

13. Москалюк Т.А. Курс лекций по экологии. – Владивосток: Ботанический сад ДВО РАН, 2005.
14. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. Лесная фитопатология: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1992. – 345 с.
15. Алексеев В.А. Ржавчинный рак пихты сибирской. Описание заболевания и методические рекомендации по его полевой диагностике и учету. – СПб.: СПб НИИЛХ, 1999. – 31 с.
16. Кузнецова Т.С. Фитоценотическая структура кедровников Западного Саяна // Типы лесов Сибири. – Красноярск: Ин-т леса и древесины, 1969. – Вып. 2. – С. 25–77.
17. Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1986. – 235 с.
18. Сенашова В.А. Фитопатогенные микромицеты филлосферы хвойных насаждений Средней Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 104 с.
19. Особенности биологии деревьев пихты сибирской, пораженных ржавчинным раком / Е.В. Бажина, П.И. Аминев, М.И. Сидяева [и др.] // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул: Изд-во Алтай. гос. ун-та, 2002. – С. 75–76.



УДК 630.631.53.011

*Р.С. Хамитов, С.М. Хамитова*

#### **ВЛИЯНИЕ ДИССИМЕТРИИ ШИШЕК НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН КЕДРА В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ**

*В статье исследованы посевные качества семян кедра сибирского в условиях интродукции в разрезе диссимметрических форм. Показано, что диссимметрия влияет на всхожесть семян. Лучшим показателем по этому признаку обладают правые изомеры.*

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, филлотаксис, шишки, семена, всхожесть.

*R.S. Khamitov, S.M. Khamitova*

#### **THE INFLUENCE OF STROBILE ASYMMETRY ON CEDAR SEED PLANTING QUALITY UNDER INTRODUCTION CONDITIONS**

*The Siberian cedar seed planting quality under introduction conditions in asymmetrical form section is studied in the article. It is shown that the asymmetry influences the seed germination. The right isomers possess the best indicator according to this characteristic.*

**Key words:** Siberian cedar pine, phyllotaxis, strobiles, seeds, germination.

---

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) интересна, прежде всего, благодаря своему орехоносному значению. При интродукции кедра сибирского в новые экологические условия европейской части России большое внимание следует уделять выбору материнских популяций. Как правило, определение районов доноров материала для репродукции осуществляется посредством создания сети географических культур. Не менее привлекательными для заготовки семян являются и уже существующие обильно плодоносящие местные насаждения вида. В этой связи такие объекты нуждаются в комплексном и всестороннем изучении. Так, И.И. Дроздов отмечает, что данное лесокультурное наследие следует использовать, прежде всего, в качестве маточников для внедрения наиболее ценных форм, для чего следует обратить внимание генетиков и селекционеров на решение интродукционных вопросов, используя теоретические положения Н.И. Вавилова [1].

**Цель исследований.** Выявление и оценка у сосны сибирской в условиях региона исследований фенотипических признаков, связанных с качеством семян.

Признаком генетического разнообразия у хвойных и соответственно лучшей приспособленности популяций к экологическим условиям является соотношение левых и правых изомеров шишек [2]. В пределах кроны каждого растения встречаются обе формы.

**Задачи исследований.** Анализ полнозерности и всхожести семян в разрезе диссимметрических форм макростробил.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в одном из старейших кедровых насаждений, ежегодно продуцирующим орех, – Чагринской роще, расположенной вблизи с. Хорошево Грязовецкого района Вологодской области. Деревья кедра имеют средний диаметр 54,1 см  $\pm 7,0$  см при средней высоте 16,7 м. Почва на участке дерново-подзолистая тяжело-суглинистая. В напочвенном покрове господствует типичное луговое разнотравье.

В конце августа были отобраны образцы опавших с деревьев шишек методом случайной выборки, которые затем высушивали при комнатной температуре и влажности в течение двух месяцев для определения массы на лабораторных весах ВЛКТ-500 и Scout Pro SPU 402 с точностью до 0,01 г.

Линейные показатели шишек измеряли при помощи электронного штангенциркуля РИТ с точностью до 0,01 мм. Таким образом, определяли длину шишки, ее диаметр в самой широкой части, в средней части, верхней и нижней трети образца. Результаты измерений записывали в лабораторный журнал.

Для определения диссимметрии шишек использовали методику, предложенную П.Б. Юрасовым и А.И. Лобановым на примере лиственницы сибирской [2]. Каждую шишку ориентировали в плоскости рабочего стола основанием к себе. Маркером отмечали любую парастиху, заворачивающуюся справа налево, снизу вверх от основания к вершине шишки по ее оси. Приняв эту спираль за первую левую, маркировали остальные, параллельные ей парастихи, и подсчитывали их число. При маркировке левых парастих шишку вращали вправо (по ходу часовой стрелки). Также маркировали правые парастихи, закручивающиеся слева направо, снизу вверх от основания к вершине шишки по ее оси. При этом шишку вращали влево (против хода часовой стрелки) и подсчитывали число парастих. Соотношение между левыми и правыми парастихами записывали в виде дроби (например, 3/5, где 3 – число левых, а 5 – число правых парастих в шишке). Отношение дроби 3/5, 6/4 соответствует левой форме шишки, а 5/3, 4/6 – правой.

В каждой шишке подсчитывали число семян. При пересчете семян учитывали количество односемянных и двусемянных чешуек. Затем семена взвешивали на электронных весах для установления их массы в шишке и массы одного орешка.

Лабораторные опыты заложены по стандартной методике [3]. Опыты носили однофакторный характер на выровненном средовом фоне и закладывались с целью установления влияния полиморфизма кедра сибирского на всхожесть семян. Для выявления влияния сортировки по изомерии направления генетической спирали использовали схему двухфакторного комплекса без учета повторностей.

Качество семян оценивалось по их полнозерности и абсолютной всхожести после стратификации. Абсолютная всхожесть семян определялась с учетом ГОСТа 13056.6-97 [4]. Срок для определения всхожести семян сосны кедровой сибирской в опытных целях был увеличен в 2 раза по сравнению с максимальным по ГОСТу и составил 80 дней. Сроки проведения учетов прорастания семян были установлены также в соответствии с ГОСТом. Оставшиеся непроросшие семена были вскрыты на предмет установления их полнозерности.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Посевные качества семян – это совокупность признаков, характеризующих пригодность лесных семян для посева [5]. Качество семян имеет значение не только в производственных целях. Образование семян, годных к посеву в условиях интродукции, – показатель уровня их акклиматизации и соответствия почвенно-климатическим условиям района культивирования. В этой связи анализ посевных качеств семян интродукционных культур полезен не только для планирования объемов заготовки лесосеменного сырья, нормы посева, но и для определения пригодных для последующей репродукции интродукционных популяций.

Физиологической особенностью семян кедра сибирского является глубокий семенной покой. В этой связи для определения посевных качеств семян в лесокультурном производстве принято использовать показатель их жизнеспособности. В научных исследованиях оперируют показателем абсолютной всхожести, т.е. отношением проросших за установленный срок семян к числу полнозерных, выраженному в процентах [6]. Поэтому существенным параметром, определяющим посевные качества семян, является их полнозерность.

Считается, что процент пустых семян кедра сибирского определяется генетическими особенностями деревьев. Предполагается, что образование пустых семян обусловлено нарушением эмбриогенеза вследствие воздействия внешних факторов и наследственных свойств [6]. Элиминация части генотипов в латентный период возможно связана с естественным механизмом защиты от самоопыления и последующего инбридинга, который является результатом малочисленности популяций [7]. В пользу данного предположения свидетельствует значительно большее влияние отцовского компонента на полнозерность семян, отмеченное В.Е. Титовым [8], для клонов кедра на лесосеменных плантациях.

Нами проанализировано образование нормально развитых полнозернистых семян в разных изомерах шишек в интродукционной популяции (рис. 1).

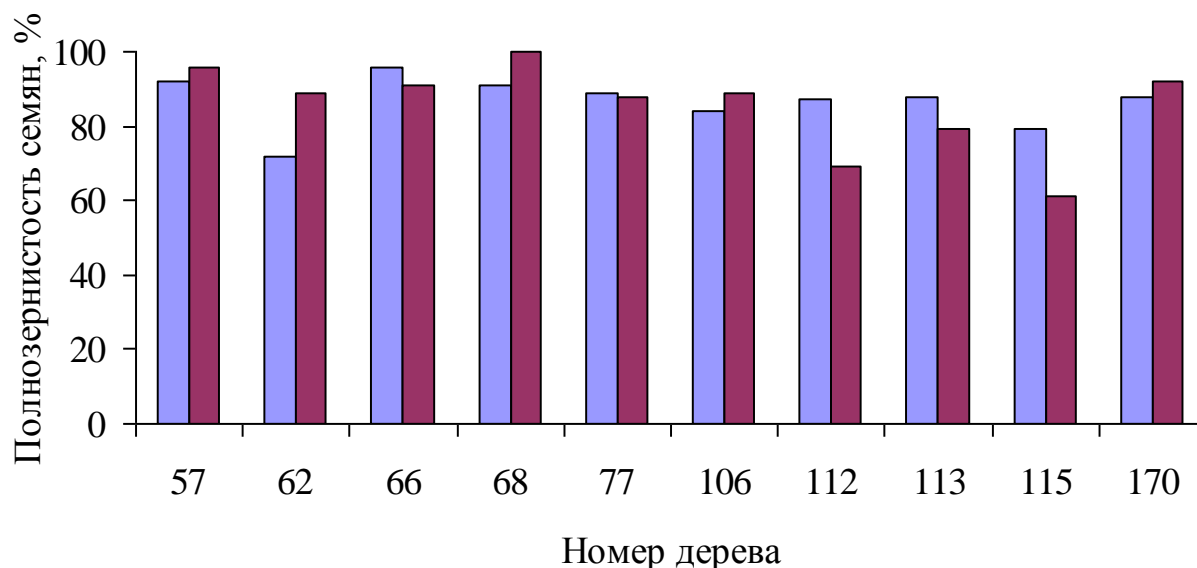


Рис. 1. Соотношение семян левых (■) и правых (■) форм шишек по их полнозернистости

Определенных закономерностей по формированию полнозернистых семян в разрезе диссимметричных форм обнаружено не было. Полнозернистость в целом варьирует от 72 до 100 %. При этом показатель качества семян левых форм ( $86,6 \pm 2,2$  %) равен аналогичному параметру правых ( $85,4 \pm 3,9$  %), поскольку статистически существенного отличия не обнаружено. Двухфакторный дисперсионный анализ также подтверждает отсутствие влияния изменчивости по данному параметру на полнозернистость семян (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния наследственных свойств на полнозернистость семян с учетом изомерии шишек**

| Источник вариации             | Дисперсия<br>SS | Степень<br>свободы df | Варианса<br>MS | Критерий Фишера |                    |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
|                               |                 |                       |                | F <sub>ф</sub>  | F <sub>крит.</sub> |
| Между деревьями               | 2537,37         | 9                     | 281,93         | 44,45           | 2,46               |
| Между формами по диссимметрии | 42,47           | 2                     | 21,23          | 0,74            | 3,55               |
| Погрешность                   | 1027,53         | 18                    | 57,09          | -               | -                  |
| Итого                         | 3607,37         | 29                    | -              | -               | -                  |

Критерий Фишера для вариации признака между формами по диссимметрии существенно ниже его теоретического значения ( $F_{ф} = 0,74 < F_{крит.} = 3,55$ ), соответственно предположение о наличии связи дисперсионным анализом не подтверждается. Для вариации полнозернистости между отдельными деревьями, наоборот, отмечается определенное сопряжение, поскольку расчетное значение критерия Фишера значительно выше критического ( $F_{ф} = 44,45 > F_{крит.} = 2,46$ ).

Всхожесть семян как основной показатель их качества для лесокультурного производства является результатом условий опыления макростробилов и сложных процессов периода их созревания. Формирование жизнеспособных семян и отложение в них должного количества запасных веществ находятся в тесной зависимости от физиологических процессов, протекающих в материнском растении, что, безусловно, связано с его генетическими особенностями, проявляющимися и в фенотипе. Таким образом, уже на стадии сбора лесосеменного сырья представляется достаточно перспективным отбор наилучших по посевным качествам семян по ряду коррелятивных признаков.

Для анализа абсолютной всхожести, т.е. процентного отношения нормально проросших в лабораторных условиях за установленный срок семян к количеству полнозернистых, нами были отобраны образцы семян с модельных деревьев, прошедшие процесс флотации. В постановке данного эксперимента мы преследовали цель установить влияние диссимметрии навинчивания чешуй на всхожесть семян. Для анализа были отобраны образцы шишек с левым и правым типом парастих с каждого отдельного дерева. После извлечения семян создавались три экспериментальные партии: из правых, левых шишек и смешанный образец, состоящий из равного количества семян из левых и правых форм. Для анализа использовали нормально развитые шишки, характеризующиеся средними размерами и массой шишек, а также количеством семян по дереву. Всего в общей сложности было исследовано 11 деревьев и соответственно 33 образца (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния наследственных свойств на всхожесть семян с учетом изомерии шишек**

| Источник вариации             | SS      | df | MS     | Критерий Фишера |                    |
|-------------------------------|---------|----|--------|-----------------|--------------------|
|                               |         |    |        | F <sub>ф</sub>  | F <sub>крит.</sub> |
| Между деревьями               | 1026,03 | 9  | 114,00 | 16,91           | 2,46               |
| Между формами по диссимметрии | 683,27  | 2  | 341,63 | 11,26           | 3,55               |
| Погрешность                   | 1092,07 | 18 | 60,67  | -               | -                  |
| Итого                         | 2801,37 | 29 | -      | -               | -                  |

Расчетное значение критерия Фишера для обоих источников вариации выше табличного на 5 % уровне значимости, что указывает на существенность обоих изучаемых факторов. Доля влияния происхождения семян составила 37 % ( $\eta^2 = 0,37 \pm 0,05$ ). Следовательно, корреляционное отношение ( $\eta$ ) в данном случае достигает 0,61 и указывает на значительную зависимость показателя. В меньшей степени (24 %) всхожесть семян обусловлена способом сортировки по диссимметрии ( $\eta^2 = 0,24 \pm 0,06$ ). Теснота связи всхожести и способа сортировки в этом опыте умеренная ( $r = 0,49$ ). Наглядно соотношение абсолютной всхожести семян левых и правых форм показано на рис. 2.

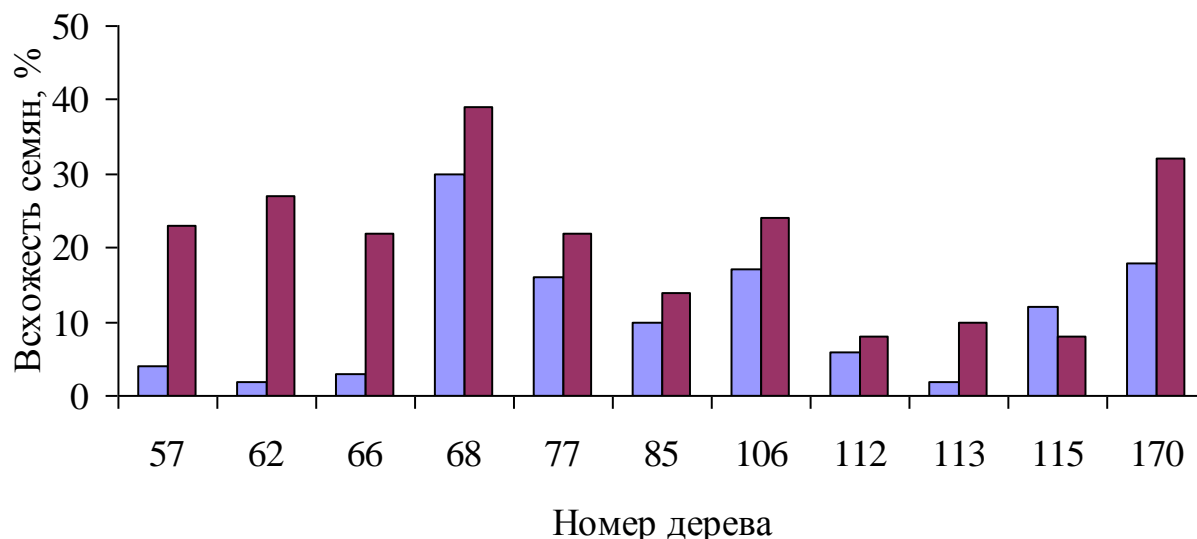


Рис. 2. Соотношение всхожести семян левых (■) и правых (■) форм шишек

Шишки с правосторонним навинчиванием генетической спирали в значительной степени превосходят по всхожести своих семян образцы с левосторонним. В среднем по анализируемым моделям из правых изомеров макростробилл всходят в 1,9 раза больше семян (21 %), чем из левых (11 %). В отдельных случаях разность между вариантами выражена в еще большей степени. Максимальное отличие по признаку наблюдается у дерева №62. При всхожести семян из образцов шишек правых форм 27 %, из левых всходит только

2 % от общего количества полнозернистых семян. Наибольшую всхожесть имеют семена, образуемые в правых шишках дерева №68. Лишь у кедра №115 всхожесть семян из шишек с правосторонним накручиванием парастих несколько ниже, чем у левосторонних экземпляров.

Отметим, что В.А. Брынцев указывает на значимость изучения явления филлотаксиса шишек [9]. Исследования автора показывают, что количество реализуемых растениями типов филлотаксиса отличается у деревьев, выросших в разных условиях, в том числе в пределах территориального распределения внутри ареала и при интродукции. Это характерно и для изомерии. При ухудшении условий существования наблюдается элиминация левых изомеров [9]. В.А. Гришенков также отмечает, что в более лучших лесорастительных условиях (сурамень) долевое участие левых по филлотаксису особей кедра несколько выше, чем борových, в которых они составляют лишь треть популяции [10]. Наши данные вполне согласуются с этими наблюдениями. Элиминация левых изомеров в опыте возможно связана с более низкой степенью готовности семян из левых шишек к посеву после стратификации семян.

### Выводы

Таким образом, различия шишек по форме диссиметрии сказываются на всхожести семян. В пределах кроны одного дерева макростробилы с правосторонним направлением генетической спирали продуцируют семена, которые существенно превосходят по своей всхожести аналогичные экземпляры с левосторонним направлением. Полнозернистость семян с данным признаком не связана и, очевидно, определена условиями опыления. Использование особей с наследственно высокой всхожестью семян в сочетании с отбором правых шишек позволяет существенно повысить всхожесть семян и исключает использование гомозиготных по летальным аллелям, определяющим всхожесть семян, особей, что само по себе исключительно важно для формирования новых интродукционных популяций сосны сибирской.

### Литература

1. Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция: учеб. – 3-е изд. – М.: МГУЛ, 2005. – 136 с.
2. Юрасов П.Б., Лобанов А.И. Диссиметрия шишек хвойных и способ ее определения у лиственницы сибирской // Лесохозяйственная информация. – 2001. – № 3. – С. 19–23.
3. Дворецкий М.Л. Пособие по вариационной статистике. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 104 с.
4. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – М., 1998.
5. ГОСТ Р 51173-98. Семена деревьев и кустарников. Документы о качестве. – М., 1999.
6. Храмова О.Ю. Репродуктивная способность и перспективы хозяйственного использования сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции в Поволжье (на примере Нижегородской области): дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: МГУЛ, 2009. – 164 с.
7. Политов Д.В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых (сем. *Pinaceae*) Северной Евразии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2007. – 47 с.
8. Титов Е.В. Кедр. – М.: Колос, 2007. – 152 с.
9. Брынцев В.А. Методика определения филлотаксиса и перспективы ее использования для исследования популяций хвойных древесных пород // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: материалы 3-го междунар. совещания. – Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2011. – С. 21–22.
10. Гришенков В.А. Культуры кедра сибирского в нечерноземном центре европейской части России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: МГУЛ, 1998. – 20 с.

