

А. И. Сидор, ст. науч. сотрудник, канд. с.-х. наук; И. Д. Ревяко, науч. сотрудник;
Д. И. Каган, мл. науч. сотрудник;
О. А. Ковалевич, аспирант (ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»);
А. И. Муха, директор ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз»

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОСЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ГАНЦЕВИЧСКОГО ЛЕСХОЗА

The condition of the plants planted out in a seed orchard is satisfactory. It has been found that the percentage of the plants having growth and developmental deviations, that is, the plants having two stems or many tips or plants with no tip at all is 25,7 percent. In some families height and root collar diameter variability was over 50 percent.

The results of the isozyme analysis of diploid tissues of buds and leaves of the families in the seed orchard demonstrated that the genetic diversity parameter values exhibited by them do not differ essentially from the genetic polymorphism parameter values exhibited by the natural oak stands.

When compared to the natural oak populations in Belarus, the seed orchard established in the Gantsevichi silvicultural enterprise possesses a much higher level of heterozygosity; however, the number of alleles per locus is smaller than in the natural stands.

Введение. В настоящее время лесосеменные плантации рассматриваются не только как средство решения задач по обеспечению потребностей лесного хозяйства в семенах с улучшенными наследственными свойствами, но и как важная составная часть системы мероприятий по сохранению и рациональному использованию генетических ресурсов природных популяций. Поэтому сегодня является необходимым проведение комплекса мероприятий по селекционно-генетической оценке существующих лесосеменных плантаций с целью выявления и сохранения лучших насаждений. Уровень генетического разнообразия создаваемых плантаций должен быть достаточно высоким и максимально приближенным к уровню генетического полиморфизма естественных популяций [1].

Основная часть. Дубовые леса – одна из наиболее ценных лесных формаций, распространенны на территории Беларуси повсеместно. Основные площади дубовых лесов сосредоточены на юге республики, меньше в средней части и небольшое количество – на севере. Современный ареал дуба определился сложившимися к настоящему времени условиями рельефа, климата, почвы, растительности и тем воздействиям, которое оказал и продолжает оказывать на лес человек в процессе хозяйственной деятельности. Поэтому, произрастая в различных климатических, орографических, почвенных и фитоценотических условиях, дуб черешчатый имеет широкую изменчивость свойств и морфологических признаков.

В комплексе мероприятий по улучшению семеноводства дуба черешчатого и перевода его на селекционно-генетическую основу, важное место отводится созданию лесосеменных плантаций. Они являются одним из наиболее эффективных методов совершенст-

вования семеноводства и позволяют получать семена с улучшенными наследственными свойствами [2, 3].

Имеющиеся результаты генетической проверки плюсовых деревьев дуба черешчатого по семенному потомству подтверждают положение о наследовании признаков и свойств материнских деревьев и указывают на возможность выделения элитных деревьев и использования их для закладки плантаций второго порядка [4–6]. Лесные культуры, выращенные из желудей с клоновых семенных плантаций, созданных на основе фенотипического отбора плюсовых деревьев, т. е. без генетической проверки их семенного потомства, продуктивнее обычных культур на 10–15%. Продуктивность лесных культур, созданных из семян с генетически проверенных плантаций, повысится на 20–25%.

ГЛХУ «Ганцевичский лесхоз» расположено в северо-восточной части Брестской области, Бугско-Полесском лесорастительном районе и относится к южной подзоне широколиственно-сосновых лесов. Согласно агроклиматическому районированию, территория лесхоза относится к южной теплой неустойчиво-влажной агроклиматической области и характеризуется следующими климатическими показателями: среднегодовая температура воздуха +6,2°C (максимальная +36°C, минимальная –38°C); продолжительность вегетационного периода 188–199 дней; снежный покров – 10–12 см с глубиной промерзания почвы 26–42 см. Природно-климатические и почвенно-грунтовые условия района расположения лесхоза благоприятствуют произрастанию сосны, дуба, ясеня и других древесных пород.

Лесосеменная плантация дуба черешчатого создана в 2006 г. в Круговичском лесничестве. При создании плантации использовался посадочный материал, полученный от 22 плюсовых

деревьев и 2 популяций. Плюсозые деревья, используемые при закладке плантации, относятся к IV, V и VI классам возраста и имеют высоту 26–31 м, при диаметре от 33 до 49 см. Все плюсовые деревья произрастают в насаждениях II класса бонитета. При среднем диаметре кроны от 7,5 до 14,5 м у плюсовых деревьев преобладает метловидная (45,5%) и овальная (40,9%) формы. Обследование плюсовых деревьев показало, что все фенотипы имеют мелкобороздчатую форму коры.

Исследование роста, развития и плодоношения дуба черешчатого на лесосеменной плантации показало, что в целом растения, высаженные на участке, имеют удовлетворительное состояние (табл. 1).

Вместе с тем установлено, что 25,7% растений имеют отклонения в росте и развитии, в т. ч. у 14,1% клонов отмечено отсутствие верхушки, 6,8% – многовершинные, двухствольные, 2,6% – развиты слабо из-за некачественной посадки (корневая шейка выше или ниже уровня почвы). Наиболее часто отмеченные отклонения встречаются у семей плюсовых деревьев № 42/364, 42/365, 42/386, 42/367 и 42/363. Биометрические показатели – высота и диаметр корневой шейки – сильно колеблются по клонам. Средняя высота семей по плантации составляет 29 см при диаметре корневой шейки 1 см. Наиболее развиты деревца у семей плю-

совых деревьев № 42/371, 42/373, 42/382, 42/386, 42/387. Значительно отстает в росте семья плюсового дерева 42/367. Вместе с тем следует отметить, что изменчивость высоты и диаметра у корневой шейки очень высокая и в отдельных семьях превышает 50%. Плодоношение на лесосеменной плантации отсутствует.

С целью изучения генетической структуры лесосеменной плантации дуба черешчатого, проведен изоферментный анализ диплоидных тканей почек и листьев.

Гомогенизация, выделение и гистохимическое окрашивание ферментов производилось по стандартным методикам, описанным в ряде руководств [7, 8]. Электрофоретический анализ изоферментов проводили в 13–14%-ном крахмальном геле с использованием 3 буферных систем: трис-ЭДТА-боратной (рН 8,6), системы Пулика (рН 8,65) и трис-цитратной (рН 6,2).

В ходе исследований наиболее оптимальными оказались следующие условия проведения электрофореза: в буферной системе трис-ЭДТА-боратной (рН 8,6) в течение 3,5 или 14 ч при параметрах тока 500 В/60 и 180 В/19 мА соответственно; в буферной системе Пулика (рН 8,65) в течение 5 или 16 ч при параметрах тока 240 В/125 и 90 В/25 мА соответственно; в буферной системе трис-цитратной (рН 6,2) в течение 3 или 12 ч при параметрах тока 300 В/85 и 80 В/15 мА соответственно.

Таблица 1

Показатели роста клонов дуба черешчатого на семенной плантации Ганцевичского лесхоза

Клон	Высота, см				Диаметр у корневой шейки, см			
	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	min	max	$X \pm m_x$	$C_v, \%$	min	max
42/362	28,90 ± 1,75	22,6	20,0	42,0	1,10 ± 0,14	45,7	0,5	2,3
42/363	24,60 ± 1,64	31,3	15,5	40,0	0,90 ± 1,64	44,3	0,4	2,1
42/364	23,70 ± 1,42	26,0	12,0	38,0	0,90 ± 0,09	41,1	0,3	1,8
42/365	25,50 ± 1,58	27,6	16,0	41,0	1,00 ± 0,06	28,8	0,4	1,4
42/366	28,20 ± 2,09	20,9	16,0	36,8	0,90 ± 0,08	26,5	0,6	1,3
42/367	17,30 ± 1,29	26,8	12,0	26,0	0,80 ± 0,07	32,7	0,5	1,3
42/368	29,70 ± 3,16	45,1	12,0	72,3	1,00 ± 0,13	55,0	0,3	2,6
42/369	24,50 ± 1,74	27,4	16,0	42,0	0,90 ± 0,06	26,7	0,4	1,4
42/370	27,90 ± 2,08	27,9	14,0	40,0	1,00 ± 0,13	48,1	0,5	2,2
42/371	33,50 ± 2,56	27,6	19,0	52,0	0,90 ± 0,07	26,3	0,6	1,4
42/372	29,00 ± 3,89	35,4	13,0	43,0	1,40 ± 0,22	43,1	0,6	2,4
42/373	34,20 ± 2,74	30,0	17,0	47,2	1,10 ± 0,12	40,5	0,6	2,0
42/374	28,30 ± 2,09	25,6	19,7	44,7	0,80 ± 0,12	51,6	0,4	1,9
42/375	26,7 ± 2,2	35,9	14,5	51,0	0,80 ± 0,09	46,4	0,3	1,8
42/376	25,80 ± 2,04	35,3	13,0	48,0	1,0 ± 0,1	45,1	0,6	2,4
42/379	29,00 ± 1,45	22,3	16,0	39,8	0,90 ± 0,08	39,2	0,5	1,8
42/380	28,90 ± 2,15	31,6	16,3	50,0	0,90 ± 0,09	40,8	0,5	1,7
42/381	26,40 ± 1,61	29,8	15,0	43,0	1,00 ± 0,09	42,1	0,5	2,1
42/382	31,60 ± 1,93	25,8	17,4	48,0	1,10 ± 0,11	42,3	0,6	2,0
42/383	29,80 ± 2,04	20,6	20,8	41,0	1,00 ± 0,16	48,1	0,6	2,2
42/386	31,90 ± 2,14	31,4	15,0	49,0	1,00 ± 0,09	41,6	0,4	2,4
42/387	40,20 ± 4,13	41,1	15,0	65,0	1,30 ± 0,16	48,3	0,3	2,6
42	33,50 ± 2,25	26,9	13,0	50,0	1,00 ± 0,08	32,6	0,3	1,7
85a	43,10 ± 5,66	41,6	17,0	67,0	1,60 ± 0,29	58,7	0,6	2,8

Каждое дерево исследовалось по 10 генферментным системам (α -эстераза – α -EST, β -эстераза – β -EST, алкогольдегидрогеназа – ADH, флюоресцентная эстераза – FL-EST, глюкозофосфатизомераза – GPI, изоцитратдегидрогеназа – IDH, аланинаминопептидаза – ALAP, фосфоглюкомутаза – PGM, лейцинаминопептидаза – LAP, шикиматдегидрогеназа – SKDH), которые кодируются 14 локусами.

В данной работе был использован ряд статистических показателей, описывающих уровень генетической изменчивости насаждений [1, 9, 10].

В ходе проведения молекулярно-генетического анализа было выявлено 30 различных аллельных варианта. Если сравнивать аллельное разнообразие проанализированной плантации и данные по количеству аллелей, обнаруженных нами ранее в природных популяциях (36 аллелей), произрастающих на территории Беларуси, то следует отметить, что количество аллелей несколько ниже. Однако это можно объяснить небольшой выборкой (32 шт.) проанализированных деревьев на плантации. Вы-

явленные аллели и их частоты представлены в табл. 2.

Уровень индивидуальной изменчивости того или иного локуса можно оценить при помощи показателя гетерозиготности, представленного в табл. 3.

Наиболее изменчивыми являются 5 локусов – Pgm, Idh, Lap, Alap-1 и Alap-2, поскольку их средняя ожидаемая гетерозиготность колеблется от 46% по локусу Alap-2 до 63,6% по локусу Lap. По 6 локусам — Fe-1, Fe-2, Gpi-2, Adh-1, Adh-2 и Skdh значение ожидаемой гетерозиготности варьируется от 6 до 14,5%, что позволяет отнести их к локусам со средним уровнем полиморфизма. Наименее изменчивым является локус β -Est, т. к. его средняя гетерозиготность меньше 5%. Мономорфными оказались локусы: Gpi-1 и α -Est.

Для того чтобы оценить запас генетической изменчивости в целом, необходимо рассчитать основные параметры генетического полиморфизма. Значения этих показателей – полиморфности P , среднего числа аллелей на локус A , наблюдаемой H_o и ожидаемой гетерозиготности H_e приведены в табл. 4.

Таблица 2

Аллельное разнообразие плантации дуба черешчатого Ганцевичского лесхоза (по 14 изоферментным локусам)

Локус	Аллель	Частота аллеля	Локус	Аллель	Частота аллеля	Локус	Аллель	Частота аллеля
Fe-1	0.90	0,078	Gpi-2	1.45	0,000	Lap	1.05	0,226
	1.00	0,922		Idh	1.00		0,469	1.10
Fe-2	0.80	0,000		1.15	0,531	Adh-1	0.85	0,047
	1.00	0,969		1.35	0,000		1.00	0,953
	1.20	0,031	Alap-1	0.85	0,000		Adh-2	0.90
	1.30	0,000		0.90	0,500		1.00	0,953
Pgm	0.70	0,000		0.95	0,188		1.15	0,031
	0.80	0,000		1.00	0,312		1.20	0,000
	0.90	0,391	Alap-2	0.00	0,000	Skdh	0.95	0,047
	1.00	0,609		0.85	0,000		1.00	0,953
Gpi-1	1.00	1,000		0.95	0,000	α -Est	0.95	0,000
Gpi-2	0.75	0,000		1.00	0,672		1.00	1,000
	1.00	0,968		1.05	0,297	β -Est	1.00	0,984
	1.10	0,000		1.15	0,031			
	1.15	0,031	Lap	0.85	0,000			
1.25	0,000		1.00	0,468				

Таблица 3

Ожидаемая гетерозиготность по отдельным локусам

Fe-1	Fe-2	Pgm	Gpi-1	Gpi-2	Idh	Lap
0,144	0,060	0,476	0,000	0,062	0,498	0,636
Alap-1	Alap-2	Adh-1	Adh-2	Skdh	α -Est	β -Est
0,617	0,459	0,090	0,091	0,090	0,000	0,031

Таблица 4

Основные показатели генетической изменчивости лесосеменной плантации дуба

Объект	Доля полиморфных локусов P	Число аллелей на локус A	Средняя гетерозиготность	
			ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
Плантация	0,857	2,143 \pm 0,663	0,232 \pm 0,017	0,216 \pm 0,017
Природные популяции	0,714	2,571 \pm 0,284	0,227 \pm 0,011	0,265 \pm 0,012

Общий уровень генетического разнообразия для плантации: доля полиморфных локусов $P = 0,857$; среднее число аллелей на локус $A = 2,143$; ожидаемая гетерозиготность $H_e = 0,232$ и наблюдаемая гетерозиготность $H_o = 0,216$. В сравнении с природными насаждениями показатели P и H_e выше, а A и H_o – ниже.

Заключение. На основании проведенного анализа составлены индивидуальные генетические паспорта каждого проанализированного дерева дуба черешчатого, произрастающего на плантации. Установлено, что лесосеменная плантация Ганцевичского лесхоза обладает более высоким уровнем гетерозиготности в сравнении с естественными насаждениями дуба черешчатого в Беларуси, однако количество выявленных аллелей меньше, чем в природных популяциях. В целом показатели генетического разнообразия семей, высаженных на лесосеменной плантации, не имеют существенных отличий от параметров генетического полиморфизма природных насаждений дуба черешчатого.

Литература

1. Падутов, В. Е. Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси / В. Е. Падутов. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2001. – 144 с.
2. Вересин, М. М. Семеноводство дуба и пути его улучшения на основе селекции / М. М. Вересин // Науч. записки БЛТИ. – 1960. – Т. 20. – С. 19–34.
3. Енькова, Е. И. Значение прививки дуба при создании постоянных семенных участков / Е. И. Енькова, Т. И. Ликов // Научн. записки БЛТИ. – 1960. – Т. 20. – С. 238–249.
4. Давыдова, Н. И. Исследование семенных потомств плюсовых деревьев дуба / Н. И. Давыдова // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов: тез. докл. Всес. сов. 1–5 сент., Ленинград, 1980. – М., 1980. – С. 101–104.
5. Лигачев, И. Н. Изменчивость дуба на Северном Кавказе и ее значение в селекции / И. Н. Лигачев // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. – М., 1980. – С. 144–145.
6. Лукьянец, В. Б. Свойство древесины семенного потомства экотипов и семенников дуба / В. Б. Лукьянец // Лесн. журн. – 1977. – № 4. – С. 48–52.
7. Гончаренко, Г. Г. Руководство по исследованию хвойных видов методом электрофоретического анализа изоферментов / Г. Г. Гончаренко, В. Е. Падутов, В. В. Потенко. – Гомель: Полеспечать, 1989. – 164 с.
8. Cheliak, W. M. Techniques for Starch Gel Electrophoresis of Enzymes from Forest Tree Species / W. M. Cheliak, J. A. Pitel. – Ottawa: Canadian Forestry Service, 1984. – 49 p.
9. Айала, Ф. Введение в молекулярную и эволюционную генетику / Ф. Айала. – М.: Мир, 1984. – 230 с.