московской и Ростовской областях и дуба в Краснодарском и Ставропольском краях, Воронежской и Московской областях и Башкирской АССР. Воронежский лесотехнический институт создал большую коллекцию сосны и лиственницы в Воронежской области (М.М. Вересин, Р.И. Дерюжкин, В.И. Носков). Институт леса АН СССР заложил географические посадки сосны в Московской области (Л.Ф. Правдин).

*Третий период* (с 1954 г. – до настоящего времени) характеризуется широкой постановкой изучения формового разнообразия лесообразующих пород, разработкой теории и началом внедрения в лесное хозяйство элементов элитного семеноводства. Этот этап совпадает с постепенным возобновлением генетических исследований. Для него свойственны:

- систематическое изучение формового состава наиболее ценных лесообразующих, плодовых и технических древесных и кустарниковых растений практически во всех основных районах интенсивного лесного хозяйства;
- работы по гибридизации, завершающиеся производственными испытаниями новых форм, и изучение естественной гибридизации;
- признание и применение в практике лесного хозяйства теоретических положений о плюсовых деревьях и создание из их клонов семенных прививочных плантаций;
- поиск методов оценки селекционного материала;
- возобновление работ по экспериментальной полиплоидии и мутагенезу.

В нашей стране в 1971 году был создан Центральный научноисследовательский институт лесной генетики и селекции, который возглавил в то время селекционно-генетическую работу и стал координатором работ, проводимых научно-исследовательскими учреждениями Рослесхоза в разных лесорастительных зонах. При институте был создан Проблемный совет по лесной генетике, селекции, семеноводству и интродукции, в состав которого вошли видные ученые страны, и который определил основные направления селекционно-генетических исследований. В результате была заложена Государственная сеть географических культур основных лесообразующих пород для изучения генофонда. На её основе в нашей стране разработано лесосеменное районирование древесных пород, чем был поставлен заслон неправомерному использованию инорайонных, непригодных для данных условий семян. Проведены важные исследования по биотехнологии древесных растений, мутагенезу, гибридизации, генетике онтогенеза и другим вопросам. Разработаны нормативнометодические документы по многим направлениям, касающимся охраны генофонда, селекции, семеноводства, размножения, технологии создания лесосеменных плантаций и др. В разных зонах созданы научные и опытные селекционно-семеноводческие объекты по сосне, дубу, лист-

веннице и другим породам, начаты работы по выделению плюсовых деревьев, насаждений, генетических резерватов.

Выполненные в институте исследования дали положительные результаты по селекции сосны на смолопродуктивность, кедра сибирского – на урожайность орешков. Разработан метод функциональных тестов, позволяющий осуществлять раннюю диагностику наиболее важных свойств древесных растений в условиях специального экологического питомника. Установлено, что однократный отбор плюсовых по смолопродуктивности деревьев сосны приводит к повышению смолопродуктивности их потомства на 60–70 %. Это позволяет выращивать в лесной зоне европейской части России (до Урала включительно) высокосмолопродуктивные искусственные насаждения сосны для получения ценных лесохимических продуктов. Кроме того, такие насаждения будут более устойчивы к корневой губке, наносящей в настоящее время огромный экономический ущерб лесохозяйственному производству. В условиях Горного Алтая проведена селекция кедра сибирского на урожай орехов. Выделены высокоурожайные клоны, подобраны опылители к ним, разработаны рекомендации производству по использованию селекционного материала. Показано, что плантационные культуры кедра, созданные прививкой от лучших клонов, позволяют получать урожай орехов, в 2,0–2,2 раза превышающий урожай лучших природных насаждений кедра. Разработанный метод функциональных тестов дает возможность уже в 3-летнем возрасте оценить потомство плюсовых деревьев сосны по генетически обусловленному потенциалу роста и уровню адаптивности, что в 10 раз быстрее по сравнению с испытательными культурами.

Указанные работы были представлены в 2006 году на конкурс «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды – стратегия устойчивого развития России в XXI веке», авторы их награждены дипломами министра природных ресурсов Российской Федерации.

Идея селекционно-генетического улучшения лесов была принята отечественными лесоводами и нашла свое отражение в «Концепции развития лесного хозяйства Российской Федерации на 2003–2010 гг.», одобренной Правительством РФ. Ведущая роль генетических методов в растениеводстве подчеркнута в Законе Российской Федерации «О селекционных достижениях», в котором в ст. 24 отражена необходимость «стимулирования государством создания и использования селекционных достижений», так как «селекционные работы имеют приоритетное значение». Подобное утверждение содержит Федеральный закон «О семеноводстве», где в ст.15 говорится о необходимости государственной поддержки семеноводства.

Важная задача, поставленная перед лесным хозяйством Правительством РФ по интенсификации лесохозяйственной отрасли, означает не только увеличение объема рубок и переработки древесины, но и внедрение новых, более эффективных технологий лесовосстановления, в том числе создание быстрорастущих высокопродуктивных плантационных лесов, что невозможно без научных разработок, использования высококачественных семян, будущих сортов и другого ценного генофонда, который составит основу высокоэффективных технологий лесовосстановления в XXI веке.

## **Вопросы для самоподготовки**

1. Кто стоял у истоков лесной селекции?
2. Назовите особенности первого периода развития лесной селекции.
3. Основные достижения второго периода развития лесной селекции.
4. Что свойственно третьему периоду развития лесной селекции?

### 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Биологической основой улучшения лесных растений методами селекции является внутривидовой полиморфизм древесных пород. Изменчивость видов древесных растений формируется под влиянием наследственных задатков (генотипа) и условий окружающей среды (экологические факторы). Совместное их действие обуславливает внешний вид (фенотип) и свойства дерева. Для селекционеров наибольший интерес представляют формы изменчивости, обусловленные наследственными факторами и отражающими генотипическую структуру вида.

*Вид – это совокупность организмов, характеризующихся общностью происхождения и исторического развития, систем приспособления и воспроизводства и занимающих определенную территорию. Свойство организмов одного вида обеспечивать в ряду поколений материальную и функциональную неоднородность называется внутривидовой изменчивостью. Группа особей одного вида, сходная внутри себя по каким-то генетически обусловленным признакам и отличающиеся по ним от других групп, называется внутривидовым таксоном.*

Вид может быть подразделён на внутривидовые таксоны в такой иерархии: *подвид – климатип – почвенный экотип – популяция – форма – особь – клон.*

Основой для эволюции и селекции является *элементарная популяция или микропопуляция, т. е. совокупность особей одного вида, заселяющих определённую территорию, свободно скрещивающихся друг с другом и в той или иной степени изолированных от других совокупностей.* Каждый вид представляет совокупность огромного числа микропопуляций, произрастающих в различных почвенноклиматических условиях. Группы микропопуляций, приуроченные к определённым условиям среды и состоящие из биотипов, наследственно приспособленных к существованию в этих условиях, выделяют в качестве *экотипов: географических (климатипы), почвенных (эдафотипы), высокопоясных фитоценологических и др.*

Микропопуляции, составляющие один и тот же экотип, могут быть неравноценны между собой по наличию и соотношению различных *наследственных форм (морфологических, фенологических и т. д.) и биотипов.*

Большой интерес для селекционеров представляют *фенологические формы*, различающиеся по срокам начала вегетации (рано- и позднезапускающиеся) и характеризующиеся неодинаковыми эколого-биологическими и лесоводственными свойствами. Наиболее полно они изучены у дуба черешчатого. Подобные формы выявлены также у бука восточного, осины, каштана посевного, ясеня, ели обыкновенной, ольхи чёрной, пихты сибирской и ряда других пород.

Значительное формовое разнообразие у древесных пород установлено по многим морфологическим признакам: цвет, размер, форма семян, шишек, мужских колосков; трещиноватость коры; тип ветвления и габитус кроны; форма и опушение листьев и многие другие. Однако сведения о лесоводственной ценности той или иной морфологической формы довольно противоречивы, выявленные корреляции часто случайны и характерны лишь для какой-то ограниченной выборки деревьев. Некоторые исследователи считают вообще бесперспективным отбор высокопродуктивных деревьев или насаждений по этим косвенным признакам.

Наименьшей единицей внутри вида является *биотип, т. е. группа особей вида или разновидности, обычно не имеющая чётких морфологических отличий от других групп, но обладающая устойчивыми биологическими или физиологическими особенностями.*

Поскольку древесные породы являются типичными перекрестниками, в лесных популяциях практически невозможно встретить абсолютно идентичные по генотипу экземпляры. Следовательно, *биотипом* является любое отдельное дерево или его клон, т. е. совокупность экземпляров, представляющих собой вегетативное потомство одного дерева.

## **Вопросы для самоподготовки**

1. Что является биологической основой улучшения лесных растений методами селекции?
2. Дайте определение вида.
3. Что такое внутривидовой таксон?
4. Что такое популяция?
5. Что выделяют в качестве экотипов?
6. Дайте определение биотипа. Что является биотипом в лесном хозяйстве?

## 4 МЕТОДЫ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Селекция растений осуществляется в двух направлениях: а) последовательный отбор в ряду поколений и массовое размножение лучших по хозяйственно ценным признакам популяций, форм, особей. Это – *аналитическая селекция*, при которой не создаётся новых форм, а используется всё лучшее, что сформировано природой в процессе эволюции; б) получение новых форм путём гибридизации и искусственного мутагенеза. Это – *синтетическая селекция (комбинационная и мутационная)*.

## 4.1 Отбор как метод селекции растений

В лесной селекции выделяются *два направления отбора*: 1. Проведение отбора в гетерогенных природных популяциях и сбор семян с лучших деревьев для выращивания из них высокопродуктивных искусственных лесных насаждений в определенных лесорастительных условиях. 2. Создание новых высококачественных и производительных сортов древесных растений с плантационным выращиванием их на высоком агрофоне, с сокращенным оборотом рубки. Рубки на плантациях проводятся в период промышленной, а не естественной спелости. Как и в плодоводстве и декоративном садоводстве, при создании промышленных плантаций применяется преимущественно вегетативное размножение отселектированных форм.

*Отбор – неотъемлемая часть селекционного процесса.* Применяемые в селекции растений отборы можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 5. Различают отбор естественный и искусственный.

В популяциях лесных древесных растений наблюдаются три основные формы естественного отбора: *направленный или движущий, стабилизирующий и дизруптивный.*

*Направленный (движущий) отбор* – из популяции в процессе развития древостоев отмирает один из генотипов с положительным или отрицательным отклонением значения признака от среднего. У лесных древесных пород гибель в онтогенезе отстающих по росту особей. *Направленный (движущий) отбор* наиболее характерен для признака продуктивности по высоте.

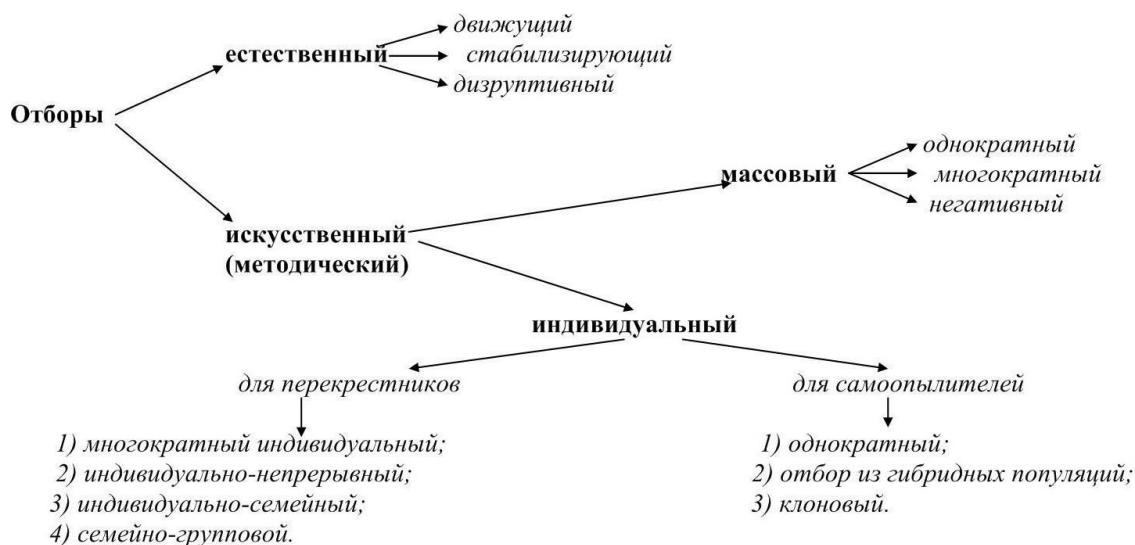


Рисунок 2 – Классификация отборов

*Стабилизирующий отбор* наблюдается при пониженной адаптивной ценности признака, когда в популяции отмирают особи, имеющие генотипы с крайними отклонениями признака (возрастает частота гетерозигот). Например, превалирование прироста гетерозиготных особей в раннем возрасте у ели, березы и других пород.

*Дизруптивный отбор* – определенные преимущества имеют оба генотипа с крайними отклонениями признака. В зависимости от типа скрещивания, между ними возникает различное распределение генотипов. Дизруптивный отбор установлен по времени окончания прироста в популяциях ели и дуба, в состав которых входят рано- и позднезрелые формы.

В лесной селекции применяют следующие типы искусственного (методического) отбора: *массовый и индивидуальный*.

### 4.1.1 Массовый отбор

*Массовый отбор, или отбор лучших климатических экотипов (отбор по происхождению)*, является простейшим методом селекции, который положен в основу районирования, переборки семян лесных древесных растений. При помощи географических культур установлено большое влияние происхождения семян на рост и качество лесных насаждений сосны, ели, дуба, лиственницы и других видов древесных растений, как в пределах естественного ареала, так и при интродукции.

При массовом отборе отбирают большое количество растений, которые в наибольшей степени отвечают задачам селекции, и размножают их совместно.

Массовый отбор бывает *однократным, многократным и негативным*.

При *негативном отборе*, отбирают не лучшие растения, а удаляют из насаждения худшие особи. В лесоводстве процесс негативного отбора осуществляется рубками ухода и санитарными рубками, при которых вырубается худшие по селектируемому признаку и больные растения.

Пример *однократного массового отбора*: с лучших деревьев перед рубкой собирают семена и используют для посева. Эффективность такого отбора небольшая, т. к. растения перекрестноопыляемые, поэтому семена имеют как материнскую, так отцовскую наследственность. При таком отборе нельзя ожидать получения строго выраженного потомства, которое полностью бы унаследовало ценные признаки материнских деревьев. Но если при выращивании сеянцев из этих семян применить последующий отбор на быстроту роста, то посадочный материал значительно улучшится. Поэтому однократный массовый отбор является простым и доступным по технике проведения и его следует рекомендовать для использования в практике лесного хозяйства.

Более эффективен *многократный массовый отбор*, повторяемый в ряде потомств. Этот отбор применяется широко в сельскохозяйственной практике. А вот применять его в лесном хозяйстве почти невозможно, так как он займет десятки лет – надо дожидаться каждый раз начала плодоношения отбираемых лучших древесных растений. Этот метод отбора можно применять только у ценных кустарниковых пород, рано вступающих в стадию плодоношения (лещина обыкновенная, облепиха и т. д. при искусственном разведении), а также при вегетативном размножении. При вегетативном размножении обычно полностью наследуются материнские свойства и признаки. Методика отбора такая же, как и при семенном размножении. В насаждениях или зарослях кустарников отбирают особи, с которых режут черенки для последующего их размножения. Черенки высаживают вместе без учета индивидуальных особенностей. Такие экземпляры будут служить объектами для последующего отбора.

Отбор лучших особей в ряду поколений получил название *непрерывного массового отбора*.

При позитивном массовом отборе в лесном хозяйстве применяют разные методы:

- отбор лучших географических происхождений, или климатипов;
- отбор лучших эдафотипов в пределах какого-либо географического района;
- отбор лучших (плюсовых) насаждений;
- отбор лучших (плюсовых) деревьев;
- отбор лучших сеянцев в питомниках и семян по крупности и качеству.

### 4.1.2 Отбор географических происхождений, или климатипов

Изучение насаждений из привозных семян еще в XIX веке показало, что лучшим ростом и качеством отличаются насаждения, созданные из местных семян.

За основную единицу лесосеменного районирования принят *лесосеменной район*, т. е. некоторая территория (в пределах ареала вида) со сравнительно однородными природными условиями и генотипическим составом популяций, с ясно выраженными природными и лесохозяйственными особенностями, которые обуславливают общий характер основных мероприятий по организации лесного семеноводства и использованию однородного по наследственным свойствам семенного материала. Лесосеменной район в ряде случаев разделяется на несколько подрайонов, т. е. на территории, характеризующиеся большей однородностью лесорастительных условий и генотипического состава популяций. Лесосеменные районы расположены на территории одного или нескольких административных подразделений (республика, край, область) или их части.

В пределах ареала вида лесосеменные районы не равноценны между собой по площади, представительству отдельных лесных формаций, перспективам развития семенной базы, лесокультурному фонду данной породы и т. п.

Для каждого лесосеменного района (подрайона) предусмотрено использование семян из популяций определенного эколого-географического происхождения. Предпочтение отдается семенам местных и смежных с ними популяций, наиболее адаптированных к природным условиям района.

Под *местными* понимаются семена, собранные непосредственно в пределах лесосеменного района.

Семена, заготовленные в других лесосеменных районах, называются *инорайонными*.

В равнинных областях, отличающихся постепенным изменением биологических признаков деревьев, допускается переброска семян по территории всего лесосеменного района, а также между контактирующими районами и подрайонами. В горных районах, характеризующихся резким изменением условий местопроизрастания в зависимости от высоты местности, перемещение семян рекомендуется лишь в пределах 200–400 м по вертикали от места их заготовки.

В каждом лесосеменном районе (подрайоне) семена предложено собирать отдельно по хозяйственным группам типов леса. В ценных массивах в семенные годы должен обеспечиваться полный сбор семян для последующего использования их в годы неурожая. Для древесных пород с отчетливо выделяющимися фенологическими формами семена заготавливают и используют отдельно по этим формам.

Применительно к сосне обыкновенной рекомендуется перемещать семена с севера на юг в северо- и среднетаежной подзоне на 400–500 км (4°), в лесостепной зоне на 500–600 км (5°). С юга на север расстояния уменьшаются вдвое. В границах указанных подзон перемещение семян с востока на запад рекомендуется на расстояния 500 км (10°), 600–700 км (10–11°), 700–850 км (10–12°). С запада на восток расстояния уменьшаются вдвое.

В горных условиях перемещение семян допускается снизу вверх примерно на 200 м, сверху вниз на 400 м.

Такое районирование называется *высотно-поясным*.

### 4.1.3 Отбор лучших эдафотипов

Закономерности, отмеченные в поведении климатипов, не всегда проявлялись в результате того, что при сборе семян не учитывались почвенно-экологические условия.

Основные выводы М.М. Вересина (цит. по Цареву) сводились к трем положениям:

– в целях повышения успешности и продуктивности насаждений сбор и использование семян следует, как правило, производить с учетом типов леса и условий произрастания, группируя их соответствующим образом;

– в пределах каждой группы сбор семян следует производить в наиболее продуктивных древостоях, на лучших почвах;

– при нехватке семян в некоторых группах переброску их можно допускать из смежной группы с более продуктивными древостоями и почвами в менее продуктивную в данном экологическом ряду, но не наоборот, а для равноценных по продуктивности групп – с учетом их экологических условий и диапазона приспособляемости получаемого от каждой из них лесокультурного материала.

При этом для дуба в условиях лесостепи он наметил пять групп типов леса и условий произрастания, которые необходимо разграничивать при сборе и использовании желудей.

*Первая группа* охватывает нагорные свежие дубравы и переходные от них к влажным и сухим – дубняки снытевый, снытевоосоковый и осоковый (эдатоны  $D_{2-3}$ ,  $D_2$   $D_{2-1}$ ).

*Вторая группа* – нагорные дубняки на солонцеватых почвах «солонцах» (осолоделые суглинки) (эдатоны  $D_{1-0}$ ,  $D_0$ ,  $C_0$ ).

*Третья группа* – дубняки по тальвегам и нижним склонам оврагов, на овражном аллювии и делювиальных шлейфах (эдатон  $D_3$ ).

*Четвертая группа* – комплекс пойменных дубрав, эдатоны колеблющегося увлажнения ( $D_{2-5}$ ,  $C_{2-5}$ ).

*В пятую группу* выделились подборовые левобережные дубняки.

При нехватке желудей в пределах отдельных групп можно считать условно допустимой переброску их из группы первой во вторую, третью и четвертую, но не наоборот. В отношении низкопродуктивных дубняков (IV и V бонитеты) второй группы необходимы дальнейшие исследования природы их наследственной изменчивости. Возможно, что в ряде случаев окажется целесообразным высевать вместо местных семян, семена от лучших древостоев, как это рекомендовал еще Буркгардт для сосны.

В отношении сбора и использования семян сосны для условий лесостепи и области хвойно-широколиственных лесов (европейская часть России) М.М. Вересиным (цит. по Цареву) намечено также пять групп типов леса и местопроизрастания.

*Первая группа* – сложные сосняки (субори) – эдатоны  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $C_0$ ,  $C_1$ . К последней группе могут быть условно причислены и меловые боры.

*Вторая группа* – свежие боры: брусничники, верещатники, кисличники, черничники и географически замещающие последние в южных массивах молиниевые травяные боры (эдатоны  $A_2$ ,  $A_3$ ).

*Третья группа* – лишайниковые и лишайниково-травяностепные боры (эдатоны  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_I$ - $B_I$ ).

*Четвертая группа* – боры сфагновые и долгомошники (эдатоны  $A_5$ ,  $A_4$ ).

*Пятая группа* – травяно-болотно-пойменные сосняки. Преимущественно субори (эдатоны  $B_4$ ,  $B_5$ ,  $C_4$ ), отчасти боры (травяноболотные).

Группа свежих боров по наследственным свойствам сосны определенно обособляется от сосняков болотных и суборей, менее существенно от группы сухих боров. При нехватке

семян можно допустить переброску их из ближайших по экологическому характеру типов местопроизрастания; из группы первой в группы вторую, третью, пятую; из группы второй (свежие и влажные боры) в группу третью (из свежих боров) и четвертую (из влажных боров-черничников и молиниозников). В отношении сухих и болотных боров (группы третьей и четвертая) необходимы более обстоятельные исследования природы наследственной изменчивости сосняков.

*Отбор лучших (плюсовых) насаждений.* Отбор насаждений выше среднего качества – это одно из направлений позитивного отбора. Производится он следующим образом. В данном географическом или лесосеменном районе выбирают лучшие по продуктивности, форме стволов и другим качествам насаждения и только их используют для заготовки семян и последующего выращивания растений.

*Отбор лучших (плюсовых) деревьев.* Выбирают наиболее соответствующие задачам селекции старые деревья, которые также называют отборными, материнскими, плюсовыми или элитными. Из черенков этих деревьев без предварительной оценки их наследственных свойств создают прививочные плантации (так называемые прививочные семенные плантации первого поколения или порядка). Ожидается некоторое повышение продуктивности насаждений, созданных из семян, полученных на этих плантациях. Однако эти ожидания особенно при селекции на продуктивность по массе не всегда оправдываются. При селекции на другие признаки (форму ствола и кроны, устойчивость и др.) массовый отбор по фенотипу может быть более эффективным. Примерами могут служить массовый отбор на позднее распускание елей в местах, где часто бывают поздневесенние заморозки;

*Отбор в питомниках и среди семян.* Этот отбор может включать сортировку: растений по величине и семян по массе.

*Особенности массового отбора.* Несмотря на достигнутые успехи использования массового отбора, его основные недостатки значительно снижают его эффективность. К ним можно отнести:

– невозможность проверки отбираемых растений по их потомству. Массовый отбор стараются проводить на участках, однородных по рельефу и плодородию почв. Но это не избавляет от наличия в общем сборе семян наряду с семенами наследственно ценных деревьев и таких, которые выделяются в результате положительных модификаций, вызванных лучшим увлажнением почв, микрорельефом и действием других случайных благоприятных условий. В последующих повторных отборах в результате неоднородности условий выращивания выбраковка таких малоценных растений очень затруднена, а при однократном отборе она вообще исключена;

– массовый отбор не позволяет выделить из популяций наиболее ценные в селекционном отношении формы и реализовать их преимущества. Это происходит ввиду того, что в каждой популяции, вследствие случайного характера изменчивости, число растений, обладающих сочетанием наиболее ценных признаков, обычно невелико. Они могут быть значительно более продуктивными по сравнению с большинством хороших типичных растений, но на общую продуктивность всех отобранных растений ценные качества таких форм не окажут существенного влияния.

Массовый отбор в лесной селекции основан на использовании изменчивости, возникшей в итоге естественного отбора. Он проводится искусственным отбором деревьев в естественных насаждениях, рубками ухода, а также сортировкой сеянцев и саженцев при закладке культур. Разновидности массового отбора – семейный и клоновый отборы – заключаются в закладке и обмере испытательных плантаций. Древесные породы с широким ареалом имеют четко выраженную географическую изменчивость, поэтому селекция наилучших географических рас или климатипов становится предметом массового отбора. После этого в пределах наилучших рас и климатипов проводится групповой и индивидуальный

отборы с целью интенсивной селекции. Для этого семена обычно собирают от нескольких деревьев в насаждениях, из которых отдельно выращивают сеянцы для определения селекционного дифференциала. Селекционный дифференциал, помноженный на наследуемость, определяет путь к генетическому улучшению отбираемой популяции. *Селекционным дифференциалом называют разницу между средней величиной признака в насаждении и отобранными деревьями, семенами или клонами.* Он выражается в процентах. Например, если при испытании потомства средняя высота деревьев составляет 20 м, а высота отобранного 21 м, то селекционный дифференциал будет равен  $21 - 20 = 1$  м, или 5 %.

Для облегчения измерения селекционного дифференциала его часто выражают *величиной стандартного отклонения  $\sigma$* . При массовом отборе в питомнике или отборе растений, устойчивых к болезням в условиях эпидемии, селекционный дифференциал равен 3–4  $\sigma$ , при массовом отборе в однородном естественном насаждении или в культурах, селекционно не улучшенных 2–3  $\sigma$ , при семейном отборе он равен 1–2,5  $\sigma$ .

Для повышения наследуемости рекомендуется соблюдение следующих трех условий: 1) проведение отбора по всему географическому ареалу вида, а не только в одном насаждении; 2) включение в работу по отбору признаков с большими аддитивными генетическими вариантами после испытания по потомству; 3) проведение до начала отбора гибридизации между видами, расами деревьев различного происхождения с целью накопления изменчивости вида.

Эффективность отбора можно увеличить проведением его в чистых, равномерно размещенных разновозрастных насаждениях, в сходных условиях произрастания, сравнивая деревья одного яруса. Испытания потомства при семейном отборе проводятся в выравненных условиях. Одновременно с отбором лучших семей отбираются и лучшие деревья внутри каждой семьи. Такой отбор, наиболее распространенный в практике, называется комбинированным. Комплексное использование массового, комбинированного (семейного и внутри-семейного) и клонового отборов широко применяется к лесным древесным породам.

#### 4.1.4 Индивидуальный отбор

Некоторые недостатки, присущие методу массового отбора, устраняются при использовании индивидуального отбора.

*Индивидуальный отбор* – это отбор лучших биотипов, или клонов, а также ценных форм в популяциях и экотипах. Индивидуальный отбор плюсовых деревьев по фенотипу без проверки по потомству соответствует однократному массовому отбору в сельском хозяйстве.

*Метод индивидуального отбора при семенном размножении, как и массовый, требует длительного времени.* В лесном хозяйстве, в частности в селекции лесных культур, наиболее перспективен индивидуальный отбор лучших деревьев, т. е. плюсовых. Наследственная ценность таких деревьев может быть установлена путем испытания клонов или потомства. Для этого с плюсовых деревьев нарезают черенки, которые прививают на другие подвои. Привитые деревца (*пять-десять* растений каждого клона) от различных плюсовых деревьев выращивают в одинаковых условиях на относительно большом расстоянии друг от друга. Наблюдения за ростом и физиологическим состоянием выращиваемых растений позволит дать оценку отобранных плюсовых деревьев. При этом следует учитывать, что подвои, если они не однородные по генотипу, могут неодинаково влиять на привои. Это обстоятельство может затруднить сравнения привоев. В связи с этим более надежным будет испытание клонов при укоренении черенков, срезанных с плюсовых деревьев. В настоящее время разрабатываются и испытаны многочисленные способы укоренения черенков с большинства древесных и кустарниковых пород. Э. Ромедер и Г. Шенбах предложили метод индивидуального отбора при семенном размножении в форме селекции семейством. При этом методе отби-

рают несколько десятков плюсовых деревьев, в семенной год собирают семена или плоды с каждого дерева отдельно и высевают раздельно. Затем сеянцы высаживают на опытные делянки, где изучают потомство от свободного опыления. От каждого семейства выбирают *десять* растений, а затем из каждого потомства – *десять* наиболее продуктивных деревьев и заготавливают с них семена или плоды. Недостаток – длительный срок, неизвестен опылитель-отец, который может быть худшим деревом и передать эти худшие свойства по наследству.

*Индивидуальный многократный отбор* проводится по тому же принципу, т. е. отбирается несколько десятков плюсовых деревьев, в семенной год собирают семена, высевают с каждого отдельно и высаживают отдельно. Затем из каждого потомства после вступления его в пору плодоношения отбирают *десять* лучших особей, с которых собирают семена и высевают их отдельно. И так можно повторять несколько раз, и такой отбор будет длиться десятки лет. У кустарников этот период будет значительно меньше, т. к. они намного раньше вступают в пору плодоношения по сравнению с древесными породами. Однако при вегетативном размножении принципы и методы индивидуального отбора остаются такими же, как и при семенном размножении. Черенки режут с отобранных по прямым или коррелятивным признакам лучших деревьев и кустарников. Можно использовать отводки или корневые отпрыски. Клоны высаживают на испытательный участок для сравнения быстроты роста, или каких-либо других качеств материнских особей. Сравнительную оценку проявления признаков у различных клонов деревьев на быстроту роста можно проводить в *четырёх-пяти – летнем* возрасте, по другим признаком – позже, но не позднее *семи-десяти* лет. У кустарников в более раннем возрасте, например у ив – в два-три года.

После оценки потомства лучшие материнские особи можно использовать для сортового размножения. Этот метод широко применяется при испытании различных форм тополей.

Метод отбора базируется на широкой изменчивости растений.

При выборе методов селекции во всех случаях необходимо проводить генетический анализ исходных популяций и определять направленность естественного отбора.

### 4.1.5 Клоновый отбор

*Клоновый отбор* – это индивидуальный отбор в селекции растений, размножаемых вегетативно. Этот отбор применяется в комплексе с семейным отбором при испытании перспективных сеянцев, которые размножают вегетативным путем (черенкованием или прививкой). Различия между переменными гибридными сеянцами и сеянцами от свободного опыления перекрестников можно проследить и получить необходимый материал для их дальнейшего размножения. Клоновый отбор лесных древесных пород проводится после семейного отбора на ОКС и СКС. Отбор проводится у растений от лучших семей для последующего плантационного разведения лучших клонов. Посадкой отобранных клонов достигается однообразие сорта. Однородность вкусовых качеств, толщины оболочки орехов и одновременности созревания плодов высоко ценятся в сортоводстве ореха грецкого, лещины и других орехоплодных древесных растений. Для предупреждения болезней, связанных с однообразием потомства, на промышленных плантациях рекомендуется выращивать смеси клонов. При клоновом отборе требуются особые испытания смены поколений. Например, при селекции тополя в результате скрещиваний получают семьи полных сибсов, у которых в 10-летнем возрасте (возраст стабилизации приростов у быстрорастущих пород) проводят селекционную инвентаризацию. Отобранные семьи рекомендуются для разведения. При клоновом же отборе 10-летние сеянцы лучших семей подвергаются массовому отбору и клоновому испытанию. Лучшие сеянцы каждой семьи при клоновом отборе подвергаются срав-

нительному испытанию в возрасте от *одного* до *десяти* лет, а отобранные клоны рекомендуются в производстве только в 20-летнем возрасте. Для покрытия расходов после такого продолжительного испытания в клоновый отбор включают гибридные семьи от наиболее перспективных вариантов скрещивания, внутрисемейные различия потомков которых так же велики, как и межсемейные. Этот вид отбора успешно применен для тополей, ясеней, ильмовых и других пород.

Приемы сочетания гибридизации с семейным и клоновым отборами значительно ускоряют селекционный процесс у растений, хорошо размножаемых вегетативным путем.

#### 4.1.6 Эффективность отбора

*Наследственное улучшение селекционируемого признака за одно поколение названо эффективностью отбора – R.* Этот показатель служит для выбора оптимального метода селекции. Самый простой метод селекции лесных древесных пород – массовый отбор по фенотипу.

Для эффективного отбора по фенотипу необходима достаточно высокая фенотипическая изменчивость селекционируемого признака в популяции. Если изменчивость признака незначительна, то даже при очень высокой его наследуемости отбор будет неэффективным. Эффективность отбора определяется: а) высокой фенотипической изменчивостью селекционируемого признака в популяции; б) величиной популяции, так как эффект отбора основан на фиксации редко встречаемых генов и является функцией величины исходного насаждения. При одинаковом уровне генотипического разнообразия отбор обычно более эффективен в популяциях с наибольшим отклонением средней величины признака отбираемых особей от средней величины в исходной популяции.

Анализ природных популяций лесных древесных растений по их вегетативному и семенному потомству показал, что первый этап определения эффективности отбора заключается в определении степени генетической обусловленности отбираемого признака  $H^2$  и корреляционных связей его с другими доступными определению признаками. Если среди изучаемого набора имеются признаки с высокой диагностической ценностью (высоким значением  $H^2$ ) и достаточно тесной корреляцией с селекционируемым признаком, то проводится дальнейший анализ. Эффективность отбора определяют по улучшаемому признаку. В наиболее простом случае при отборе по одному признаку с аддитивным наследованием эффективность отбора  $R$  в  $F_1$  определяется линейным уравнением:

$$R = Sh^2 \text{ или } R = SH.^2 \quad (1)$$

Для наиболее объективной оценки эффекта отбора целесообразно применять уравнение

$$R = r_t r_e r_y S, \quad (2)$$

где  $r_t$  – возрастной показатель изменчивости;  $r_e$  – экологический показатель изменчивости;  $r_y$  – стабильность значений признака в различные семенные годы.

Величина селекционного дифференциала  $S$  (различия средней отобранных особей и средней популяционной) зависит от коэффициента интенсивности отбора и фенотипической изменчивости признака. При максимальной интенсивности отбора, когда для размножения отбираются лишь единичные, а может быть, всего одна наиболее выдающаяся особь, селекционный дифференциал достигает максимального значения. При уменьшении интенсивности отбора средняя величина признака отбираемых особей падает, что уменьшает величину селекционного дифференциала. Эффективность отбора зависит также от числа признаков, по которым одновременно ведется отбор. Поэтому чем больше селекционируемых признаков, тем больше особей по отдельному признаку, т. е. чем меньше интенсивность отбора, тем сильнее уменьшается значение селекционного дифференциала.

У большинства древесных видов искусственный отбор направлен на увеличение размеров дерева и положительный компенсирующий эффект отбираемых генотипов.

Перед селекционерами часто возникает вопрос: как проводить отбор – по *прямому или корреляционному признаку*? Отбор по корреляционному признаку называют косвенным, а признак – вторичным, или косвенным. Для правильного выбора метода отбора определяют прямую эффективность отбора по улучшаемому признаку  $x$  и коррелированную эффективность отбора, получаемую в результате отбора, – по вторичному (косвенному) признаку  $y$ :

$$CR_x = R_x r_g \sqrt{H_y^2} / \sqrt{H_x^2} \quad (3)$$

где  $R_x$  – прямая эффективность отбора;  $CR_x$  – коррелированная эффективность отбора;  $r_g$  – коэффициент генотипической корреляции между признаками  $x$  и  $y$ ;  $H_x$  – коррелирующая наследуемость улучшаемого (прямого признака);  $H_y$  – наследуемость вторичного (косвенного признака).

#### 4.1.7 Селекционная оценка деревьев и насаждений

Понятия «плюсовое насаждение» и «плюсовое дерево» вошли в практику отбора лучших насаждений и деревьев во многих странах. Сочетание группового отбора плюсовых насаждений с индивидуальным отбором плюсовых деревьев в лесной селекции называют – *селекционной инвентаризацией*.

Комплекс работ по селекционной инвентаризации состоит из двух этапов: *рекогносцировочного обследования* отобранных по лесоустроительным материалам насаждений и *детального обследования* (закладкой пробных площадей) отдельных, наиболее выдающихся по селективируемым признакам древостоев. Для рекогносцировочного обследования подбирают естественные (аутохтонные) насаждения, не подвергавшиеся приисковому, выборочному рубкам и представляющие наиболее распространенные в рассматриваемом лесорастительном районе типы леса. Обследование осуществляется путем прокладки маршрутных ходов по намеченным насаждениям из расчета 6–8 км на 1000 га площади.

Селекционная оценка древостоев предусматривает выделение плюсовых, нормальных и минусовых насаждений (рисунок 3).

При инвентаризации молодняков (до 11 лет) отмечают лишь лучшие по качеству насаждения без более детального отнесения их к какой-либо категории качества. В насаждениях старше 11 лет и до 50 выделяются: нормально лучшие, нормально средние и минусовые, а с возраста 51 год – все четыре категории качества.

Селекционная категория насаждения определяется по количеству деревьев данной породы, пригодной для сбора семян – плюсовых, нормально лучших и нормально средних (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика категорий насаждений

| Категория насаждений         | Количество деревьев пригодных для сбора семян, % |       | Использование |
|------------------------------|--------------------------------------------------|-------|---------------|
|                              | сосна                                            | ель   |               |
| Плюсовые насаждения          | >75                                              | >65   | ПЛСУ          |
| Нормально лучшие насаждения  | 74–50                                            | 64–40 | ПЛСУ и ВЛСУ   |
| Нормально средние насаждения | 49–30                                            | 39–30 | ВЛСУ          |

*Плюсовые насаждения* встречаются редко. Они представляют большую ценность как источник самого высококачественного посевного и прививочного материала. Эти насаждения высших бонитетов с деловой первоклассной древесиной, здоровые и без повреждений.

Плюсовые насаждения являются заказниками, рубки главного пользования в них запрещены. В плюсовых насаждениях проводится тщательная подеревная инвентаризация с целью удаления всех малоценных деревьев и содействия росту и плодоношению лучших.

На каждое плюсовое насаждение заводится специальный паспорт с подробной характеристикой насаждения. На плане указывается его местонахождение.

*Нормально лучшее насаждение* высокой производительности и среднего качества.

*Нормально среднее насаждение* средней производительности и среднего качества.

Инвентаризация древостоев проводится по ширине и форме кроны, форме ствола, степени очищенности стволов от сучьев, смолопродуктивности, по качеству древесины и т. д.

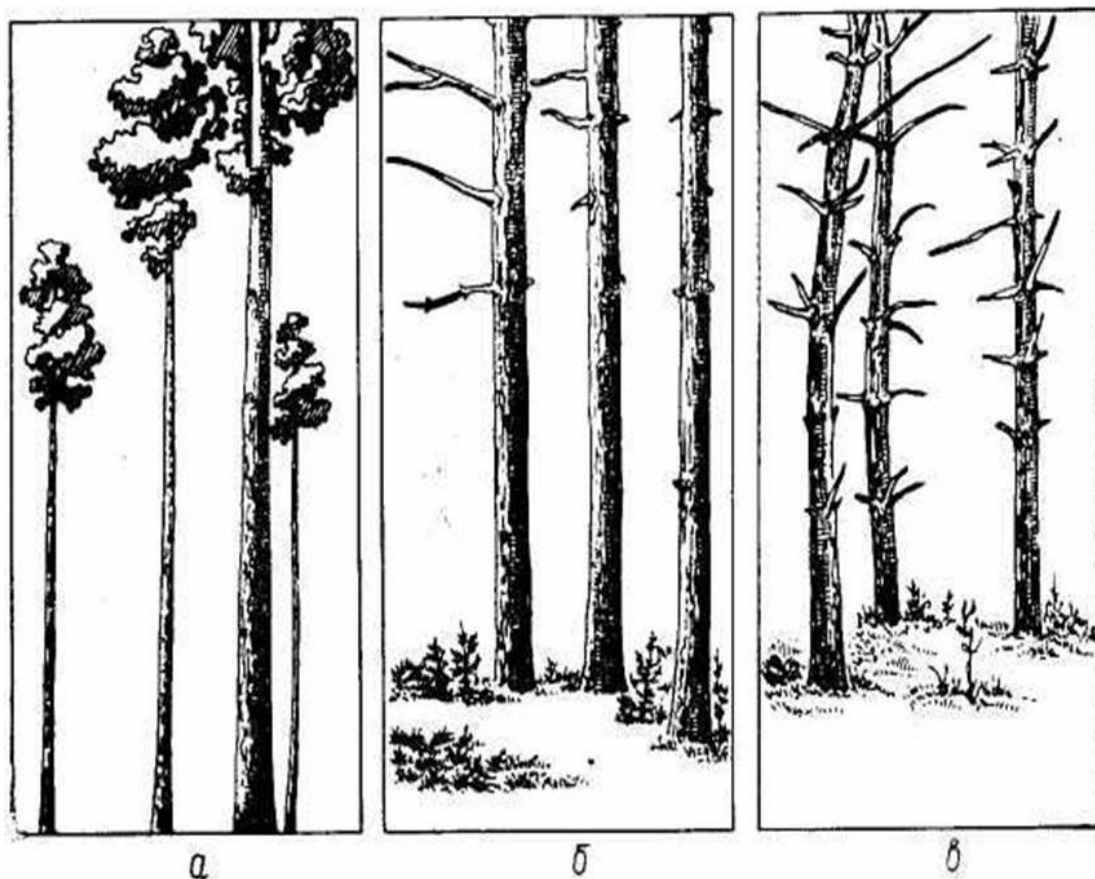


Рисунок 3 – Селекционные категории насаждений: а) плюсовые; б) нормальные; в) минусовые

*Плюсовые деревья* должны обладать повышенными хозяйственными показателями по сравнению с другими рядом растущими в одинаковых условиях одновозрастными деревьями данного вида (рисунок 4).

*Плюсовое дерево – это самое лучшее дерево по продуктивности и хозяйственной ценности формы, выделенной в результате генетико-селекционного анализа популяции данного вида в определенных конкретных лесорастительных условиях.*

При обязательной одновозрастности и одинаковой площади питания с растущими рядом одновидовыми экземплярами они должны иметь высокий прирост в высоту и по диаметру, хорошее самоочищение от тонких сучьев, без наростов на стволе и косослоя, полндревесный и прямой ствол, устойчивость к болезням. Высота плюсового дерева на 15–20 % выше средней высоты насаждения, а диаметр на 30–35 %. Это деревья без каких-либо пороков и повреждений, с превосходной очищенностью, с полной сглаженностью мест старых мутовок. Безсучковая часть ствола плюсового дерева около  $\frac{3}{4}$  его высоты.



Рисунок 4 – Селекционные категории деревьев сосны обыкновенной: а) плюсовые; б) нормальные; в) минусовые

Плюсовые деревья, показавшие при семенном размножении высокий уровень наследования хозяйственно ценных признаков и свойств, выделяются в группу *элитных деревьев*. Отбор элитных деревьев, проверенных по потомству, соответствует индивидуальному отбору сельскохозяйственных растений, т. е. отбору по генотипу. Плюсовые деревья встречаются редко. Их необходимо выявлять в процессе всех полевых работ по лесоустройству, а не только на пробных площадях. На каждое плюсовое дерево заводится специальная учетная карточка, в которой дается порядковый номер и подробная характеристика его, окружающих деревьев и всего насаждения, а также план местонахождения плюсового дерева с увязкой просек и дорог. Плюсовые деревья необходимо тщательно оберегать от какихлибо повреждений.

*Нормальные деревья* характеризуются промежуточными признаками между плюсовыми и минусовыми деревьями. *Нормальные деревья делят на две группы: нормально лучшие и нормально средние.*

*Нормально лучшие* деревья сильного роста и среднего качества. По высоте они превосходят средние на 10–15 %, по диаметру на 25–30 %. От плюсового нормально лучшее дерево может отличаться отсутствием какого-либо одного положительного признака при наличии всех остальных.

*Нормально средние* деревья (2-го и 3-го классов роста по Крафту) не имеют явных пороков, повреждений и болезней, но имеют дватри отрицательных признака, например: однобокую крону, небольшую кривизну ствола, небольшие утолщения в местах старых мутовок и т. д.

*Минусовые деревья* (4-5-го классов роста по Крафту) – низкокачественные, поврежденные, больные, кривоствольные, сучковатые, с плохой очищенностью от сучьев.

*Сохранение биоразнообразия.* В зависимости от поставленных целей, биологических особенностей древесных пород и характера исходного материала возможно как дифференцированное, так и комбинированное использование названных выше методов лесной селекции. Безусловно, селекционный эффект будет тем выше, чем интенсивнее применяемый

метод. Вместе с тем, с возрастанием его интенсивности сужается исходный генетический полиморфизм лесных популяций. Чрезмерное его ограничение может привести к утрате генов, контролирующих те или иные признаки, что неизбежно скажется на устойчивости и долговечности создаваемых лесов.

Проблеме сохранения генетического разнообразия лесов уделяется всё большее внимание, особенно в связи с сокращением природных ресурсов и расширением зон экологического бедствия. Известно, что не ресурсные, а экологические функции определяют в настоящее время планетарное значение лесов. Этот принцип развития лесного хозяйства вытекает из решений международных конференций по защите лесов и сохранению биологического разнообразия (Страсбург, 1990; Рио де Жанейро, 1992; Хельсинки, 1993; Монреаль, 1993 и др.) и определяет стратегические направления селекционных работ. Должно быть обеспечено сохранение баланса между отбором генотипов с высоко предсказуемой селекционной ценностью и одновременно поддержанием уровня изменчивости растений. Это достигается сочетанием долгосрочной стратегии, направленной на сохранение генетического разнообразия с максимальным исключением возможности инбридинга, и краткосрочной стратегии, в основе которой – ограничение генетической изменчивости и по возможности быстрое выделение желаемых генотипов. В итоге леса будущего должны представлять мозаику участков естественного возобновления, лесных культур и плантаций, высаживаемых с использованием селекционно улучшенного материала.

#### 4.1.8 Диагностика признаков при индивидуальном отборе

Селекционная оценка растений на ранних этапах онтогенеза получила название *ранней диагностики наследственных качеств лесных растений*.

Здесь очень важно выявить связи между селекционируемыми признаками (*прямыми*) и связанными с ними неселекционируемыми (*коррелятивными*). В качестве коррелятивных признаков, указывающих на относительно высокую интенсивность роста, можно назвать:

- у *сосны* – крупность, черную (или светлую) окраску семян, узкую (или широкую) крону, состав монотерпенов, число почек в мутовке;
- у *ели* – гладкую (или чешуйчатую) кору, гребенчатый тип ветвления, красную окраску у макростробилов, светлую окраску хвои;
- у *сосны кедровой сибирской* – небольшое количество почек (две-три) у сеянцев (до 3–5 лет) и большое количество почек (пять-шесть) у растений старше 5 лет;
- у *сосны, ели, кедра* – большое количество семядолей у всходов;
- у *дуба* – зеркальную кору и одну-две почки на вершине центрального побега;
- у *лиственницы* – щелочность хвои.

У *осины* отмечается положительная корреляция между устойчивостью древесины к гниению от ложного трутовика и зеленой окраской коры. Фиолетовая окраска семядолей и хвои у однолетних сеянцев *сосны обыкновенной* и *сибирской*, *ели европейской* указывает на их повышенную зимостойкость; ажурная крона у *сосны* на повышенную смолопродуктивность; груботрещиноватая кора у *березы* – на свилеватость (узорчатость) древесины, а гладкая – на прямослойность.

Связь селекционируемого признака с коррелятивным очень наглядно прослеживается у *карельской березы*, о чем говорят данные А.Я. Любавской (цитируется по М.М. Котову, 1997) (таблица 2).

Таблица 2 – Соотношение анатомических элементов в древесине *березы карельской*, проц.

| Анатомические элементы | Типичная береза повислая | Береза карельская |                  |             |               |
|------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|-------------|---------------|
|                        |                          | Высокоствольная   | Короткоствольная | Кустовидная | Кустарниковая |
| Волокнистые трахеиды   | 63,6                     | 37,0              | 20,6             | 21,7        | 22,8          |
| Сосуды                 | 23,7                     | 18,2              | 14,6             | 15,5        | 11,3          |
| Сердцевинные лучи      | 10,3                     | 38,4              | 48,9             | 44,6        | 49,5          |
| Древесная паренхима    | 2,4                      | 6,4               | 15,9             | 18,2        | 16,4          |

По степени выраженности ствола у березы карельской выделяют четыре группы: высокоствольная, короткоствольная, кустовидная и кустарниковая. У типичной формы березы повислой почти 2/3 древесины приходится на трахеиды, около 1/4 – на сосуды, десятую часть занимают сердцевинные лучи и лишь 2,4 % – древесная паренхима. В древесине капов доля проводящих элементов падает, а слабоспециализированных сердцевинных лучей и древесной паренхимы увеличивается. При этом, чем меньше доля проводящих элементов, тем слабее выражен ствол, тем хуже растения растут в высоту.

Если на проводящие элементы в древесине типичной березы приходится 87,3 %, то высокоствольной карельской березы – 55,2 %, кустовидной карельской березы – 34,1 %. Встречаемость капов на стволе, затруднения в подъеме воды и минеральных солей в крону определяют интенсивность роста в высоту или степень подавленности роста. *Здесь логика корреляций очевидная и диагностика на ранних этапах онтогенеза результативна.*

Устойчивость растений оценивается на провокационном фоне, например, зимостойкость можно оценить, подвергнув растения воздействию холода, засухоустойчивость – на фоне засухи, устойчивость к патогенам – в очагах их действия и т. д.

В целях диагностики устойчивости растений к неблагоприятным факторам М.М. Котывым на примере сосны обыкновенной разработана *концепция оценки растений по поведению адаптивно высокозначимых признаков на фоне градиента лимитирующего экологического фактора.*

*Суть ее в следующем.* Если поместить генотипически одинаковые растения в экологический ряд, где ступени лимитирующего фактора расположены от пессимума до оптимума, то фенотип признака образует линию регрессии. Помещенные в эти условия растения разных генотипов по фенотипу образуют ряд линий регрессии, различающихся между собой параметрами векторов (направление и угол наклона). Чем больше различаются линии регрессии, тем существеннее различия между генотипами по реакции на изменения экологического фактора.

В качестве лимитирующего экологического фактора принята влагообеспеченность. Изучается реакция растений в 6-9-12-15летних культурах на засуху 1972-73 годов, изменение величины текущего прироста высоты у 45-летних деревьев, динамику потери воды отдельной от дерева хвоей (водоудерживающую способность) у 40летних растений.

Культуры созданы механизированной посадкой 2-летних сеянцев в плужные борозды по схеме (3×0,75 м) в условиях свежего бора в Республике Марий Эл. В августе 1973 года после двух засушливых годов растения сосны выглядели неодинаково. Одни были здоровые без признаков повреждения и депрессии жизнеспособности (категория 1), у других приросты небольшие, хвоя скучена на них (2), у третьих усохли приросты последних двух лет, но хвоя еще не опала (3), четвертые усохли полностью (хвоя тоже не опала) (4). Среди всех категорий жизнеспособности были растения с нормальной, слабо, средне и сильно дефор-

мированной корневой системой. Чем сильнее деформирована корневая система, тем меньше доля здоровых и больше доля усохших растений. Чем старше возраст культур, тем больше здоровых и меньше усохших растений. Эти положения согласуются с теорией и практикой искусственного лесовосстановления. С точки зрения внутривидового полиморфизма представляют интерес 4 % усохших растений с нормальной корневой системой и 20 % здоровых, но с сильно деформированными корнями. Вектор между этими группами растений представляет собой направление возрастания индивидуальной засухоустойчивости. Статистическая обработка показала достоверность результатов опыта.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.