

АЛЛЕЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕНА PaLAR3 ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ, АССОЦИИРОВАННОГО С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЕЛОВОЙ КОРНЕВОЙ ГУБКЕ

Ель европейская (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) является одной из главных лесообразующих пород на территории Беларуси. Согласно литературным данным, одним из механизмов формирования устойчивости данной древесной породы к *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen – патогенному грибу, вызывающему корневую и комлевую гниль, является выработка производных флаван-3,4-диола – лейкоантоцианидинов, что способствует повышению устойчивости деревьев на $\approx 25\%$ [1]. Проведенные молекулярно-генетические исследования популяций ели европейской в Швеции показали, что уровень накопления лейкоантоцианидина в древесине ассоциирован с активностью гена PaLAR3, детерминирующего заключительный этап его биосинтеза [2]. В ходе изучения промотора локуса PaLAR3 у белорусских генотипов ели европейской, нами были идентифицированы новые аллельные варианты, что может указывать на наличие более широкого спектра изменчивости, потенциально способной оказывать влияние на интенсивность биосинтеза лейкоантоцианидина.

В качестве объектов исследования нами были выбраны клоны плюсовых деревьев ели европейской, произрастающих на лесосеменных плантациях II порядка, расположенных на территории 15 государственных лесохозяйственных учреждений. Общее число проанализированных деревьев составило 750 шт. В качестве экспериментального материала для выделения ДНК использованы образцы хвои. Молекулярно-генетический анализ деревьев выполнялся на основании стандартных методик [3] с использованием праймеров для амплификации промотора гена PaLAR3, представленных в ранее опубликованной работе [4]. Типирование аллельных (генотипических) вариантов производилось на основании электрофоретического фракционирования продуктов ПЦР-амплификации в 1,4% агарозном геле с применением 1×ТБЭ-буфера.

В результате проведенного молекулярно-генетического анализа клонов были выявлены следующие электрофоретические варианты, относящихся к двум основным группам аллелей:

- 1) А (А, А₁, А₂, А₃) – "восприимчивый" к *H. parviporum* фенотип;
- 2) В (В, С, С₁, D) – "устойчивый" к *H. parviporum* фенотип.

Данные молекулярно-генетической оценки хемотипов ели европейской 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	2,0	0	12,0
Березинский	32,0	54,0	4,0			4,0				6,0
Глубокский опытный	47,9	35,4	2,1	6,3	0	0,0	0	0	0	8,3
Гродненский	34,0	30,0		2,0	2,0					32,0
Жлобинский	72,0	18,0								10,0
Ивацевичский	46,0	28,0	8,0	2,0	0	2,0	0	0	0	14,0
Крупский	36,0	24,0	2,0	4,0		14,0		2,0		18,0
Лиозненский	49,0	35,3	3,9	2,0	2,0	2,0	0	2,0	0	3,9
Ляховичский	48,0	38,0		2,0		2,0				10,0
Могилевский	62,0	24,0				2,0				12,0
Оршанский	22,4	51,0	4,1	4,1	0	0,0	0	2,0	0	16,3
Полоцкий	42,0	30,0	6,0	6,0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	8,0
Рогачёвский	50,0	26,0	4,0	4,0				4,0		12,0
Скидельский	14,0	70,0	2,0	4,0		2,0		2,0		6,0
Чериковский	52,0	20,0	2,0	6,0		2,0				18,0

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

Как видно из таблицы идентифицированные варианты формируют 10 генотипических комбинаций, из которых наиболее распространенными (суммарно ≈ 90%) являются три: AA (43%), AB (35%) и BB (12%). Так же следует отметить неравномерность количества устойчивых хемотипов ели в различных лесхозах. Как следует из таблицы, наибольшее количество "устойчивых" клонов было выявлено на лесосеменной плантации Гродненского лесхоза, наименьшее – Лиозненского.

Работа выполнялась в рамках гранта БРФФИ Б22М-055.

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. *Nemesio-Gorriz M.* et al. Different alleles of a gene encoding leucoanthocyanidin reductase (PaLAR3) influence resistance against the fungus *Heterobasidion parviporum* in *Picea abies* // *Plant Physiology*. 2016. Vol. 171. №4. P. 2671–2681.

3. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Воропаев Е.В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Мн.: Юнипол, 2007. – 176 с.

4. 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.

УДК 631.43:630

Т.П. Новикова, доц., канд. техн. наук;
Т.В. Новикова, асп.; А.И. Новиков, доц., д-р. техн. наук
(ВГЛТУ, г. Воронеж, Российская Федерация)

ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ НА ПРОЦЕСС ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

Плотность почвы во многом определяет урожай лесных растений и оказывает влияние на рост корневой системы. Уплотненная почва создает преграды для проникновения корней, воды, воздуха [1].

Уплотнение почвы является одним из наиболее выраженных последствий механизированных лесозаготовительных и лесохозяйственных работ, вызванных возникающими вертикальными и горизонтальными нагрузками на почву [8]. Степень уплотнения лесной почвы «от воздействия движителей (колесных, гусеничных или комбинированных) напрямую влияет как на расход топлива энергетической установкой [17] лесотранспортной машины, способность лесных семян [14] к прорастанию [8]», так и на прирост по диаметру хвойных деревьев [18]. Оставленные в результате лесозаготовительных работ заносы и колеи могут значительно нарушить физические, химические и биологические свойства почв и серьезно изменить функцию лесной экосистемы [2]. Фокус начального этапа технологического процесса восстановления леса [9] при управлении лесовосстановительным производством [10,13] неизменно будет смещаться к эффективному выбору [11] технологических приемов и технических средств подготовки почвы, а также к оценке степени уплотнения почвы, аккумулируемые в структуре справочной информационной системы FLR-Library [12,15,16].

Лесные почвы обычно имеют низкие значения насыпной плотности из-за их богатства органическим веществом, особенно в верхних слоях. Как правило, низкая насыпная плотность почвы делает ее более склонной к уплотнению. Уплотнение лесных почв способно снизить