

2. Рубки перестройки следует проводить в зимний период с максимальным сохранением подроста лиственницы.

3. Проведение рубок обеспечивает быструю адаптацию подроста лиственницы к новым экологическим условиям, что подтверждается резким увеличением прироста центрального побега сразу после уборки березового древостоя.

4. В целях накопления подроста лиственницы предварительной генерации за 5-7 лет до рубки рекомендуется проведение минерализации почвы под пологом березняков при наличии биогрупп деревьев лиственницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Залесов С.В. Рост лиственничных древостоев на бывших пашнях / С.В. Залесов, Е.В. Юровских, Л.А. Белов, А.Г. Магасумова, А.С. Оплетев // Аграрный вестник Урала, 2015. № 5 (135). С. 50-54.

2. Zalesov S.V. Effectiveness of larch stands creation on former agricultural lands / S.V. Zalesov, A.G. Magasumova, A.S. Opletaev // Ecological Agriculture and sustainable development: Research Development Center, 2019. № 1. S. 69-76.

3. Платонов Е.П. Замена березняков, пораженных бактериальной водяной / Е.П. Платонов, А.В. Данчева, С.В. Залесов // Московский экономический журнал, 2019. № 11. С. 208-221.

4. Крекова Я.А. Рост интродуцированных видов лиственниц (*Larix Mill*) в Северном Казахстане / Я.А Крекова, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 9 (75). Ч. 2. С. 21-25. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.75.9.028>.

5. Оплетев А.С. Перестройка производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале / А.С. Оплетев, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 178 с.

УДК 630*165:582.475.4

А.В. Падутов, науч. сотр. (ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель);
В.М. Балюцкас, PhD, зав. отдела генетики и селекции
(Институт леса Центра аграрных и лесных наук Литвы, н.п. Гирионис,
Литовская Республика)

АЛЛЕЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ SSR-МАРКЕРОВ У КЛОНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛСП II ПОРЯДКА

Одной из приоритетных задач лесной селекции является совершенствование постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ), путем улучшения наследственных свойств материнских деревьев, используемых для

заготовки семенного материала. Кроме того, необходимым условием является и сохранение высокого уровня генетического разнообразия на объектах ПЛСБ, так как оно является базовым элементом биоразнообразия и основой для адаптации растений к внешним условиям среды.

Среди объектов постоянной лесосеменной базы – лесосеменные плантации (ЛСП) имеют наибольшую значимость, так как представляют собой основной источник получения селекционно-улучшенных семян, используемых для создания высокопродуктивных и устойчивых лесных культур. С целью сохранения генетической изменчивости вида и повышения наследственных качеств семенного материала, создание ЛСП производится с учетом основных требований, предъявляемых как ее структуре (схеме размещения клонов и их количеству), так и используемым материнским деревьям (наличие общей комбинационной способности по селектируемым признакам, уровню плодоношения, фенологического сходства и т.д.). В связи с этим, в лесах Республики Беларусь ведется постоянная работа по выделению новых плюсовых и элитных деревьев, для оптимизации реестра клонов и повышения наследственных характеристик ЛСП [1].

Одним из способов оценки генетического разнообразия на ЛСП, является проведение сравнительного анализа генетической структуры клонов и потомства (получаемого на лесосеменных плантациях) с насаждениями естественного происхождения. Кроме того, установление спектра уникальных аллельных вариантов на ЛСП, позволяет использовать их в качестве маркеров для верификации источников происхождения партий семян.

Среди генетических маркеров, наиболее подходящими для решения поставленных задач, являются ядерные микросателлитные локусы (nSSR). Преимуществом данных маркеров является кодоминантный характер проявления, локализация в различных частях ядерного генома, обоупольный характер наследования, высокий уровень полиморфизма и др. [2].

Исходя из всего выше сказанного, целью данной работы являлось изучение аллельного полиморфизма nSSR-маркеров у клонов сосны обыкновенной, используемых для создания ЛСП II порядка

В качестве объекта исследования были выбраны элитные деревья, используемые при закладке ЛСП II. Наследственный материал данных деревьев представлен в коллекции ДНК Генетического банка Института леса НАН Беларуси. Общее число изученных депозитов составило 80 шт.

Для проведения исследования SSR-маркеров, нами были выбраны девять микросателлитных локусов ядерной ДНК: Ptx 4001, Ptx 4011,

Psyl 2, Psyl 16, Psyl 17, Psyl 18, Psyl 36, Psyl 44 и Psyl 42, характеризующихся динуклеотидными мотивами. Критериями выбора данных маркеров явились: высокий уровень вариабельности, дискретность выявляемого электрофоретического полиморфизма и минимальное количество артефактных продуктов ПЦР. Молекулярно-генетический анализ выполнялся по стандартной методике, изложенной в работе [3].

В ходе проведенного молекулярно-генетического анализа были получены многолокусные электрофоретические спектры и выявлено 60 аллельных вариантов. Для локусов была установлена различная степень полиморфности. Наименее изменчивым оказались Psyl 44, Psyl 42 (3 аллеля) и локусы Psyl 18, Psyl 2 (4 аллеля), наиболее полиморфным – локус PtTx 4001 (13 аллелей), остальные локусы показали среднюю полиморфность: Psyl 36 – 5 аллелей, PtTx 3116 – 6 аллелей, Psyl 17, Psyl 16 – 7 аллелей, и PtTx 4011 – 8 аллельных вариантов. Перечень аллельных вариантов и их характеристика представлены в таблице.

Сравнение полученных данных с литературными материалами, относительно уровня аллельного разнообразия изученных nSSR-локусов в природных насаждениях, показало, что для большинства маркеров значение параметров полиморфизма было близким к среднему уровню. Так, например, для локусов Psyl 44, Psyl 18, PtTx 4001 нами было выявлено три, четыре и 16 аллельных вариантов соответственно, в тоже время результаты, полученные для природных насаждений, указывают на наличие от трех до пяти дополнительных аллелей, что может быть связано с отсутствием редких аллелей на ЛСП.

Однако по некоторым локусам были получены противоречивые данные. Так, например, в случае SSR-маркера Psyl 2 по литературным данным в природных насаждениях (из различных частей ареала) был выявлен широкий диапазон значений показателя числа аллелей на локус – от трех до 19 аллелей, что может быть обусловлено как большим размером выборки изучаемых деревьев (более 1000 индивидуумов), произрастающих в 30 популяциях, так и в связи с возможными ошибками при интерпретации полученных результатов [4-5].

Таблица – Основные характеристики изученных SSR-локусов сосны обыкновенной

Название локуса	Тип повтора	Выявленные аллели	Основные аллели
1	2	3	4
Psyl 44	(CGG) ₅	172; 176; 178	177 (95%)
Psyl 18	(GCA) ₇	292; 294; 300; 302	294 (90%)
Psyl 42	(TC) ₉	172; 174; 176	174 (40%); 176 (30%)
Psyl 17	(TA) ₇	215; 217; 219; 221; 223; 225; 227	219 (40%)
Psyl 2	(GCT) ₅	197; 202; 204; 207*	204 (85%)

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Psyl 36	(GTC) ₇	245; 248*; 251; 253; 257	251 (80%)
Psyl 16	(AT) ₇	201; 203; 205; 208; 210; 212; 214	203 (30%); 205 (30%); 210 (20%)
PtTx 4011	(CA) ₂₀	244; 260; 261*; 262; 264; 265*; 267*; 280	261 (25%); 262 (25%); 264 (25%)
PtTx 4001	(CA) ₁₅	202; 202; 206; 208; 210; 212; 214; 216; 218; 220; 222; 224; 228	216 (40%)

Примечание. Изменчивость, не связанная с варьированием числа повторов.

Таким образом, на основании полученных результатов установлено, что среди изученных микросателлитных локусов, уровень аллельного разнообразия является более низким, по сравнению с природными популяциями. В то же время, число нередких аллелей является сходным в обоих типах изученных объектов. Также на ЛСП определены локусы (PtTx 4011 и PtTx 4001) имеющие наибольший уровень генетического полиморфизма, которые могут быть рекомендованы для формирования набора маркеров для оценки уровня изменчивости объектов селекционного семеноводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкович, А.П. Лесное семеноводство: тексты лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75.01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» / А. П. Волкович. Минск: БГТУ, 2014. 107 с.
2. Wasielewska, M., Klemm M., Burczyk J. Genetic diversity and mating system of Scots pine plus trees / M. Wasielewska, M. Klemm, J. Burczyk. *Dendrobiology*, 2005. Vol. 53. P. 57–62.
3. Падутов, А.В. Изучение генетической структуры полусибсового потомства клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях II порядка. Молекулярная и прикладная генетика: сборник научных трудов / А.В. Падутов. Национальная академия наук Беларуси, Институт генетики и цитологии. Минск, 2018. Т. 25. С. 92–98.
4. Kunigėlis, R. Paprastosis pušies biologinės įvairovės medžių ir įprasto morfotipo medžių genetiniai skirtumai pagal DNR žymenis / R. Kunigėlis, 2020.
5. Danusevičius, D., Buchovska J., Žulkus V., Daugnora L., Girininkas A. DNA markers reveal genetic associations among 11,000-Year-Old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) found in the Baltic Sea with the present-day gene pools in Lithuania / D. Danusevičius, J. Buchovska, V. Žulkus, L. Daugnora, A. Girininkas. *Forests*. 2021. T. 12. №. 3. С. 317.