

**РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ
СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ЗИМНЕГО СРОКА ПОСЕВА*****Д. А. Коновалова, А. В. Мантулина, Н. П. Братилова, Ю. Е. Щерба**

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

Представлены результаты исследований развития сеянцев сосны кедровой сибирской (Pinus sibirica Du Tour), выращенные в кассетах Plantek-81F в условиях оранжереи в течение февраля–мая 2024 г. Для выращивания сеянцев применялись экспериментальные составы субстратов на основе нейтрального торфа «Агробалт-садовый» и торфа местного происхождения (из месторождения Красноярского края). В качестве добавочных компонентов субстратов применялись перлит, вермикулит или кокосовое волокно.

Установлено, что при добавлении к торфу «Агробалт-садовый» вермикулита или кокосового волокна в равных пропорциях сеянцы имеют достоверно большую длину подсемядольного колена, при добавлении перлита данный показатель имеет меньшее значение. При использовании в качестве основного компонента субстрата торфа местного происхождения добавление вермикулита также положительно влияет на линейные размеры надземной части сеянцев сосны кедровой сибирской.

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

Conifers of the boreal area. 2024, Vol. XLII, No. 5, P. 29–33

**DEVELOPMENT OF SIBERIAN CEDAR PINES SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM
OF WINTER SOWING TIME****A. V. Mantulina, D. A. Konovalova, N. P. Bratilova, Yu. E. Shcherba**

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

The results of studies of the development of Siberian pine seedlings (Pinus sibirica Du Tour), grown in Plantek-81F cassettes in greenhouse conditions during February–May 2024, are presented. Experimental compositions of substrates based on neutral peat “Agrobalt-garden” and peat of local origin (from a deposit in the Krasnoyarsk Krai) were used. Perlite, vermiculite or coconut fiber were used as additional substrate components.

The seedlings have a significantly longer subcotyledon length when vermiculite or coconut fiber is added to the Agrobalt-Garden peat in equal proportions; this indicator is less, when perlite is added. The addition of vermiculite also has a positive effect on the linear dimensions of the aboveground part of Siberian pine seedlings, when using peat of local origin as the main component of the substrate.

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

ВВЕДЕНИЕ

Семена сосны кедровой сибирской в условиях Сибири обычно высевают осенью после сбора или в конце мая – начале июня после их стратификации. Перед нами стояла задача провести посев семян зимой и выращивать сеянцы с закрытой корневой системой в условиях теплицы до начала вегетационного сезона для последующей пересадки посадочного материала в оттаявший грунт.

А. С. Оплетаев и др. [10] считают, что с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК) можно расширить масштабы искусственного лесовосстановления, так как данный вид посадочного материала можно высаживать на лесокультурные площади в течение всего вегетационного периода. В зимний период сеянцы можно доращивать в теплицах с регулированием их освещенности. При выращивании сеянцев в периоды с небольшим естест-

* 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.

венным освещением (осенью и зимой) следует использовать искусственное освещение с периодом не менее 12–13 часов в течение суток.

По мнению Т. А. Зотовой и др. [5] одной из основных проблем на современном этапе является ограниченная возможность использования местных торфов для приготовления субстратов, из-за чего удорожается технология подготовки ПМЗК.

В последнее время выращиванию посадочного материала кедровых сосен с закрытой корневой системой начали уделять внимание. Так, Е. В. Титов [12] считает целесообразным использовать для выращивания сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой контейнеры объемом не менее 200–300 см³. Е. М. Рунова и др. [11] рекомендуют добавлять гетероауксин, а О.А. Белых и др. [3] – крезацин при выращивании кедровых сеянцев с закрытой корневой системой.

В связи с тем, что с 01.03.2025 г. предусматривается увеличение процента посадок лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой до 30 % [1; 2], данной проблеме уделяется самое пристальное внимание.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований явился посадочный материал сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), выращиваемый из предварительно простратифицированных семян в кассетах Plantek-81F с параметрами 38,5×38,5×8,0 см с закрытой корневой системой. Семена были высеяны в конце января. Сеянцы выращивались в оранжерее СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Посев был произведен в конечных числах января в различные варианты субстратов. В качестве контрольного субстрата применяли специальный торф нейтральный «Агробалт-садовый» с pH = 7,0. Также использовали местный торф, предоставленный компанией ООО «КрасКИП», добываемый в Козульском районе Красноярского края. Дополнительно были исследованы субстраты с добавлением перлита, вермикулита или кокосового волокна (табл. 1).

Частота поливов зависела от степени просыхания субстрата. За сеянцами проводили наблюдения с момента появления всходов в течение четырех месяцев.

У всходов и сеянцев в процессе их развития и роста проводили измерения длины первичной хвои, размеров гипокотили, диаметра у шейки корня. Для этого

использовали цифровой штангенциркуль TOPEX 150 мм 31C628.

Обработка результатов наблюдений проводилась с помощью программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полив субстратов с кокосовым волокном осуществлялся реже, так как оно задерживало влагу. Субстраты с перлитом, наоборот, нуждались в более частом поливе, так как имеют высокую пропускную способность.

Всхожесть была неодинаковой в зависимости от варианта опыта. Первые всходы появились на 12 день после посева на субстратах Т(к)₁₀₀ и Т₅₀В₅₀. Последние – на субстратах Т(к)₅₀П₅₀, Т₅₀К₅₀ и Т(к)₅₀К₅₀. Растения на субстратах Т₅₀К₅₀ и Т(к)₅₀К₅₀ активно пошли в рост только на 25–26 день после посева.

Длина подсемядольного колена сеянцев в конце четырех месяца выращивания варьировала от 1,2 до 10,8 см. Для субстратов, где в качестве основного компонента был контрольный торф «Агробалт-садовый» длина гипокотили в среднем составляла 5,0–6,6 см. Наибольшее значение данного показателя (6,6 см) отмечено в вариантах с добавлением вермикулита или кокосового волокна (Т₅₀В₅₀ и Т₅₀К₅₀). Меньшей длиной гипокотили характеризовались сеянцы на субстрате с добавлением перлита (Т₅₀П₅₀) (табл. 2).

Сеянцы, выращиваемые на субстратах на основе местного торфа, добываемого в Красноярском крае, имели среднюю длину подсемядольного колена от 5,3 до 6,1 см. Меньшие размеры данного показателя отмечены при выращивании на чистом местном торфе (5,4 см) или смеси с добавлением кокосового волокна (5,3 см). Большую длину гипокотили имели сеянцы, выращиваемые на субстрате с добавлением вермикулита (6,1 см) (табл. 3).

Подсчитаны коэффициенты достоверности различий между изученными параметрами сеянцев. Такие показатели сеянцев, как диаметр стебля у шейки корня и длина первичной хвои не имеют достоверных различий в зависимости от состава субстрата спустя 4 месяца выращивания.

По длине подсемядольного колена выявлены достоверные различия в сравнении с контрольным вариантом, которым служил субстрат Т₁₀₀ (t_{ф1}) и субстратом Т(к)₁₀₀ из местного торфа, добываемого в Красноярском крае (t_{ф2}) и при t₀₅=2,04 (табл. 4).

Таблица 1
Экспериментальные варианты субстратов

Номер варианта	Обозначение варианта	Основной компонент субстрата / концентрация, %	Дополнительный компонент субстрата / концентрация, %
1	Т ₁₀₀	торф контрольный / 100	отсутствует
2	Т(к) ₁₀₀	торф (местный) / 100	отсутствует
3	Т ₅₀ П ₅₀	торф / 50	перлит / 50
4	Т(к) ₅₀ П ₅₀	торф (местный) / 50	перлит / 50
5	Т ₅₀ В ₅₀	торф / 50	вермикулит / 50
6	Т(к) ₅₀ В ₅₀	торф (местный) / 50	вермикулит / 50
7	Т ₅₀ К ₅₀	торф / 50	кокосовое волокно / 50
8	Т(к) ₅₀ К ₅₀	торф (местный) / 50	кокосовое волокно / 50

Таблица 2

Биометрические показатели модельных семян на субстратах с торфом Агробалт-садовый (контроль)

Показатель	$X_{cp.}$	$\pm\sigma$	$\pm m$	P, %	V, %	Уровень изменчивости
T_{100}						
Длина гипокотилия, см	5,7	1,34	0,16	2,9	23,7	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,5	0,18	0,02	1,5	11,9	низкий
Длина первичной хвои, см	0,8	0,31	0,04	4,8	38,1	высокий
$T_{50}P_{50}$						
Длина гипокотилия, см	5,0	1,29	0,15	3,1	25,8	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,5	0,19	0,02	1,4	12,1	средний
Длина первичной хвои, см	0,9	0,32	0,04	4,2	34,8	высокий
$T_{50}B_{50}$						
Длина гипокотилия, см	6,6	1,85	0,22	3,4	28,1	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,4	0,17	0,02	1,5	12,1	средний
Длина первичной хвои, см	0,8	0,28	0,03	4,1	33,6	высокий
$T_{50}K_{50}$						
Длина гипокотилия, см	6,6	1,67	0,20	3,0	25,2	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,5	0,19	0,02	1,5	12,7	средний
Длина первичной хвои, см	1,0	0,39	0,05	4,8	40,8	очень высокий

Таблица 3

Биометрические показатели модельных семян на субстратах с торфом местного происхождения (добычи ООО «КрасКПП»)

Показатель	$X_{cp.}$	$\pm\sigma$	$\pm m$	P, %	V, %	Уровень изменчивости
$T(\kappa)_{100}$						
Длина гипокотилия, см	5,4	1,45	0,18	3,3	26,9	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,6	0,18	0,02	1,4	11,4	низкий
Длина первичной хвои, см	0,9	0,33	0,04	4,4	36,2	высокий
$T(\kappa)_{50}P_{50}$						
Длина гипокотилия, см	5,7	1,47	0,21	3,6	25,6	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,6	0,15	0,02	1,3	9,6	низкий
Длина первичной хвои, см	1,0	0,41	0,06	4,3	41,1	очень высокий
$T(\kappa)_{50}B_{50}$						
Длина гипокотилия, см	6,1	1,82	0,26	4,2	29,7	повышенный
Диаметр у шейки корня, мм	1,6	0,17	0,02	1,5	10,7	низкий
Длина первичной хвои, см	1,0	0,29	0,04	4,1	29,4	повышенный
$T(\kappa)_{50}K_{50}$						
Длина гипокотилия, см	5,3	1,82	0,25	4,8	34,6	высокий
Диаметр у шейки корня, мм	1,5	0,17	0,02	1,5	11,1	низкий
Длина первичной хвои, см	1,0	0,30	0,04	4,2	31,0	высокий

Таблица 4

Различия по длине гипокотилия семян с ЗКС на субстратах разного состава

Обозначение субстрата	$X_{cp.} \pm m$, см	$t_{\Phi 1}$	$t_{\Phi 2}$
T_{100}	5,7 $\pm$ 0,16	-	1,25
$T(\kappa)_{100}$	5,4 $\pm$ 0,18	1,25	—
$T_{50}P_{50}$	5,0 $\pm$ 0,15	3,19	1,71
$T(\kappa)_{50}P_{50}$	5,7 $\pm$ 0,21	0	1,08
$T_{50}B_{50}$	6,6 $\pm$ 0,22	3,31	4,22
$T(\kappa)_{50}B_{50}$	6,1 $\pm$ 0,26	1,31	2,21
$T_{50}K_{50}$	6,6 $\pm$ 0,20	3,51	4,46
$T(\kappa)_{50}K_{50}$	5,3 $\pm$ 0,25	1,35	0,32

Установлена достоверно меньшая длина гипокотили сеянцев в сравнении с контролем на субстрате с добавлением перлита ($T_{50P_{50}}$, $t_{ф1}$ равно 3,19, что превышает табличное значение t_{05} . При добавлении к торфу нейтральному «Агробалт-садовый» вермикулита или кокосового волокна в равных пропорциях (субстраты $T_{50B_{50}}$ и $T_{50K_{50}}$) длина подсемядольного колена сеянцев становится достоверно большей.

При использовании в качестве основного компонента субстрата торфа местного происхождения добавление вермикулита также дает положительный результат ($t_{ф2}$ равно 2,21).

Однако, как показали результаты прошлых экспериментов [4; 6; 7; 8; 9], для полноценного изучения влияния состава субстрата на рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской следует уделить внимание развитию корневой системы. При схожих значениях линейных размеров надземной части корни сеянцев, выращенных с ЗКС, могут сильно отличаться по размерам и формируемой фитомассе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований развития сеянцев сосны кедровой сибирской в кассетах Plantek-81F в условиях оранжереи в течение февраля–мая 2024 г. на субстратах на основе нейтрального торфа «Агробалт-садовый» и торфа местного происхождения (из месторождения Красноярского края) можно сделать ряд выводов:

- при добавлении к торфу «Агробалт-садовый» вермикулита или кокосового волокна в равных пропорциях сеянцы имеют достоверно большую длину подсемядольного колена
- при добавлении перлита сеянцы образуют достоверно меньшую длину гипокотили в сравнении с контрольными образцами
- при применении в качестве основного компонента субстрата торфа местного происхождения добавление вермикулита оказывает положительное влияние на длину подсемядольного колена сеянцев.
- такие показатели сеянцев, как диаметр стебля и длина первичной хвои не имеют достоверных различий в зависимости от состава субстрата спустя 4 месяца выращивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299.
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.12.2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления»: [зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 февраля 2022 г. № 67240] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024>.

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. Зоткина Т. А., Костырко А. Н. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой: проблемы и перспективы // Лесные экосистемы: состояние, проблемы и пути их решения в современных условиях : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Уссурийск, 2023. С. 22–25.

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

7. 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.

8. Коновалова Д. А., Братилова Н. П., Мантулина А. В. Рост однолетних сеянцев сосны кедровой сибирской с открытой и закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны, 2024. Т. 42, № 3. С. 41–50.

9. Коновалова Д. А., Братилова Н. П., Коротков А. А. Особенности роста сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой // Лесное хозяйство : матер. 88 Науч.-техн. конф. (с междунар. участием). Минск, 2024. С. 175–177.

10. Оплетев А. С., Жигулин Е. В., Залесов С. В. Опыт многоротационного выращивания контейнерного посадочного материала для искусственного лесовосстановления в теплицах с регулируемым микроклиматом // Хвойные бореальной зоны, 2023. Т. 41, № 2. С. 152–157.

11. 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.

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

REFERENCE

1. Lesnoj kodeks Rossijskoj Federacii ot 04.12.2006 No. 200-FZ (red. ot 04.08.2023) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2023) // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299.
2. Priказ Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Rossijskoj Federacii ot 29.12.2021 g. № 1024 “Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, formy, sostava, poryadka soglasovaniya proekta lesovosstanovleniya, osnovanij dlya otkaza v ego soglasovanii, a takzhe trebovanij k formatu v elektronnoj forme proekta

lesovosstanovleniya” : [zaregistrovan Ministerstvom yusticii Rossijskoj Federacii 11 fevralya 2022 g. № 67240] // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202110024/>

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 sistemoy // Hvojnye boreal'noj zony. 2022. T. 40, No. 5. S. 347–352.

5. Zotkina T. A., Kostyrko A. N. Vyrashchivanie posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoy: problemy i perspektivy // Lesnye ekosistemy: sostoyanie, problemy i puti ih resheniya v sovremennyh usloviyah. Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ussurijsk, 2023. S. 22–25.

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

7. Konovalova D. A., Bratilova N. P., Korotkov A. A. Rost i razvitie seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s

zakrytoj kornevoj sistemoy na substratah s raznym sostavom // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij : Mater. XXV Mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2022. S. 55–57.

8. Konovalova D. A., Bratilova N. P., Mantulina A. V. Rost odnoletnih seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s otkrytoj i zakrytoj kornevoj sistemoy // Hvojnye boreal'noj zony. 2024. T. 42, No. 3. S. 41–50.

9. Konovalova D. A., Bratilova N. P., Korotkov A. A. Osobennosti rosta seyancev sosny kedrovoj sibirskoj s zakrytoj kornevoj sistemoy // Lesnoe hozyajstvo : Mater. 88 nauch.-tekhn. konf. (s mezhdunar. uchastiem). Minsk, 2024. S. 175–177.

10. Opletaev A. S., Zhigulin E. V., Zalesov S. V. Opyt mnogorotacionnogo vyrashchivaniya kontejnernogo posadochnogo materiala dlya iskusstvennogo lesovosstanovleniya v teplicah s reguliruемым mikroklimatom // Hvojnye boreal'noj zony, 2023. T. 41, No. 2. S. 152–157.

11. 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. No. 62. S. 204–207.

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

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

Поступила в редакцию 24.06.2024
Принята к печати 11.10.2024