

УДК 630*232

А. И. Сидор, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси); **И. Д. Ревяко**, научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси); **Д. И. Каган**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси); **О. А. Ковалевич**, научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси); **О. В. Селих**, главный лесничий (ГЛХУ «Кличевский лесхоз»)

СЕЛЕКЦИОННАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ГЛХУ «КЛИЧЕВСКИЙ ЛЕСХОЗ»

В статье приводятся результаты селекционной и генетической оценки лесосеменных плантаций дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз» 1995–2000 гг. закладки общей площадью 43,0 га. Обследование, изучение роста, развития и плодоношения объектов показало, что растения дуба черешчатого в целом развиваются удовлетворительно. Запроектирован ряд мероприятий, направленных на улучшение состояния и повышение селекционной ценности изученных плантаций. На основе результатов генетической оценки лесосеменных плантаций установлено, что проанализированные объекты характеризуются высоким уровнем генетического разнообразия ($P_{95} = 0,538-0,846$; $P_{99} = 0,923$; $A = 2,231-2,538$; $H_e = 0,260-0,276$; $H_o = 0,232-0,252$) и рекомендуются к использованию при заготовке семян для искусственного лесовосстановления дуба черешчатого в Беларуси.

The article presents the results of breeding and genetic evaluation of pedunculate oak seed orchards in SFE “Klichev Forestry Enterprise” of 1995–2000 laid in total area of 43.0 hectares. The survey, study of growth, development and fruiting objects showed that the plants of pedunculate oak in general develop satisfactorily. A number of activities aimed for improving and increasing the breeding value of the studied seed orchards was designed. On basis of the results of genetic evaluation of seed orchards it was established that the analyzed objects are characterized by a high level of genetic diversity ($P_{95} = 0.538-0.846$; $P_{99} = 0.923$; $A = 2.231-2.538$; $H_e = 0.260-0.276$; $H_o = 0.232-0.252$), the analyzed objects are recommended for use when harvesting seeds for artificial reforestation in Belarus.

Введение. Опыт и история отечественного лесоводства убедительно подтверждают, что успешному решению задач по улучшению структуры лесного фонда, повышению продуктивности и устойчивости лесов способствует перевод лесовосстановления на генетико-селекционную основу.

Окупаемость капиталовложений в лесную селекцию и генетику в несколько раз выше, чем при проведении других лесохозяйственных мероприятий. Затраты на производство посевного материала повышенной генетической ценности составляют лишь незначительную часть общих затрат на выращивание лесных древесных пород и возмещаются при 2–5%-ном росте продуктивности лесных насаждений.

В комплексе мероприятий по улучшению лесного семеноводства и перевода его на селекционно-генетическую основу важное место отводится созданию лесосеменных плантаций (ЛСП). Создаваемые на основе индивидуально-фенотипического отбора лесосеменные плантации способствуют массовому внедрению в практику лесовыращивания ценных по продуктивности, качеству древесины, устойчивости к неблагоприятным условиям среды и другим селективируемым признакам биотипов лесных пород и рассматриваются как одна из наи-

более эффективных форм организации лесного семеноводства [1, 2].

ЛСП являются одним из важных элементов организации постоянной лесосеменной базы такой лесообразующей породы Беларуси как дуб черешчатый, в природных популяциях которого в современных условиях отмечается проблема слабого плодоношения и семенного естественного возобновления [3, 4]. Характеризуясь высокой урожайностью, ЛСП дуба черешчатого позволяют получать семена с улучшенными наследственными свойствами. 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 [5–7]. 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%.

В то же время, являясь одним из источников получения семян, запас генетической

изменчивости лесосеменных плантаций должен быть достаточно высоким и максимально приближенным к уровню генетического разнообразия природных популяций, что позволит создавать устойчивые в соответствующих условиях произрастания насаждения дуба черешчатого с одновременным сохранением его генофонда. Поэтому на сегодняшний день актуальным является проведение комплекса мероприятий по оценке существующих ЛСП.

Основная часть. Исследования проводились в ГЛХУ «Кличевский лесхоз», который расположен в юго-западной части Могилевской области. В соответствии с лесорастительным районированием и выделенными комплексами лесных массивов территория лесхоза разделена с запада на восток в направлении станций Остров-Несета-Кличев-Чечевичи на северную и южную части, входящие в состав двух разных подзон. Северная часть относится к Березинско-Друтскому комплексу лесных массивов Оршанско-Могилевского лесорастительного района подзоны широколиственно-еловых лесов и характеризуется широким распространением сосновых древостоев, формирующихся преимущественно на полугидроморфных дерново-подзолистых почвах. Особенностью южной части территории лесхоза, относящейся к Чечерско-Приднепровскому комплексу Березинско-Предполесского лесорастительного района подзоны елово-грабовых дубрав, является наличие пойменных дубрав. К дубравам примыкают полосы черноольшаников, занимающих притеррасные понижения. Более возвышенные участки (надпойменные террасы, плоские слаборасчлененные водоразделы) заняты мшистыми типами леса. Имеются также значительные массивы ельников.

Согласно агроклиматическому районированию территория лесхоза относится к южной теплой неустойчиво-влажной агроклиматической области и характеризуется такими климатическими показателями, как: среднегодовая температура воздуха $+5^{\circ}\text{C}$ (максимальная $+36^{\circ}\text{C}$, минимальная -38°C); продолжительность вегетационного периода 190 дней; снежный покров – 10–12 см с глубиной промерзания почвы 60–65 см. На развитии древесной растительности отрицательно сказывается низкая относительная влажность, особенно в начале вегетационного периода (май – 52%). За теплый период величина испаряемости несколько ниже количества выпадаемых осадков. В целом климатические условия территории лесхоза позволяют успешно выращивать широкий ассортимент хвойных и лиственных пород.

Селекционную и генетическую оценку ЛСП дуба черешчатого проводили на объектах 1995–

2000 гг. закладки Бацевичского, Вирковского (Чечерско-Приднепровский комплекс лесных массивов), Усакинского (Березинско-Друтский комплекс лесных массивов) лесничеств на общей площади 43,0 га.

Все изученные плантации создавались посадкой однолетних сеянцев дуба черешчатого с размещением 6×6 м по 4 растения в площадку. Посадочный материал был выращен из желудей, собранных с 25 плюсовых деревьев, произрастающих на территории Национального парка «Припятский» (Гомельская область) и Славковичского лесничества ГЛХУ «Глусский лесхоз» (Могилевская область). Плюсовые деревья, использованные при закладке плантаций, относились к V, VI и VII классу возраста и произрастали в дубовых насаждениях I и II классов бонитета. Высота и диаметр составляли 30–39 м и 43–60 см соответственно, что превышало средние показатели по насаждению на 107,1–156% и 100–187,5% соответственно. По форме кроны плюсовых деревьев преобладали раскидистая (40,0%) и овальная (44,4%), по типу коры – мелкобороздчатая (48,0%). Представительство глубокобороздчатой и бороздчатой форм составило 28,0 и 24,0% соответственно.

Обследование ЛСП дуба черешчатого Бацевичского лесничества 1995–1996 гг. закладки общей площадью 15 га показало, что рост и развитие представленных здесь растений протекает с неординарной интенсивностью, а их сохранность различается в зависимости от изученного участка.

Средняя высота дуба черешчатого на пробной площади ЛСП 1996 г. весенней посадки составила 3,3 м, средний диаметр – 3,9 см. Только 26% деревьев дуба черешчатого имели превышение над средними значениями по высоте и диаметру. Плодоношение не отмечено. На участке ЛСП 1996 г. осенней посадки отмечен удовлетворительный рост, развитие и сохранность высаженных растений.

На остальных участках ЛСП 1996 г. закладки сохранность деревьев невысокая (менее 20%), рост и развитие растений дуба неудовлетворительны (высота – 0,5–1,0 м, форма ствола искривленная, кустистая). По-видимому, плохой рост и развитие растений связан с весенним избыточным увлажнением, процессами естественного заболачивания и поздними весенними заморозками (территория ЛСП практически не продувается ветрами).

Участок лесосеменной плантации 1995 г. закладки характеризуется сохранностью 80%. Растения дуба растут и развиваются хорошо.

Обследование лесосеменных плантаций Вирковского лесничества, созданных в 1999–

2000 г., показало, что растения дуба черешчатого развиваются удовлетворительно. Средняя высота деревьев на всех пробных площадях варьировала в пределах от 3,5 до 3,9 м, средний диаметр – от 3,3 до 3,9 см. Плодоношение отмечено лишь у единичных особей дуба черешчатого.

Деревья дуба черешчатого, произрастающие на ЛСП Усакинского лесничества 1998 г. закладки на площади 10,0 га и 1999 г. – на площади 1,9 га, растут и развиваются хорошо. Средняя высота деревьев на пробных площадях составляет 3,2–3,6 м, средний диаметр варьирует незначительно – от 4,4 до 4,6 см. На ЛСП лесничества хорошо выражены фенологические формы дуба черешчатого: ранораспускающаяся и позднораспускающаяся. В основном все деревья дуба относятся к ранораспускающимся. Доля деревьев с позднораспускающейся формой на ЛСП 1998 г. закладки составляет всего 8%, 1999 г. закладки – 12%. Плодоношение дуба отмечено у 30% растений.

Результаты обследования лесосеменных плантаций ГЛХУ «Кличевский лесхоз», изучение их роста, развития и плодоношения показали, что в настоящее время требуется проведение ряда мероприятий, направленных на улучшение состояния и повышение селекционной ценности ЛСП дуба черешчатого. Разработаны мероприятия, включающие вырубку мягколиственных пород в междурядьях и рядах, удаление ослабленных деревьев дуба черешчатого в гнездах, проведение работ по формированию крон семенных деревьев.

С использованием молекулярных маркеров (изоферментный анализ) проведена оценка уровня генетического разнообразия ЛСП дуба черешчатого Усакинского и Вирковского лесничеств ГЛХУ «Кличевский лесхоз». В табл. 1 приведены основные параметры генетического

полиморфизма проанализированных лесосеменных плантаций.

Как следует из табл. 1, изученные ЛСП дуба черешчатого характеризуются высоким уровнем генетического разнообразия. Так, значения параметра, определяющего долю полиморфных локусов (P), варьируют от 0,538 до 0,846 (P_{95}) и составляют 0,923 (P_{99}) для всех плантаций. При этом минимальные значения параметра установлены для ЛСП Усакинского лесничества 1998 г. закладки, а максимальные – Усакинского лесничества 1999 г. закладки. Число аллелей на locus варьировало от 2,231 (Вирковское лесничество 1999 г. закладки) до 2,538 (Усакинского лесничества 1998 г. закладки). Расчет средних ожидаемой (H_e) и наблюдаемой (H_o) гетерозиготностей показал, что наиболее высокие их значения наблюдаются в ЛСП Вирковского лесничества 1999 г. закладки (0,276 и 0,252 соответственно), а наиболее низкие – в ЛСП Усакинского лесничества 1999 г. закладки (0,260 и 0,232 соответственно).

Установлено, что наибольшие значения генетического разнообразия по разным показателям выявлены в разных проанализированных плантациях. Так, максимальные значения доли полиморфных локусов были установлены в ЛСП Усакинского лесничества 1999 г. закладки, наибольшим числом аллелей на locus характеризовались ЛСП Усакинского лесничества 1999 г. закладки (A) и Усакинского лесничества 1998 г. закладки ($A_{1\%}$), а уровни H_e и H_o были самыми высокими в ЛСП Вирковского лесничества 1999 г. закладки.

Для оценки уровня генетического разнообразия исследованных лесосеменных плантаций дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз» был проведен их сравнительный анализ с дубовыми насаждениями эксплуатационных лесов Беларуси (табл. 2).

Таблица 1

Значения показателей генетической изменчивости в лесосеменных плантациях дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз»

Лесничество	Год закладки	Доля полиморфных локусов		Число аллелей на locus		Средняя гетерозиготность	
		P_{95}	P_{99}	A	$A_{1\%}$	ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
Усакинское (кв. 83, выд. 40)	1999	0,846	0,923	2,538	2,308	0,260 ± 0,013	0,232 ± 0,013
Усакинское (кв. 83, выд. 39)	1998	0,538	0,923	2,385	2,385	0,260 ± 0,019	0,252 ± 0,019
Вирковское (кв. 87, выд. 4)	1999	0,692	0,923	2,231	2,231	0,276 ± 0,019	0,252 ± 0,019

Таблица 2

Средние значения показателей генетической изменчивости в ЛСП дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз» и дубовых насаждениях эксплуатационных лесов Беларуси

Объект исследования	Доля полиморфных локусов		Число аллелей на locus		Средняя гетерозиготность	
	P_{95}	P_{99}	A	$A_{1\%}$	ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
ЛСП Кличевского лесхоза	0,769	0,923	2,538	2,385	0,268 ± 0,010	0,242 ± 0,009
Эксплуатационные леса	0,545	0,727	3,182	2,364	0,254 ± 0,006	0,243 ± 0,006

**Матрица коэффициентов генетической дистанции по Неи
для лесосеменных плантаций дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз»**

Объект исследования	Насаждения	Усакинское 1999	Усакинское 1998	Вирковское
Дубовые насаждения Беларуси (насаждения)	–			
ЛСП Усакинского лесничества, 1999	0,006	–		
ЛСП Усакинского лесничества, 1998	0,009	0,004	–	
ЛСП Вирковского лесничества, 1999	0,014	0,010	0,015	–

При сравнении средних значений показателей генетической изменчивости для проанализированных лесосеменных плантаций и насаждений эксплуатационных лесов установлено, что доля полиморфных локусов по 95 и 99% (0,769 и 0,923 соответственно) в ЛСП выше, чем в насаждениях эксплуатационных лесов (0,545 и 0,727 соответственно).

Количество аллелей на локус (A) в дубовых насаждениях эксплуатационных лесов характеризовалось более высокими величинами, по сравнению с ЛСП (3,182 и 2,538 соответственно), и было более низким, чем в ЛСП, в случае исключения из расчетов аллелей, частота встречаемости которых менее 1% (2,364 и 2,385 соответственно). Расчет средних гетерозиготностей показал, что уровень ожидаемой гетерозиготности в ЛСП несколько выше, по сравнению с насаждениями эксплуатационных лесов (0,268 и 0,254 соответственно), а наблюдаемой – практически одинаков (0,242 и 0,243 соответственно).

На основании проведенного сравнительного анализа установлено, что проанализированные ЛСП дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз» по значениям полученных аллельных частот не имеют недопустимых отклонений от аллельных частот, выявленных в усредненной выборке естественных насаждений. Уровень ожидаемой (H_e) и наблюдаемой (H_o) гетерозиготности также соответствует значениям H_e и H_o для усредненной выборки естественных насаждений дуба черешчатого в Беларуси.

Еще одним важным показателем, на который необходимо ориентироваться при проведении генетической инвентаризации объектов лесосеменной базы, является генетическая дистанция Неи (D_N). Значения степени генетических различий между исследованными ЛСП дуба черешчатого и усредненной выборки естественных насаждений представлены в табл. 3.

Полученные значения D_N находятся в допустимых пределах и не превышают 0,020.

Заключение. Обследование, изучение роста, развития и плодоношения лесосеменных плантаций дуба черешчатого ГЛХУ «Кличевский лесхоз» показало, что в настоящее время

требуется проведение ряда мероприятий, направленных на улучшение состояния и повышение их селекционной ценности. Проектируемые мероприятия включают вырубку мягколиственных пород в междурядьях и рядах, удаление ослабленных деревьев дуба в гнездах, формирование крон семенных деревьев.

На основе результатов генетической оценки лесосеменных плантаций установлено, что проанализированные объекты характеризуются высоким уровнем генетического разнообразия ($P_{95} = 0,538-0,846$; $P_{99} = 0,923$; $A = 2,231-2,538$; $H_e = 0,260-0,276$; $H_o = 0,232-0,252$) и рекомендуются к использованию при заготовке семян для искусственного лесовосстановления.

Литература

1. Вересин М. М. Семеноводство дуба и пути его улучшения на основе селекции // Научн. записки БЛТИ. 1960. Т. 20. С. 19–34.
2. Енькова Е. И., Ликов Т. И. Значение прививки дуба при создании постоянных семенных участков // Научн. записки БЛТИ. 1960. Т. 20. С. 238–249.
3. Решетников В. Ф. Возобновление дубрав естественным путем // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. Гомель, 2003. Вып. 56: Проблемы лесоведения и лесоводства. С. 45–51.
4. Селочник Н. Н. Факторы деградации лесных экосистем // Лесоведение. 2008. № 5. С. 52–60.
5. Давыдова Н. И. Исследование семенных потомств плюсовых деревьев дуба // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов: тез. докл. Всес. сов., Ленинград, 1–5 сент., 1980. М., 1980. С. 101–104.
6. Лигачев И. Н. Изменчивость дуба на Северном Кавказе и ее значение в селекции // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов: тез. докл. Всес. сов., Ленинград, 1–5 сент., 1980. М., 1980. С. 144–145.
7. Лукьянец В. Б. Свойство древесины семенного потомства экотипов и семенников дуба // Лесной журнал. 1977. № 4. С. 48–52.

Поступила 05.04.2014