



DOI 10.21178/2079-6080.2023.4.26
УДК 575.174.015.3:582.475

Полиморфизм в генах, контролирующих адаптивные признаки сосны и ели

© Д.С. Каржаев^{1,2}, С.С. Баранова², Н.А. Павлов², Г.В. Калько¹

Genes controlling adaptive traits of pine and spruce trees

D.S. Karzhaev, S.S. Baranova, N.A. Pavlov, G.V. Kalko (Saint Petersburg Forestry Research Institute; Saint Petersburg State Forest Technical University)

Climate change has received increasing attention in recent decades. The question of adaptation of forest forming species to these changes is of great importance in strategic planning of reforestation. Plant adaptation depends to a large extent on individual genes responsible for the response to growing conditions. One of the groups of genes responsible for adaptive traits are photoreceptors, which determine the plant's response to light quality.

The aim of the research was to identify polymorphisms in two genes of photoreceptors in pine and spruce growing in the Leningrad region. To study the genes, primers were designed for the sequence of genes in the reference genome of Norway spruce. DNA was isolated from spruce and pine needles by STAB method. PCRs were performed using the designed primers on DNA from both species. The PCR products obtained were analyzed by Sanger sequencing.

Sequencing revealed 13 SNPs in the *PhyO* gene, including 12 heterozygous SNPs in the pine population and 1 polymorphic SNP in the spruce population. The data obtained indicate the conservativeness of the *PhyO* gene, in which, despite a significant number of heterozygous sites in pine, there are no species-specific mutations. The identified polymorphisms result in 5 non-synonymous substitutions in the amino acid composition, including a mutation described earlier in Swedish populations of Norway spruce as the first case of latitudinal cline detection in this gene. The presence of the previously described polymorphism in another geographic population of Norway spruce may indicate the importance of the gene in shaping the adaptive response of the plant. When analyzing the *CRY1* gene, 35 SNPs were detected, including 34 species-specific SNPs and 1 polymorphic SNP in the spruce population. This polymorphism has not been previously described in Norway spruce.

Key words: Norway spruce, Scots pine, photoreceptors, local adaptation, *PhyO*, *CRY1*, SNPs

Полиморфизм в генах, контролирующих адаптивные признаки сосны и ели

Д.С. Каржаев, С.С. Баранова, Н.А. Павлов, Г.В. Калько

В последние десятилетия все большее внимание уделяется проблеме изменения климата. Вопрос адаптации лесобразующих пород к этим изменениям имеет большое значение в стратегическом планировании лесовосстановления. Адаптация растений в значительной степени зависит от отдельных генов, отвечающих за реакцию на условия среды произрастания. Одной из групп генов, отвечающих за адаптивные признаки, являются фоторецепторы, которые определяют реакцию растения на качество света.

Целью нашей работы было выявление полиморфизмов в двух генах фоторецепторов у сосны и ели, произрастающих в Ленинградской области. Для изучения генов были сконструированы праймеры на последовательность генов в референсном геноме ели обыкновенной. ДНК выделяли из хвои ели и сосны СТАВ-методом. ПЦР были проведены с использованием разработанных праймеров на ДНК обоих видов. Полученные ПЦР-продукты анализировались с помощью секвенирования по Сэнгеру.

В результате секвенирования выявлены 13 SNP в гене *PhyO*, среди которых 12 гетерозиготных SNP в популяции сосны и 1 полиморфный SNP – в популяции ели. Полученные данные указывают на консервативность гена *PhyO*, в котором, несмотря на значительное количество гетерозиготных сайтов у сосны, нет ни одной видоспецифичной мутации. Выявленные полиморфизмы приводят к 5 несинонимичным заменам в составе аминокислот, в том числе мутации, описанной ранее в шведских популяциях ели европейской как первый случай обнаружения широтной клинальности в этом гене. Присутствие данного полиморфизма в другой географической популяции ели европейской может указывать на важное значение гена в формировании адаптивной реакции растения. При анализе гена *CRY1* были обнаружены 35 SNP, среди которых 34 видоспецифичные и 1 полиморфный – в популяции ели. Данный полиморфизм ранее не описан у ели европейской.

Ключевые слова: ель европейская, сосна обыкновенная, фоторецепторы, локальная адаптация, *PhyO*, *CRY1*, SNPs

Каржаев Дмитрий Сергеевич – младший научный сотрудник исследовательской лаборатории; аспирант
E-mail: karzhaevd@gmail.com

Баранова Софья Сергеевна – студент (бакалавриат)
E-mail: sonyabaranova4756@gmail.com

Павлов Никита Александрович – студент (бакалавриат)
E-mail: nikpavlo2003@gmail.com

Калько Галина Валентиновна – заведующий исследовательской лабораторией, канд. биол. наук
E-mail: gkalko@spb-niilh.ru

¹ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21
Телефон: (812) 552-80-21
Факс: (812) 552-80-42

²ФГБУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Телефон: +7 (812) 670-92-46