

УДК 595.762.12+632.937.37

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-19-24

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ВНУТРИ ЛЕСОСЕМЕННЫХ РАЙОНОВ И СЕМЕНОВОДСТВО *QUERCUS ROBUR* L.

Рамиль Мингазович Камалов

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции
и биотехнологии»,

394087, Россия, Воронежская обл., ул. Ломоносова, 105,

E-mail: kamalov.r.m12@gmail.com

В географических культурах дуба черешчатого определены коэффициенты генетической вариации высоты и диаметра ствола популяций внутри лесосеменных районов. Расчеты произведены для 3-х лесосеменных районов (№ 1, № 2, № 3). Возраст культур 19 лет, расположены в лесостепной зоне европейской части РФ. Показано наличие большой изменчивости популяций по хозяйственно-важным признакам внутри районов. Коэффициенты генетической вариации по лесосеменным районам колеблются от 15,1% до 19,8% для высоты ствола и от 2,5 до 12,7% для диаметра ствола. Показана возможность большого эффекта положительной и отрицательной селекции популяций по хозяйственно-важным признакам внутри лесосеменных районов. Эти эффекты необходимо учитывать при выборе сценария развития семеноводства дуба черешчатого. Особенно важно учитывать большой эффект отрицательной селекции популяций. За последние 50 лет в Среднем Поволжье площадь, занятая дубом черешчатым, сократилась почти в 2 раза и этот процесс продолжается. Утрата лучших естественных насаждений дуба ухудшит генофонд дуба и может значительно снизить продуктивность и устойчивость культур дуба. Необходимо выделять и оформлять как можно больше плюсовых насаждений. При создании лесосеменных объектов предпочтение следует отдавать наиболее дешевому в производстве типу объектов – постоянным лесосеменным участкам. С целью сохранения естественной структуры популяций и создания семенной базы для положительной селекции популяций следует стремиться создавать ПЛСУ из семян одной локальной популяции.

Ключевые слова: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.); селекция; географические культуры; генетическая вариация; лесосеменные районы

Введение

Продолжающаяся деградация дубовых лесов России ставит под угрозу само существование дубрав. В тоже время анализ развития селекционного семеноводства дуба свидетельствует о незавершённости многих важных направлений в этой отрасли.

Одной из важнейших задач лесоводства является проблема сохранения генетической изменчивости в популяциях лесообразующих пород, включая сохранение естественной структуры популяций. Поскольку действующими нормативными документами [1] допускается смешение потомства плюсовых деревьев со всего лесосеменного района на одной лесосеменной плантации, то всю совокупность плюсовых деревьев лесосеменного района можно с натяжкой считать одной репродуктивной популяцией, так как в течение нескольких циклов создания и прекращения эксплуатации ЛСП и ПЛСУ все они могут перемешаться и обменяться генетической информацией. Таким образом утрата естественной множественной структуры популяций внутри огромного лесосеменного района одной смешанной репродуктивной популяцией в какой-то мере уже запрограммирована действующими нормативными документами.

Для выбора оптимального сценария развития семеноводства лесообразующих видов необходимо иметь оценки генетической изменчивости хозяйственно ценных признаков на всех иерархических уровнях: 1) между лесосеменными районами; 2) изменчивости популяций внутри лесосеменных районов; 3) внутрипопуляционной

изменчивости. Особую ценность представляют оценки показателей хозяйственно-важных признаков: высоты и диаметра ствола, запаса древесины на га. На практике определение количественных генетико-селекционных показателей в лесном хозяйстве затрудняется необходимостью закладывать и длительное время поддерживать дорогостоящие полевые опыты (испытательные культуры) с повторностями. В этом отношении особую ценность представляют испытательные культуры, созданные в рамках реализации Государственной программы закладки географических культур заложенные с использованием схемы «рандомизированные повторения».

Объекты и методы исследования

Исследуемые испытательные культуры были созданы в рамках реализации Государственной программы закладки географических культур сосны, ели, дуба, лиственницы, кедра, пихты (приказ Гослесхоза СССР от 6 февраля 1973 г.) сотрудниками ЦНИИЛГиС (современное название «ФГУП ВНИИЛГИСбиотех»). Номер опыта по Госреестру – 4, куратор – А.М. Шутяев, годы создания 1976-1977. Схема опыта – рандомизированные повторения. Размер делянки 0.1 га.

Необходимо отметить, что в полном объеме биометрия этих культур никогда не проводилась. Наиболее обширная частичная биометрия была проведена сотрудниками «ФГУП ВНИИЛГИСбиотех» Р.М. Камаловым и С.А. Гончаровой в 1997 г. в рамках выполнения государственного задания (руководитель научной темы А.М. Шутяев). Были замерены диаметры и высоты у 37 происхождений. Материалы биометрии были использованы А.М. Шутяевым в работе [2], однако статистический анализ данных был проведен на достаточно низком уровне и ряд важных генетико-селекционных показателей не были определены.

Полностью сохранившийся полевой журнал биометрии культур 1997 г. позволил заново провести статистический анализ данных и получить важные для выбора сценария развития семеноводства дуба оценки генетико-селекционных показателей популяций дуба черешчатого в возрасте 19 лет.

Для корректной оценки генетико-селекционных показателей необходимо наличие данных биометрии не менее 3-х происхождений на район в 2-х и более повторностях. Поэтому в анализ были включены только 12 происхождений, для которых имелись данные делянок, размещенных на 1-й и 2-й повторности созданных с использованием одинаковой агротехники производства культур (посев в 1976 г.).

Схема размещения происхождений по повторениям позволяет корректно оценить все генетико-статистические параметры и соответствует математической модели данных 1-3.

$$1) \quad X_{ij} = M + F_i + P_j + \varepsilon_{ij}$$

$$2) \quad C_f \% = \frac{\sigma_f}{M} \times 100$$

$$3) \quad C_\varepsilon \% = \frac{\sigma_\varepsilon}{M} \times 100$$

где F_i распределено $N(M, \sigma_f)$, ε_{ij} распределено $N(0, \sigma_\varepsilon)$,

M – средняя по опыту в целом,

F_i – истинная селекционная ценность i – того происхождения,

P_j – отклонение экологических условий j – того повторения,

ε_{ij} – отклонение экологических условий на i – делянке от средних экологических условий j – того повторения

σ_f – генетическая изменчивость происхождений (истинных селекционных ценностей),

σ_ε – изменчивость неконтролируемых условий делянок внутри повторений,

C_f – коэффициент вариации истинных селекционных ценностей происхождений,

C_ε – коэффициент вариации неконтролируемых условий внутри повторений

Группировка происхождений по лесосеменным районам производилась в соответствии с действующим лесосеменным районированием дуба черешчатого от 2015 г. с дополнениями от 2016 г. [3].

Результаты и обсуждение

Средние показатели диаметра и высоты стволов происхождений на первой и второй повторностях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние диаметры и высоты стволов происхождений

Лесосеменной район	№ происхождения	Исходная популяция, область	Высота, см		Диаметр, см	
			1-я повт.	2-я повт.	1-я повт.	2-я повт.
1	5	Новгородская	439	472	4,9	5,2
1	20	Брянская	578	589	6,6	5,8
1	23	Татарстан	628	601	7,5	6,6
1	25	Свердловская	–	–	6,1	6
2	17	Воронежская	682	628	8,2	7,4
2	18	Белгородская	528	626	7,3	7,3
2	24	Башкортостан			6,5	7,2
3	12	Воронежская	722	759	7,7	7,2
3	13	Воронежская	690	669	6,9	7,1
3	28	Волгоградская	431	416	6,7	6,7
3	30	Волгоградская	617	601	8,2	6,8
3	32	Краснодарская	759	670	7,6	6,9

Наибольший интерес представляют относительные показатели генетико-статистических параметров в виде коэффициентов вариации (в % от средней величины) приведенные в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 2 полученные оценки генетической вариации происхождений внутри лесосеменных районов Российской Федерации свидетельствуют о очень большой изменчивости популяций по хозяйственно-важным признакам внутри лесосеменных районов. Эти оценки колеблются от 15,1% до 19,8% для высоты ствола и от 2,5 до 12,7% для диаметра ствола.

Большой размах полученных оценок генетической вариации происхождений внутри лесосеменных районов отчасти связан со сравнительно малой выборкой происхождений для каждого района. Тем не менее, усредненные (обобщенные) оценки по всем районам достаточно надежны для того, чтобы их учитывать при оценке разных сценариев развития семеноводства дуба черешчатого. Тем более для этой области исследований других подобных оценок просто нет (табл. 2).

Таблица 2

Генетическая и экологическая вариация происхождений внутри лесосеменных районов
(в % от средней величины признака)

Параметры	№ района		
	1	2	3
Высота ствола			
Число происхождений, шт.	3	–	5
Число делянок, шт.	6	–	10
Средняя по району, см	551,2	–	633,4
Генетическая вариация, %	15,1	–	19,8
Стандартная ошибка оценки, %	7,2	–	6,2
Экологическая вариация делянок, %	3,2	–	4,5
F _ф	46,3	-	40,3
F ₀₅	5,8		3,5
Диаметр стола			
Число происхождений, шт.	4	3	5
Число делянок, шт.	8	6	10
Средняя по району, см	6,1	7,3	7,2
Генетическая вариация, %	12,7	5,0	2,5
Стандартная ошибка оценки, %	7,1	5,3	3,6
Экологическая вариация делянок, %	6,5	5,9	5,6
F _ф	8,5	2,4	1,4
F ₀₅	4,3	5,8	3,5

Несмотря на большой размер делянок (0,1 га) и большое количество замеренных растений на каждой делянке коэффициент неконтролируемой (экологической) вариации делянок внутри повторений достаточно большой. Средневзвешенная по районам неконтролируемая (экологическая) вариация делянок внутри повторений составила соответственно для высоты и диаметра 4,3% и 5,6% соответственно. Эта информация важна для планирования будущих испытательных культур с большими делянками и оценке эффективности селекции по результатам испытаний происхождений (рис. 1).

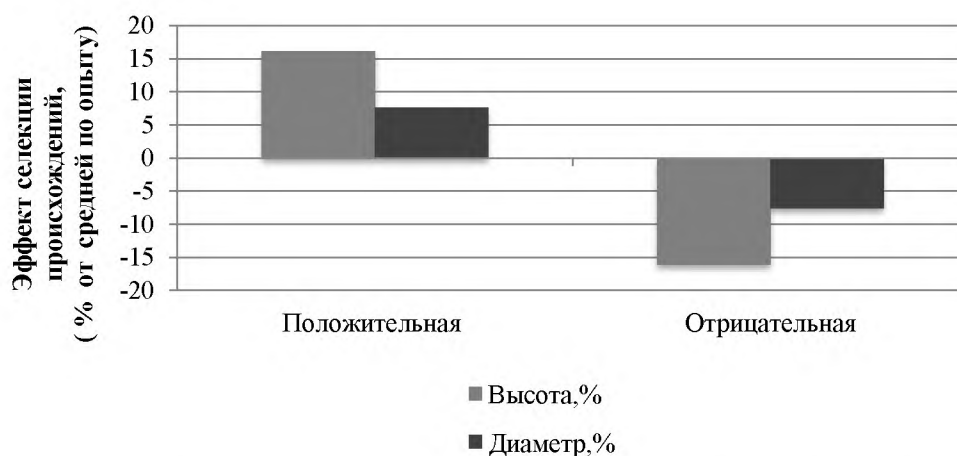


Рис. 1 Эффект положительной и отрицательной селекции происхождений дуба черешчатого внутри лесосеменных районов

Стандартная ошибка оценки величины селекционного признака для происхождений, рассчитанная в соответствии с полевой структурой эксперимента (размер выборки равен 2-м делянкам) в среднем равна для высоты ствола 3,0%, а для диаметра 3,96%.

На рисунке 10 приведены результаты расчета с использованием коэффициента наследуемости средних [4] эффекта положительной и отрицательной селекции происхождений внутри лесосеменных районов. Принятая интенсивность селекции – 30%.

Выводы

Впервые получены оценки генетической вариации происхождений для 3-х лесосеменных районов. Коэффициенты генетической вариации популяций дуба черешчатого внутри лесосеменных районов по высоте ствола колебались от 15,1 до 19,8%, для диаметра ствола от 2,5 до 12,7%.

В связи с большой генетической вариацией популяций внутри лесосеменных районов эффект положительной селекции локальных популяций внутри лесосеменных районов по хозяйственно-важным признакам может быть весьма большим. Так же может быть велик эффект отрицательной селекции. Этот факт особенно важен в связи с огромным отрицательным антропогенным воздействием на насаждения дуба черешчатого. За последние 50 лет в Среднем Поволжье площадь, занятая дубом черешчатым, сократилась почти в 2 раза и этот процесс продолжается. Утрата лучших естественных насаждений дуба ухудшит генофонд дуба и может значительно снизить продуктивность и устойчивость культур дуба.

В связи выявившейся неэффективностью отбора плюсовых деревьев дуба черешчатого по общей продуктивности в спелых и приспевающих насаждениях [5] необходимо изменить зафиксированный в нормативных документах сценарий развития семеноводства. Для сохранения генофонда и естественной структуры популяций следует выделять и оформлять как можно больше плюсовых насаждений дуба. При создании лесосеменных объектов предпочтение следует отдавать наиболее дешевому в производстве типу объектов – постоянным лесосеменным участкам. С целью сохранения естественной структуры популяций и создания семенной базы для селекции популяций следует стремиться создавать ПЛСУ из семян одной локальной популяции

Список литературы

1. Камалов Р.М., Камалова И.И. Генетико-селекционные параметры серии испытательных культур потомств плюсовых деревьев *Quercus robur* L. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – №3 (84). – С.168-173. DOI: 10.21515/1999-1703-84-168-173
2. Лесосеменные районы основных лесособразующих пород: приложение к приказу Рослесхоза от 8 октября 2015 года N 353 (в редакции, введенной в действие приказом Рослесхоза от 28 марта 2016 года N 100. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420309175>
3. Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов): приложение к приказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20 октября 2015 г. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420314538>
4. Шутяев А.М. Биоразнообразие дуба черешчатого и его использование в селекции и лесоразведении. – Воронеж, 2000. – 336 с.
5. Falconer D. Introduction to quantitative genetics 2nd. ed. Longman Group Ltd. London. – 1981. – 133 p.

Статья поступила в редакцию 09.06.2022 г.

Kamalov R.M. Genetic variability of populations within forest seed regions and problems of seed production *Quercus robur* L. // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 144. – P. 19-24.

In provenance trial of English oak, the coefficients of genetic variation in the height and diameter of the trunk of populations within the forest seed regions were determined. Calculations were made for 3 forest seed regions (No. 1; No. 2, No. 3). The age of cultures is 19 years, located in the forest-steppe zone of the European part RF. The presence of a large variability of populations according to economically important traits within the regions is shown. Coefficients of genetic variation in forest seed regions range from 15.1% to 19.8% for stem height and from 2.5 to 12.7% for stem diameter. The possibility of a large effect of positive and negative selection of populations according to economically important traits within the forest seed regions is shown. These effects must be taken into account when choosing a scenario for the development of English oak seed production. It is especially important to take into account the large effect of negative selection of populations. Over the past 50 years, in the Middle Volga region, the area occupied by English oak has decreased by almost 2 times, and this process continues. The loss of the best natural oak stands will worsen the oak gene pool and can significantly reduce the productivity and sustainability of oak crops. It is necessary to allocate and arrange as many plus forests as possible. When creating forest seed objects, preference should be given to the cheapest type of objects to produce - permanent forest seed plots. In order to preserve the natural structure of populations and create a seed base for positive selection of populations, one should strive to create permanent forest seed plots.

Key words: *english oak (Quercus robur); breeding; provenance trial; genetic variation, forest seed regions*