

Министерство образования и науки РФ

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

---

Кафедра лесных культур

*А.В. Жигунов, А.А. Фетисова, М.Е. Гузюк*

## **ЛЕСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ**

Лабораторный практикум  
для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело»

Санкт-Петербург  
Издательство Политехнического университета  
2016

УДК 630.165.6  
Ж.68

Рассмотрен и рекомендован к изданию  
Научно-методическим советом  
Санкт-Петербургского государственного  
лесотехнического университета

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р:  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю.И. Данилов*

Р е ц е н з е н т ы:  
Кандидат сельско-хозяйственных наук, директор Ленинградского  
НИИСХ «Белогорка», заведующий сектором экологии лесоаграрных  
ландшафтов *Д.А. Данилов*

Доктор сельскохозяйственных наук, начальник  
научно-исследовательского отдела селекции, воспроизводства  
и химического ухода за лесом СПбНИИЛХ *А.Б. Егоров*

*Жигунов А.В. Лесная селекция*: лабораторный практикум для студентов  
направления 35.03.01 «Лесное дело» / А.В. Жигунов, А.А. Фетисова, М.Е.  
Гузюк – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 52 с.

В лабораторном практикуме приводятся пояснения к выполнению  
лабораторных работ по курсу «Лесная селекция».

Приводятся материалы для селекционного анализа древесных растений;  
по морфологическим и биологическим особенностям пыльцы и способам  
прививок хвойных и лиственных пород; по определению и расчету  
постоянной лесосеменной базы древесных растений на генетико-  
селекционной основе и по оценке наследования количественных признаков.

Лабораторный практикум может быть использован при  
выполнении аттестационных работ по лесокультурной тематике.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению  
подготовки 35.03.01 «Лесное дело».

Табл. 7 Ил. 17 Библиогр.: 15

© Жигунов А.В., Фетисова А.А.,  
Гузюк М.Е. 2016  
© СПбГЛТУ, 2016  
© Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра  
Великого, 2016

ISBN 978-5-7422-5557-4

## ВВЕДЕНИЕ

Первоначально в основе селекции (от лат. *selectio* – отбор, выбор) лежал искусственный отбор. Возникновение простейшей, примитивной, селекции связано с зарождением земледельческой культуры, когда люди стали заботиться о сохранении и размножении лучших из встречающихся им растений. Многие культурные растения, как это установлено при раскопках жилищ древнего человека, возделывались в эпоху древнего каменного века, т.е. примерно за 10 тыс. лет до нашей эры.

В современном понимании селекция растений – это наука о методах создания и улучшения сортов, и гибридов растений. Как писал великий российский учёный Николай Иванович Вавилов, «селекцию можно рассматривать как науку, как искусство, как ремесло и как определенную отрасль». Таким образом, в настоящее время термин «селекция» имеет более широкий смысл.

Лесная селекция занимается отбором и выведением лучших форм древесных растений, отличающихся высокой продуктивностью и другими ценными свойствами, а также лучших декоративных форм для озеленения. Одним из разделов лесной селекции является семеноводство, изучающее теоретические и практические основы производства высококачественных семян древесных пород с лучшими наследственными свойствами. Достичь этой цели возможно при создании постоянной лесосеменной базы и переводе лесного семеноводства на генетико-селекционную основу.

Улучшение наследственных особенностей древесных растений методами селекции, наряду с другими лесохозяйственными мероприятиями, позволяет решить важнейшую задачу лесного хозяйства – повышение продуктивности лесов.

Главным методом селекции в лесном хозяйстве является отбор ценных форм древесных растений. Значительное распространение в селекции древесных пород получил и метод гибридизации. Методом внутривидовой и отдаленной гибридизации получены и внедряются в производство ценные гибриды некоторых древесных растений.

В лабораторном практикуме освещаются основные вопросы, возникающие в ходе селекционной работы: оценка вариабельности признаков; эффективные методы размножения селекционного материала; определение и расчет постоянной лесосеменной базы древесных растений на генетико-селекционной основе; определение характера наследования количественных признаков. Также рассматриваются морфологические и биологические особенности пыльцы лиственных и хвойных пород, определение фертильности и жизнеспособности пыльцы, что требуется при проведении гибридизации.

## СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

**Изменчивость** – это процесс возникновения различий между особями по ряду признаков, как качественных (цвет, форма, запах и т.д.), так и количественных (высота, диаметр, прирост и т.д.). В селекции выявление изменчивости по ряду хозяйственно ценных признаков является первостепенным этапом на пути создания новых сортов и форм. Для этой цели применяются статистические методы исследований.

Длина листовая пластинки – один из количественных признаков, по которому может быть выявлена изменчивость у растений.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) выборка из листьев древесной породы (в форме гербария);
- 2) линейка;
- 3) ведомость для статистической обработки (приложение 1).

Количество измерений должно быть таким, чтобы проявилось нормальное распределение (рис. 1). В среднем объем малой выборки не превышает 30 единиц.

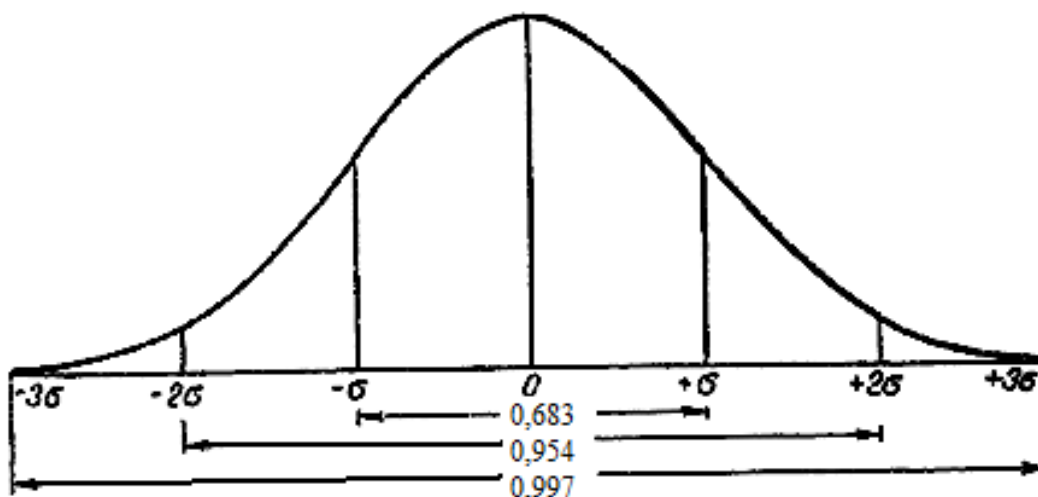


Рис. 1. Кривая нормального распределения Лапласа-Гаусса

Среднее значение определяется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n},$$

где  $X_i$  -  $i$ -й элемент выборки;  
 $n$  - объем выборки.

В интервале от  $-\sigma$  до  $+\sigma$  при нормальном распределении находится 68% всех измерений из данной выборки, а следовательно числовые характеристики тех или иных типичных признаков, свойственных данному виду.

Стандартное отклонение определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}.$$

В селекции особое внимание уделяется тем признакам, которые отличаются от средних показателей и находятся в интервале от  $-\sigma$  до  $+\sigma$  и от  $+\sigma$  до  $+\infty$ , т.е. по сути дальнейшая селекционная работа (отбор) проводится с особями, которые не попали в интервал от  $-\sigma$  до  $+\sigma$  по исследуемому признаку и их общее количество составляет 32%.

Для того чтобы понять насколько данная выборка репрезентативна, т.е. насколько выборочные данные отличаются от генеральной совокупности, рассчитывают ошибку среднего значения:

$$m_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Ошибка среднего значения всегда записывается со знаком  $\pm$ . Например, если при исследовании длины листовой пластинки  $m_{\bar{X}} = \pm 6$  мм, а  $\bar{X} = 87$  мм, то можно сказать, что в естественных условиях (в районе сбора образцов) средняя длина листовой пластинки равна  $87 \pm 6$  мм.

Показатель точности в отличие от ошибки среднего значения позволяет установить отклонение данной выборки от генеральной совокупности по исследуемому признаку, выраженное в процентах:

$$P = \frac{m_{\bar{X}}}{\bar{X}} \times 100.$$

В биологических исследованиях считается удовлетворительной точность опыта равная 5%. Таким образом, данный показатель используется при планировании количества наблюдений, исходя из заданной точности.

Коэффициент вариации является важным показателем для оценки изменчивости признака у особей одной выборки:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100.$$

В лесном хозяйстве применяется шкала Мамаева С.А., по которой в зависимости от значения коэффициента вариации определяется уровень изменчивости (табл. 1).

## Шкала изменчивости признаков (Мамаев, 1970)

| Уровень изменчивости    | Очень высокий | Высокий | Средний | Низкий | Очень низкий |
|-------------------------|---------------|---------|---------|--------|--------------|
| Коэффициент вариации, % | более 40      | 21-40   | 10-20   | 7-12   | менее 7      |

Для выявления различий между двумя независимыми выборками используется коэффициент достоверности (t-критерий):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где  $\bar{x}_1$  и  $\bar{x}_2$  – значения сравниваемых средних арифметических;

$m_1$  и  $m_2$  – соответствующие величины ошибок средних арифметических.

Основная задача сравнения выборок – определить экземпляры для дальнейшей селекционной работы.

Полученное значение коэффициента достоверности сравнивается с табличным значением критерия Стьюдента (прил. 2) или высчитывается в программе *MS Excel*.

Различие двух выборок считается достоверным, если критерий достоверности больше табличного значения критерия Стьюдента и выборку экземпляров можно производить во всем массиве.

Задачи лабораторной работы: измерить длину листовых пластинок дуба черешчатого; внести результаты измерений в ведомость ( $X_i$ ); произвести необходимые расчеты; проанализировать полученные данные и на их основании сделать вывод о целесообразности дальнейших селекционных работ.

## Лабораторная работа № 2

### СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ. СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ШИШЕК ХВОЙНЫХ ПОРОД

Основными лесообразующими породами в Российской Федерации являются лиственница сибирская – 275314,8 тыс. га, сосна обыкновенная – 120182 тыс. га, ель обыкновенная – 77855,8 тыс. га, кедр сибирский 38845,4 тыс. га, земель лесного фонда. Таким образом вопрос семеноводства хвойных пород всегда остается актуальным. С помощью использования современных методов лесной селекции можно добиться результатов, отвечающих оптимальной семенной производительности насаждения и высокому качеству семян.

В лабораторной работе предлагается проанализировать морфологические признаки шишек сосны обыкновенной: цвет шишки, форма апофиза, длина шишки (мм), диаметр шишки (мм), число семенных чешуй и семян (шт.).

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) выборка шишек (40 шт.);
- 2) линейка;
- 3) ведомость для статистической обработки (приложение 2).

Задачи лабораторной работы: измерить длину и ширину шишек сосны обыкновенной, а также определить их цвет и форму апофиза; внести результаты измерений в ведомость; определить количество семенных чешуй и выход семян с одной шишки; проанализировать полученные данные и на их основании группы шишек по длине с наибольшим выходом семян (%).

### Лабораторная работа № 3

## **СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СЕМЯН И ПЛОДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ. СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЖЕЛУДЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО**

В селекции необходимо учитывать такой основополагающий процесс, как изменчивость, который наряду с наследственностью и отбором является основой органической эволюции. Изменчивость происходит как по качественным признакам (цвет, аромат, опушение и др.) – качественная изменчивость, так и по количественным признакам (высота, диаметр, запас и др.). Важно иметь в виду, что качественные и количественные признаки зачастую связаны друг с другом. Например, серо-желтокорая и полупирамидальная формы тополя черного отличаются исключительно быстрым ростом, исполинская форма осины зеленокорой — повышенной устойчивостью к сердцевинной гнили.

В лабораторной работе необходимо проанализировать в каких пределах лежит изменчивость по качественному признаку (цвет желудя).

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) выборка желудей (50 шт.);
- 2) линейка;
- 3) ведомость для статистической обработки (приложение 3).

Стандартное отклонение рассчитывают по формуле:

$$\sigma_1 = \sqrt{P_1 \times P_2} ,$$

где  $P_1, P_2$  – это вероятность встречи того или иного признака (%);  
Ошибка стандартного отклонения:

$$m_{\sigma 1} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{n}},$$

где  $n$  – количество измерений.  
Коэффициент достоверности:

$$t = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}.$$

Задачи лабораторной работы: произвести необходимые исследования качественных признаков желудей дуба черешчатого, выполнить статистические расчеты, установить возможность использования данного массива для селекционной работы.

#### Лабораторная работа № 4

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЬЦЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

В силу различных способов опыления у растений выработались своеобразные приспособления для осуществления этого процесса. Так морфологические и биологические особенности пыльцы разных видов растений дают представление о эволюции данного вида, сходности и различиях близкородственных видов.

Функционально пыльцевое зерно представляет собой биологический контейнер, в котором содержится мужской гаметофит (рис. 2).

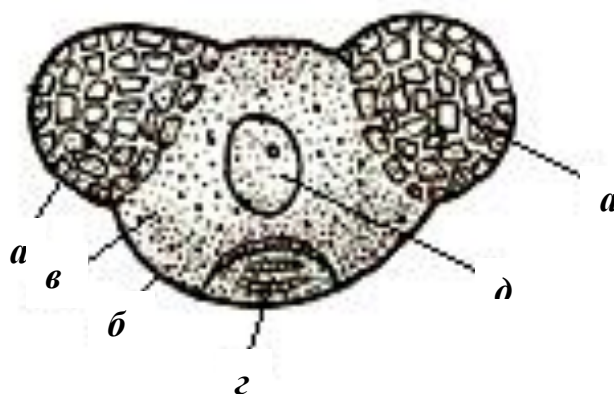


Рис. 2. Строение пыльцевого зерна (*Pinus sylvestris* L.)  
 $a$  – воздушные мешки,  $b$  – экзина,  $v$  – интина,  $z$  – антеридиальная клетка,  
 $d$  – ядро вегетативной клетки



Внутри пыльцевого зерна содержится сифоногенная и антеридиальная клетка. Впоследствии при оплодотворении из сифоногенной клетки образуется пыльцевая трубка, по которой будет перемещаться спермий, образованный из антеридиальной клетки.

**Экзина** – внешняя оболочка пыльцевого зерна. Она имеет утолщенную структуру и сложное химическое строение, а именно состоит из спорополленина – высокомолекулярного биополимера. Благодаря этому веществу экзина пыльцевых зерен не реагирует с большинством химических веществ, не растворяется в кислотах и щелочах, выдерживает температуру до 300°C и в результате сохраняется миллионы лет в геологических отложениях. Внешние скульптурные участки экзины часто заполнены жиром, флаваноидами и пигментами, которые придают пыльце характерный желтый, белый или оранжевый цвет и запах. По мере развития пыльцы происходит утолщение экзины и усложнение ее структуры.

На поверхности пыльцевого зерна следует различать борозды и поры.

**Борозда** – это продольно-вытянутое углубление в экзине, покрытое более тонким её слоем – мембраной. Борозда служит местом прорастания пыльцевой трубки, а также регулирует объём зерна в зависимости от степени его набухания. У пыльцевых зерен голосеменных пород имеется всего одна борозда, желобчатой формы, помещающаяся на внешней, углубленной стороне зерна.

**Поры** – это отверстия в экзине, являющиеся местом выхода пыльцевой трубки. Поры часто располагаются в бороздах и в определенном порядке, характерном для каждого вида. У голосеменных пород поры встречаются очень редко.

Пыльцевые зерна некоторых видов голосеменных пород имеют воздушные мешки, представляющие собой внешние выросты наружного слоя экзины. Мешков бывает чаще всего два. По своим очертаниям воздушные мешки бывают полушаровидные или более чем полушаровидные и располагаются по бокам пыльцевого зерна или часто сдвинуты к наружной его части и расположены в этом случае по краям борозды.

Кроме экзины у пыльцевого зерна есть еще одна защитная оболочка – **интина**, которую принято подразделять на внешнюю и внутреннюю. Внешняя интина состоит из слоев каллазы. Основная функция – запас воды для предупреждения высыхания. Слои каллазы так же служат источником резервных материалов при прорастании пыльцевых зерен. У ветроопыляемых растений внешняя интина хорошо развита и составляет порядка 1,0 – 1,2 мкм. Внутренняя интина непосредственно примыкает к сифоногенной и антеридиальной клетке и играет защитную роль.

Общие очертания пыльцевых зерен зависят от степени их набухания: сухая пыльца обычно имеет продолговато-эллиптическую форму, а в набухом состоянии – округлую или шаровидную (рис. 3). Измерения пыльцы, не имеющей воздушных мешков, делаются по двум, взаимно перпендикулярным осям: наибольшей и наименьшей. Пыльцу с воздушными

мешками измеряют в трех направлениях: 1) общая длина зерна, 2) высота тела зерна и 3) высота воздушных мешков.

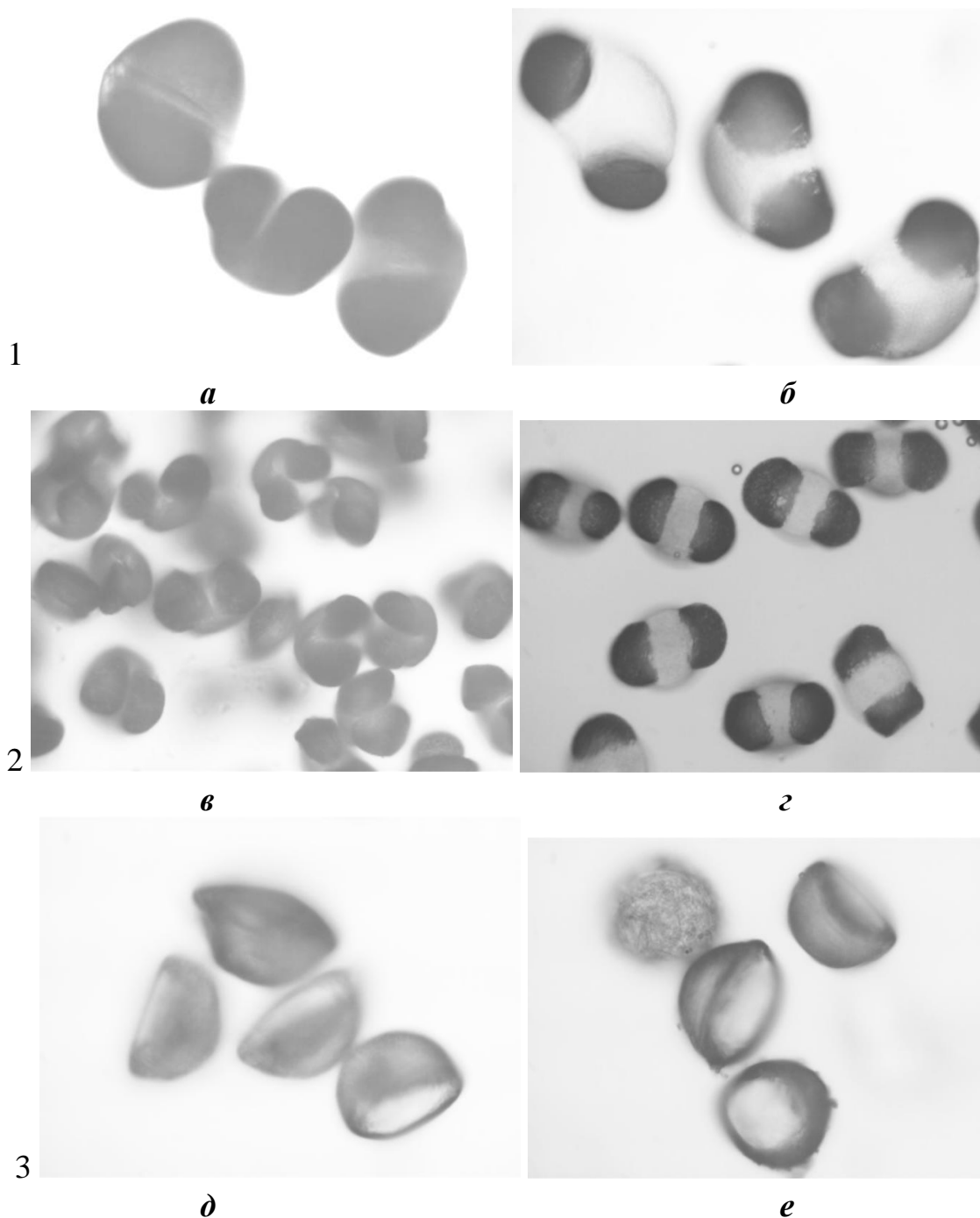


Рис. 3. Общий вид пыльцевых зерен: 1 – Ель колючая; 2 – Сосна обыкновенная; 3 – Лиственница сибирская; *a, в, д* – зерна пыльцы в сухом состоянии; *б, г, е* – зерна пыльцы в набухшем состоянии

У различных пород размер и строение пыльцы имеют четкие индивидуальные различия (табл. 2).

## Морфологическая характеристика пыльцы хвойных растений

| Древесная порода,<br>вид                                    | Форма    | Характеристи-<br>ки эскизы | Отличительные особенности   | Размер,<br>мк | Примечание  |
|---|----------|----------------------------|---|---------------|---|
| 1   | 2        | 3                          | 4   | 5             | 6   |
| Сосна обыкновенная<br>( <i>Pinus sylvestris</i> L.)         | Округлая | Зернистая<br>скульптура    | Воздушные мешки эллипсоидные,<br>выступают за тело пыльцевого<br>зерна  | 60-100        |   |
| Сосна румилийская<br>( <i>Pinus peuce</i> Gris.)            | Округлая | Гладкая                    | Воздушные мешки меньше по<br>размеру, несколько угловатые,<br>ограниченные, сближены. Плохо про-<br>свечиваются, плотность меньше.<br>Похожа на сосну обыкновенную    | 60-70         | Родина –<br>Балканы.<br>Быстрорастущая.<br>Используется<br>в озеленении |
| Кедр ливанский<br>( <i>Cedrus libani</i> A.<br>Rich.)       | Овальная | Гладкая                    | Тело овальное. Воздушные мешки<br>закрывают тело и видна только его<br>часть. Пыльцевые зерна оптически<br>плотные, не просматриваются.<br>Граница не просматривается | 70-80         | Побережье<br>Средиземного<br>моря, Крым,<br>Кавказ                      |
| Ель обыкновенная<br>( <i>Picea abies</i> (L.) H.<br>Karst.) | Овальная | Гладкая                    | Похожа на пыльцу кедра<br>ливанского, но крупнее.<br>Воздушные мешки полукруглые,<br>границы нечеткие   | до 120        |   |
| Ель канадская<br>( <i>Picea glauca</i><br>(Moench) Voss)    | Овальная | Гладкая                    | Похожа на пыльцу ели<br>обыкновенной. Есть воздушные<br>мешки. Тело пыльцевого зерна<br>более вытянутое   | 25-30         | Используется в<br>озеленении  |

| 1   | 2        | 3            | 4  | 5     | 6  |
|---|----------|--------------|--|-------|--|
| Кипарис<br>вечнозеленый<br>( <i>Cupressus<br/>sempervirens</i> L.)              | Округлая | Гладкая      | Очень мелкая, лишена воздушных мешков. Внутренняя оболочка в виде звездочки  | 10-30 | Малая Азия, Турция, Иран<br>Наблюдать процесс набухания      |
| Лиственница<br>сибирская ( <i>Larix<br/>sibirica</i> Ledeb.)                    | Круглая  | Трециноватая | Крупная, тяжелая, нет воздушных мешков. Видна внутренняя оболочка – плотная, толще, чем у других пород, стенки гладкие | 75-95 | Интродуцент из Сибири (сухой климат). Низкая всхожесть семян |
| Псевдотсуга<br>Мензиса<br>( <i>Pseudotsuga<br/>menziesii</i> (Mirb.)<br>Franco) | Округлая | Гладкая      | Крупная, с толстой оболочкой. Нет воздушных мешков. Отличается от лиственницы мелкими размерами.                       | 25    |  |

Зная морфологические признаки и размеры пыльцевых зерен растений можно определить насыщенность воздуха пылью той или иной породы. Работы по гибридизации растений невозможно представить без четкого знания строения пыльцы скрещиваемых пород.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) пыльца различных хвойных пород;
- 2) микроскоп световой;
- 3) предметные и покровные стекла;
- 4) препаровальные иглы;
- 5) фильтровальная бумага для протирки стекол и игл;
- 6) пыльца различных древесных и кустарниковых пород;
- 7) бумага, ручка и карандаш для фиксации наблюдений.

Образец пыльцы препаровальной иглой наносится на предметное стекло и рассредоточивается по нему. При малом увеличении в проходящем свете рассматривается форма пыльцевых зерен, фиксируются их размеры и отличительные особенности. Затем рекомендуется изучить препарат в отраженном свете (прикрыв зеркало) и также зафиксировать отличительные особенности, в частности окраску пыльцевого зерна. Перед изучением образца пыльцы следует фильтровальной бумагой тщательно очистить препаровальную иглу и предметное стекло от предыдущего образца.

Для закрепления полученных знаний по морфологии и характеристикам пыльцы различных пород и для самоконтроля студенту могут быть предложены смеси пыльцы различных видов.

Задачи лабораторной работы: изучить строение пыльцы хвойных древесных пород; заполнить таблицу (табл. 3)

Таблица 3

Морфологические особенности пыльцы хвойных пород

| № п/п | Название породы | Форма пыльцевого зерна (рисунок) | Характеристика зкзины | Отличительные особенности |
|-------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1     |                 |                                  |                       |                           |
| 2     |                 |                                  |                       |                           |
| ...   |                 |                                  |                       |                           |

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПЫЛЬЦЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

Морфологически пыльцевые зерна покрытосеменных значительно разнообразнее пыльцы голосеменных и спор папоротников, и мхов (рис. 4).

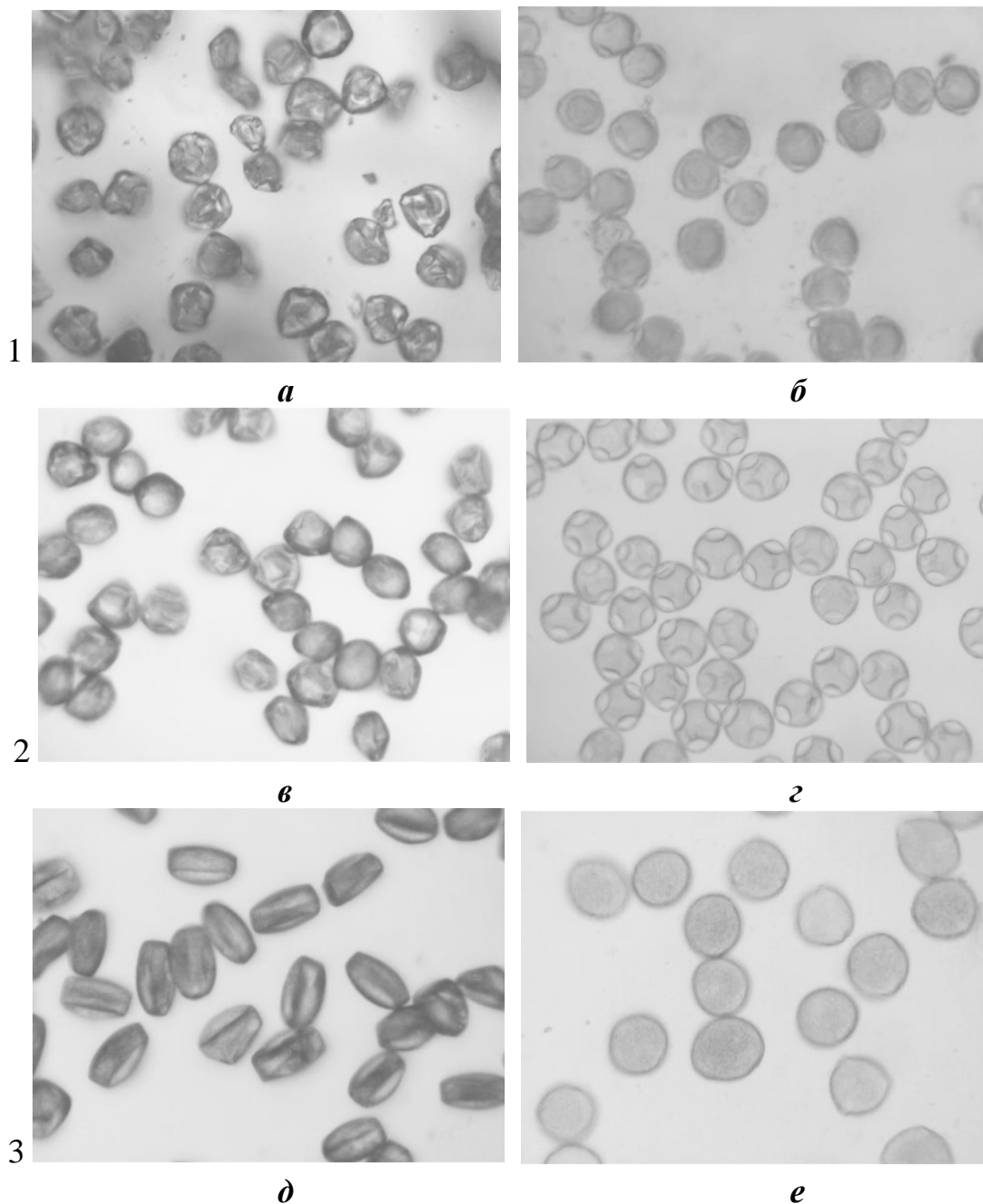


Рис. 4. Общий вид пыльцевых зерен: 1 – Береза повислая; 2 – Лещина обыкновенная; 3 – Дуб черешчатый; *а, в, д* – зерна пыльцы в сухом состоянии; *б, г, е* – зерна пыльцы в набухшем состоянии

Весьма разнообразна форма борозд у покрытосеменных – от длинных до округлых. Количество борозд и пор различно для каждого вида и колеблется от одной до тридцати и более. У пыльцевых зерен покрытосеменных двудольных растений чаще всего бывает три борозды. Они расположены как бы меридионально на равных расстояниях одна от другой. Оси борозд сходятся у полюсов под углом  $120^\circ$ . При четырех бороздах они также располагаются на равных расстояниях, но их оси идут не меридионально, а пересекают экватор косо и соединяются парами под углом  $120^\circ$  в четырех точках.

Подробная морфологическая характеристика некоторых видов пыльцы лиственных растений представлена в таблице (табл. 4).

Ход проведения лабораторной работы аналогичен действиям при изучении пыльцы хвойных пород.

## Морфологическая характеристика пыльцы лиственных растений

| Древесная порода, вид                             | Форма   | Характеристики экзины  | Отличительные особенности   | Размер, мк | Примечание                       |
|---|---|--|---|------------|----------------------------------|
| 1   | 2   | 3  | 4   | 5          | 6                                |
| Береза пушистая ( <i>Betula pubescens</i> Ehrh.)  | Сбоку эллиптически-овальная                                   | Гладкая, вокруг пор сильно утолщенная  | Три поры расположены по углам, отсюда треугольно-округлая форма с «полюса». 4-6 пор встречается редко | 15-25      |                                  |
| Лещина обыкновенная ( <i>Corylus avellana</i> L.) | Округлая  | Гладкая. Экзина вокруг утолщена  | Крупнее, чем у березы. Пор больше. 4-5-6-угольная форма.  | 20-35      |                                  |
| Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> L.)         | Сухая – эллиптическая, овальная, сверху – трехлопастная форма | Толстая, грубая, зернистая скульптура. Имеет вытянутые борозды – утонченные участки экзины | Поры отсутствуют. Три борозды расположены меридиально, до полюсов не доходят                          | 15-35      |                                  |
| Дуб красный ( <i>Quercus rubra</i> L.)            |   |  | От дуба черешчатого отличается размерами, количеством борозд – одна-две                               | 30-40      |                                  |
| Орех серый ( <i>Juglans cinerea</i> L.)           | Округло-многоугольная   | Грубозернистая   | Есть участки утонщенной экзины, за счет чего сплюсненно-сфероидальная форма                           | 25-35      | При набухании превращается в шар |



| 1  | 2  | 3                                    | 4  | 5     | 6 |
|--|--|--------------------------------------|--|-------|---|
| Орех грецкий<br>( <i>Juglans regia</i><br>L.)        | Продолговатая, овальная, шаровидная  | Серо-желтая, узорчатая               |  | 25-35 |   |
| Ольха серая<br>( <i>Alnus incana</i><br>(L.) Moench) | Угловато-шаровидная  | Гладкая                              | Пятиугольная, 4-5 граней, есть поры                                | 20-40 |   |
| Ива козья<br>( <i>Salix caprea</i><br>L.)            | В сухом состоянии эллипсоидальная, сильно вытянутая. Набухшая – почти округлая | Сетчато-ячеистая, слегка морщинистая | Три борозды делят пыльцевое зерно на три лопасти. Поры отсутствуют | 15-25 |   |
| Ива прутовидная<br>( <i>Salix viminalis</i><br>L.)   |  |                                      | Одна борозда в центре доходит до полюсов                           | 15-25 |   |

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ И ФЕРТИЛЬНОСТИ ПЫЛЬЦЫ

Принято различать термины жизнеспособность пыльцы и оплодотворяющая способность пыльцы – фертильность. Так **жизнеспособность** пыльцы можно определить, как способность мужского гаметофита к росту на соответствующих тканях пестика, а **фертильность**, или зиготический потенциал, пыльцевого зерна – как способность вызывать полное оплодотворение.

### 1. Методы определения жизнеспособности пыльцы

Известно несколько методов определения жизнеспособности пыльцы в лабораторных условиях. Пыльцу либо проращивают на искусственной среде во влажной камере, либо определяют наличие в ней ферментов, связанных с жизненными процессами. Классическим методом определения жизнеспособности пыльцы является метод висячей капли.

#### Проращивание пыльцы в камере Ван-Тигема.

Очень важно попытаться прорастить пыльцу и проследить за образованием пыльцевой трубки и положением вегетативного и генеративного ядер последней. Если живую пыльцу поместить в воду, то у большинства растений она или остается без изменения, или лопается и погибает. Происходит это от того, что клеточный сок пылинки очень богат растворимыми в воде веществами и всасывает поэтому воду так сильно, что оболочки не выдерживают развивающегося при этом сильного тургора и разрываются. Нормально пылинки прорастают в соке, выделяемом зрелым рыльцем цветка, где растворено значительное количество сахара и есть примесь азотистых веществ.

Камеру Ван-Тигема легко приготовить. Для этого стеклянную трубку диаметром 10 – 12 мм режут на кольца длиной 5 – 7 мм. Кольцо с отшлифованными краями приклеивают парафином в центре предметного стекла. Верхние края кольца смазывают вазелином. Внутри кольца на дно наносят каплю воды. Кольцо закрывают покровным стеклом, в центр которого помещена капля искусственной среды с пыльцой (рис. 5).

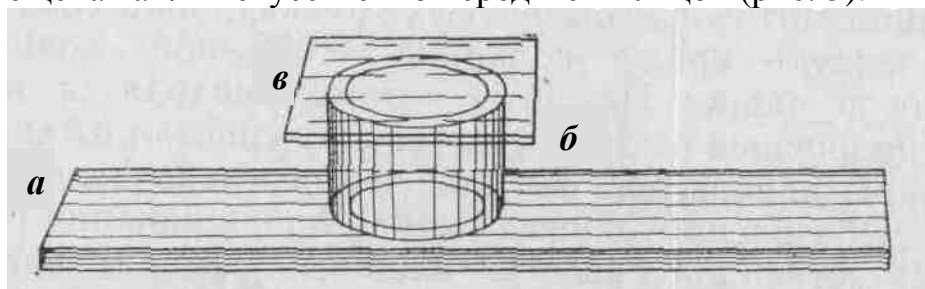


Рис. 5. Камера Ван-Тигема для проращивания пыльцы (влажная камера для культуры пыльцы в висячей капле). *а* — предметное стекло с кольцевым углублением, *б* — цилиндр, *в* — покровное стекло.

Приготовление искусственной среды. Агар-агар заливают в колбе небольшим количеством воды для набухания, а затем колбу ставят на теплую водяную баню. Когда агар-агар растворится, добавляют сахарозу. В 100 мл готового раствора должно быть растворено 1 г агар-агара и 5 – 40 г сахарозы (в зависимости от объекта). Можно растворить в 25 граммах воды 4 грамма сахара (можно брать и сахарозу) и 4 грамма желатины. При удачной крепости (Страсбургер дает норму раствора от 3 до 30% сахара) раствора, пылинки, взятые с живых цветов, если они спелы, прорастают уже через 15 – 20 минут. Для древесных пород срок прорастания пыльцы больше: сосна – 5-7 дней, лиственница – 5-18 часов, дуб – 24 часа.

На чистое покровное стекло наносят каплю горячей искусственной среды и сверху быстро сеют пыльцу. Ее предварительно набирают пинцетом, который держат в левой руке. Другой рукой берут скальпель, которым слегка ударяют сверху по пинцету, чтобы равномерно посеять пыльцу. Покровное стекло переворачивают и накрывают им кольцо камеры Ван-Тигема. Пыльца окажется внутри влажной камеры. При посеве пылинок следует следить, чтобы пылинки не погружались в питательную среду, а прилипали к ее поверхности, что достигается, если желатина вызвала отверждение капли при остывании. Значит, надо сначала опустить каплю еще жидкого раствора на покровное стекло, дать ей отвердеть и лишь затем сеять пыльцу, взяв раскрывшийся пыльник пинцетом и прикасаясь щелью к поверхности капли.

Камеры переносят в термостат с температурой 20...30 °С. Через каждый час пыльцу нужно просматривать под микроскопом, чтобы установить начало ее прорастания. Подсчитывают прорастающие пыльцевые трубки в 5...10 полях зрения. Процент жизнеспособной пыльцы устанавливают по числу проросших пыльцевых зерен. Трубки должны иметь длину не меньше диаметра пыльцевых зерен.

Прорастание состоит в том, что пылинка всасывает раствор, набухает: пектиновые пробочки, закрывавшие проростковые поры, растворяются, содержимое начинает давить на интину и сквозь поры или щель разорвавшейся экзины выпячивает участок интины наружу. Затем участок этот начинает расти, развивая клетчатку на счет сахара, и вытягивается в трубочку. Вскоре в этой трубочке оказывается и большая часть содержимого пылинки, в том числе и оба ее ядра: более округлое – вегетативное, способствующее росту пыльцевой трубки, и более продолговатое – генеративное, делящееся впоследствии на 2 микрогаметы, принимающих впоследствии участие в оплодотворении зародышевого ядра, а также в заложении эндосперма семени. Проросшей считается пыльца, у которой длина пыльцевой трубки больше диаметра пыльцевого зерна.

Если пыльца прорастает плохо, можно использовать стимуляторы – искусственные (гетероауксин, гиббереллин) и естественные (кусочки пестика – рыльца, вытяжки из женских цветков).

### Проращивание пыльцы методом Д.А. Транковского.

При этом методе в качестве влажных камер используют бактериологические чашки с мокрой фильтровальной бумагой или стеклянные колпаки. Искусственную среду, состоящую из 1%-ного агар-агара и тростникового сахара различной концентрации, наносят на предметное стекло. На эту среду высевают пыльцу из зрелых пыльников. Затем предметные стекла помещают во влажную камеру. Проросшие пыльцевые трубки фиксируют по Навашину с добавлением в фиксатор тростникового сахара в такой же концентрации, как в искусственной среде, или несколько большей. Через 2...3 минуты препараты переносят в свежий фиксатор на 1 – 1,5 часа, затем промывают водой, протравливают железоаммонийными квасцами, окрашивают гематоксилином по Гейденгайну, обезвоживают в спирте, заключают в ксилол и бальзам.

В.А. Поддубная-Арнольди использовала для окраски пыльцевых трубок на искусственной среде ацетокармин и фиксацию по Карнуа с последующей окраской гематоксилином по Делафильду или Эрлиху.

Некоторые исследователи, чтобы изучить действие облучения на пыльцу и накопить метафазы при исследовании митозов в пыльцевых трубках, добавляют в искусственную среду колхицин 0,05%-ной концентрации, или в чашки Петри, в которых находятся препараты с проросшей пыльцой, помещают кристаллы аценафтена. Пары аценафтена ингибируют веретено деления.

Оба рассмотренных метода проращивания пыльцы на искусственной среде во влажных камерах пригодны не для всех культур, так как могут давать заниженные результаты. Для успешного проведения работы необходимо следить за стерильностью посуды и растворов.

### Определение жизнеспособности пыльцы методом окрашивания.

Если желательно более тщательное знакомство с содержимым пыльцевой трубки, то следует часть пылинок перенести на чистое предметное стекло. Необходимо это потому, что процесс поглощения кислорода растущей пыльцевой трубкой довольно интенсивен, и если пылинки будут погружены в питательную жидкость, то они будут задыхаться и могут погибнуть.

В качестве красителей можно применять различные химические реагенты.

При использовании анилина окрашиваются мертвые ткани, а живые пыльцевые зерна остаются неокрашенными.

### Определение жизнеспособности пыльцы методом В. С. Шардакова.

Метод основан на выявлении фермента пероксидазы в жизнеспособных пыльцевых зернах. Непосредственно перед исследованием готовят четыре свежих раствора, которые помещают в темную посуду:

А – 0,20 г бензидаина основного растворяют в 100 мл 50 %-ного этилового спирта;

Б – 0,15 г  $\alpha$ -нафтола растворяют в 100 мл 50 %-ного этилового спирта;

В – 0,25 г углекислого натрия растворяют в 100 мл дистиллированной воды;

Г – 0,3 %-ный раствор перекиси водорода (в капельнице).

Первые три раствора (А, Б, В) перед началом работы смешивают в равных объемах и наливают в капельницу. Пыльцу помещают на предметное стекло в смесь этих растворов и добавляют каплю перекиси водорода. В присутствии бензидина живая пыльца, содержащая пероксидазу, окрашивается в ярко-розовый или темно-красный цвет. Погибшая пыльца не окрашивается.

Считается, что этот метод может давать завышенные результаты при исследовании хранившейся пыльцы.

#### Определение жизнеспособности пыльцы методом по П. И. Диакону.

Этот метод был разработан в ТСХА. О жизнеспособной пыльце судят по наличию активного дыхательного фермента сукциндегидразы, в присутствии которого бесцветный раствор 2,3,5-трифенилтетразола хлористого восстанавливается в формазан ярко-красного цвета. Погибшие пыльцевые зерна остаются бесцветными.

Необходимы следующие растворы:

- 1) 1/15 М раствор  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- 2) 1/15 М раствор  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;
- 3) фосфатный буфер Сёренсена (рН 7,17); для его получения соединяют 70 мл 1/15 М раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и 30 мл 1/15 М раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;
- 4) 0,5—01 %-ный раствор 2-3-5-трифенилтетразола хлористого в 1/15 М фосфатном буфере Сёренсена с рН 7,17.

Можно поместить пыльцу в раствор тетразола и на 1 час поместить в термостат при температуре +50-55 °С (в темноте). В зависимости от интенсивности окислительно-восстановительных процессов у пыльцевых зерен проявится различная окраска от ярко-фиолетовой у активных зерен до полного отсутствия окраски у мертвых.

#### Люминисцентный метод.

При подсвечивании препарата пыльцы ультрафиолетовыми лучами по цвету окраски пыльцевых зерен можно судить о жизнеспособности пыльцы данного образца.

## **2. Методы определения фертильности пыльцы**

Наиболее надежное определение фертильности дают методы «*in vivo*». Для сравнительных оценок можно применять методы, которые основаны на реакциях окрашивания.

Для определения фертильности пыльцы при помощи окрашивания используют два метода: ацетокарминовый и йодный.

### Ацетокарминовый метод.

Фиксируют пыльники со зрелой пылью в фиксаторе Карнуа (можно определить фертильность пыльцы ацетокарминовым методом без предварительной фиксации пыльников, т.е. используя свежие пыльники.). Продолжительность фиксации колеблется от 30 минут до нескольких часов. Материал промывают и хранят в 80%-ном спирте. Из спирта пыльник переносят на предметное стекло и раздавливают в капле ацетокармина. Убрав лишние ткани, препарат накрывают покровным стеклом и осторожно подогревают на спиртовке. У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермин окрашены в густой карминово-красный цвет. Стерильные пыльцевые зерна почти не окрашиваются кармином или окрашиваются неравномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели. Спермиев в таких пыльцевых зернах нет.

Указанные различия между фертильными и стерильными пыльцевыми зернами нетрудно установить, если пыльца имеет тонкую экзину. Толстая экзина маскирует содержимое пыльцы.

При проведении пыльцевого анализа, на фертильность необходимо учитывать, что пыльцевые зерна в одном соцветии могут быть на разных этапах развития. Еще более усложняется картина при изучении отдаленных гибридов.

### Йодный метод.

У некоторых культур пыльцевые зерна имеют толстую экзину, через которую трудно увидеть спермин при помощи ацетокарминовой методики. Удобным оказался йодный метод определения фертильности пыльцы. В основе этого метода лежит определение крахмала при помощи йодной реакции. Фертильные и стерильные пыльцевые зерна отличаются по содержанию крахмала: обычно фертильное пыльцевое зерно полностью заполнено крахмалом, а стерильное не имеет его совсем или содержит следы.

Приготовление реактива. Йодный раствор готовят по рецепту Грама: 2 г йодистого калия растворяют в 5 мл дистиллированной воды при нагревании, затем в раствор добавляют 1 г металлического йода. Раствор, доведенный до 300 мл, хранят в склянке из оранжевого стекла.

Зрелые пыльники вскрывают двумя иглами на предметном стекле, смачивают йодным раствором и, удалив лишние ткани, накрывают покровным стеклом. Под микроскопом можно легко отличить фертильные пыльцевые зерна по темно-фиолетовому (почти черному) цвету. Стерильные пыльцевые зерна остаются неокрашенными, так как не содержат крахмала или имеют следы его. Неокрашенными оказываются и оболочки пыльцевых зерен.

Экспресс-методом определения фертильности пыльцы является метод окрашивания пыльцы йод-хлоралгидратом. Для проведения исследования за 2-3 суток готовится реактив: 5 гр хлоралгидрата смешивают с 2 мл воды, добавляют 0,2 г кристаллического йода. Каплю приготовленного реактива наносят на покровное стекло и на неё делают посев пыльцы препаративной

иглой, затем накрывают покровным стеклом. Через 5-10 мин можно делать подсчет окрашенных зерен. Фертильные зерна полностью окрашиваются в фиолетовый цвет, т.к. полностью заполнены крахмалом. Половину частично окрашенных зерен относят к фертильным, остальные – к стерильным. Подсчет производят с использованием микроскопа при увеличении ок. 7, об. х 40 в пяти полях зрения. Результаты опыта заносят в таблицу (таб. 5).

Таблица 5

Определение фертильности пыльцы методом окрашивания  
йод-хлоралгидратом

| № препарата / порода | Поле зрения (в числителе – число окрашенных, в знаменателе – общее число пыльцевых зерен) |  |  |  |  | Сумма пыльцевых зерен, шт | Окрашенные пыльцевые зерна, % |
|----------------------|---|--|--|--|--|---------------------------|-------------------------------|
|                      |   |  |  |  |  |                           |                               |
| 1                    |   |  |  |  |  |                           |                               |
| 2                    |   |  |  |  |  |                           |                               |
| ...                  |   |  |  |  |  |                           |                               |

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) пыльца древесной породы;
- 2) микроскоп;
- 3) предметные и покровные стекла;
- 4) препаровальные иглы;
- 5) йод-хлоралгидрат.

Установлено, что содержание крахмала связано со степенью развития мужского гаметофита. Если формирование, спермиев закончено, это соответствует норме по содержанию крахмала. Пыльцевые зерна с незавершенным развитием имеют крахмала меньше нормы. Синтез крахмала в стерильной пыльце не достигает нормы. Следует учитывать, что пыльцевые зерна, несущие спермин, не всегда фертильны, даже если в них содержится крахмал.

Задачи лабораторной работы: подсчитать количество жизнеспособных пыльцевых зерен в нескольких полях зрения микроскопа; вычислить процент жизнеспособности пыльцы предлагаемой древесной породы; сделать вывод о целесообразности проведения дальнейших селекционных работ.

**МЕТОДЫ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ  
СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.  
ЗАГОТОВКА, ХРАНЕНИЕ ПРИВОЙНОГО МАТЕРИАЛА,  
СРОКИ ПРИВИВКИ**

Одним из преимуществ вегетативного размножения является возможность воспроизводства всех признаков материнского растения, которые не передаются при семенном размножении.

На практике при проведении селекционных работ используется как естественное, так и искусственное вегетативное размножение древесных пород (рис. 6).

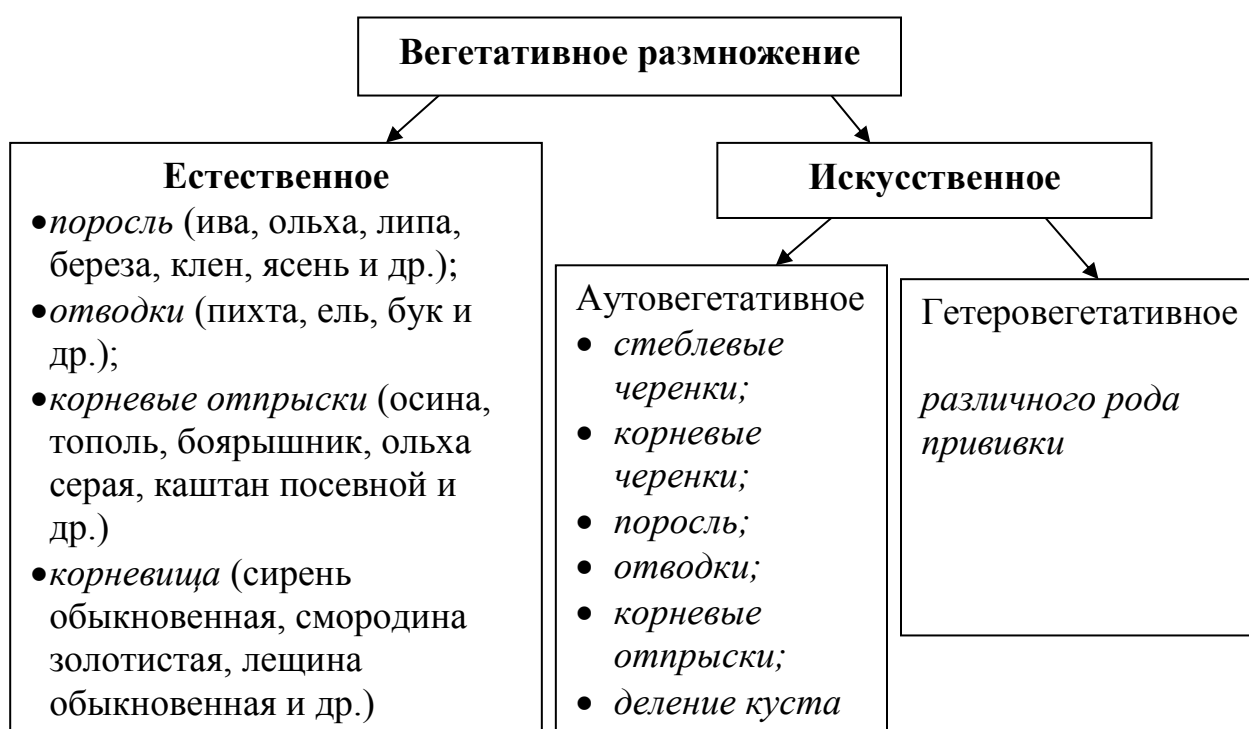


Рис. 6. Схема видов вегетативного размножения

**Прививка** – искусственное соединение частей различных растений, при срастании которых образуется сложное растение с генетически разнородными органами. Растение, на котором осуществляется прививка – **подвой**, а которое прививается – **привой**. Исходное дерево, выбранное для заготовки привойного материала (черенков, почек) называется **ортет**. Особи, полученные при вегетативном размножении от одного ортета – **раметы**, в совокупности носят название – **клон**.

Успешность прививки зависит от множества факторов, наиболее важным из которых является срок выполнения прививки. У древесных пород выделяют три оптимальных срока прививки:



- позднезимний – (март-апрель) – до начала набухания почек, при положительных температурах воздуха;
- весенний – (май-начало июня) – в период набухания и разворачивания почек, активизации деятельности камбия;
- летний – (июль-начало августа) – в период начала одревеснения однолетних побегов и окончания их роста.

Для хвойных пород предпочтительно – весенний и летний.

Привойный материал для позднезимней и весенней прививки заготавливается во время глубокого покоя до наступления сильных морозов (ноябрь-декабрь). Черенки хвойных пород с высокой зимостойкостью возможно заготавливать и в позднезимний период (февраль-март).

Для соблюдения сортовой или клоновой принадлежности при заготовке и хранении привойного материала необходимо обеспечить тщательную и надежную его маркировку. Для этого заготовленный привойный материал сортируется, увязывается в пучки и снабжается этикеткой из материала устойчивого к воздействию влаги и гниения (пластмасса, фольга и др.). Побеги, поврежденные энтомовердителями или болезнями отбраковываются.

Условия хранения подвойного материала должны отвечать требованиям максимальной сохранности его жизнеспособности, а также предотвращать вымокание, высыхание и перегрев. Привойный материал летней заготовки длительному хранению не подлежит и должен быть использован в течении одной недели после срезки. У лиственных пород для предотвращения испарения влаги необходимо сразу после нарезки удалить листья, после чего пучки, переложённые влажным мхом или обмотанные влажной тряпкой, поместить в ящики, установленные в тени. Пучки можно также хранить, поместив в ёмкость с небольшим количеством воды (3-5 см.) в прохладном, затенённом месте. Привойный материал зимней заготовки до наступления весны может успешно сохраняться в холодильниках или ледниках при поддержании минусовой температуры близкой к 0°С в пакетах из полиэтиленовой плёнки. Возможно использование снежных буртов. Для закладки буртов предпочтительно выбирать затенённые участки, хорошо дренированные возвышенные местоположения, обеспечивающие сток талых вод. Нижний слой снега утрамбовывают до толщины 0,7-1,2 м. Пучки привойного материала, закладываемые на хранение, перекладываются лапником или обсыпаются опилками для предотвращения вмерзания после оттепелей. Сверху укладывают слой снега толщиной 1,2-1,5 м. и закрывают теплоизолирующим материалом (лапник, солома, торф, опилки и др.). Альтернативой хранения зимних черенков в снежных буртах является их хранение в вертикальном положении путем прикопок на 15 см. в песок в затенённых местах с укрытием на зиму слоем снега.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) побеги хвойных и лиственных древесных растений (3-4-х летние);
- 2) перевязочный материал (шпагат, нитки и др.)

- 3) режущие инструменты (секаторы, ножи);
- 4) ёмкость с водой.

Задачи лабораторной работы: произвести нарезку черенков, их сортировку, обвязку в пучки и закладку на хранение.

## Лабораторная работа 8

### СПОСОБЫ ПРИВИВОК ХВОЙНЫХ ПОРОД

Наиболее успешными прививками, позволяющими достигнуть высокой приживаемости для хвойных древесных пород, являются:

- вприклад сердцевинной на камбий (по Е.П. Проказину);
- вприклад камбием на камбий (по В.И. Долголикову и Д.Я. Гиргидову);
- в косой боковой расщеп или зарез;
- врасщеп верхушечного побега (почки).

В качестве привоя заготавливают черенки диаметром 4-5 мм, и длиной 5-10 см. из однолетних побегов с верхушечной почкой (закрытые черенки). Если черенки толстые целесообразно выполнять прививку вприклад сердцевинной на камбий, если тонкие – камбием на камбий. Так будет лучше обеспечиваться прилегание компонентов при обвязке, а у тонких черенков удобнее выполнять качественные срезы до камбия. У привоя в нижней части (приблизительно  $\frac{3}{4}$  от общей длины) удаляют хвою, оставляя на вершинке 10-12 хвоинок. При способе прививки «*вприклад сердцевинной на камбий*» (рис. 7), отступая от хвои приблизительно 0,5-1 см. плавно заглабливают лезвие под плавным углом до сердцевинны, далее срез проводится по середине (по оси побега) и выводится заподлицо с поверхностью черенка. На участке однолетнего побега подвоя удаляют хвою на 8-10 см., оставляя лишь хвою у верхней почки 4-6 см. Срез на подвое производится по камбию, отступая от хвои на 1-2 см. В результате удаляется полоска коры, равная по параметрам срезу на черенке. Нужно выполнять срезы одним движением, стараясь как можно меньше повредить проводящие ткани. Также необходимым условием успешности прививки является соблюдение требований стерильности: недопустимо прикосновение руками, попадания воды; обязательно время от времени протирать режущие инструменты спиртом.

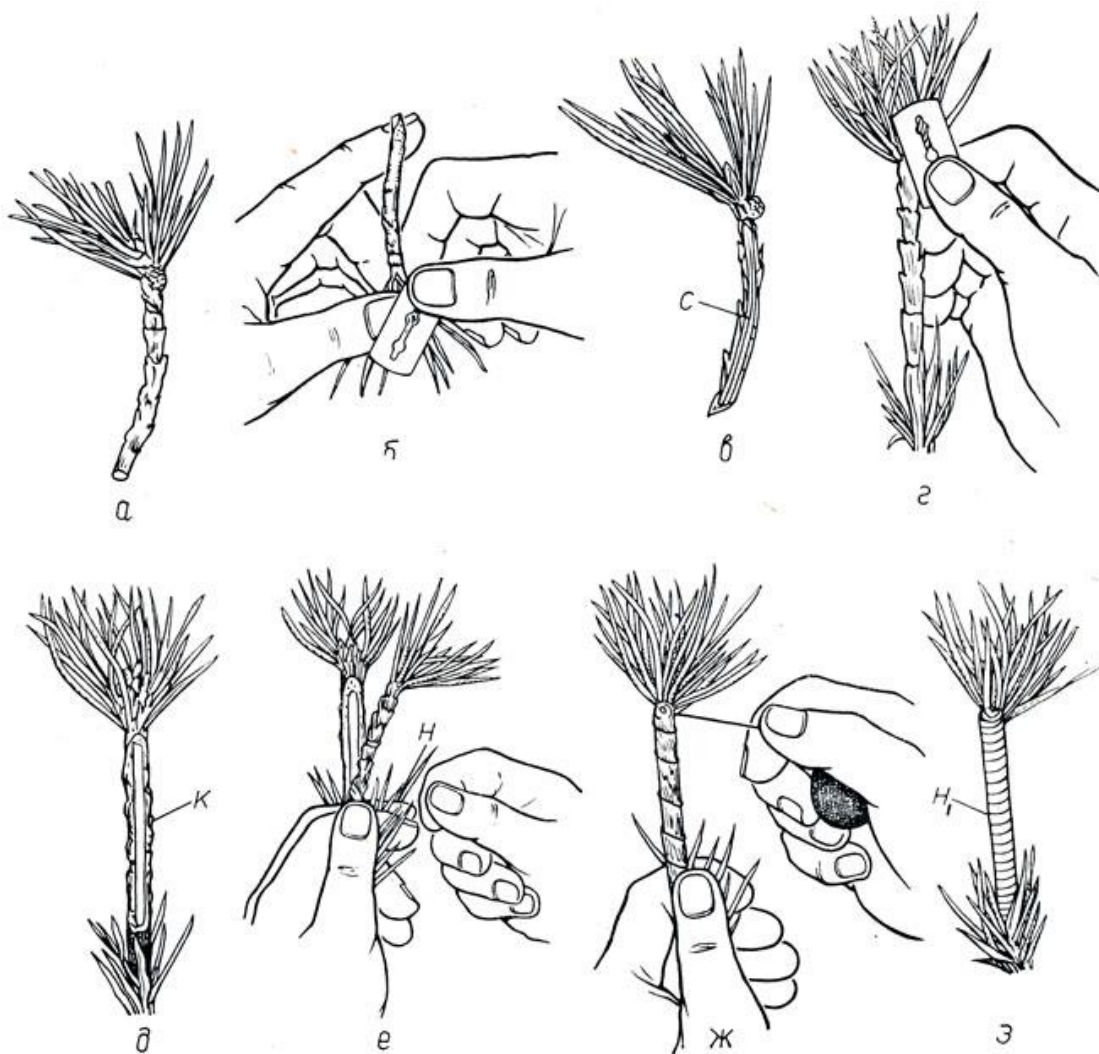


Рис. 7. Прививка сосны «вприклад сердцевиной на камбий» (по Е. П. Проказину): *а* - черенок для прививки с удаленной хвоей; *б* - проведение среза на черенке; *в* - на черенке подготовлен срез; *г* - проведение среза на верхушечном побеге подвоя; *д* - на побеге подвоя подготовлен срез; *е* - черенок положен на обнаженный камбий подвоя; *ж* - черенок редкими витками прижат к срезу на побеге подвоя; *з* - готовая прививка; *С* - обнаженная сердцевина; *К* - обнаженный камбий; *Н* - нитка, зажатая между пальцем и черенком; *Н<sub>1</sub>* - конец нитки обвязки

Основное отличие способа «*вприклад камбием на камбий*» (рис. 8) заключается в том что на черенке срез проводится по камбию, так же, как на подвое. Прививочные компоненты соединяются в местах срезов, после чего производится их плотная обвязка снизу вверх эластичным материалом (полиэтилен, изолента и др.). При весенней прививке (чаще используется) обвязка обычно удаляется через 4-5 недель, для летних прививок – весной следующего года. Вершину подвоя срезают, оставляя шип. Шип удаляют весной следующего года.

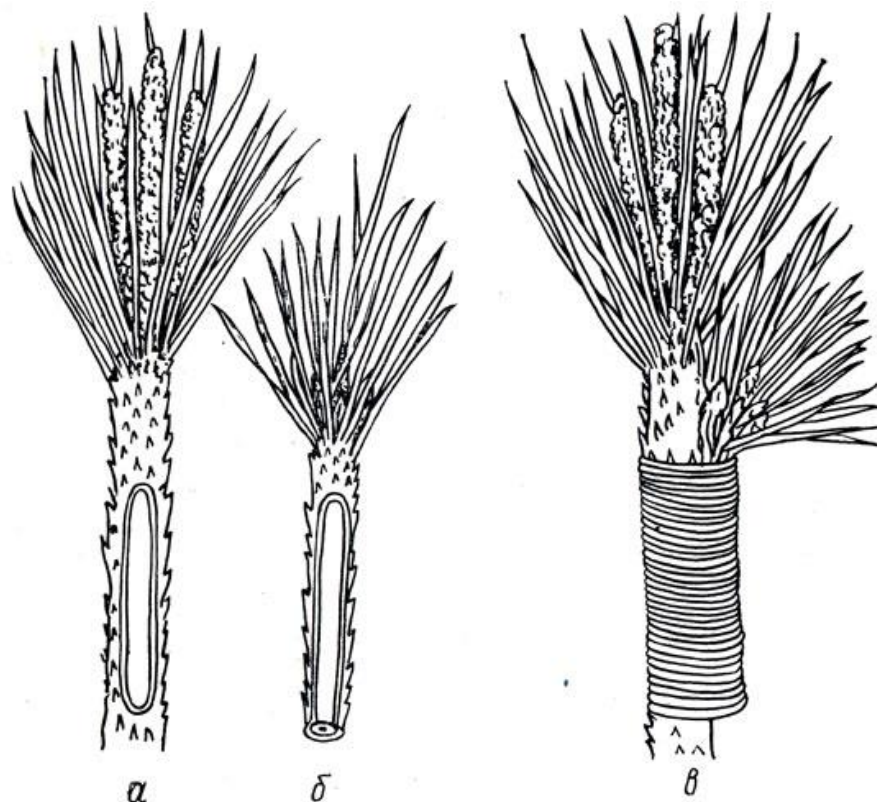


Рис. 8. Прививка «вприклад камбием на камбий» (по Д. Я. Гиргидову и В.И. Долголикову): *a* - подвой; *б* - привой; *в* – прививка

Привойный материал заготавливают из верхней и средней периферийной частей кроны. Не рекомендуется заготавливать черенки из нижнего яруса дерева, т.к. в первые несколько лет может сохраниться горизонтальный рост (ель, пихта и др.).

В качестве подвоя используют молодые растения 2-6 летнего возраста того же вида. Подвой выращивают в закрытом грунте, используя семена плюсовых деревьев или с лесосеменных плантаций.

Высокие показатели приживаемости отмечают у сосны кедровой при способе прививки «*в косой боковой расщеп*» (рис. 9). Этот способ хорошо себя зарекомендовал при прививке хвойных пород в ряде зарубежных стран.

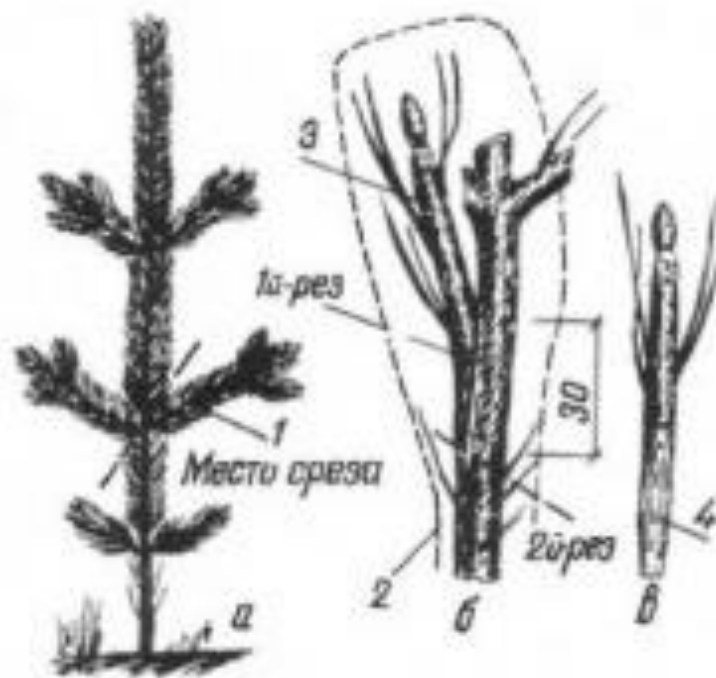


Рис. 9. Прививка по способу «в косой боковой расщеп»

**а** – саженец для прививки; **б** – выполненная прививка; **в** – вид сбоку на подготовленный привой; 1 – ветки, удаляемые после срастания подвоя и привоя; 2 – полиэтиленовый пакет (для оставшейся ветки в пакете предусматривают прорезь); 3 – привой; 4 - сердцевина

Черенок, используемый в качестве привоя, заостряют с двух сторон в форме клина, обрывают хвою, оставляя несколько штук на вершинке. Длина среза 5-6 см.

На подвое немного наклонно к оси побега на участке, освобожденном от хвои, наносится боковой срез, который проходит через кору и немного заходит в древесину. Затем, отгибая за верхушку подвой, слегка открывают разрез, в который вдвигают черенок таким образом, чтобы камбиальные слои компонентов совпадали. Для лучшего срастания компонентов прививку погружают в полиэтиленовый пакет с прорезью, который впоследствии удаляют вместе с обвязкой.

Прививка *врасщеп верхушечного побега* (почки) (рис. 10) заключается в том, что на подвое удаляют хвою на 8-10 см. от верхушечной почки, удаляют боковые почки. Через центральную верхушечную почку делают разрез на глубину в побеге 6-7 см. Подготовка привоя аналогична описанной в предыдущем способе прививки. Важным условием успешности прививки является совпадение диаметра подвоя и привоя.



Рис. 10. Прививка по способу «врасщеп верхушечного побега»  
*а* – саженец для прививки; *б* – выполненная прививка; 1 – ветки, удаляемые после срастания подвоя и привоя; 2 – полиэтиленовый пакет (для оставшейся ветки в пакете предусматривают прорезь); 3 – привой; 4 – побеговая почка

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) заготовленные черенки хвойных пород (сосны, ели, лиственницы);
- 2) материал для обвязки (ленты полиэтилена, изолента, нитки, веревки);
- 3) режущие инструменты для выполнения прививок;
- 4) полиэтиленовые пакеты.

Задачи лабораторной работы: выбрать наиболее оптимальный способ прививки в зависимости от породы и характеристик черенка (индивидуально выдаётся каждому студенту); отработка навыков производства прививок.

## Лабораторная работа 9

### СПОСОБЫ ПРИВИВОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Существует более 400 видов прививок лиственных древесных растений. Все разнообразие можно объединить в группы:

- по месту прививки: в корневую шейку, штамб и остов кроны;
- по срокам прививки;
- по условиям производства: открытый, закрытый грунт;

- по способу выполнения.

Наиболее распространённые прививки древесных лиственных растений:

- копулировка;
- окулировка;
- врасщеп;
- за кору;
- аблактировка.

При **копулировке** (рис. 11) в качестве привоя используется закрытый (с верхушечной почкой) или открытый однолетний черенок, имеющий как минимум три почки, по диаметру соответствующий толщине побега подвоя. Срез выполняют в виде одностороннего клина длиной 2,5-4 см., что превышает в 2,5-3 раза толщину черенка. Обязательными условиями успешности прививки являются: идентичность срезов на подвое и привое; исключение произвольного перемещения компонентов относительно друг друга. Поэтому для выполнения второго условия, т.е. для улучшения механического соединения прививки, применяются различные улучшения способы копулировки (язычком, седлом и др.)

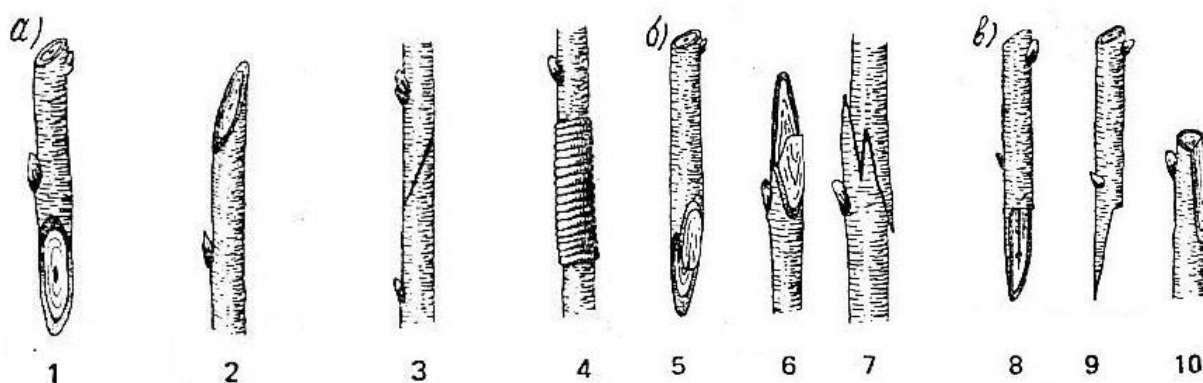


Рис. 11. Копулировка: **а** – простая копулировка: 1 – срез на привое; 2 – срез на подвое; 3,4 – соединение компонентов; **б** – улучшенная копулировка с язычком; 5 – привой; 6 – подвой; 7 – соединение компонентов; **в** – улучшенная копулировка седлом: 8,9 – привой; 10 – подвой

После плотной обвязки прививочных компонентов осуществляют обмазку прививки садовым варом. Если использовался открытый черенок, то производят обмазку верхнего среза на черенке привоя.

Наибольшей эффективности копулировка достигает при использовании в зимние и частично весенние сроки прививки.

**Окулировку** (рис. 12) целесообразно использовать, если подвой и привой значительно различаются по толщине, а также если прививку необходимо произвести в период усиленного сокодвижения (весенний, летний срок прививки). Основным видом окулировки является способ простой окулировки. В качестве привоя используется отдельный глазок

(почка) с щитком коры. Для заготовки щитка с почкой побег обычно берут в левую руку верхушкой к себе, а правой рукой окулировочным ножом срезают почку вместе с участком коры и камбия длиной 1,5-2 см. до почки и 1-2 см. после неё. Обычно на отделённом щитке остаётся слой древесины, который необходимо удалить для улучшения условий срастания.

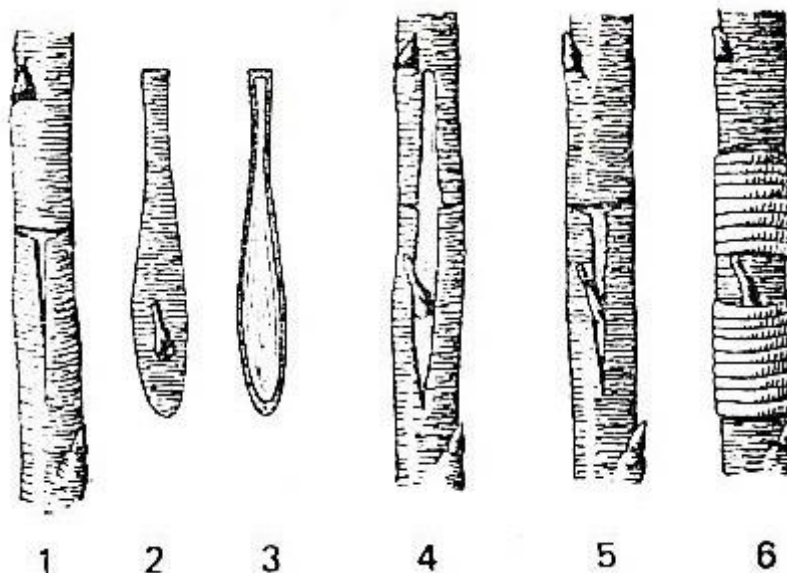


Рис. 12. Простая окулировка: 1 – срез на подвое; 2,3 – щиток с почкой; 4,5,6 – этапы соединения компонентов прививки

На подвое проводят Т-образный разрез коры до древесины. Затем аккуратно приподнимают кору с двух сторон и вставляют щиток так, чтобы почка располагалась под нижним краем горизонтального разреза. Часть щитка, выходящая за верхние пределы разреза, обрезается. Заключительным действием является обвязка прививки.

На практике используются множество модификаций окулировки: прививка в перевернутый Т-образный разрез, в крестообразный разрез (древесные породы с крупными почками) и др.

Разновидностью окулировки является окулировка «щитком внакладку». В этом случае на подвое вместо разреза выполняют удаление участка коры по размерам и конфигурации совпадающего с заготовленным щитком (рис. 13)



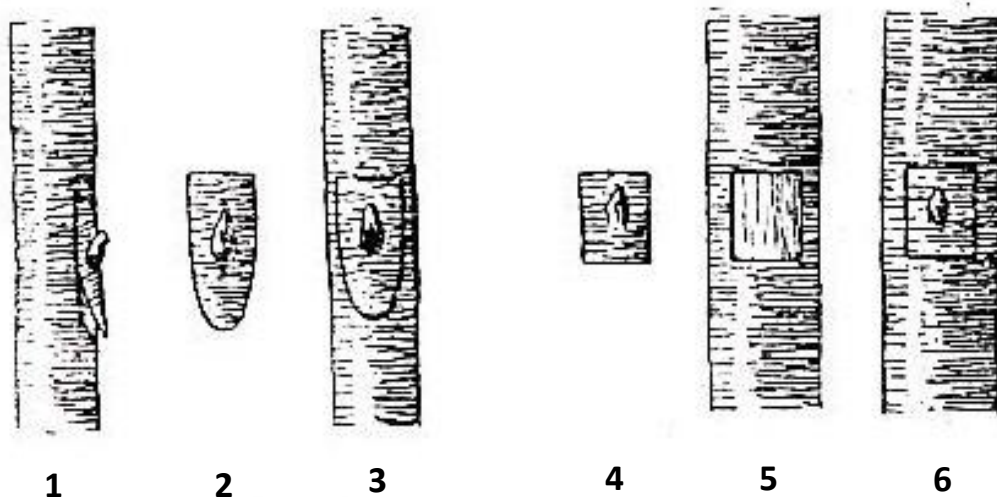


Рис. 13. Варианты окулировки щитком внакладку: 1 – заготовка щитка с почкой; 2,4 – щиток с почкой; 3,5 – подвой; 6 – совмещение компонентов

Окулировка щитком внакладку используется как основной способ прививки винограда, ореха грецкого, пекана и др. или как вспомогательный вариант для большинства лиственных древесных пород. Вышеописанная разновидность окулировки имеет ряд преимуществ перед простой окулировкой:

- более высокая производительность (примерно в 1,5 раза);
- исключение застарения привитой почки;
- более гибкое варьирование сроков прививки (на 1,5-2 недели раньше и позже периода сокодвижения).

Прививка *врасцен* – одна из наиболее распространенных вариантов прививки лиственных древесных пород. Её применение возможно при весенних, летних и позднелетних сроках прививки.

В отличие от хвойных, условие по идентичности диаметров подвоя и привоя является желательным, но не обязательным. При значительной разнице толщины побегов необходимо обеспечить совпадение камбиальных слоев у прививочных компонентов хотя бы на одной стороне. Допускается производить несколько расщепов и соответственно вставлять несколько черенков (рис. 14).

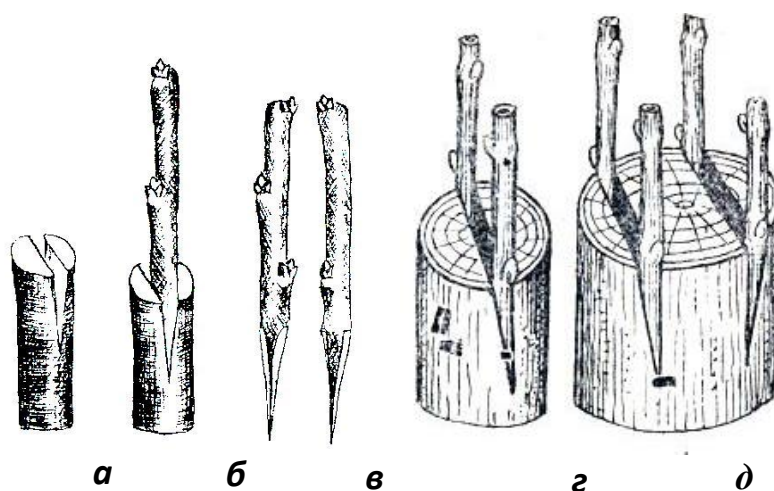


Рис. 14. Прививка врасщеп: *а* – разрез на подвое; *б* – соединение компонентов; *в* – привой; *г* – по центру в расщеп; *д* – периферийный в расщеп

Прививка *за кору* применяется главным образом при весенних сроках прививки и весьма эффективна для плодовых, некоторых косточковых, конского каштана, ясеня, гледичии, вяза, ивы, смородины и др. пород. Существует множество разновидностей этого способа прививки. Наиболее простой вариант заключается в следующем. Черенок привоя готовится так же, как при простом способе копулировки – выполняется срез в виде одностороннего клина. Длина черенка 4-6 см. Побег подвоя обрезают выше места будущей прививки и от места среза делают продольный разрез коры до древесины. Кору аккуратно приподнимают так, чтобы вставить черенок на полную длину среза (рис. 15, а).

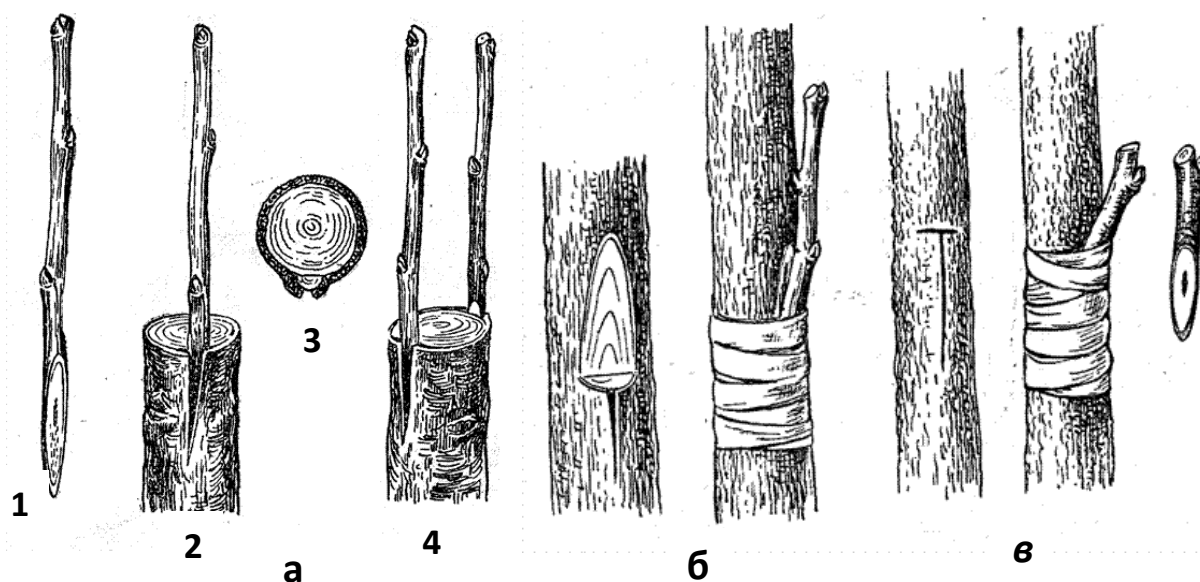


Рис. 15. Прививка за кору: *а* – простая с надрезом коры: 1 – черенок привоя; 2 – соединение компонентов прививки; 3 – подвой с привитым черенком в поперечном разрезе; 4 – прививка двумя черенками; *б* – с подрезом древесины; *в* – в Т-образный надрез коры

Кроме прививок с полным срезом верха подвоя существует боковая прививка за кору с оставлением побега выше места будущей прививки, при которой на некотором расстоянии от земли делается подрез древесины на подвое в виде седла (рис. 15, б) или же Т-образный надрез на коре (рис. 12, в), как при окулировке. За отделенную часть коры вставляют черенок с седлом или с обычным косым срезом.

Прививка черенком за кору может быть выполнена и без продольного разреза коры (рис. 16).

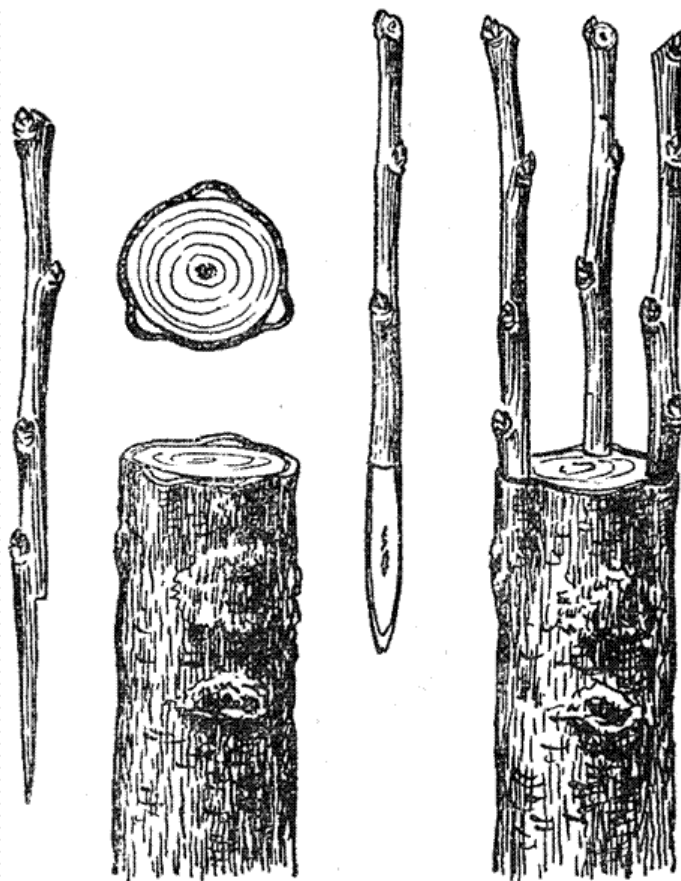


Рис. 16. Прививка за кору седлом без разреза коры

Для дуба эта разновидность прививки является наиболее эффективным способом, так называемая прививка «в мешок». Технологично отличия этого способа от простой прививки за кору заключаются в следующем. Длина среза у черенков привоя может быть несколько меньше, всего 2-3 см. С противоположной стороны рекомендуется срезать полоску коры до камбия. У подвоя срезается ствол под углом  $45^\circ$ , таким образом, чтобы плоскость среза была обращена на север. Желательно прививку делать не на пенёк, а под кору стволика толщиной не более 2 см. и высотой 1 м. Далее, сжимая большим и указательным пальцем отделяют кору от древесины до тех пор пока не образуется щель («мешок»). В образовавшуюся полость вставляется подготовленный черенок, производится обвязка и замазка садовым варом. Прививку укрывают пакетом из полиэтиленовой пленки.

**Аблактировка** или прививка сближением – это единственный способ прививки, при котором привой имеет собственную корневую систему. При этом привой и подвой высаживают рядом с друг другом. Затем после их укоренения выполняют прививку. На одинаковой высоте у подвоя и привоя делают идентичные срезы длиной 4-6 см с плавным заглаблением до уровня сердцевины, соединяют и обвязывают. После срастания прививки привой отделяют от материнского растения ниже места прививки, а побег подвоя – выше места прививки (рис. 17).

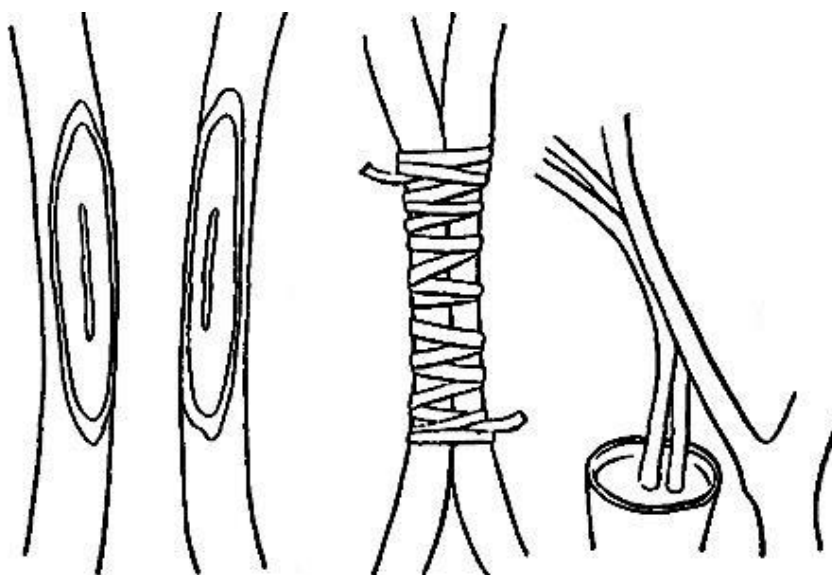


Рис. 17. Аблактировка

Срастание компонентов при проведении аблактировки происходит быстрее за счёт того, что привой получает питание от своей корневой системы. Однако, этот способ является трудоёмким и оправдан только для трудно размножаемых древесных пород, а также ценного привойного материала.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) заготовленные черенки лиственных пород (тополь, каштан, ива и др.);
- 2) материал для обвязки (ленты полиэтилена, изолента, нитки, веревки);
- 3) режущие инструменты для выполнения прививок;
- 4) полиэтиленовые пакеты.

Задачи лабораторной работы: выбрать наиболее оптимальный способ прививки в зависимости от породы и характеристик черенка (индивидуально выдаётся каждому студенту); отработать навыки производства прививок.

## Лабораторная работа 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОСТОЯННОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ БАЗЫ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОЙ ОСНОВЕ

Одним из основных условий выращивания высокопродуктивных устойчивых насаждений является использование в лесокультурном производстве высококачественных семян с лучшими наследственными свойствами.

**Семеноводство** – деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных и лесных растений, а также сортовой контроль и семенной контроль. Конечная цель лесного семеноводства – перевод его на сортовую основу и создание высокопродуктивных насаждений, что невозможно без создания и использования постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) на генетико-селекционной основе.

Для расчета объема работ по проектированию лесосеменной базы на генетико-селекционной основе необходимо определить среднюю ежегодную потребность в семенах ( $C_{\Gamma}$ ) для создания планируемых объектов лесных культур:

$$C_{\Gamma} = C_{\kappa} + C_{\text{д}},$$

где  $C_{\kappa}$  – потребное количество семян для создания лесных культур, кг;

$C_{\text{д}}$  – потребное количество семян для дополнения лесных культур, га.

Показатель  $C_{\text{д}}$  определяется исходя из планируемого нормативного процента дополнения культур. В среднем для расчётов  $C_{\text{д}} = 0,2 C_{\kappa}$ .

$$C_{\kappa} = C_{\kappa \text{ посева}} + C_{\kappa \text{ посадки семян}} + C_{\kappa \text{ посадки саженцев}}$$

где  $C_{\kappa \text{ посева}}$  – потребное количество семян для создания лесных культур посевом, кг;

$C_{\kappa \text{ посадки семян}}$  – потребное количество семян для создания лесных культур посадкой семян, кг;

$C_{\kappa \text{ посадки саженцев}}$  – количество семян для создания лесных культур посадкой саженцев, кг.

$$C_{\kappa \text{ посева}} = S_{\text{посева}} \times H_1,$$

где  $S_{\text{посева}}$  – ежегодная площадь создания лесных культур посевом, га;

$H_1$  – норма высева семян при создании лесных культур посевом, кг/га;

$$C_{\kappa \text{ посадки семян}} = K_{\text{семян}} \times \frac{H_2}{B},$$

где  $K_{\text{сеянцев}}$  – потребность предприятия в сеянцах для создания лесных культур, тыс. шт;

$H_2$  – норма высева семян в посевном отделении питомника, кг/га;

$B$  – норма выхода стандартного посадочного материала (сеянцев) с единицы площади посевного отделения, тыс. шт./га;

$$K_{\text{сеянцев}} = S_{\text{сеянцев}} \times \Gamma_1,$$

где  $S_{\text{сеянцев}}$  – площадь для создания лесных культур посадкой сеянцев, га;

$\Gamma_1$  – густота посадки сеянцев, тыс. шт./га (для сосны – 4,0-4,5, для ели – 3,5-4,0);

$$C_{\text{к посадки сеянцев}} = K_{\text{саженцев}} \times \frac{H_2}{B \times m},$$

где  $m$  – сохранность саженцев, %;

$K_{\text{саженцев}}$  – потребность предприятия в саженцах для создания лесных культур, тыс. шт;

$$K_{\text{саженцев}} = S_{\text{саженцев}} \times \Gamma_2,$$

где  $S_{\text{саженцев}}$  – площадь для создания лесных культур посадкой саженцев, га;

$\Gamma_2$  – густота посадки саженцев, тыс. шт./га (для ели и сосны – 2,5).

Исходные данные для расчета средней ежегодной потребности в семенах для создания планируемых объектов лесных культур приведены в приложении 5. По заданию предполагается, что в хозяйстве уже имеются площади лесосеменных плантаций возрастом более 30 лет, на которых ведется ежегодный сбор семян. Но этого количества недостаточно для удовлетворения ежегодной потребности в семенах. Поэтому предлагается рассчитать по ревизионным периодам среднее количество семян, получаемых с лесосеменных плантаций (уже существующих и вновь заложённых), до того момента пока не будет достигнут заданный уровень по количеству заготовки семян (табл. 6).

Например, ежегодная потребность в семенах для создания планируемых объектов лесных культур ( $C_r$ ) составляет 779 кг. Максимальная урожайность лесосеменных плантаций – 10 кг/га. Таким образом, необходимо, чтобы в хозяйстве имелось 77,9 га лесосеменных плантаций. Исходя из того, что по заданию уже имеется 10 га, требуется спроектировать ещё 67,9 га лесосеменных плантаций.

Таблица 6

Количество заготавливаемых семян с ЛСП в зависимости от возраста по ревизионным периодам

| Ревизионный период                             | Настоящее время |       |       |      | 10 лет |       |       |      | 20 лет |       |       |      | 30 лет |       |       |      | 40 лет |       |       |      |
|--|-----------------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------|
| Возраст, лет                                   | 0-10            | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 |
| Данные   | 0-10            | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 | 0-10   | 11-20 | 21-30 | > 30 |
| Урожайность, в соответствии с возрастом, кг/га | 0               |       |       | 10   | 0      |       |       | 10   |        | 3     |       | 10   |        |       | 6     | 10   |        |       |       | 10   |
| Площадь ЛСП различного возраста, га            | 67,9            |       |       | 10   | 67,9   |       |       | 10   |        | 67,9  |       | 10   |        |       | 67,9  | 10   |        |       |       | 77,9 |
| Количество семян, кг                           | 0               |       |       | 100  | 0      |       |       | 100  |        | 203,7 |       | 100  |        |       | 407,4 | 100  |        |       |       | 779  |
| Итого  | 100             |       |       |      | 100    |       |       |      | 303,7  |       |       |      | 507,4  |       |       |      | 779    |       |       |      |

Из таблицы (табл. 6) видно, что необходимое количество семян ( $C_T$ ) возможно будет получить только через 40 лет после закладки лесосеменных плантаций недостающей площади. Таким образом, в течение этого периода сбор требуемого количества семян производится с других объектов лесосеменной базы (табл. 7). Урожайность семян в зависимости от возраста и вида семенного насаждения приведены в приложении (приложение 6).

Таблица 7

Объем заготовки семян на объектах ЛСБ по ревизионным периодам

| Период      | Лесосека   |               | ВЛСУ       |               | ПЛСУ       |               | ЛСП        |               | Итого |
|-------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|-------|
|             | $S^*$ , га | $N^{**}$ , кг | $S^*$ , га | $N^{**}$ , кг | $S^*$ , га | $N^{**}$ , кг | $S^*$ , га | $N^{**}$ , кг |       |
| Наст. время | 113,2      | 679,0         | -          | -             | -          | -             | 10         | 100           | 779   |
| 10 лет      | 79,2       | 475,3         | 50,9       | 203,7         | -          | -             | 10         | 100           | 779   |
| 20 лет      | -          | -             | 50,9       | 203,7         | 54,3       | 271,6         | 77,9       | 303,7         | 779   |
| 30 лет      | -          | -             | -          | -             | 54,3       | 271,6         | 77,9       | 507,4         | 779   |
| 40 лет      | -          | -             | -          | -             | -          | -             | 77,9       | 779           | 779   |

**Примечание.**  $S^*$  площадь;  $N^{**}$  количество семян.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) указания по лесному семеноводству РФ;
- 2) плакаты, образцы, экспонаты;

Задачи лабораторной работы: систематизировать знания по закладке постоянной лесосеменной базы на селекционной основе; выполнить необходимые расчеты для организации обеспечения хозяйства высококачественными семенами.

## Лабораторная работа 11

### ОЦЕНКА НАСЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ. РАСЧЕТ $h^2$ И $h^2$ , ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО УЛУЧШЕНИЯ

**Фенотиип** (от греч. φαίνω (phainō) – являю, обнаруживаю – и τύπος (typos) – образец) – совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия её генетической структуры (генотипа) и внешней по отношению к ней среды. Определить долю наследственных (генотипических) и ненаследственных (паратипических, экологических) факторов, т.е. узнать наследуется ли признак, можно используя метод дисперсионного анализа:



$$\sigma_{ph}^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2,$$

где  $\sigma_{ph}^2$  – фенотипическая дисперсия,  
 $\sigma_g^2$  – генотипическая дисперсия,  
 $\sigma_e^2$  – экологическая дисперсия.

**Наследуемость (коэффициент наследуемости в широком смысле)** – доля фенотипической изменчивости в популяции, обусловленная генетической изменчивостью:

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2} = \frac{\sigma_{ph}^2 - \sigma_e^2}{\sigma_{ph}^2}.$$

Эталонным методом проверки наследуемости является проведение испытаний вегетативного потомства с разными генотипами (от нескольких клонов). При этом сравнивают изменчивость между клонами и внутри них.

Дисперсия рассчитывается по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{i - n},$$

где  $\sigma^2$  – варианса для выборки,  
 $x_i$  – любой член вариационного ряда,  
 $\bar{x}$  – среднее значение признака,  
 $i$  – количество измерений,  
 $n$  – количество клонов.

Считается, что если  $H^2 > 0,5$ , то признак обусловлен генетически.

Ограничится определением наследуемости в широком смысле целесообразно лишь при использовании вегетативного размножения селекционного материала.

Генотипическая дисперсия ( $\sigma_g^2$ ) представляет собой сумму дисперсий аддитивных генов ( $\sigma_{add}^2$ ), межгенного взаимодействия ( $\sigma_f^2$ ) и доминантных ( $\sigma_d^2$ ):

$$\sigma_g^2 = \sigma_{add}^2 + \sigma_f^2 + \sigma_d^2.$$

Коэффициент наследуемости в узком смысле  $h^2$  показывает долю аддитивных генов в генетической составляющей, которые точно проявятся у потомства при любом способе размножения. При расчете  $h^2$  исходят из следующих допущений: исследуемая популяция находится в состоянии генотипического равновесия; количественные признаки определяются аддитивным действием генов; связь между фенотипом родителей и потомков является прямолинейной. Тогда  $h^2 = 2r_{xy}$  – для сибсов (потомков одних родителей; при контролируемом опылении);  $h^2 = 4r_{xy}$  – для полусибсов, где  $r$  – коэффициент корреляции;  $x$  – значение исследуемого признака у потомка;  $y$  –

значение исследуемого признака у родителя. Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}.$$

Диапазон коэффициента наследуемости в узком смысле  $h^2$  – от нуля до единицы, но всегда строго меньше или равен  $H^2$ . Если  $h^2 > 0,25$ , то признак контролируется аддитивными генами.

Следующим этапом работы селекционера является определение генетического улучшения при отборе по изучаемому признаку для генетически однородного материала:

$$R_B = S \times H^2,$$

где  $R_B$  – генетического улучшения при вегетативном размножении,

$S$  – селекционный дифференциал,

$H^2$  – коэффициент наследуемости в широком смысле.

Селекционный дифференциал рассчитывается по формуле:

$$S = X_{max} - \bar{X},$$

где  $X_{max}$  – максимальное значение признака, по которому ведут отбор в популяции,

$\bar{X}$  – среднее значение признака, по которому ведут отбор в популяции.

При расчете генетического улучшения в результате семенного размножения учитывают каким способом происходило опыление:

для контролируемого опыления:

$$R_c = S \times h^2,$$

для свободного опыления:

$$R_c = S \times \frac{h^2}{2},$$

где  $R_c$  – генетического улучшения при семенном размножении,

$S$  – селекционный дифференциал,

$h^2$  – коэффициент наследуемости в узком смысле.

Следует помнить, что наследуемость не является неизменной величиной. Поэтому оценка наследуемости должна рассматриваться на вероятностном уровне.

Материалы для проведения лабораторной работы:

- 1) материалы полевых исследований клоновых плантаций;
- 2) плакаты, экспонаты;

Задачи лабораторной работы: определить характер наследования исследуемого признака; вычислить генетическое улучшение при однократном отборе.

## Библиографический список

1. Бондаренко, А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учебное пособие / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 125 с.
2. Вавилов, Н.И. Мировые растительные ресурсы и их использование в селекции / Н. И. Вавилов. – М.: АН СССР, 1962. – 474 с.
3. Гузюк, М.Е. Лесная селекция: методические указания и контрольные задания для студентов заочного обучения лесохозяйственного факультета по направлению 250100 «Лесное дело» / М.Е. Гузюк, С.П. Гусев. – СПб.: СПбГЛТУ. 2013. – 32 с.
4. Гусев, С.П. Генетика и селекция. Исходные данные и параметры: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 31.12 / С.П. Гусев, А.П. Евдокимов, М.Е. Гузюк. – СПб, 1993. – 28 с.
5. Гусев, С.П. Прививка древесных и кустарниковых пород: методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 31.12 / С.П. Гусев. – СПб, 1990. – 22 с.
6. Ежегодный доклад Рослесхоза «О состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2012 г.». URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/other/79> (дата обращения: 22.11.2016г.)
7. Куприянова, Л.А., Алешина Л.А.: Пыльца и споры растений флоры Европейской части СССР. Т.1. – Л.: Наука, 1972. – 171с.
8. Мячкина, А.И. Атлас спор и пыльцы некоторых современных растений Дальнего востока. /А.И. Мячкина, Л.Л. Казачихина, И.Б. Мамонтова, В.С. Калинина – Хабаровск, 1971. – 85 с.
9. Нормы выхода стандартных сеянцев деревьев и кустарников в лесных питомниках Российской Федерации. Утверждены приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 25 октября 1995 г. № 144.
10. Овсянкин В.Н. Лесная селекция и семеноводство: методические указания / В.Н. Овсянкин, Р. В. Булыгина. – Л, 1972. 52 с.
11. Погиба, С.П. Методы количественной генетики в лесной селекции: учеб.-методич. пособие / С.П. Погиба, Г.А. Курносов, Е.В. Казанцева. – 3-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 32 с.
12. Пятницкий, С.С. Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. М.: Сельхозиздат, 1961.- 271 с.
13. Сиволапов, А.И. Селекция и семеноводство древесных растений: учебное пособие; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – 203 с.
14. Федеральный закон «О семеноводстве» от 17 декабря 1997 г. N 149-ФЗ (с изменениями на 03.07. 2016 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9054643> (дата обращения: 28.11.2016г.)
15. Царев, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород: учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В. Тренин. – М.: Логос, 2001. – 520 с.

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**



Таблица значений критерия Стьюдента

| $f^*$ | $P^{**}$ |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 0.80     | 0.90   | 0.95   | 0.98   | 0.99   | 0.995  | 0.998  | 0.999  |
| 30    | 1.3104   | 1.6973 | 2.0423 | 2.4573 | 2.7500 | 3.0298 | 3.3852 | 3.6460 |
| 32    | 1.3080   | 1.6930 | 2.0360 | 2.4480 | 2.7380 | 3.0140 | 3.3650 | 3.6210 |
| 34    | 1.3070   | 1.6909 | 2.0322 | 2.4411 | 2.7284 | 3.9520 | 3.3479 | 3.6007 |
| 36    | 1.3050   | 1.6883 | 2.0281 | 2.4345 | 2.7195 | 9.490  | 3.3326 | 3.5821 |
| 38    | 1.3042   | 1.6860 | 2.0244 | 2.4286 | 2.7116 | 3.9808 | 3.3190 | 3.5657 |
| 40    | 1.303    | 1.6839 | 2.0211 | 2.4233 | 2.7045 | 3.9712 | 3.3069 | 3.5510 |
| 42    | 1.320    | 1.682  | 2.018  | 2.418  | 2.6980 | 2.6930 | 3.2960 | 3.5370 |
| 44    | 1.301    | 1.6802 | 2.0154 | 2.4141 | 2.6923 | 3.9555 | 3.2861 | 3.5258 |
| 46    | 1.300    | 1.6767 | 2.0129 | 2.4102 | 2.6870 | 3.9488 | 3.2771 | 3.5150 |
| 48    | 1.299    | 1.6772 | 2.0106 | 2.4056 | 2.6822 | 3.9426 | 3.2689 | 3.5051 |
| 50    | 1.298    | 1.6759 | 2.0086 | 2.4033 | 2.6778 | 3.9370 | 3.2614 | 3.4060 |
| 55    | 1.2997   | 1.673  | 2.0040 | 2.3960 | 2.6680 | 2.9240 | 3.2560 | 3.4760 |
| 60    | 1.2958   | 1.6706 | 2.0003 | 2.3901 | 2.6603 | 3.9146 | 3.2317 | 3.4602 |
| 65    | 1.2947   | 1.6686 | 1.997  | 2.3851 | 2.6536 | 3.9060 | 3.2204 | 3.4466 |
| 70    | 1.2938   | 1.6689 | 1.9944 | 2.3808 | 2.6479 | 3.8987 | 3.2108 | 3.4350 |
| 80    | 1.2820   | 1.6640 | 1.9900 | 2.3730 | 2.6380 | 2.8870 | 3.1950 | 3.4160 |
| 90    | 11.2910  | 1.6620 | 1.9867 | 2.3885 | 2.6316 | 2.8779 | 3.1833 | 3.4019 |
| 100   | 1.2901   | 1.6602 | 1.9840 | 2.3642 | 2.6259 | 2.8707 | 3.1737 | 3.3905 |
| 120   | 1.2888   | 1.6577 | 1.9719 | 2.3578 | 2.6174 | 2.8598 | 3.1595 | 3.3735 |
| 150   | 1.2872   | 1.6551 | 1.9759 | 2.3515 | 2.6090 | 2.8482 | 3.1455 | 3.3566 |
| 200   | 1.2858   | 1.6525 | 1.9719 | 2.3451 | 2.6006 | 2.8385 | 3.1315 | 3.3398 |
| 250   | 1.2849   | 1.6510 | 1.9695 | 2.3414 | 2.5966 | 2.8222 | 3.1232 | 3.3299 |
| 300   | 1.2844   | 1.6499 | 1.9679 | 2.3388 | 2.5923 | 2.8279 | 3.1176 | 3.3233 |
| 400   | 1.2837   | 1.6487 | 1.9659 | 2.3357 | 2.5882 | 2.8227 | 3.1107 | 3.3150 |
| 500   | 1.2830   | 1.6470 | 1.9640 | 2.3330 | 2.7850 | 2.8190 | 3.1060 | 3.3100 |

**Примечание.**  $f^*$ - число степеней свободы;  $f = n_1 + n_2 - 2$ , где  $n_1$  и  $n_2$  – количество измерений в двух независимых выборках;  $P^{**}$  - доверительная вероятность

**Селекционный анализ желудей дуба черешчатого (*Quercus robur* L.)**

| № п/п | Морфологические признаки |       |            |              |                   |
|-------|--------------------------|-------|------------|--------------|-------------------|
|       | Цвет                     | Форма | Длина, мм. | Диаметр, мм. | Коэффициент формы |
| 1.    |                          |       |            |              |                   |
| 2.    |                          |       |            |              |                   |
| 3.    |                          |       |            |              |                   |
| 4.    |                          |       |            |              |                   |
| 5.    |                          |       |            |              |                   |
| 6.    |                          |       |            |              |                   |
| 7.    |                          |       |            |              |                   |
| 8.    |                          |       |            |              |                   |
| 9.    |                          |       |            |              |                   |
| ...   |                          |       |            |              |                   |

**Определение основных статистических показателей качественного признака**

| Цвет  | Количество измерений | Вероятность (P), %   |
|---|----------------------|--|
|   |                      |  |
|   |                      |  |
| Итого   |                      | 100  |
| <i>Стандартное отклонение:</i><br>$\sigma_1 = \sqrt{P_1 \times P_2} =$<br>$\sigma_2 =$        |                      | <i>Ошибка стандартного отклонения:</i><br>$m_{\sigma_1} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{n}} =$<br>$m_{\sigma_2} =$ |
| <i>Коэффициент достоверности:</i><br>$t = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} =$ |                      |  |

Вывод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**СЕЛЕКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ШИШЕК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Дерево № \_\_\_\_\_

| №<br>п/п | М о р ф о л о г и ч е с к и е    п р и з н а к и    ш и ш е к |       |              |                |                               |                         | Группы шишек по длине (мм) |       |       |       |
|----------|---|-------|--------------|----------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|
|          | Цвет  | Форма | Длина,<br>мм | Диаметр,<br>мм | Отношение длины к<br>диаметру | Число семенных<br>чешуй | 20-30                      | 31-40 | 41-50 | 51-60 |
|          |   |       |              |                |                               |                         | Выход семян, %             |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         | Работу выполнили студенты  |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         | _____ курса _____ группы   |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         | 1. _____                   |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         | 2. _____                   |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |
|          |   |       |              |                |                               |                         |                            |       |       |       |

Характеристика плодоношения семенных насаждений

| Порода             | Периодичность плодоношения, лет | Возраст начала плодоношения, лет |              | Урожайность семян        |              |               |              |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------|---------------|--------------|
|                    |                                 | в свободном состоянии            | в насаждении | вид семенного насаждения | возраст, лет | урожай, кг/га |              |
|                    |                                 |                                  |              |                          |              | средний       | максимальный |
| Сосна обыкновенная | 3 – 6                           | 10 – 15                          | 25 – 30      | ВЛСУ<br>ПЛСУ<br>ЛСП      | 6 – 8        | 1,5 – 6       | 16 – 19      |
|                    |                                 |                                  |              |                          | 8 – 15       | 2 – 5         |              |
|                    |                                 |                                  |              |                          | 20           | 0,5 – 1,5     |              |
|                    |                                 |                                  |              |                          |              | 3 – 5         |              |
| Ель обыкновенная   | 3 – 7                           | 15 – 20                          | 25 – 30      | ВЛСУ<br>ПЛСУ<br>ЛСП      | 20           | 25 – 50       | 50 – 100     |
|                    |                                 |                                  |              |                          | 40           | 1 – 5         |              |
|                    |                                 |                                  |              |                          |              | 1 – 5         |              |
|                    |                                 |                                  |              |                          |              | 15 – 50       |              |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 4  |
| Работа 1. Селекционный анализ вегетативных органов древесных растений.....  | 5  |
| Работа 2. Селекционный анализ генеративных органов древесных растений. Селекционный анализ шишек хвойных пород.....               | 7  |
| Работа 3. Селекционный анализ семян и плодов древесных растений. Селекционный анализ желудей дуба черешчатого.....                | 8  |
| Работа 4. Морфологические и биологические особенности пыльцы хвойных пород.....   | 9  |
| Работа 5. Морфологические и биологические особенности пыльцы лиственных пород.....  | 15 |
| Работа 6. Методы определения жизнеспособности пыльцы.....   | 19 |
| Работа 7. Методы вегетативного размножения селекционного материала. Заготовка, хранение привойного материала, сроки прививки..... | 25 |
| Работа 8. Способы прививок хвойных пород.....   | 27 |
| Работа 9. Способы прививок лиственных пород.....  | 31 |
| Работа 10. Определение и расчет постоянной лесосеменной базы древесных растений на генетико-селекционной основе.....              | 38 |
| Работа 11. Оценка наследования количественных признаков. Расчет $H^2$ и $h^2$ , определение генетического улучшения.....          | 41 |
| Библиографический список.....   | 45 |
| Приложения.....   | 46 |

*Анатолий Васильевич Жигунов  
Анна Александровна Фетисова  
Марианна Евгеньевна Гузюк*

## **ЛЕСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ**

Лабораторный практикум  
для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело»