

13. *Minorsky P.V., Spanswick R.M.* Electrophysiological evidence for a role for calcium in temperature sensing by roots of cucumber seedlings // *Plant Cell Environ.* 1989. Vol. 12. P. 137–143.
14. *Murata N., Los D.A.* Membrane fluidity and temperature perception // *Plant Physiol.* 1997. Vol. 115. P. 875–879.
15. *Penfield S.* Temperature perception and signal transduction in plants // *New Phytol.* 2008. Vol. 179. P. 615–628.
16. *Plieth C., Hansen U.P., Knight H., Knight M.R.* Temperature sensing by plants: the primary characteristics of signal perception and calcium response // *Plant J.* 1999. Vol. 18. P. 491–497.
17. *Provart N.J., Gil P., Chen W., Han B., Chang H.-S., Wang X., Zhu T.* Gene expression phenotypes of *Arabidopsis* associated with sensitivity to low temperatures // *Plant Physiol.* 2003. Vol. 132. P. 893–906.
18. *Pyatygin S.S., Opritov V.A., Khudyakhov V.A.* Subthreshold changes in excitable membranes of *Cucurbita pepo* L. stem cells during cooling-induced action potential generation // *Planta.* 1992. Vol. 186. P. 161–165.
19. *Smallwood M., Bowles D.J.* Plants in a cold climate // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 2002. Vol. 357. P. 831–847.
20. *Thomashow M.F.* So what's new in the field of plant cold acclimation? Lots! // *Plant Physiol.* 2001. Vol. 125. P. 89–93.
21. *Trebacz K., Tarnecki R., Zawadzki T.* The effect of ion channel inhibitors and factors modifying metabolism on the excitability of the liverwort *Conocephalum conicum* // *Physiol. Plant.* 1989. Vol. 75. P. 24–30.
22. *White P.J.* Depolarization-activated calcium channels shape the calcium signatures induced by low-temperature stress // *New Phytol.* 2009. Vol. 183. P. 6–8.
23. *Опритов В.А.* Функциональные аспекты биоэлектrogenеза у высших растений. LIX Тимирязевское чтение. Н.Новгород: Изд-во Нижегородского университета. 1998. 45с.
24. *Опритов В.А., Пятыгин С.С., Ретивин В.Г.* Биоэлектrogenез у высших растений. М.: Наука. 1991. 216 с.
25. *Опритов В.А., Пятыгин С.С., Худяков В.А.* О роли структурных перестроек липидов возбудимых мембран в генерации потенциалов действия высшими растениями при умеренном охлаждении // *Биофизика.* 1984. Т. 29. С. 415–418.
26. *Прудников Г.А., Паничкин Л.А., Красавина М.С.* Влияние блокаторов ионных каналов и  $H^+$ -АТФазы на генерацию местной электрической реакции в листе огурца // *Физиология растений.* 2010. Т. 57. С.925–934.
27. *Ретивин В.Г., Опритов В.А., Федулina С.Б.* Преадаптация тканей стебля *Cucurbita pepo* L. к повреждающему действию низких температур, индуцированная потенциалом действия // *Физиология растений.* 1997. Т. 44. С. 499–510.
28. *Ретивин В.Г., Опритов В.А.* К оценке холодоустойчивости высших растений на основе электрофизиологического анализа их возбудимости // *Физиология растений.* 1992. Т. 39. С. 1224–1231.
29. *Черницкий М.Ю., Паничкин Л.А.* Диагностика холодоустойчивости огурца по биоэлектрическим потенциалам. 1. Разработка диагностического показателя // *Физиология растений.* 1994. Т. 41. С. 386–389.
30. *Черницкий М.Ю., Паничкин Л.А.* Диагностика холодоустойчивости огурца по биоэлектрическим потенциалам. 2. Оценка сортовых различий // *Физиология растений.* 199. 1994. Т. 41. С. 390–394.

## STATUS OF EXPERIMENTAL PULPWOOD PLANTATION OF NORWAY SPRUCE IN KARELIA

*Laur N.V.*

Petrozavodsk State University, E-mail: laur@psu.karelia.ru

Abstract. The history and methodology of organization plantation of pulpwood *Norway spruce* in Pudozh region of Karelia are discussed.

## СОСТОЯНИЕ ОПЫТНОЙ БАЛАНСОВОЙ ПЛАНТАЦИИ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В КАРЕЛИИ

*Лаур Н.В.*

Петрозаводский государственный университет, E-mail: laur@psu.karelia.ru

Одной из основных задач, стоящих перед лесным хозяйством России, является повышение продуктивности существующих и вновь создаваемых лесов и обеспечение лесопильной и целлюлозно-бумажной промышленности страны сырьем. Одним из возможных решений этой задачи

можно считать создание специальных балансовых плантаций. Практически во всех странах мира, имеющих лесную промышленность и ЦБК, созданы или создаются балансовые плантации с коротким оборотом рубки. В южных странах в основном выращивают быстрорастущие лиственные породы. Самыми продуктивными лиственными породами для плантационного выращивания являются эвкалипт, тополь и осина. В странах, имеющих хвойные леса, в основном выращивают ель, сосны (обыкновенная, скрученная, лучистая, южная), пихты и лиственницы. Лидерами плантационного выращивания древесины являются Китай, Бразилия, Индия, Австралия, США, Финляндия, Швеция, Норвегия, несколько меньше заложено плантаций в Испании, Франции и других странах. Разработанные методы эффективной обработки почв, искусственного стимулирования микробиологических и биоэнергетических процессов, семеноводства, ускоренного выращивания саженцев позволяют добиться значительного эффекта. Сроки выращивания деловой древесины сокращаются в три – четыре раза, активно используются достижения генной инженерии.

В России плантационное выращивание древесины слабо развито, но определенный опыт в этом направлении все же имеется. Данная статья посвящена состоянию плантации ели европейской, заложенной в Карелии в 80-х годах прошлого века.

В Карелии имеется два таких гиганта, как Кондопожский (сульфитная варка ели) и Сегежский (сульфатная варка сосны) ЦБК. В настоящее время лесная промышленность республики еще способна обеспечить их сырьем, но часть поставок идет за счет привозной древесины. Со временем вопрос обеспечения ЦБК сырьем будет еще актуальнее.

В 1984 г. в республике была сделана попытка заложить опытную балансовую плантацию ели в Пудожском лесхозе – для обеспечения сырьем Кондопожского ЦБК. Разработчик проекта – Карельский филиал института «Союзгипролесхоз», куратор – Институт леса бывшего Карельского филиала АН СССР. Проектная площадь плантации (из двух участков) составила 66,3 га, в т. ч. продуцирующая – 57,8 га. В качестве посадочного материала проектировалось использование отселектированных семян или семян 1 сорта, выращенных в питомнике Пудожского лесхоза из местных семян. Схема посадки – 2,7 x 3,8 м, шаг посадки – 0,8 м, количество посадочных мест на 1 га – 3,2 тыс. шт. Проект включал полную разработку создания балансовой плантации, комплекс уходов, сметные документы, чертежи, расчет техники, материалов, рабочих дней, капитального строительства. Срок действия проекта – 70 лет (оборот рубки). Проектная стоимость в ценах 1984 г. – 317,86 тыс. руб., стоимость 1 га – 4797,2 руб. (без учета капитального строительства, содержания и технического ремонта проездов).

Балансовая плантация заложена в 1985–1986 гг. на площади 51 га. При создании плантации был нарушен проект:

– использован посадочный материал неизвестного происхождения (паспортных данных в лесхозе нет);

– вспашку почвы не проводили;

– рубки ухода не проводили.

Проектная приживаемость – 80 %, фактическая – 73 %; дополнение и рубки ухода не проводили (первый прием изреживания предусматривали в 9-летнем возрасте).

Средняя высота деревьев в 2009 г. составила всего 2,8 м (варьирует от 0,5 до 8 м), средний диаметр – 2,5 см, (от 1 до 11 см).

При подготовке площади под посадку гумусовый слой был практически снят, деревья растут на бедной песчаной почве, и только около валов рост и развитие ели нормальные (высота до 8 м). Многие деревья отличаются низкорослостью и даже карликовостью, наличием пороков ствола и кроны – чаще это кривизна, двуствольность и многовершинность.

В настоящее время участок культур, создававшийся как балансовая плантация по ускоренному выращиванию ели не соответствует назначению и бесперспективен (рядовые культуры в Пудожском лесхозе более производительны). Он не подлежит реставрации по двум основным причинам: 1) на песчаной почве без гумусового слоя не вырастить производительные еловые культуры; внесение удобрений не только дорого, но и бесполезно; 2) использован посадочный материал неизвестного происхождения (сеянцы привезены из питомника Ленинградской области). Возможно (судя по большому числу медленно растущих и карликовых особей), эти сеянцы были в остатке после выкопки посадочного мате-

риала для лесокультурных работ или отсортированы как нестандартные. Во всяком случае, в питомниках Карелии выращивали достаточное количество хвойных, и не было никакой необходимости использовать, тем более, при создании балансовой плантации, инорайонный посадочный материал. Более того, Пудожский лесхоз славится ельниками, а в лесхозе в годы создания плантации были собственный лесной питомник и достаточное количество аттестованных плюсовых деревьев ели.

Результаты обследования позволили сделать вывод, что для создания балансовых плантаций ели необходимо:

1. Правильно подобрать участок под плантацию в Южнокарельском лесосеменном районе в самом производительном для Карелии типе леса – кисличном. Участок должен быть ровным, без завалуненности, в не морозобойном месте.

2. Использовать для посадки семян, выращенные из семян лучших по показателям плюсовых деревьев позднораспускающейся, узкокромной формы (возраст материнских плюсовых деревьев – приспевающий или средневозрастной). Плюсовые деревья должны быть отобраны в кисличном типе леса в своем или смежных лесхозах.

3. Балансовую плантацию лучше закладывать на бывших сельскохозяйственных землях (после лесопатологических обследований), на которых можно действительно провести предлагаемую проектом сплошную вспашку. При закладке плантации на вырубке необходимо провести корчевку, причем с максимальным сохранением гумусового слоя.

4. Возможна частичная корчевка пней или посадка без корчевки, но в этом случае ряды будут кривыми, применение механизмов затруднено, использование дорогостоящего отселектированного посадочного материала неоправданно. Такие посадки, вероятно, можно считать не плантациями, а балансовыми культурами. При недостатке улучшенного посадочного материала, выращенного из семян плюсовых деревьев, в таких культурах можно использовать стандартные семена или саженцы из местных семян лучших ельников – кисличников.

5. Выращивание семян нужно проводить в закрытом грунте. Для посадки необходимо отобрать из выращенных семян самые высокие особи (быстрорастущие) или при недостатке посадочного материала – стандартные.

Лучший вариант – посев 3–4 семян в цилиндр. Из 3–4-х растений нужно оставить одно, лучшее, причем оно должно быть и самым высоким, т. е. быстрорастущим. Необходим комплекс обычных уходов (профилактическая обработка семян, удобрения, закалка).

6. Посадку на балансовой плантации нужно проводить в ямы, под лопату (или в борозду). Размер ямы должен быть достаточным, так как в Карелии лесные почвы бедные, перед посадкой в ямы вносить удобрённый торф, если есть необходимость – известь.

7. Количество потомств плюсовых деревьев, для большей устойчивости, не должно быть менее 15–20 на участок. Если семена промаркировать бирками с номерами материнских плюсовых деревьев, можно проводить контрольные наблюдения (высота, диаметр, пороки) и рекомендовать определенные плюсовые деревья в качестве маточных при создании аналогичных плантаций. В таком случае посадку лучше проводить по рядам (ряд – потомство одного ПД).

8. Схема посадки может несколько отличаться в зависимости от того, высаживают растения в ямы или в борозды. При посадке в ямы шаг посадки может быть в 1 м, в борозду – 0,5 м; расстояние между бороздами – от 2,5 до 3 м. Чем гуще посадка, тем меньше ель будет страдать от весенних заморозков и лучше будет подгон.

9. На балансовой плантации без своевременных уходов невозможно добиться успеха. В первые годы необходимо оберегать ель от заморозков (траву в приствольных кругах или между рядами не скашивать, а только полоть у стволика). Возможно выращивание «под шубой», т. е. с лиственной порослью в между рядах (по опыту выращивания ели на Петрозаводской ЛСП). По результатам почвенно-химического анализа нужно регулярно и в необходимом количестве вносить удобрения.

Также необходимо предусмотреть лесопатологические обследования, в т. ч. смежных ельников. При механических уходах в между рядах опасность представляет повреждение корней и последующее заражение их губкой.

10. Время проведения, количество приемов и процент изреживания при селекционных рубках ухода будут зависеть от ряда факторов (густота посадки, плодородие почв и др.). При рубках в ря-

дах (с первым приемом которых без необходимости не нужно спешить) в первую очередь вырубается больные деревья. Медленнорастущие особи какое-то время могут служить в качестве «шубы» и подгона. Обрезку сухих сучьев необходимо проводить регулярно. При втором и третьем приемах изреживания вырубает отстающие в росте деревья.

11. На балансовую плантацию заводится паспорт.

Перечисленные общие мероприятия – необходимое условие для создания быстрорастущих плантаций. В зависимости от породы, могут быть свои особенности выращивания. Для ели это – проблема весенних заморозков; для сосны – объедание молодых растений лосем (или нужно огораживание); для лиственницы, березы, осины – отсутствие в Карелии интереса к данным породам (в странах Скандинавии успешно создают плантации этих пород). У осины дополнительные трудности представляют отбор триплоидов в качестве плюсовых деревьев, особенности размножения этой породы и проведение гибридизации.

В Карелии имеется опыт плантационного выращивания сосны обыкновенной. На Петрозаводской лесосеменной плантации созданы испытательные культуры этой породы. Посадку проводили, начиная с 1981 г. В качестве посадочного материала использованы 1–2-летние сеянцы, выращенные в теплице базисного питомника. Часть насаждений создана с использованием семян плюсовых деревьев лесхозов Карелии. Схема посадки – 3 x 1 м. В настоящее время состояние культур хорошее.

По аналогии с такими испытательными культурами в республике можно успешно создавать балансовые плантации сосны.

## ADAPTATION OF WINTER RYE PLANTS TO ALUMINUM-ACID STRESS

*Lisitsyn E.M., Tiunova L.N.*

North-East Agricultural Research Institute named after N.V. Rudnitsky  
of Russian Academy of Agricultural Sciences, Kirov, Russia, E-mail: edaphic@mail.ru

Abstract. Influence of aluminum acid stress (high content of  $Al^{3+}$  ions in acid growth media) on dynamics of growth and development of winter rye plants was studied under conditions of green house and field conditions. Clear varietal differences in coordinated increasing of root dry mass and transpiration intensity under stress action were pointed out. Influence of aluminum on leaf apparatus of winter rye plants (leaf dry mass, leaf area, specific leaf area, as well as content of photosynthetic pigments and its distribution between light-harvesting complexes and reaction centers of photosystems) was estimated. Differences in dynamics of change of the parameters for different plant organs (flag leaf, under-flag leaf, and first internode) under aluminum stress was shown. Revealed varietal differences pointed out the possibility of direct breeding of winter rye plants, which have high efficiency of action of photosynthetic apparatus under conditions of Al-acid soils.

## АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ К АЛЮМОКИСЛОМУ СТРЕССУ

*Лисицын Е.М., Тунова Л.Н.*

ГНУ Зональный Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого  
Россельхозакадемии, г. Киров, Россия, E-mail: edaphic@mail.ru

В настоящее время считается, что наиболее хорошо исследованным и доказанным физиологическим механизмом алюмоустойчивости является выделение корнями растений анионов органических кислот [1]. Этот процесс приводит к инактивации ионов алюминия в ризосфере за счет хелатирования. В свою очередь, органические кислоты образуются в ходе работы цикла трикарбоновых кислот, основным поставщиком субстрата для которого является процесс фотосинтеза. С другой стороны, наиболее явным симптомом алюминиевой токсичности является торможение роста корня растений [2]. Отсюда следует, что чем устойчивее растение, тем, во-первых, больше будет величина относительного роста корневой системы, во-вторых, тем большее количество органических кислот будет выделено им в ризосферу. Оба процесса приводят к усилению запроса на фотоассимиляты со стороны корня.