

## Особенности строения корневых систем лесных культур сосны как фактор экологической устойчивости

### *Morphological particularities of root systems of pine cultures as a factor of environmental sustainability*

А. Л. Юрьева (A. Yureva)<sup>1</sup>  
e-mail: yureva@psu.karelia.ru

Петрозаводский государственный университет

#### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основные закономерности роста и особенности строения корневых систем лесных культур сосны.

**Ключевые слова:** корневые системы, посадочный материал с открытой и закрытой корневой системой, посадка, посев, подготовка почвы.

#### SUMMARY

Article is devoted to the main patterns of growth and morphological particularities of root systems of pine cultures.

**Keywords:** root systems, bare-root and open-root seedlings, planting, sowing, soil preparation.

В Карелии активно внедряются скандинавские технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК). Его основные преимущества заключаются в удлинении сроков посадки, улучшении приживаемости и роста культур, повышении производительности труда. Несомненно, он должен получить более широкое применение на территории республики, особенно при выращивании сосны, но переход на такие технологии требует вложения больших финансовых средств и наличия развитой инфраструктуры [5].

ПМЗК отличается хорошей сохранностью и ростом при соблюдении технологических правил закладки лесных культур. Но первичные деформации корней, полученные при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС), оказывают влияние в первые годы (а по некоторым данным, по крайней мере, до 20 лет) выращивания лесных культур. Степень регенерации корней определяется морфологией и архитектурой корневых систем, скорость регенерации зависит от параметров высаженных растений и от условий посадочного места [3, 4]. Среди лесных культур, созданных ПМЗК, наблюдались как успешные, так и неудачные. Например, в условиях открытых болот и на побережье Ладожского озера в Питкярантском и Сортавальском районах они имели слабо-

развитую деформированную корневую систему [2]. Отмечены случаи гибели культур и их низкой сохранности, снижения устойчивости растений (кривизна стволов) на каменистых почвах [6]. По-видимому, не все типы условий произрастания подходят для такого посадочного материала. По данным Жигунова А. В. [1], для успешного укоренения сосны с закрытыми корнями, почва должна быть хорошо дренируемая, тогда образуется стержневая корневая система, обеспечивающая высокую устойчивость растений.

По природно-климатическим условиям Карелия и Мурманская область сходны со Скандинавией и значительно отличаются от соседних областей нашей страны. Завалунность почв в большинстве случаев не позволяет использовать серийные лесокультурные орудия [6]. Кроме того, подготовка почвы при создании лесных культур является трудоемкой и дорогостоящей операцией. В Финляндии накоплен опыт выращивания лесных культур в бедных условиях местопроизрастания из ПМЗК без предварительной подготовки почвы. В Карелии ПМЗК высаживается пока по подготовленной почве, хотя на вересково-паловых и лишайниковых вырубках, где одной из основных причин снижения приживаемости культур является дефицит влаги, посадку можно вести без обработки почвы. В Карелии также есть положительный опыт создания культур ели саженцами на завалунных вырубках без обработки почвы, но имеющихся данных пока крайне мало [6]. Возможность отказаться от подготовки почвы значительно сократила бы расходы на выращивание насаждений. Поэтому необходимо оценить степень влияния подготовки почвы на рост лесных культур, прежде чем рекомендовать этот метод для условий Карелии.

С этой целью в течение шести лет проводились исследования на примере лесных культур сосны, созданных осенью 1998 г. сотрудниками Института леса КарНЦ РАН и университета на вырубке десятилетней давности зеленомошной группы типов леса из различного вида посадочного материала по подготовленной ПДН-1 почве и без ее подготовки. Изучались лесные культуры сосны следующих вариантов:

1. Культуры сосны, созданные посевом по подготовленной почве из семян нормального происхождения;
2. Культуры, созданные посадкой по подготовленной почве 2-летних сеянцев сосны с открытой корневой системой (ОКС) нормального происхождения, выращенных в открытом грунте питомника;
3. Культуры, созданные посадкой по подготовленной почве 1-летних тепличных сеянцев сосны с закрытой корневой системой нормального происхождения;
4. Культуры, созданные посадкой без предварительной подготовки почвы 1-летних тепличных сеянцев сосны с ЗКС нормального происхождения.

Одним из важных показателей роста и развития культур является длина корневых систем, степень их разветвленности, которая выражается через число корневых окончаний и общей протяженностью корней

<sup>1</sup> Автор – преподаватель кафедры лесного хозяйства  
© Юрьева А. Л., 2005

различных порядков. Замеры корней культур проводились до четырехлетнего возраста.

Длина главного корня для культур сосны имеет существенное значение, поскольку наличие стержневого корня – одна из биологических особенностей вида. Выявлено преимущество сеянцев с ЗКС по подготовленной почве к четвертому году – 7 %, в то время как до этого срока лидируют сеянцы с ОКС. Преимущество в течение всех лет исследований имеют сеянцы по подготовленной почве (рис. 1).

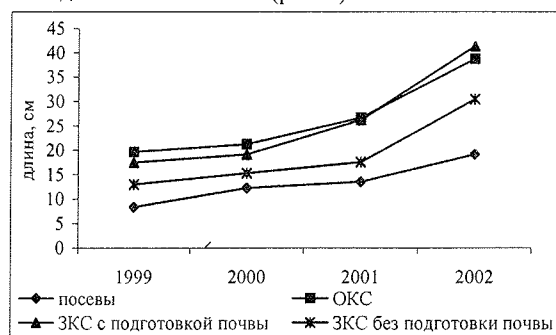


Рис. 1. Изменение длины главного корня лесных культур сосны, созданных разным видом посадочного материала

Увеличение числа боковых корней в большой степени влияет на успешность роста, особенно в первые годы после посадки: пока число скелетных корней невелико, они выполняют в основном функцию всасывающих и обеспечивают водное и минеральное питание растения. Постоянная величина прироста характерна для посевов, и число корней в варианте с посевами стабильно возрастает (рис. 2). Максимальное число боковых корней наблюдается в варианте с ЗКС по подготовленной почве. Прирост числа корней у всех культур в течение третьего года жизни был самым маленьким для всех вариантов, что, по-видимому, связано с неблагоприятным режимом водного и воздушного питания корней. В варианте с открытой корневой системой наблюдался максимальный прирост в течение второго года развития. По-видимому, на первом году жизни у таких сеянцев идет регенерация корневых окончаний, а в течение второго года – увеличение числа корней. Для сеянцев с ЗКС нет периода регенерации корневых систем, зато есть период адаптации сеянцев к условиям роста в открытом грунте, поэтому для обоих вариантов с ЗКС характерно постепенное стабильное нарастание числа корней в течение всего периода наблюдений.

Для успешности развития растений необходимо регулярно наращивать общую массу корневых систем, особенно мелких корней. Длина всех корней первого года жизни редко достигает величины более 40–45 см, поскольку на этой глубине располагается глеевый горизонт. Для варианта с посевами характерно регулярное их нарастание при постоянной величине прироста (рис. 3). Такая же картина наблюдается в варианте с сеянцами ОКС. Для вариантов с ЗКС характерна большая стартовая величина, особенно тонких всасывающих корней последних порядков в связи с их развитием в торфяном субстрате, который обеспе-

чивает достаточное количество элементов минерального питания. Для первого года роста максимальную длину корней имели сеянцы с ЗКС, которые превышали показатели роста для варианта с ОКС на 53%. На второй год жизни наблюдался активный рост корневых систем в длину, и здесь большую величину прироста имели также сеянцы с ЗКС по подготовленной почве. В течение третьего года наблюдается небольшой рост длины корней для всех вариантов что, по-видимому, связано с неблагоприятным режимом водного и воздушного питания корней. На четвертый год активно росли корни вариантов ОКС и ЗКС по подготовленной почве. Таким образом, на длину и число боковых корней влияет структура почвы, существенно влияют вид посадочного материала и подготовка почвы.

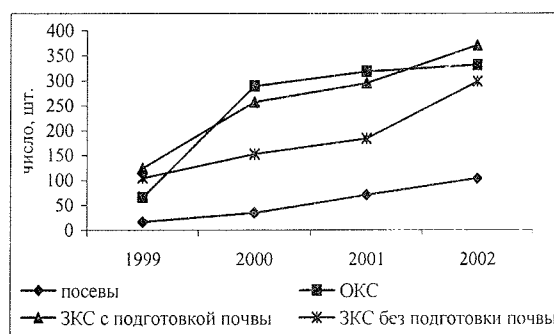


Рис. 2. Рост числа боковых корней лесных культур сосны, созданных разным видом посадочного материала в течение первых четырех лет

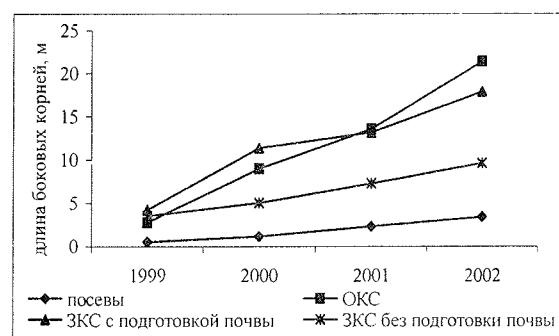


Рис. 3. Изменение длины боковых корней лесных культур сосны, созданных разным видом посадочного материала

Накопление биомассы корней осуществлялось для разных вариантов практически с одинаковой закономерностью, отличаясь абсолютными значениями. Так, для всех лет роста характерно преобладание массы корней культур по подготовленной почве из сеянцев с ЗКС (рис. 4). Масса посевов существенно отличалась от массы саженцев с ОКС. Наблюдается увеличение разрыва между корневой массой культур из семян и созданных способом посадки. Саженцы с ЗКС, посаженные по подготовленной почве, имели в первый год развития преимущество перед саженцами с ОКС – 3 %, а на четвертый год их масса была уже в 2,6 раза больше. Сравнивая два варианта саженцев с

ЗКС, видим, что их масса различается все существенно. Так, на первый год развития масса корней культур по подготовленной почве превышала массу корней культур по неподготовленной почве на 36 %, а на четвертый год – на 85 %.

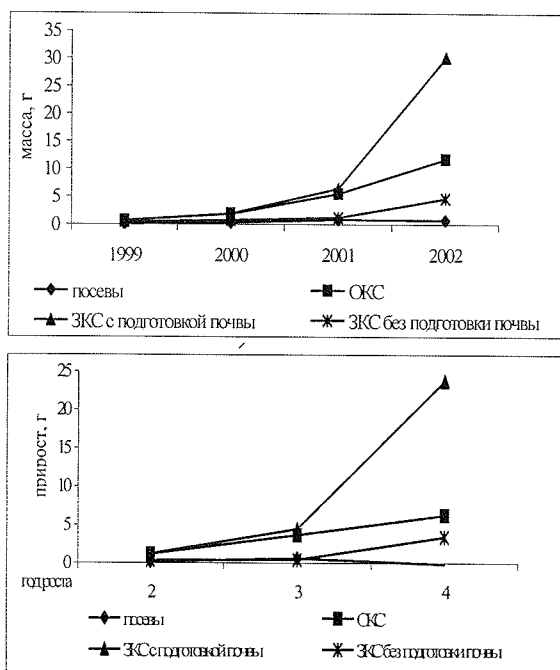


Рис. 4. Накопление массы корней (вверху) для культур разного возраста различных вариантов и прирост биомассы корней

Разницы в темпах накопления биомассы корней различных вариантов практически нет, она увеличивается на второй и третий и еще более существенно – на четвертый год роста. Накопление корневой массы имеет одинаковые закономерности для различных вариантов культур, однако значительные различия характерны для абсолютных значений биомассы разных вариантов.

В конце шестого сезона роста проводилось сравнение строения корневых систем лесных культур всех вариантов. Посевы и лесные культуры, созданные сеянцами с открытой корневой системой, имеют хорошо развитую систему боковых корней первого и последующих порядков (рис. 5, 6).

Главный корень у них развит недостаточно в связи с тем, что посевы и посадка проводились в плотное дно подготовленной борозды. У культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой с подготовкой почвы, у основания стволика имеется «клубок» из переплетенных и сросшихся между собой корней. В то же время у этого варианта четко видны главный корень и сильно развитая система боковых корней (рис. 7).

У варианта с ЗКС без подготовки почвы сильно выражен «клубок» из корней у основания стволика,

главный корень под прямым углом отходит в сторону, система боковых корней практически отсутствует (рис. 8). Подобная корневая система может развиваться при подтоплении грунтовыми водами, в нашем случае это исключается. Поэтому формирование такой корневой системы может быть объяснено только отсутствием подготовки почвы.

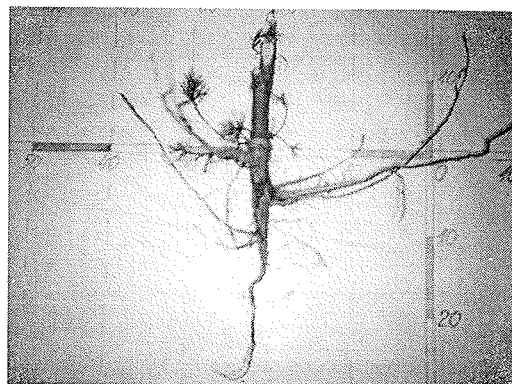


Рис. 5. Строение корневой системы шестилетних посевов сосны

Вышесказанное свидетельствует о том, что на развитие корневых систем в значительной степени влияют не только вид посадочного материала, но и подготовка почвы, а также способ создания лесных культур. Несмотря на то, что тип условий произрастания и почвы, дренированность участков для всех вариантов были одинаковыми, лучшее развитие корневых систем имели растения, выращиваемые с подготовкой почвы. Подготовка почвы, кроме оптимальной температуры и влажностного режима, обеспечивает хорошую воздухопроницаемость почвы, что не могло не сказаться на степени разветвленности корневой системы, количестве корневых окончаний, а следовательно, и на развитии растений в целом. Посадка в плотное дно борозды привела к тому, что главный корень у растений развит недостаточно хорошо, а боковые корни у посевов направлены вверх, в сторону поверхности почвы (см. рис. 5, 6).

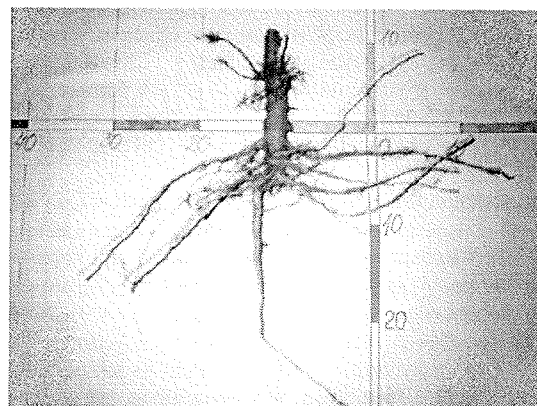


Рис. 6. Строение корневой системы шестилетних культур сосны, созданных сеянцами с ОКС с подготовкой почвы

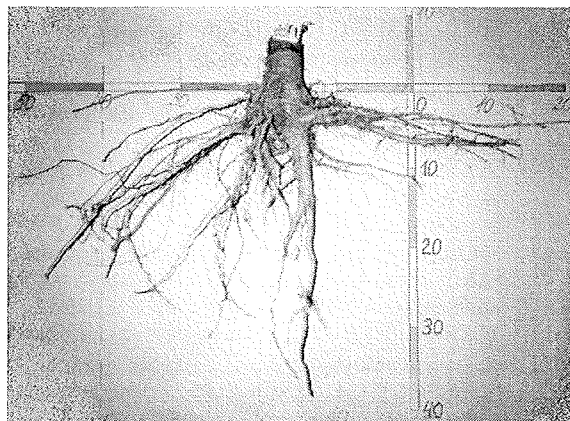


Рис. 7. Строение корневой системы шестилетних культур сосны, созданных сеянцами с ЗКС с подготовкой почвы

Сравнение корневых систем двух вариантов лесных культур сосны, созданных сеянцами с ЗКС, показало, что их использование в условиях сильно задернелых вырубок возможно лишь при проведении предварительной подготовки почвы. В противном случае развивается неполноценная корневая система, которая ведет к механической неустойчивости дерева. При этом необходимо отметить, что исследования проводились в относительно благоприятных для роста условиях (супесчаные почвы, хорошая дренируемость почв), но, несмотря на это, корневая система сеянцев развивалась плохо. Вывал же лесных культур, выращиваемых без подготовки почвы, в менее благоприятных условиях, особенно в местах с избыточным увлажнением, тем более вероятен.

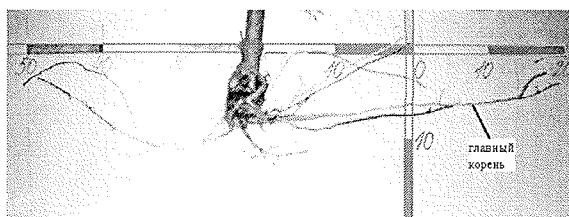


Рис. 8. Строение корневой системы шестилетних культур сосны, созданных сеянцами с ЗКС без подготовки почвы

В течение сезона вегетации развитие растений происходит неравномерно и отношение массы надземной части к массе корней не остается постоянным. В нашем случае для всех лет исследований характерно увеличение значения отношения массы вегетативных органов к массе корневой системы до середины сентября. Таким образом, в течение всего сезона вегетации рост надземной части растений преобладает над развитием корневой системы. В августе – октябре происходит активный рост подземной части растений и начиная со второй половины сентября соотношение у вариантов, выращиваемых с подготовкой почвы, выравнивается. У саженцев, выращиваемых без подготовки почвы, развитие корневой системы значи-

тельно отстает от развития надземной части растений. У посевов на четвертый год наблюдается существенное увеличение соотношения, т. к. развитие надземной части происходит более быстрыми темпами, чем подземной. Таким образом, подготовка почвы существенно влияет на рост и развитие корневой системы лесных культур сосны.

Максимально высокую сохранность по всем годам роста имели культуры посевами (рис. 9). Связано это с тем, что на всех подготовленных площадках появились сеянцы (число семян – 20 шт. на посевное место). Только по тем площадкам, где стояла вода в сырые сезоны, наблюдался отпад сеянцев вследствие выжимания и вымокания.

Высокие показатели приживаемости имели посадки культур сеянцами с ЗКС с подготовкой почвы (99 %). На шестой год сохранность этих культур была равна 90%.

В первый год роста культур самый низкий показатель приживаемости был у сеянцев с ЗКС, выращиваемых без подготовки почвы (68%). Сохранность в последующие годы этих культур была 59–65%.

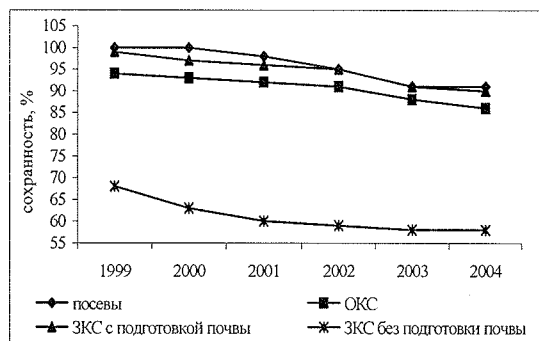


Рис. 9. Сохранность лесных культур сосны, созданных различным видом посадочного материала

Ниже, чем у других вариантов, также была приживаемость у сеянцев с ОКС (94%), что объясняется возможным нарушением деятельности корневой системы при пересадке и транспортировке. За последующие годы этот показатель несколько снизился и к шестому году достиг величины 86%. Тем не менее показатели приживаемости и сохранности роста культур ОКС не очень сильно отличались от приживаемости и сохранности культур из ПМЗК, хотя и уступали им.

Таким образом, вид посадочного материала, как и способ подготовки почвы, оказал сильное влияние на показатели сохранности лесных культур до шестилетнего возраста.

## ВЫВОДЫ

Итак, на рост и развитие корневых систем сеянцев большое влияние оказывают биологические свойства выращиваемой породы, которые определяют особен-

ности их строения, темпы приростов по длине главного и боковых корней.

При общих одинаковых закономерностях абсолютные значения линейных и весовых показателей существенно изменяются в зависимости от степени подготовки почвы и используемого посадочного материала. Так, степень подготовки почвы существенно влияет на общую протяженность корневых систем и их развитие. От вида посадочного материала зависят показатели корневых систем, их строение. На накопление биомассы корней повлиял как вид посадочного материала, так и подготовка почвы.

Судя по соотношению подземной и надземной частей растений, корневая система у всех вариантов лесных культур развивается замедленными темпами по сравнению с вегетативными органами, особенно это заметно для варианта, выращиваемого без подготовки почвы.

Приживаемость и сохранность в большой степени зависят от способа подготовки почвы, чем от вида посадочного материала. Метод создания культур (посев, посадка) на протяжении всего периода исследований значительно влиял на показатели развития корневой системы.

В условиях сильно задернелых вырубок по супесчаным почвам необходимо проводить подготовку почвы. Использование семян с ЗКС в этих условиях без предварительной подготовки почвы приводит к замедленному росту растений и к неполноценному развитию корневой системы, а следовательно, к низкой устойчивости растений и их сохранности.

Посев культур в данных условиях дает неплохие результаты. Хотя посевы отстают в росте от культур, созданных посадкой, их приживаемость самая высокая. Кроме того, при создании культур посевом развивается естественная, хорошо развитая корневая система, которая дает устойчивость растениям, что особенно важно в условиях открытых пространств (например, карьеров).

Посадочный материал с ЗКС имеет лучшие показатели роста и приживаемости по сравнению с ОКС. Исходя из приведенных данных, также можно говорить о значительной роли, которую играет подготовка почвы в первые годы после посадки. На основании шестилетних исследований можно сделать вывод о целесообразности подготовки почвы при использовании посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях зеленомошной группы типов леса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / А. В. Жигунов. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
2. Извекова И. М. О развитии корневой системы контейнеризированных семян сосны и ели в культурах / И. М. Извекова // Восстановление и мелиорация лесов Карелии. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 55-61.
3. Козлова Т. И. Влияние последствий деформаций корней ПМЗК сосны на их регенерацию и последующий рост в культурах / Т. И. Козлова // Сосновые леса России в системе многоцелевого лесопользования: Тезисы всероссийской конференции ВЛТИ. Воронеж, 1993. С. 90-92.
4. Маслаков Е. Л. Посадочный материал с закрытой корневой системой / Е. Л. Маслаков, П. И. Мелешин, И. М. Извекова. М.: Лесная промышленность, 1981. 144 с.
5. Соколов А. И. Развитие устойчивой системы управления лесными ресурсами на Северо-Западе России: Рекомендации по лесовосстановлению в Республике Карелия и Мурманской области / А. И. Соколов, А. И. Павлов. Петрозаводск, 2004. 22 с.
6. Соколов А. И. Создание культур ели на вырубках с каменистыми почвами / А. И. Соколов, В. А. Харитонов. Петрозаводск, 2001. 80 с.