

РОСТ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ С ОТКРЫТОЙ И ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ*

Д. А. Коновалова, Н. П. Братилова, А. В. Мантулина

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31

Проведено сравнение показателей однолетних сеянцев сосны кедровой сибирской в зависимости от способа их выращивания (с открытой и закрытой корневой системой на субстратах различного состава). Выявлена внутривидовая изменчивость сеянцев по числу и форме семядолей всходов, длине первичной хвои. Установлено влияние формы на биометрические показатели сеянцев. Отмечено, что к концу первого сезона выращивания надземная часть сеянцев, выращиваемых по разным технологиям: с открытой корневой системой (ОКС) и закрытой (ЗКС) не имеет достоверных различий по биометрическим показателям. Однако сеянцы с ОКС формируют более длинный корень и отличаются большей фитомассой надземной и подземной частей. Выявлено, что состав субстрата оказывает влияние на формирование фитомассы сеянцев с ЗКС. На субстратах, основой которых являлось кокосовое волокно, сеянцы отличались большими размерами и массой корневой системы. При этом масса надземной части сеянцев превалировала в вариантах, выращиваемых на субстратах, в основе которых применялся торф.

Данные, полученные в ходе исследований, свидетельствуют об их актуальности и необходимости продолжения экспериментов по подбору оптимальной технологии выращивания сеянцев сосны кедровой сибирской для гармоничного развития их надземной и подземной частей.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, сеянцы, открытая корневая система, закрытая корневая система, субстрат, фитомасса.

Conifers of the boreal area. 2024, Vol. XLII, No. 3, P. 41–50

GROWING OF ONE-YEAR-OLD SEEDLINGS OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR WITH OPEN AND CLOSED ROOT SYSTEM

D. A. Konovalova, N. P. Bratilova, A. V. Mantulina

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

The indicators of annual seedlings of Siberian pine depending on the method of their cultivation (with open and closed root system on substrates of different composition) were compared. The intraspecific variability of seedlings was revealed in the number and shape of seedling cotyledons and the length of primary needles. The influence of shape on the biometric parameters of seedlings has been established. The above-ground part of seedlings grown using different technologies: with an open root system and a closed one does not have significant differences in biometric indicators by the end of the first growing season. However, seedlings with open root system form a longer root and are distinguished by a greater phytomass of aboveground and underground parts. It was revealed that the composition of the substrate influences the formation of phytomass of seedlings with closed root system. The seedlings were distinguished by their large size and weight of the root system on substrates based on coconut fiber. The weight of the aboveground part of the seedlings prevailed in the variants grown on substrates based on peat.

The data obtained during the research indicate their relevance and the need to continue experiments to select the optimal technology for growing Siberian pine seedlings for the harmonious development of their above-ground and underground parts.

Keywords: *Pinus sibirica*, seedlings, open root system, closed root system, substrate, phytomass.

* Работа выполнена при поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта «Разработка научно-методических рекомендаций по выращиванию посадочного материала сосны кедровой сибирской с учетом региональных особенностей Крайнего севера» по договору от 21.12.2023 г. № 696.

ВВЕДЕНИЕ

Подбор оптимальной технологии создания лесных культур хвойных древесных пород – актуальная проблема лесовосстановления. В XXI веке большое внимание вновь уделяется использованию посадочного материала с закрытой корневой системой. В то время как работники лесной отрасли активно внедряют данный вид посадочного материала на территории России, ученые решают вопросы преимуществ и недостатков разных технологий в зависимости от множества факторов: лесорастительных условий, размеров кассет и состава питательного субстрата для выращивания сеянцев и др. [4; 9; 10; 11; 14; 17 и др.]. По мнению Е. М. Романова и др. [17], выбирать вид посадочного материала следует отдельно для каждого конкретного случая в зависимости от сроков посадки, обработки почвы и доступности лесокультурной площади.

Н. А. Демина и др. отмечали основные преимущества посадочного материала с открытой корневой системой. Это, по их мнению, его низкая стоимость и большое количество питомников открытого грунта для таежной зоны России [7]. А. В. Белякова [2], наоборот, сравнив затраты на лесовосстановление посадочным материалом с ОКС и ЗКС, на примере лесного хозяйства Вологодской области, учитывая уменьшение норматива посадки сеянцев с ЗКС и отсутствие необходимости в дополнении лесных культур, пришла к выводу о меньших затратах на весь комплекс работ в сравнении с применением традиционной технологии с применением ОКС.

Е. М. Копцева и др. [11] отмечали влияние на состояние лесных культур ели европейской на юго-востоке Ленинградской области вида посадочного материала и фитоценологических, и биотипических условий. Ими установлено, что при подпоголовом выращивании лучшими показателями жизнеспособности и прироста характеризуются растения, выращенные с закрытой корневой системой. Однако при лучшей освещенности на открытых местах лучшие параметры роста и жизнеспособность отмечается у растений, выращенных с открытой корневой системой.

Е. С. Курсикова, А. А. Маленко отмечали худшую сохранность четырехлетних лесных культур сосны обыкновенной при использовании сеянцев с закрытой корневой системой в сравнении с традиционным посадочным материалом (с ОКС) в условиях сухой степи. Они указывали, что посадочный материал с открытой корневой системой формировал корневую систему стержневого типа, а сеянцы с закрытой корневой системой – поверхностного, что снижает устойчивость лесных культур к ветровалу и засухе [13]. Е. М. Ананьев и др. основной причиной гибели искусственных насаждений в ленточных борах Алтайского края, созданных сеянцами с ЗКС, считают загиб стержневого корня и развитие после посадки боковых корней [1].

Результаты исследований приживаемости и роста сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой в лесных культурах Западного Забайкалья показали более высокую приживаемость сеянцев с ЗКС. Однако у ряда сеянцев, выращиваемых с закрытой корневой системой, отсутствовал годичный прирост, и было отмечено закручивание основно-

го корня из-за особенностей развития в кассетах. Показатели роста и фитомассы преобладали у сеянцев с ОКС [5]. А. Н. Гладинов и др. [6] указывали, что в условиях Байкальского горного лесного района первоначальная приживаемость сеянцев сосны обыкновенной с ЗКС превосходит аналогичный показатель лесных культур, созданных традиционным посадочным материалом. Однако дальнейшая сохранность сеянцев по прошествии трех лет после посадки снижается: у сеянцев с ОКС она составляла 61 %, а при ЗКС только 43 %. Авторы считают, что снижение сохранности у растений, выращиваемых первоначально с ЗКС, произошло из-за плохого развития корневой системы и несоответствия технологии посадки для бедных почвенных условий и сухого климата региона.

А. А. Маленко и др. [14] отмечают, что на показатели приживаемости, сохранности и роста лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой, оказывает влияние лесопригодность почвы.

Ряд авторов отдают предпочтение использованию посадочного материала с закрытой корневой системой [8; 19]. В ряде регионов считают возможным проводить зимнюю посадку сеянцев с закрытой корневой системой. На Дальнем Востоке подобный опыт проводили с сосной обыкновенной, елью аянской, лиственницей даурской. В условиях Северо-Запада России в зимний период высаживали посадочный материал ели обыкновенной [12]. Н. Е. Проказин и др. при сравнении приживаемости сосны обыкновенной при использовании посадочного материала с открытой (двухлетние сеянцы) и закрытой корневой системой (однолетние) отмечали, что существенных различий выявлено не было [16].

В настоящее время выращиванию сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой уделяется меньшее внимание, чем другим хвойным породам, особенно таким, как сосна и ель. Имеются работы Е. В. Титова [20], который предлагал для выращивания сеянцев сосны кедровой сибирской с ЗКС применять контейнеры большого объема (не менее 200–300 см³). В качестве субстрата целесообразно использовать, по его мнению, смесь торфа и суглинка в равных долях с добавлением гранулированного суперфосфата, калийной соли и доломитовой извести. О. С. Матвейчук и др. [15] писали, что у кедровых саженцев, выращенных с закрытой корневой системой, формируются более мелкие корни. Е. М. Рунова и А. В. Денисенко считают целесообразным для активации развития корневой системы, а также с целью предотвращения вытягивания и полегания сеянцев с ЗКС добавлять гетероауксин [18]. О. А. Белых и Л. П. Лукиянчук выявили положительное влияние синтетического стимулятора роста – крезацина на прирост фитомассы кедровых сеянцев с ЗКС [3].

Е. М. Романов и др. [17] по результатам многолетних исследований созданных лесных культур хвойных пород предлагают классифицировать посадочный материал с ОКС и ЗКС по селекционно-генетическим свойствам и размерам. Посадочный материал, выращенный с закрытой корневой системой, по их мнению, целесообразно делить на две группы (мелкие,

с высотой стволика до 15 см, и крупные, высотой более 16 см). Также они считают, что в зоне хвойно-широколиственных лесов для условий свежего бора и свежей субори при лесовосстановлении вырубок целесообразно использовать однолетние сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, имеющих высоту стволика менее 12 см.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований явились всходы и однолетние сеянцы сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) с закрытой и открытой корневой системой. Семена для посева были собраны в Емельяновском лесничестве Красноярского края и высеяны после стратификации в открытый грунт Березовского района Красноярского края и оранжерею СибГУ им. М. Ф. Решетнева в пластиковые стаканчики с нанесением отверстий в нижней части объемом 200 см³ с различными вариантами субстрата (рис. 1).

При составлении субстрата в качестве контроля применяли торф нейтральный «Агробалт-садовый»

с pH = 7,0. Дополнительно были исследованы субстраты на основе торфа, кокосового волокна, почвы из березняка разнотравного с добавками (перлита, вермикулита, микоризы) в разных пропорциях (табл. 1).

Варианты, где наблюдалась незначительная всхожесть семян (с использованием в качестве основного компонента земли, под номерами 10–15), в дальнейших исследованиях не учитывали при статистической обработке.

Посев семян в открытый грунт проводился в заранее подготовленные грядки шириной 60 см и длиной 150 см. В грядках делались борозды шириной 10 см для посева семян. Посев проводился вручную на глубину 2,0 см. После посева грядки мульчировались опилками. После появления всходов (рис. 2) они были рассортированы по формовой принадлежности: выделены формы по числу семядолей, длине первичной хвои.

У всходов и сеянцев в процессе их развития и роста проводили измерения длины первичной хвои, семядолей, размеров гипокотыля, корней. Для этого использовали цифровой штангенциркуль TOPEX 150 мм 31C628.



Рис. 1. Всходы сосны кедровой сибирской в стаканчиках

Таблица 1
Экспериментальные варианты субстратов

Номер варианта	Обозначение варианта	Основной компонент субстрата / концентрация, %	Дополнительный компонент субстрата / концентрация, %
1	K ₁₀₀	кокосовое волокно / 100	отсутствует
2	K ₈₈ П ₁₂	кокосовое волокно / 88	перлит / 12
3	K ₈₈ В ₁₂	кокосовое волокно / 88	вермикулит / 12
4	K ₅₀ Т ₅₀	кокосовое волокно / 50	торф / 50
5	K ₉₀ В ₅ П ₅	кокосовое волокно / 90	вермикулит / 5; перлит / 5
6	Т ₁₀₀	торф / 100	отсутствует
7	Т ₈₈ П ₁₂	торф / 88	перлит / 12
8	Т ₈₈ В ₁₂	торф / 88	вермикулит / 12
9	Т ₉₀ В ₅ П ₅	торф / 90	вермикулит / 5; перлит / 5
10	З ₁₀₀	земля / 100	отсутствует
11	З ₈₈ П ₁₂	земля / 88	перлит / 12
12	З ₈₈ В ₁₂	земля / 88	вермикулит / 12
13	З ₅₀ Т ₅₀	земля / 50	торф / 50
14	З ₅₀ К ₅₀	земля / 50	кокосовое волокно / 50
15	З ₉₀ В ₅ П ₅	земля / 90	вермикулит / 5; перлит / 5

Для определения размеров корневой системы, фитомассы было отобрано 50 сеянцев, выращиваемых традиционным способом, и по 5 сеянцев, выращиваемых с закрытой корневой системой, для каждого варианта опыта. Модельные сеянцы высушивали до абсолютно сухого состояния при температуре 105 °С в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ. Взвешивание проводили на электронных весах МН-100 100g/0.01g.



Рис. 2. Всходы сосны кедровой сибирской в открытом грунте

Обработка результатов наблюдений проводилась с помощью программы Microsoft Excel. Уравнения, описывающие зависимости между показателями сеянцев, подобраны в программе CurveExpert 1.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всхожесть семян была неодинаковой в зависимости от варианта опыта. Так, всхожесть семян, выращиваемых в открытом грунте, составила 87 %. В условиях оранжереи в зависимости от состава субстрата всхожесть варьировала от 7 до 100 %. Наилучшая всхожесть (97-100 %) отмечена на субстратах на основе кокосового волокна или торфа с добавлением 5 % вермикулита и 5 % перлита (варианты $K_{90}B_5П_5$ и $T_{90}B_5П_5$). Минимальной всхожестью характеризовались варианты с использованием в качестве основного компонента субстрата земли (независимо от добавок и их концентраций).

Отмечено проявление внутривидовой изменчивости всходов по числу семядолей, их форме, длине, размерам первичной хвои. Количество семядолей всходов варьировало от 6 до 14 шт., в среднем составляя $10,5 \pm 0,05$ шт. Сеянцев с серповидной формой семядолей было отмечено в три раза больше, чем экземпляров с прямыми семядолями.

Сеянцы, выращиваемые в открытом грунте, к концу вегетационного сезона имели средние значения длины hypocotyle $4,0 \pm 0,03$ см, длины семядолей – $3,5 \pm 0,02$ см, длины первичной хвои – $1,0 \pm 0,009$ см при среднем уровне изменчивости данных показателей (по классификации С. А. Мамаева). Показатель

длины подсемядольного колена изменялся в зависимости от формы сеянцев по числу семядолей от $3,3 \pm 0,28$ см у малосемядольных экземпляров до $4,2 \pm 0,08$ см у сеянцев с большим числом семядолей (различия подтверждаются статистической обработкой при интервале доверительной вероятности 95 %, $t_{\text{факт.}} = 3,09$, что больше $t_{05} = 1,96$). Сеянцы с короткой первичной хвоей (от 0,5 до 1,0 см), по всем изученным параметрам (длине семядолей, верхушечной почки, протяженности hypocotyle) достоверно уступают сеянцам, на которых образуется первичная хвоя больших размеров (длиной от 1,1 до 1,6 см). Различия по длине подсемядольного колена составляют 0,2 см, по длине семядолей – 0,3 см, их достоверность подтверждается коэффициентами $t_{\text{факт.}}$, равными 3,73 и 6,61 соответственно в сравнении с t_{05} , равным 1,96).

При изучении показателей 50 модельных однолетних сеянцев, выращиваемых в открытом грунте, выявлено, что длина надземной части составила $5,4 \pm 0,11$ см, длина сформированных корней в среднем – $16,5 \pm 0,61$ см. Таким образом, на надземную часть сеянца приходится 24,5 % его общей длины, на корень – 75,7 %. Средняя фитомасса сеянцев в абсолютно сухом состоянии равнялась $0,26 \pm 0,008$ г., в том числе на надземную часть приходилось 63,1 % фитомассы. Визуальный осмотр сеянцев позволяет сделать вывод о формировании в первый год выращивания длинных и тонких корней (рис. 3).

Сеянцы, растущие с закрытой корневой системой, имели длину hypocotyle от 2,4 см (вариант K_{100}) до 3,8 см (вариант T_{100}) при среднем значении данного параметра $3,0 \pm 0,06$ см. Средний показатель длины семядолей равнялся $3,4 \pm 0,05$ см (изменяясь от 3,1 до 3,7 см). Длина первичной хвои имела среднее значение $1,1 \pm 0,03$ см, варьируя от 1,0 до 1,4 см.

Сравнение биометрических показателей сеянцев с открытой и закрытой корневой системой приведено в табл. 2.

Достоверные отличия по биометрическим показателям сеянцев с использованием разных технологий (с открытой и закрытой корневой системой) осенью первого года выращивания выявлены только по длине сформированных корней ($t_{\text{ф}}$ равен 8,50, что превышает t_{05} , равный 1,986).

Исследование массы сформированных сеянцев с учетом их фракционного состава показало, что сеянцы, растущие в открытом грунте, формируют достоверно большую фитомассу, как надземной части, так и корневой системы (табл. 3).

Характеристика модельных сеянцев сосны кедровой сибирской, выращиваемых с закрытой корневой системой в экспериментальных субстратах (по 5 шт. для вариантов 1–9) представлена в табл. 4.

В процессе исследований подбирались уравнения, описывающие взаимосвязь линейных размеров и фитомассы различных фракций сеянцев для снижения затрат по определению фитомассы с использованием легкоизмеряемых биометрических показателей. Для описания зависимости показателя фитомассы корней сеянцев с ЗКС от длины основного корня (корреляционное отношение между этими показателями равно 0,54) подобраны уравнения, приведенные в табл. 5.

Сделан вывод о целесообразности подбора урванений отдельно для растений, выращиваемых на основе кокосового волокна и торфа, так как корневая система, формируемая на разных видах субстратах, существенно отличается как по внешним признакам, так и по массе (табл. 6).

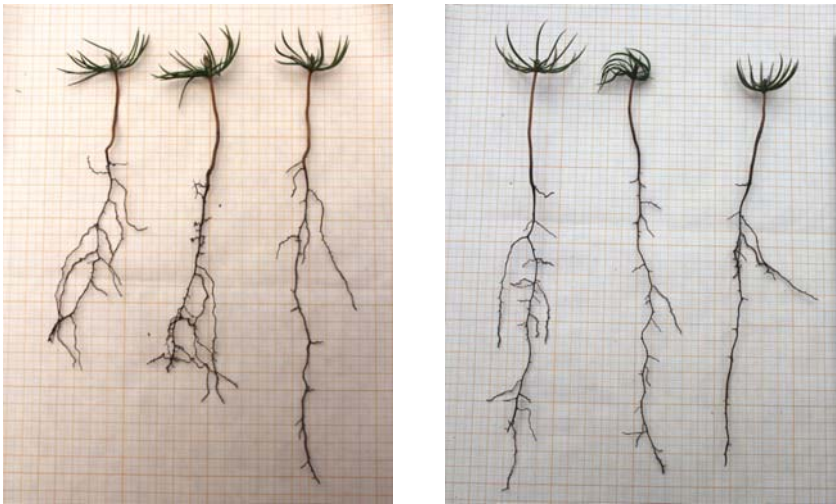


Рис. 3. Однолетние сеянцы, выращиваемые с открытой корневой системой

Таблица 2
Биометрические показатели модельных сеянцев

Показатель	X _{ср.}	±σ	±m	P, %	V, %	Уровень изменчи- вости
с открытой корневой системой						
Диаметр у шейки корня, мм	1,7	0,30	0,04	2,1	15,3	средний
Длина корня, см	16,5	4,39	0,61	3,7	26,6	повышенный
Длина надземной части, см	5,4	0,79	0,11	2,1	14,7	низкий
Длина семядолей, см	3,6	0,44	0,06	1,7	12,3	низкий
Длина первичной хвои, см	1,2	0,21	0,03	2,5	18,0	средний
с закрытой корневой системой						
Диаметр у шейки корня, мм	1,7	0,49	0,04	2,1	28,5	повышенный
Длина корня, см	9,4	3,80	0,57	6,0	40,5	высокий
Длина надземной части, см	5,6	0,67	0,10	1,8	12,0	низкий
Длина семядолей, см	3,6	0,48	0,07	2,0	13,4	низкий
Длина первичной хвои, см	1,2	0,28	0,04	3,4	22,8	средний

Таблица 3
Фитомасса однолетних сеянцев сосны кедровой сибирской, г в а.с.с.

Фитомасса	X _{ср.}	±σ	±m	P, %	V, %	Уровень изменчи- вости	t _ф (при t ₀₅ = 1,986)
с открытой корневой системой							
Надземной части	0,16	0,033	0,005	2,8	20,1	средний	—
Корней	0,10	0,030	0,004	4,4	31,1	повышенный	—
Общая	0,26	0,058	0,008	3,2	22,5	средний	—
с закрытой корневой системой							
Надземной части	0,11	0,023	0,003	3,1	20,9	средний	8,57
Корней	0,04	0,018	0,003	6,4	43,0	высокий	12,00
Общая	0,15	0,032	0,005	3,2	21,4	средний	11,66

Таблица 4
Характеристика модельных сеянцев с ЗКС сосны кедровой сибирской

Фотография сеянцев	Номер сеянца	Длина, см		Масса, г в а.с.с.	
		надземной части	основного корня	надземной части	корня
	1	6,5	10,0	0,11	0,05
	2	5,7	13,3	0,09	0,05
	3	5,3	10,9	0,09	0,03
	4	6,3	8,7	0,13	0,06
	5	7,4	19,8	0,12	0,05
	среднее	6,2	12,5	0,11	0,05
	1	6,0	10,5	0,10	0,04
	2	5,0	13,7	0,10	0,05
	3	5,5	14,5	0,10	0,04
	4	6,3	6,2	0,09	0,06
	5	5,3	8,8	0,09	0,04
	среднее	5,6	10,7	0,10	0,05
	1	5,3	9,7	0,10	0,05
	2	5,7	12,3	0,13	0,07
	3	5,5	10,5	0,07	0,05
	4	5,2	17,5	0,08	0,07
	5	5,2	11,1	0,09	0,05
	среднее	5,4	12,2	0,09	0,06
	1	5,0	7,4	0,13	0,04
	2	5,7	16,6	0,14	0,07
	3	5,0	18,4	0,12	0,07
	4	4,4	8,3	0,09	0,03
	5	5,1	7,4	0,12	0,03
	среднее	5,0	11,6	0,12	0,05
	1	5,2	9,8	0,14	0,09
	2	5,5	4,5	0,09	0,02
	3	5,7	8,6	0,08	0,05
	4	5,3	7,0	0,10	0,05
	5	6,0	13,1	0,08	0,05
	среднее	5,5	8,6	0,10	0,05

Окончание таблицы 4

Фотография сеянцев	Номер сеянца	Длина, см		Масса, г в а.с.с.	
		надземной части	основного корня	надземной части	корня
	1	6,5	7,5	0,15	0,05
	2	5,8	8,7	0,11	0,03
	3	6,3	9,7	0,10	0,03
	4	5,5	7,0	0,09	0,02
	5	5,4	8,6	0,10	0,03
	среднее	5,9	8,3	0,11	0,03
	1	5,0	4,5	0,10	0,01
	2	6,2	8,8	0,09	0,02
	3	5,0	2,5	0,08	0,01
	4	5,0	7,0	0,14	0,04
	5	6,0	5,5	0,13	0,02
	среднее	5,4	5,7	0,11	0,02
	1	5,0	5,0	0,14	0,04
	2	4,5	12,0	0,11	0,04
	3	4,7	6,3	0,10	0,02
	4	5,7	8,8	0,14	0,05
	5	5,0	10,5	0,14	0,03
	среднее	5,0	8,5	0,13	0,04
	1	5,7	6,8	0,12	0,05
	2	5,1	5,9	0,10	0,01
	3	6,0	6,5	0,15	0,04
	4	5,2	5,3	0,10	0,02
	5	7,7	7,3	0,16	0,04
	среднее	6,0	6,4	0,13	0,03

Таблица 5

Уравнения, описывающие зависимость длины и массы корней сеянцев с ЗКС

Вариант	Уравнение	R ²
Вся выборка	$Y = -0,0182 + 0,0273 * \ln(X)$	0,402
Субстраты на основе торфа	$Y = 0,0067 + 0,0099 * X - 0,0009 * X^2 + 3,2939047e-005 * X^3$	0,563
Субстраты на основе кокосового волокна	$Y = -5388136,8X / (-1,2182886e + 009 + X)$	0,482

* X – длина основного корня, см; Y – масса корневой системы, г в а.с.с.

Таблица 6

Показатели модельных сеянцев с ЗКС, выращиваемые на субстратах разного состава

Показатель	$X_{cp.}$	$\pm\sigma$	$\pm m$	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2,014$)
субстраты на основе торфа						
Длина надземной части, см	5,5	0,73	0,15	2,7	13,3	1,21
Длина основного корня, см	8,1	3,47	0,69	8,6	42,9	2,74
Масса корней, г в а.с.с.	0,03	0,016	0,003	9,7	48,5	3,74
Масса надземной части, г в а.с.с.	0,12	0,023	0,005	3,9	19,3	3,08
субстраты на основе кокосового волокна						
Длина надземной части, см	5,7	0,58	0,13	2,3	10,2	–
Длина основного корня, см	11,0	3,65	0,82	7,4	33,1	–
Масса корней, г в а.с.с.	0,05	0,015	0,003	6,5	29,1	–
Масса надземной части, г в а.с.с.	0,10	0,019	0,004	4,2	18,8	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ роста однолетних сеянцев сосны кедровой сибирской в зависимости от способа их выращивания позволил сделать ряд следующих выводов:

1. Лучшая всхожесть семян (97–100 %) наблюдалась на субстратах на основе кокосового волокна или торфа с добавлением смеси из 5 % вермикулита и 5 % перлита. Всхожесть семян, посеянных в открытый грунт, составила 87 %.

2. У однолетних сеянцев наблюдается проявление внутривидовой изменчивости по показателям числа и формы семядолей, длины первичной хвои. Формовая принадлежность оказывает влияние на параметры сеянцев.

3. У сеянцев с открытой корневой системой в конце первого года выращивания формируется корень, превышающий по длине протяженность надземной части в несколько раз.

4. Размеры и масса корней, формируемых сеянцами с закрытой корневой системой, зависят от состава субстрата. В смесях, где основным компонентом было кокосовое волокно, наблюдается более развитая корневая система.

5. Показатели надземной части сеянцев (длина семядолей, длина первичной хвои, протяженность надземной части, диаметр у шейки корня), выращиваемых с открытой и закрытой корневой системой к концу первого сезона не имеют достоверных различий.

6. У сеянцев, выращиваемых по различным технологиям (с ОКС и ЗКС) в конце вегетационного периода отмечены достоверные различия по длине формирующихся корней, их массе, а также массе надземной части сеянцев. Большими значениями указанных показателей характеризуются сеянцы с открытой корневой системой.

Полученные результаты свидетельствуют об их актуальности и необходимости продолжения проведения исследований по подбору оптимальной технологии выращивания сеянцев сосны кедровой сибирской для гармоничного развития их надземной и подземной частей перед пересадкой на постоянное место.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Приживаемость сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в ленточных борах Алтайского края / Е. М. Ананьев, Д. А. Шубин, А. Е. Осипенко, Н. А. Луганский, О. В. Толкач // Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса : труды Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию высшего лесного образования в Казахстане. Алматы, 2018. С. 56–59.
2. Белякова А. В. Сравнение затрат на лесовосстановление с закрытой и открытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы Всерос. V науч.-техн. конференции-вебинара. Санкт-Петербург, 2020. С. 32–35.
3. Белых О. А., Лукиянчук Л. П. Влияние синтетического стимулятора роста на развитие саженцев сосны кедровой // Балтийский морской форум : матер. XI Междунар. Балтийского морского форума. Калининград, 25–30 сентября 2023 года. Калининград, 2023. С. 19–22.
4. Братилова Н. П., Коротков А. А., Коновалова Д. А. Влияние субстрата на рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. 40, № 5. С. 347–352.
5. Гладинов А. Н., Коновалова Е. В., Содбоева С. Ч. Сравнительные результаты использования сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой при искусственном лесовосстановлении в условиях Западного Забайкалья // Успехи современного естествознания. 2021. № 11. С. 7–12.
6. Гладинов А. Н., Коновалова Е. В., Олзоева Э. Б., Содбоева С. Ч. Результаты использования сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой при искусственном лесовосстановлении в условиях Байкальского горного лесного района // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2023. № 4 (73). С. 97–105.
7. Демина Н. А., Воронин В. В., Парамонов А. А., Файзулин Д. Х., Романов Е. М., Тюкавина О. Н. Технологические приемы выращивания сеянцев хвойных пород и проблемы в лесных питомниках открытого грунта таежной зоны европейской части России //

Актуальные проблемы развития лесного комплекса : матер. XX Междунар. науч.-техн. конф. Вологда : Вологодский государственный университет, 2022. С. 25–28.

8. Карбасникова Е. Б., Карбасников А. А., Хайдукова И. А. Лесоводственная оценка роста лесных культур ели, созданных различным видом посадочного материала // Евразийский союз ученых, 2021. № 4 (85). С. 12–18.

9. Коновалова Д. А., Братилова Н. П., Коротков А. А. Рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на субстратах с разным составом // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : матер. XXV Междунар. науч. конф. Красноярск, 2022. С. 55–57.

10. Выращивание сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на экспериментальных субстратах / Д. А. Коновалова, Д. Д. Пономарев, Н. П. Братилова, А. А. Коротков, А. В. Мантулина // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41. № 5. С. 379–383.

11. Влияние фитоценологических и биотипических условий на состояние культур ели европейской в фазе приживания на юге-востоке Ленинградской области / Е. М. Копцева, Ю. В. Кузьмина, И. А. Сорокина, А. А. Бушковский // Лесоведение, 2023. № 1. С. 22–34.

12. Костин М. В. Использование посадочного материала с ЗКС при лесовосстановлении и перспектива его применения в Нижнем Поволжье // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий, 2019. № 1(38). С. 16–20.

13. Курсикова Е. С., Маленко А. А. Влияние способов выращивания на биометрические показатели сеянцев сосны // Наука и инновации: векторы развития : матер. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет. 2018. Т. 1. С. 136–138.

14. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири / А. А. Маленко, А. С. Чичкарев, С. И. Завалишин, А. А. Малиновских, Е. С. Курсикова // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 103–116.

15. Матвейчук О. С., Третьякова Р. А., Паркина О. В. Динамика развития саженцев сосны кедровой сибирской с разным типом корневой системы // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : матер. VIII Всерос. (национальной) науч. конф. с междунар. участием. Новосибирск, 20 декабря 2023 г. Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 85–88.

16. Проказин Н. Е., Казаков В. И., Лобанова Е. Н., Казаков И. В., Журихин А. И. Влияние вида посадочного материала на приживаемость сосны обыкновенной на вырубке горельников // Мониторинг и биоразнообразие естественных, искусственных и лесомелиоративных систем : матер. Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж : ВГЛУ, 2022. С. 147–153.

17. Дифференцированное применение посадочного материала при создании лесных культур / Е. М. Романов, А. Е. Самосудов, Т. В. Нуреева, М. В. Бекмансуров // Вестник Поволжского государственного техно-

логического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2023. № 2 (58). С. 6–29.

18. Рунова Е. М., Денисенко А. В. Некоторые особенности роста и развития сеянцев сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в условиях теплицы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2022. № 62. С. 204–207

19. Самойлова Л. И., Чиркунова Е. А., Коваленко И. П. Создание лесных культур сосны обыкновенной сеянцами с закрытой корневой системой в Нижегородской области // Молодежный агроформу-2021 : матер. Междунар. науч.-практ. интернет-конф. молодых ученых ; под общ. ред. Н. Ю. Бармина. Нижний Новгород : Нижегородская ГСХА, 2021. С. 217–223.

20. Титов Е. В. Кедр. Москва : Колос, 2007. 152 с.

REFERENCES

1. Anan'ev E. M., Shubin D. A., Osipenko A. E., Luganskij N. A., Tolkach O. V. Prizhivaemost' seyancev sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.) v lentochnyh borah Altajskogo kraja // Aktual'nye problemy ustojchivogo razvitiya lesnogo kompleksa. Trudy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 70-letiyu vysshego lesnogo obrazovaniya v Kazahstane. Almaty, 2018. S. 56–59.

2. Belyakova A. V. Sravnenie zatrat na lesovosstanovlenie s zakrytoj i otkrytoj kornevoj sistemoj // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie : materialy Vseros. V nauchno-tekhn. konferencii-vebinara. Sankt-Peterburg, 2020. S. 32–35.

3. Belyh O. A., Lukiyanchuk L. P. Vliyanie sinteticheskogo stimulyatora rosta na razvitie sazhencev sosny kedrovoj // Baltijskij morskoy forum : mater. XI Mezhdunar. Baltijskogo morskogo foruma. Kaliningrad, 25–30 sentyabrya 2023 goda. Kaliningrad, 2023. S. 19–22.

4. Bratilova N. P., Korotkov A. A., Konovalova D. A. Vliyanie substrata na rost i razvitie seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s zakrytoj kornevoj sistemoj // Hvojnye boreal'noj zony, 2022. T. 40, № 5. S. 347–352.

5. Gladinov A. N., Konovalova E. V., Sodboeva S. Ch. Sravnitel'nye rezul'taty ispol'zovaniya seyancev sosny obyknovnoy s otkrytoj i zakrytoj kornevoj sistemoj pri iskusstvennom lesovosstanovlenii v usloviyah Zapadnogo Zabajkal'ya // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2021. № 11. S. 7–12.

6. Rezul'taty ispol'zovaniya seyancev sosny obyknovnoy s zakrytoj kornevoj sistemoj pri iskusstvennom lesovosstanovlenii v usloviyah Bajkal'skogo gornogo lesnogo rajona / A. N. Gladinov, E. V. Konovalova, E. B. Olzoeva, S. Ch. Sodboeva // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. 2023. № 4 (73). S. 97–105.

7. Tekhnologicheskie priemy vyrashchivaniya seyancev hvojnyh porod i problemy v lesnyh pitomnikah otkrytogo grunta taehznoj zony evropejskoj chasti Rossii / N. A. Demina, V. V. Voronin, A. A. Paramonov, D. H. Fajzulin, E. M. Romanov, O. N. Tyukavina // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa : mater. XX Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Vologda : Vologodskij gosudarstvennyj universitet. 2022. S. 25–28.

8. Karbasnikova E. B., Karbasnikov A. A., Hajdukova I. A. Lesovodstvennaya ocenka rosta lesnyh kul'tur

eli, sozdannyh razlichnym vidom posadochnogo materiala // Evrazijskij soyuz uchenyh. 2021. № 4 (85). S. 12–18.

9. Konovalova D. A., Bratilova N. P., Korotkov A. A. Rost i razvitie seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s zakrytoj kornevoj sistemoj na substratah s raznym sostavom // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij : mater. XXV Mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2022. S. 55–57.

10. Vyrashchivanie seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s zakrytoj kornevoj sistemoj na eksperimental'nyh substratah / D. A. Konovalova, D. D. Ponomarev, N. P. Bratilova, A. A. Korotkov, A. V. Mantulina // Hvojnye boreal'noj zony. 2023. T. 41, № 5. S. 379–383.

11. Vliyanie fitocenoticheskikh i biotipicheskikh uslovij na sostoyanie kul'tur eli evropejskoj v faze prizhivaniya na yuge-vostoke Leningradskoj oblasti / E. M. Kopceva, Yu. V. Kuz'mina, I. A. Sorokina, A. A. Bushkovskij // Lesovedenie. 2023. № 1. S. 22–34.

12. Kostin M. V. Ispol'zovanie posadochnogo materiala s ZKS pri lesovosstanovlenii i perspektiva ego primeneniya v Nizhnem Povolzh'e // Vestnik Instituta kompleksnyh issledovanij aridnyh territorij. 2019. № 1(38). S. 16–20.

13. Kursikova E. S., Malenko A. A. Vliyanie sposobov vyrashchivaniya na biometricheskie pokazateli seyancev sosny // Nauka i innovacii: vektory razvitiya : mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. molodyh uchenyh. Barnaul : Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2018. T. 1. S. 136–138.

14. Vyrashchivanie lesnyh kul'tur sosny s zakrytoj kornevoj sistemoj v usloviyah stepi na yuge Zapadnoj Sibiri / A. A. Malenko, A. S. Chichkarev, S. I. Zavalishin, A. A. Malinovskih, E. S. Kursikova // Lesohozyajstvennaya informaciya. 2023. № 3. S. 103–116.

15. Matvejchuk O. S., Tret'yakova R. A., Parkina O. V. Dinamika razvitiya sazhencev sosny kedrovoj sibirskoj s raznym tipom kornevoj sistemy // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij : mater. VIII Vseros. (nacional'noj) nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem. Novosibirsk, 20 dekabrya 2023 g. Novosibirsk : IC NGAU "Zolotoj kolos", 2023. S. 85–88.

16. Vliyanie vida posadochnogo materiala na prizhivaemost' sosny obyknovennoj na vyrubke gorel'nikov / N. E. Prokazin, V. I. Kazakov, E. N. Lobanova, I. V. Kazakov, A. I. Zhurihin // Monitoring i bioraznoobrazie estestvennyh, iskusstvennyh i lesomeliorativnyh sistem : mater. Vseros. nauchno-praktich. konf. Voronezh : VGLTU, 2022. S. 147–153.

17. Differencirovannoe primenenie posadochnogo materiala pri sozdanii lesnyh kul'tur / E. M. Romanov, A. E. Samosudov, T. V. Nureeva, M. V. Bekmansurov // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. ekologiya. Prirodopol'zovanie. 2023. № 2 (58). S. 6–29.

18. Runova E. M., Denisenko A. V. Nekotorye osobennosti rosta i razvitiya seyancev sosny sibirskoj (Pinus sibirica Du Tour) v usloviyah teplicy // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. 2022. № 62. S. 204–207.

19. Samojlova L. I., Chirkunova E. A., Kovalenko I. P. Sozdanie lesnyh kul'tur sosny obyknovennoj seyancami s zakrytoj kornevoj sistemoj v Nizhegorodskoj oblasti // Molodezhnyj agroformu-2021 : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konferencii molodyh uchenyh pod obsch. Redakciej N. Yu. Barmina. Nizhnij Novgorod : Nizhegorodskaya GSKHA, 2021. S. 217–223.

20. Titov E. V. Kedr. Moskva : Kolos, 2007. 152 s.

© Коновалова Д. А., Братилова Н. П.,
Мантулина А. В., 2024

Поступила в редакцию 21.05.2024
Принята к печати 03.06.2024