

## Разработка KASP маркеров для генов, вовлеченных в формирование адаптивной реакции у ели европейской

В.В. Шаршавикова\*, В.А. Волков, Д.С. Каржаев, Е.Д. Сафронычева, М.В. Тис, К.В. Чухланцева

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Санкт-Петербург, Россия

\* VeronikaSharshavikova@gmail.ru

**Цель:** Разработка функциональных молекулярных маркеров для генов, вовлеченных в формирование важнейших приспособительных признаков ели, для их дальнейшего использования при оценке адаптационного потенциала посадочного материала.

**Материалы и методы:** По результатам анализа литературы было выделено 4 основных гена-кандидата: CRY1, PhyO, BTL3, HK5. Точечные мутации в этих генах напрямую влияют на адаптацию растения к условиям произрастания. Частота встречаемости разных аллелей выбранных генов в естественных популяциях меняется с севера на юг, в других случаях их влияние на адаптацию к различным широтам доказана экспериментально. Это дает основания полагать, что селекция по данным локусам будет эффективна при отборе посадочного материала при планировании плантаций или лесовосстановительных работ в различных регионах РФ. Основываясь на последовательностях этих генов, были разработаны KASP маркеры, позволяющие различить ключевые мутации, связанные с адаптацией к фотопериоду.

**Результаты:** В результате апробации на тестовых выборках и оптимизации протоколов амплификации были получены уникальные для каждого маркера алгоритмы, позволяющие точно определить вариант аллеля у образцов. Результаты программной обработки KASP представляют собой график, состоящий из кластеров точек различного цвета и формы. Такой скрининг доступен во всех лабораториях, оснащенных амплификаторами с функцией реал тайм. Поскольку генотип в большей степени влияет на фенотип, такой скрининг позволит определить потенциальную устойчивость посадочного материала к тем или иным условиям произрастания. Так как праймеры разработаны на гены, связанные с адаптацией, селекция посадочного материала с использованием разработанных маркеров позволит подобрать саженцы, наиболее приспособленные к росту в условиях определенного светового периода.

**Выводы:** Разработанные молекулярные маркеры на основе KASP-технологии позволяют проводить эффективный скрининг аллелей, связанных с адаптивными признаками ели, что открывает широкие перспективы для использования их в лесной селекции и при мониторинге популяций. Эти маркеры могут использоваться для оценки адаптивного потенциала лесного генетического материала, обеспечивая лесовосстановительные программы генетически приспособленным посадочным материалом. Таким образом, подбор посадочного материала может влиять на успешность лесовосстановительных мероприятий и целевое лесовыращивание на плантациях. В условиях меняющегося климата подобные подходы могут значительно повысить устойчивость лесных экосистем к экологическим стрессам и способствовать восстановлению лесов с учетом изменения климата.

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках государственного задания Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства № 053-00005-25-00 от 26.12.2024.