

на рубеже третьего тысячелетия / Материалы научнопрактической конференции, посвященной 60-летию со дня образования Государственного заповедника «Беловежская пуца» (22–24 декабря 1999 г., п. Каменюки, Брестская обл.). – С. 285–286.

4. Положение о порядке создания вольеров, установления ограничений и запретов на их создание, содержания, разведения и использования в них диких животных, в том числе проведения вольерной охоты [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 27.06.2018 № 493// ЭТАЛОН / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2018.

5. Учебная полевая геоботаническая практика: метод. рекомендации для студентов геогр. фак. спец. 1-31 02 01 «География (по направлениям)», 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография», 1-33 01 02 «Геоэкология». В 2 ч. Ч. 1. / сост.: Н.М. Писарчук, А.В. Соколова, А.Е. Яротов. – Минск: БГУ, 2014. – 49 с.

УДК 630*165.6:630*17

А.М. Нестюк, асп. (БГТУ, г. Минск);

О.Ю. Баранов, д-р биол. наук, зав. лаб.
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

Л.О. Иващенко, магистрант (БГТУ, г. Минск);

А.А. Овсей, нач. НИО (РЛССЦ, Минский р-н, д. Волковичи)

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ХЕМОТИПОВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ НА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ II ПОРЯДКА

Химический состав древесины, кроме основных структурных компонентов, определяющих ее физико-механические свойства, представлен также и широким спектром вторичных метаболитов, играющих существенную роль в реакциях взаимодействия растения с окружающей средой, включая формирование защитных механизмов по отношению к негативным абиотическим и биотическим факторам [1].

Флавоноиды растений представляют собой разнообразную группу соединений, относящихся к классу полифенолов, включая гидроксипроизводные флавона, 2,3-дигидрофлавона, изофлавона, 4-фенилкумарина и др. Биологическая функция флавоноидов связана с их участием в фотосинтезе, образовании лигнина и суберина, регуляции процессов ксилогенеза, антимикробными и антифунгальными свойствами. Среди последних, применительно к ели европейской, особую значимость имеет производное флаван-3,4-диола – лейкоантоцианидин. На основании проведенных комплексных фитопатологических исследований была установлена достоверная взаимосвязь содержания в древесине лейкоантоцианидина и устойчивости к еловой корневой губке. При этом, увеличение резистентности для отдельных

групп хемотипов ели европейской достигало порядка $\approx 25\%$ [2].

Идентификация и паспортизация хемотипов может быть выполнена как на основании прямой оценки содержания лейкоантоцианидина в древесине, так и с использованием методов ДНК-маркирования путем типирования аллельных (генотипических) вариантов наследственных детерминант биосинтеза флавоноидов [2, 3]. Преимуществом методов ДНК-маркирования перед биохимическим анализом, является возможность проведения исследований на любой стадии онтогенеза растений, вне зависимости от типа используемых тканей и органов, а также без учета их физиологического состояния тестируемого образца. Также следует отметить, что особую актуальность идентификация хемотипов имеет на объектах селекционно-семеноводческого профиля, что позволяет проводить комплексную оценку деревьев – по признакам продуктивности и устойчивости.

Исходя из всего выше сказанного, целью работы явилось проведение молекулярно-генетической паспортизации хемотипов ели европейской на лесосеменных плантациях II порядка.

Объектами исследования явились клоны плюсовых деревьев ели европейской, произрастающих на лесосеменных плантациях II порядка, расположенных на территории Барановичского, Ивацевичского, Лиозненского, Оршанского, Полоцкого и Глубокского опытного лесхозов. Общее число проанализированных деревьев составило 300 шт. В качестве экспериментального материала для выделения ДНК использованы образцы хвои. Молекулярно-генетический анализ деревьев выполнялся на основании стандартных методик [4] с использованием праймеров для амплификации промотора гена PaLAR3 (ключевой этап биосинтеза лейкоантоцианидина), представленных в ранее опубликованной работе [3]. Типирование аллельных (генотипических) вариантов производилось на основании электрофоретического фракционирования продуктов ПЦР-амплификации в 1,4% агарозном геле с применением 1×ТБЭ-буфера.

В ходе проведенной молекулярно-генетической паспортизации клонов было выявлено восемь электрофоретических вариантов, относящихся к двум основным группам аллелей: А (А, А₁, А₂, А₃) и В (В, С, С₁, D), детерминирующие "восприимчивый" и "устойчивый" к корневой губке фенотипы, соответственно. Идентифицированные варианты формировали 10 генотипических комбинаций, наиболее распространенными (суммарно $\approx 88\%$) из которых являлись три: АА, АВ и ВВ. Также следует отметить, что особенности структуры (в частности количество выявляемых зон и интенсивность их окраски) электрофоретических спектров указывают на вероятное наличие нескольких копий гена PaLAR3. Данные молекулярно-генетической оценки хемотипов приведены в таблице.

**Таблица – Встречаемость хемотипов ели европейской на ЛСП II порядка
на основании молекулярно-генетических данных**

Лесхоз	Хемотипы									
	1	2								3
	AA	AB	A ₁ B	A ₂ B	A ₃ B	AC	AC ₁	AD	A ₃ D	BB
Барановичский	38,0	42,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	12,0
Глубокский опытный	47,9	35,4	2,1	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
Ивацевичский	46,0	28,0	8,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	14,0
Лиозненский	49,0	35,3	3,9	2,0	2,0	2,0	0,0	2,0	0,0	3,9
Оршанский	22,4	51,0	4,1	4,1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	16,3
Полоцкий	42,0	30,0	6,0	6,0	0,	2,0	2,0	2,0	2,0	8,0

Примечание. 1 – восприимчивый тип, 2 – промежуточный тип, 3 – устойчивый тип

Как следует из таблицы, наибольшее количество "устойчивых" клонов было выявлено на лесосеменной плантации Оршанского лесхоза, наименьшее – Лиозненского лесхоза. Ожидаемая частота встречаемости хемотипов ВВ-типа в семенном потомстве данных клонов (в случае открытого опыления) составляет 47% и 37,4%, соответственно, что превосходит показатели для Глубокского опытного (30,2%), Полоцкого (33,0%) и Ивацевичского (34,0%) лесхозов. Значение данного показателя в семенных партиях (применительно к плантации в целом) для Оршанского лесхоза равняется 22%, Лиозненского – 14%, Барановичского – 13,7, Ивацевичского – 11,6%, Полоцкого – 10,9%, Глубокского опытного – 9,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Flavan-3-ols in Norway Spruce: Biosynthesis, Accumulation, and Function in Response to Attack by the Bark Beetle-Associated Fungus *Ceratocystis polonica* / A. Hammerbacher [et al.] // Plant Physiology. – 2014. – Vol. 164, №4. – P. 2107-2122.
2. Different alleles of a gene encoding leucoanthocyanidin reductase (PaLAR3) influence resistance against the fungus *Heterobasidion parviporum* in *Picea abies* / M. Nemesio Gorriz [et al.] // Plant Physiology. – 2016. – Vol. 171, №4. – P. 2671-2681.
3. Разработка набора маркеров ели европейской, ассоциированных с биосинтезом лейкоантоцианидина – биохимического фактора, определяющего устойчивость к еловой корневой губке / А.М. Нестюк, С.В. Пантелеев, П.С. Кирьянов, О.Ю. Баранов //Лесная наука, молодежь, будущее – 2021: Материалы II международной школы-конференции молодых ученых (Гомель, 6-9 июля 2021 г.) / НАН Беларуси, Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель: ООО «Типография «Белдрук», 2021. – С. 126–129.
4. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Воропаев Е.В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Мн.: Юнипол, 2007. – 176 с.