

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9>

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA*
LEDEB) В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Научная статья

Денисенко А.В.^{1,*}, Рунова Е.М.²

¹ ORCID : 0009-0002-7999-1726;

² ORCID : 0000-0001-6178-4038;

^{1,2} Братский государственный университет, Братск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (anneta-anneta20[at]mail.ru)

Аннотация

Приведены результаты исследования различных технологических приемов при выращивании посадочного материала лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb) с закрытой коревой системой в условиях республики Бурятия. Варианты технологии отличались по составу удобрений и других химикатов, а также по размерам ячеек в кассете. В порядке эксперимента проводились следующие исследования: выявлена эффективность внедрения различных технологий выращивания сеянцев с закрытой корневой системой, применения разных удобрений в условиях тепличного комплекса АУ РБ «Лесресурс». Установлена наиболее эффективная технология выращивания с лучшими морфометрическими показателями по выходу стандартного лесопосадочного материала. Получены данные о морфометрических показателях сеянцев и проведено их сравнение. Измерялись диаметр стволика, высота сеянцев, длина корней, общее состояние хвои и закладка почек. Всего исследовано более 1300 сеянцев. Определены основные статистические показатели: среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, точность, стандартное отклонение, которые показывают точность проведенных исследований. Высота сеянца оказалась эффективным показателем для анализа длины корней и диаметра корневой шейки. По результатам биометрических показателей выявлено, что сеянцы, выращенные по варианту №1, имели лучшие размеры, так как ячейка кассеты имела наименьший диаметр и глубину ячейки, чем те, которые выращивались по варианту №2. Сеянцы, выращенные в разных типах контейнеров и на разных видах удобрения, показывают разные результаты. Результаты показывают, что лиственница сибирская, выращенная по варианту №2 по исходным биометрическим характеристикам сеянцев, имеет хорошие показатели, которые являются индикаторами для промышленного выращивания на территории Республики Бурятия, за один сезон можно вырастить хороший лесопосадочный материал лиственницы сибирской.

Ключевые слова: посадочный материал, закрытая корневая система, лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb), морфометрические показатели, статистическая обработка.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF LARCH SEEDLINGS SIBERIAN (*LARIX SIBIRICA* LEDEB) IN THE
CLOSED GROUND

Research article

Denisenko A.V.^{1,*}, Runova Y.M.²

¹ ORCID : 0009-0002-7999-1726;

² ORCID : 0000-0001-6178-4038;

^{1,2} Bratsk State University, Bratsk, Russian Federation

* Corresponding author (anneta-anneta20[at]mail.ru)

Abstract

The results of a study of various technological techniques for growing planting material of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb) with a closed bark system in the conditions of the Republic of Buryatia are presented. The technology options differed in the composition of fertilizers and other chemicals, as well as in the size of the cells in the cassette. As an experiment, the following studies were carried out: the effectiveness of the introduction of various technologies for growing seedlings with a closed root system, the use of various fertilizers in the conditions of the greenhouse complex AU RB "Lesresurs" was revealed. The most effective cultivation technology with the best morphometric indicators for the yield of standard planting material has been established. Data on the morphometric parameters of seedlings were obtained and compared. The diameter of the stem, the height of the seedlings, the length of the roots, the general condition of the needles and the laying of the buds were measured. In total, more than 1300 seedlings were studied. The main statistical indicators are determined: the mean square deviation, coefficient of variation, accuracy, standard deviation, which show the accuracy of the studies performed. The height of the seedling turned out to be an effective indicator for analyzing the length of the roots and the diameter of the root neck. According to the results of biometric indicators, it was revealed that the seedlings grown according to option No. 1 had better dimensions, since the cassette cell had the smallest diameter and height of the cell than those grown according to option No.2. Seedlings grown in different types of containers and on different types of fertilizer show different results. The concept of target seedlings was developed to predict the success of planting material in areas covered by fires in certain areas of the Republic of Buryatia, where Siberian larch is the target breed. The results show that Siberian larch grown according to option No. 2

according to the initial biometric characteristics of seedlings has good indicators, which are indicators for industrial cultivation in the territory of the Republic of Buryatia, in one season it is possible to grow good planting material of Siberian larch.

Keywords: planting material, closed root system, Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb), morphometric indicators, statistical processing.

Введение

Перед лесным хозяйством РФ поставлены задачи постепенного перехода к искусственному лесовосстановлению, в том числе, в закрытой корневой системой (ЗКС). В настоящее время регулирование искусственного лесовосстановления происходит в соответствии с Приказом Минприроды России от 29.12.2021 N 1024 (ред. от 03.08.2023) «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» [1].

Для качественного выращивания посадочного материала и создания лесных культур используются районированные семена лесных насаждений, торфяные питательные субстраты, вермикулит, перлит, минеральные удобрения, органические удобрения [6], [7], [8], [9]. Правильное применение гербицидов и фунгицидов, особые требования к теплицам, вентиляции помещений, высота и габариты контейнеров, температура воздуха и почвы, кислотность почвы, качество воды, время высева, уровень влажности, обработка семян, поиск оптимальных методов выращивания являются необходимыми компонентами технологического процесса [2], [3], [4], [5].

При выращивании посадочного материала с ЗКС необходимо создавать систему научно обоснованных агротехнических приемов, обеспечивающих стандартные размеры посадочного материала, доступные к измерению в условиях питомника, позволяющие прогнозировать успешность создания лесных культур [11], [12], [13].

Стандартные сеянцы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb) согласно ГОСТ 3317-90 «Сеянцы деревьев и кустарников» должны иметь следующие размеры: толщина стволика у корневой шейки, не менее 2,0 мм, высота надземной части, не менее 15 см [14].

Цель исследований – оценка использования разных видов удобрений и методов выращивания лиственницы сибирской на биометрические показатели сеянцев. Важнейшими морфометрическими характеристиками посадочного материала являются линейные размеры, диаметр у корневой шейки, высота сеянца, корня, количество хвои ит.д.

Эффективными индикаторами качества сеянцев служат морфометрические показатели корней: общая длина, площадь поверхности корня. Общая длина корневой системы является достаточно надежным показателем.

Задача исследований заключается в выявлении наилучшего варианта выращивания сеянцев лиственницы сибирской с закрытой корневой системой (ЗКС) по морфометрическим характеристикам посадочного материала.

Материалы и методы

Полевые испытания по выращиванию лиственницы сибирской с закрытой корневой системой проводились на базе тепличного комплекса АУ РБ «Лесресурс», в экспериментальных целях для дальнейшего производства в промышленных масштабах, для восстановления площадей, пройденных пожарами, в определённых районах республики Бурятия в соответствии с приказом №1032 от 19.12.2022 г. «Об установлении лесосеменного районирования» [15].

В порядке эксперимента проводились следующие исследования: выявление эффективности внедрения внесения различных удобрений и средств защиты сеянцев, установлении наиболее качественных морфометрических показателей сеянцев, качества корней, хвои, сроков закладки почек. Для этих целей были измерены биометрические показатели 1372 сеянцев лиственницы сибирской.

Для контрольного измерения кислотности, был использован бытовой прибор iTuip pH метр4 в 1, который позволяет быстро и довольно точно определять кислотность почвы, температуру и влажность почвы и воздуха. Для измерения морфометрических показателей сеянцы извлекались из ячеек и измерялись с помощью линейки и штангенциркуля. Подученные данные обработаны с использованием методов вариационной статистики в программе MicrosoftOfficeExcel.

Результаты и обсуждение

Для выращивания сеянцев лиственницы сибирской были применены две технологии. Сравнительная характеристика двух технологий приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика технологии выращивания сеянцев лиственницы

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.1>

№ опыта(варианта)	Наименование кассет для выращивания сеянцев	Технические характеристики	Применяемые удобрения и химикаты
1.	Литьевые технологические кассеты для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. РКЛ-81	Соответствие ГОСТ Р 50962-96 Внешние габариты: не менее 38x38x7 см Размер ячейки не менее 4,1x4,1x7,3 см.Количество ячеек	Марганцовка порошок (ГОСТ 20490-75) Аммофоска(ГОСТ 18918-85) Суперфосфат двойной СОТКА (ГОСТ 5956-78)

		не более 81. Объем ячейки: не менее 85 см ³ . Количество сеянцев на 1 м ² не менее 549. Дно ячейки в кассете должно иметь шаровидную форму с боковыми отверстиями.	Гуми-Оми-Фосфор (ТУ 9849-010-20672718-2013) Пиоцид(ГОСТ Р 51247-99) Монокалийфосфат(ГОСТ Р 23999-80) Сульфат калия (ГОСТ 4145-74) Торфяной субстрат (ГОСТ Р 51661.4-2000) Вермикулит(ГОСТ 12865-67)
2.	Литьевые технологические кассеты для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. РКЛ-40	Соответствие ГОСТ Р 50962-96 Габаритные размеры кассеты (мм):352×216×110. Размер ячейки (мм): 39×39×110Кол-во ячеек:40Объем ячейки (см ³):120. Кол-во сеянцев на 1 м ² 526. Боковые отверстия по периметру боковых сторон.	Марганцовка порошок (ГОСТ 20490-75) Акварин 5(ГОСТ 2081-2010) Акварин 16 (ГОСТ 2081-2010) ФитоспоринКбиофунгицид) (ТУ 9291-011-20672718-2005) Микориза (ТУ 01.30.10-126-20672718-2019) Ракурс(ГОСТ Р 51247-99) Суперфосфат (ГОСТ 5956-78) Сульфат калия (ГОСТ 4145-74) Торфяной субстрат (ГОСТ Р 51661.4-2000) Вермикулит (ГОСТ 12865-67)

В начале мая 2022г. началось приготовление торфяного субстрата для выращивания сеянцев, торф приобретен на специализированных предприятиях, хорошо зарекомендовавших себя для лесокультурного производства. В нашем случае использовался торфяной субстрат ГОСТ Р 51661.4-2000. Рецепт 4с/1/5,2 верховой нейтральный торф резной и фрезерный, кислотностью рН: 4,0-4,5, *PGmix 1,0 кг/м³*. Кислотность почвы составила в готовом субстрате рН 4,5, что соответствует оптимальной кислотности для выращивания лиственницы сибирской. Кассеты забивались вручную без специального оборудования. Посев лиственницы сибирской в кассеты производился семенами I категории, предварительно «протравленными» в растворе КМпО (перманганаткалия) в течение двух часов, затем высушенными при комнатной температуре в закрытом помещении. Также была произведена обработка кассет в растворе КМпО. Для оптимального соотношения удерживаемой влаги и воздуха сверху в кассеты был добавлен вермикулит 0,5 мм мелкой фракции.

Применяемые удобрения и химикаты в первом варианте технологического процесса описаны ниже. Марганцовка порошок – *механизм действия препарата* антисептическое средство, аммофоска – удобрение из смеси минеральных компонентов, способное укрепить и усилить рост сеянцев, двойной суперфосфат содержит фосфор в легкоусвояемом виде и выпускается в гранулах, которые хорошо растворяются в воде.

При применении удобрения Гуми-Оми-Фосфора, в состав которого входит ферментированная органика на основе куриного помета, природные микроэлементы, фосфорное и ГУМИ удобрения, замечены некоторые изменения сеянцев лиственницы сибирской в худшую сторону. Поменялась окраска хвои, которая стала бледнее. Сеянцы начали вываливаться из кассеты, верхняя часть сеянцев начала скручиваться. Данное удобрение применялось однократно и больше не использовалось. Даже в ферментированном виде органика на основе навоза не рекомендуется для выращивания хвойных пород, поскольку он может сжечь всю корневую систему молодых растений и значительно повредить корни взрослых. В двух кассетах лиственница сибирская погибла.



Рисунок 1 - Сеянцы лиственницы сибирской, выращенной по варианту №1
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.2>

Пиноцид – высокоэффективный системный препарат для защиты хвойных культур от широкого спектра вредителей: хермесы, тли, пилильщики, щитовки, применялся 2 раза с июня по сентябрь. **Монокалий Фосфат, содержащий водорастворимый фосфор и калий, использовался для внекорневых и корневых подкормок.** Сульфат калия – это традиционное минеральное удобрение универсального назначения для основного внесения и подкормок любых культур, содержание калия в составе – 53%.

Регулирование влажности в теплице происходило за счет затенения, полива между рядами, проветривания центральных дверей боковых створок в теплице.



Рисунок 2 - Вариант №1 Сеянцы лиственницы сибирской, выращенные в кассетах (РКЛ-81) по первому варианту технологий

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.3>



Рисунок 3 - Корневая система лиственницы сибирской в кассете РКЛ-81, выращенная по 1 варианту
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.4>

Вариант №2

При втором варианте использовались следующие вещества: марганцовка порошок, использовалось удобрение Акварин-5, Акварин-16, все входящие в состав удобрения «Акварин» элементы питания легко проникают в хвою и усваиваются сеянцами, что обеспечивает быстрый и видимый эффект от подкормки. Удобрение содержит все необходимые макро- и микроэлементы, хорошо проявило себя в выращивании сеянцев хвойных и лиственных пород с закрытой корневой системой. Фитоспорин-К содержит одновременно бактерии, микроэлементы и другие питательные вещества (более 80 природных элементов и минералов) отлично себя показывает при применении на хвойных культурах. После использования препарата хвоя становится толще и окрас приобретает более насыщенный.

Микориза – это удобрение в виде сухой смеси повышает всасывающую способность корней благодаря содержащимся в ней грибам – они дружелюбны к цветам и образуют с ними симбиоз. Полезные грибы не только помогают растениям всасывать воду и питательные вещества – они, кроме этого, еще и избавляют почву от болезнетворных микроорганизмов, то есть являются щитом от болезней. Фунгицид Ракурс применяется от болезней хвойных растений – **эффективное средство** для борьбы с обыкновенным и снежным шютте, ржавчиной на хвойных растениях, имеет выраженное профилактическое и лечебное действие, использовалось в целях профилактики 2 раза с июня по сентябрь. Суперфосфат содержит фосфор в легкоусвояемом виде и выпускается в гранулах, которые хорошо растворяются в воде. Сульфат калия – это традиционное минеральное удобрение универсального назначения для основного внесения и подкормок любых культур, содержание калия в составе – 53%.



Рисунок 4 - Вариант №2 Сеянцы лиственницы сибирской выращенные в кассетах (РКЛ-40)
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.5>



Рисунок 5 - Корневая система лиственницы сибирской в кассете РКЛ-40 по второму варианту
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.6>

Высота сеянцев и длина корней измерялась с помощью линейки, для измерения диаметра корневой шейки использовался электронный штангенциркуль.

На основании проведенных экспериментальных исследований было установлено, что по варианту №1 (габариты размеры кассеты 4,1x4,1x7,3) высота сенцев лиственницы значительно выше стандартного значения, корни имеют достаточно высокие показатели в длину. Корневая система заполнила всю ячейку, корни проросли за габариты кассеты (рис. 5). Диаметр стволика имеет стандартное значение, также в начале августа было замечено, что лиственница в кассете РКЛ-81 начала быстрее желтеть, нижние хвоинки начали истончаться, что свидетельствует об ослаблении растений.

Отмечена закономерность, что в кассетах РКЛ-81 микориза не добавлялась в качестве удобрения, но сеянцы первого и второго варианта стояли в одной теплице в разных местах, но при замерах морфометрических показателей

было замечено, что микориза проявилась в сеянцах с габаритами кассеты РКЛ-81. В табл.2 приведены результаты исследования морфометрических показателей сеянцев по первому варианту выращивания.

Таблица 2 - Результаты замеров морфометрических показателей сеянцев по технологии №1

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.7>

№ кассеты РКЛ-81	Количество сеянцев, шт.	Высота средняя, см	Длина корней, см	Диаметр корневой шейки, мм
1	81	18±0,42	13±0,23	2,4±0,09
2	81	22±0,52	15±0,27	2,9±0,11
3	81	25±0,59	16±0,28	3,1±0,12
4	81	27±0,64	17±0,30	3,7±0,15
5	81	30±0,71	17,7±0,31	4,3±0,17

Результаты замеров показали, что размеры сенцев превышают стандартные по высоте на 3-15 см. В табл. 3 приведены результаты замеров морфометрических показателей сеянцев по технологии №2.

Таблица 3 - Результаты замеров морфометрических показателей сеянцев по технологии №2

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.8>

№ кассеты РКЛ-40	Количество сеянцев,шт.	Высота средняя, см	Длина корней, см	Диаметр корневой шейки, мм
1	40	15,0±0,65	11±0,24	2±0,12
2	40	15,7±0,68	12,28±0,27	2,4±0,14
3	40	18±0,78	12,47±0,28	2,7±0,16
4	40	18,2±0,79	12,6±0,28	3±0,18
5	40	22±0,96	13±0,29	3,3±0,19

Как видно из табл.3, размеры сенцев по второму варианту несколько меньше, чем по первому варианту, но также выше, чем требования стандарта.

Полученные данные были обработаны методами математической статистики с целью определения точности полученных измерений.

Таблица 4 - Статистические показатели замеров сеянцев по 1 и 2 варианту технологических процессов выращивания сеянцев лиственницы сибирской

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.9>

Показатель	Коэффициент вариации %	Среднеквадратическое отклонение	Точность	Стандартное отклонение
Высота сеянцев в кассете РКЛ-81(вариант 1)	21,40	21,22	2,38	4,54
Высота сеянцев в кассете РКЛ-40 (вариант 2)	27,68	17,76	4,38	4,92
Длина корней в кассете РКЛ-81(вариант 1)	16,16	12,22	1,80	2,07
Длина корней сеянцев в кассете РКЛ-40 (вариант 2)	14,29	12,22	2,26	1,75
Диаметр корневой шейки в кассете РКЛ-81(вариант 1)	36,97	3,23	4,11	1,19

Диаметр корневой шейки в кассете РКЛ-40 (вариант 2)	38,25	2,46	6,05	0,94
--	-------	------	------	------

Приведенные статистические показатели подтверждают достаточно высокую точность полученных результатов, коэффициент вариации полученных результатов находится в диапазоне от 14,29 до 38,25%. Наибольший разброс данных дает диаметр корневой шейки сеянцев.

Из графика видно, что прослеживается достаточно четкое полиномиальная зависимость между данными показателями. С увеличением высоты надземной части сеянца лиственницы сибирской, и длина корней увеличивается, а также идет увеличение корневой шейки. В исследуемом варианте № 2 с габаритами кассеты 352×216×110 (РКЛ-40) была установлено, что высота сеянцев лиственницы меньше чем в варианте №1, так как глубина ячейки составляет 11 см, корни уже не так сильно прорастали за габариты кассеты. Однако выявлена зависимость, что диаметр корневой шейки увеличивается с высотой сеянца. Внешний вид сеянцев отличается от варианта №1 цвет хвои более насыщенный, пожелтевших хвоинок не наблюдалось, длина корней сравнительно одинаковая и не превышает 13 см. Сами сеянцы лиственницы сибирской имеют почку и готовы к дальнейшей реализации. Боковые побеги практически не развивались.

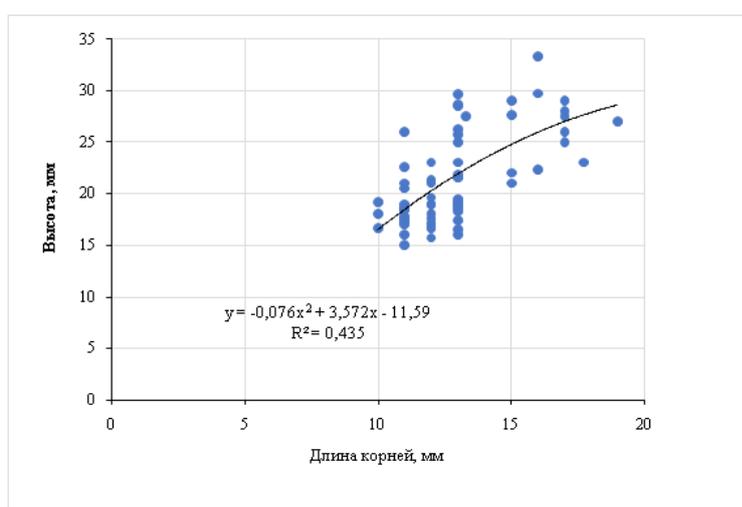


Рисунок 6 - Взаимосвязь высоты сеянцев лиственницы сибирской и длины корней, выращенных по 1 варианту
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.10>

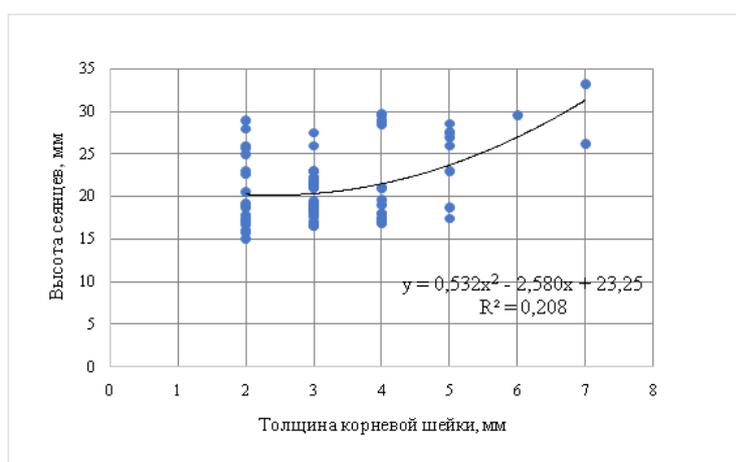


Рисунок 7 - Взаимосвязь между высотой сеянцев и толщиной корневой шейки у сеянцев, выращенных по 1 варианту
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.11>

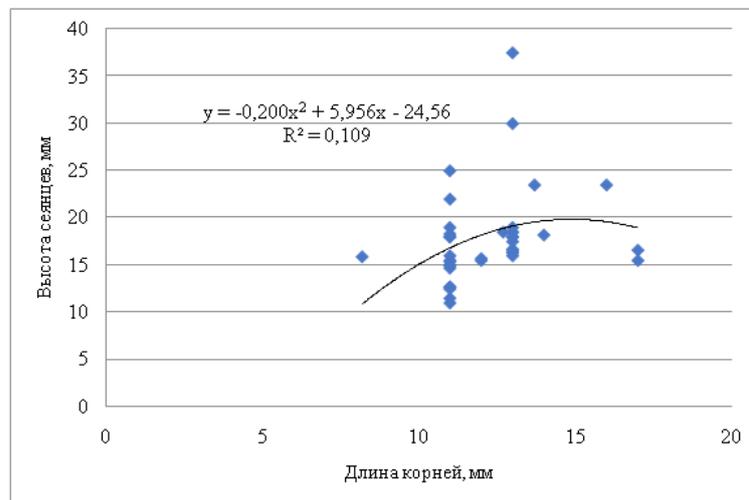


Рисунок 8 - Взаимосвязь длины корней и высоты сеянцев РКЛ-40 (второй вариант)
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.12>

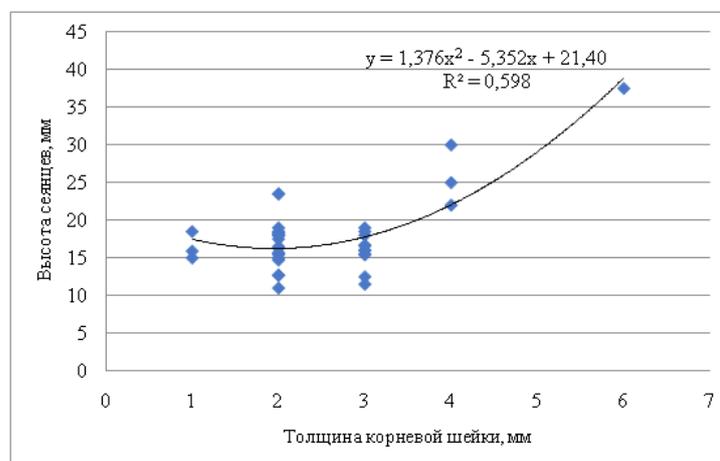


Рисунок 9 - Взаимосвязь толщины корневой шейки от высоты сеянца в кассете по 40 ячеек (второй вариант)
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.9.13>

Как видно из рисунков 4-7, коэффициент детерминации R^2 между толщиной корневой шейки и высотой, длиной корней и высотой кране низкие – 0,1-0,6.

Из рис. 6-9 видно равномерное распределение всех биометрических показателей, сеянца лиственницы сибирской начиная от высоты и заканчивая корневой шейкой.

Высота сеянца оказалась эффективным показателем для анализа длины корней и диаметра корневой шейки. По результатам биометрических показателей выявлено, что сеянцы, выращенные по варианту №1, имели лучшие размеры, так как ячейка кассеты имела наименьший диаметр и глубину ячейки, чем те, которые выращивались по варианту №2. Сеянцы, выращенные в разных типах контейнеров и на разных видах удобрений, показывают разные результаты.

Заключение

Проведенные биометрические измерения 1372 сеянцев лиственницы сибирской, позволили выявить определенные закономерности в росте и развитии лесокультурного материала.

Изучение проводили в 2022 г. в экспериментальных целях, по морфометрическим показателям сеянцы лиственницы сибирской с закрытой корневой системой, выращенные по варианту №1 превосходят сеянцы лиственницы, выращенные по варианту №2, но имеют признаки ослабления по внешнему виду хвои по причине неудачного применения ферментированного органического удобрения.

Установлено, что биометрические показатели выращенных сеянцев как по первому, так и по второму варианту имеют стандартные размеры по толщине стволика, высоте сеянцев, а также по размеру корневой системы. Исследования показали, что размеры ячеек в кассете также оказывают существенное влияние на развитие корневой системы. Так, наименьшие диаметр и глубина ячейки стимулирует развитие корневой системы (кассеты Р-81), что приводит и к увеличению высоты сеянцев.

Результаты показывают, что лиственница сибирская, выращенная, по варианту №2 по исходным биометрическим характеристикам сеянцев, имеет хорошие показатели, которые являются индикаторами для промышленного

выращивания на территории Республики Бурятия, за один сезон можно вырастить хороший лесопосадочный материал лиственницы сибирской.

Несмотря на успехи при выращивании сеянцев лиственницы сибирской в экспериментальных условиях, ни один из испытанных вариантов не является окончательным и универсальным для выращивания сеянцев любых хвойных пород. Однако при выращивании лиственницы сибирской описанные технологии имеют перспективу, так как в экспериментах использовались доступные и довольно дешевые удобрения и средства защиты сеянцев.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Приказы. Правила лесовосстановления : приказ : [утверждены Приказом Министерства природных ресурсов и экологии от 25.03.2019 г.]. — № 188. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/554151577> (дата обращения: 18.11.2019).
2. Гоф А.А. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая / А.А. Гоф, Е.В. Жигулин, С.В. Залесов // Успехи современного естествознания. — 2019. — № 12-1. — С. 9-13. — URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37261> (дата обращения: 03.05.2024).
3. Залесов С.В. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. — 2002. — 112 с.
4. Иванюшева Г.И. Технологическое обеспечение работ по лесовосстановлению / Г.И. Иванюшева, В.И. Казаков, А.Б. Калякин и др. — Пушкино: ВНИИЛМ. — 2012. — 212 с.
5. Луганская С. Н. Изменчивость массы, энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной по Свердловской области / С.Н. Луганская // Леса Урала и хозяйство в них. — 2001. — № 21. — С. 227–236.
6. Жигунов А. В. Лесные культуры сосны и ели из посадочного материала, выращенного комбинированным методом / А.В. Жигунов, С.В. Шевчук // ИВУЗ. Лесной журнал. — 2006. — № 6. — С. 13–19.
7. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / А.В. Жигунов. — СПб. СПбНИИЛХ. — 2000. — 293 с.
8. Залесов С. В. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. — 2002. — 112 с.
9. Фрейберг И. А. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья / И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, О.В. Толкач. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. — 2012. — 121 с.
10. Фрейберг И.А. Совершенствование технологии восстановления хвойных насаждений / И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, А.А. Терин // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 5. — URL: www.science-education.ru/111-10263 (дата обращения: 18.11.2019).
11. Ананьев Е.М. Причины низкой приживаемости лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой системой / Е.М. Ананьев // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2017. — № 49. — С. 58–62.
12. Оплетаев А.С. Опыт многоротационного выращивания контейнерного посадочного материала для искусственного лесовосстановления в теплицах с регулируемым микроклиматом / А.С. Оплетаев, Е.В. Жигулин, С.В. Залесов // Хвойные бореальной зоны. — 2023. — №2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-mnogorotatsionnogo-vyraschivaniya-konteynernogo-posadochnogo-materiala-dlya-iskusstvennogo-lesovosstanovleniya-v-teplitsah-s> (дата обращения: 02.05.2024).
13. Оплетаев А.С. Влияние способа полива на рост и фитомассу сеянцев лиственницы сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) / А.С. Оплетаев, С.В. Залесов, К.А. Башегуров и др. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — №11 (113). — URL: <https://research-journal.org/archive/11-113-2021-november/vliyanie-sposoba-poliva-na-rost-i-fitomassu-seyancev-listvennicy-sukacheva-larix-sukaczewii-dyl> (дата обращения: 02.05.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.030.
14. Мухортов Д. И. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной и берёзы повислой с закрытой корневой системой на субстратах с различной насыпной плотностью / Д.И. Мухортов, А.В. Антропова, М.А. Окач и др. // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2022. — №1 (53). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-seyantsev-sosny-obyknovennoy-i-beryozy-povisloy-s-zakrytoy-kornevoy-sistemoy-na-substratah-s-razlichnoy-nasyпноy> (дата обращения: 03.05.2024).
15. ГОСТ 13056.4–67. Семена деревьев и кустарников. Метод определения массы 1000 штук семян. — Взамен ГОСТ 2937–55 в части VII. — М. — 1987. — 3 с.
16. Российская Федерация. О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» : [утв. Приказом Минприроды России от 19.02.2019 г.] — № 105. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/542643290> (дата обращения: 18.11.2019).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rossijskaja Federacija. Prikazy. Pravila lesovosstanovlenija [Russian Federation. Orders. Forest restoration rules]: order: [approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment dated March 25, 2019]. — No.188. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/554151577> (accessed:18.11.2019). [in Russian]
2. Gof A.A. Prichiny nizkoj prizhivaemosti sejancev sosny obyknovnoj s zakrytoj kornevoj sistemoj v lentochnyh borah Altaja [Reasons for the low survival rate of Scots pine seedlings with a closed root system in the ribbon pine forests of Altai] / A.A. Gof, E.V. Zhigulin, S.V. Zalesov // Uspehi sovremennoego estestvoznanija [Successes in modern natural science]. — 2019. — No. 12-1. — P. 9-13. — URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37261> (accessed: 03.05.2024). [in Russian]
3. Zalesov S.V. Rost i produktivnost' sosnjakov iskusstvennogo i estestvennogo proishozhdenija [Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin] / S.V. Zalesov, A.N. Lobanov, N.A. Lugansky. — Yekaterinburg: Ural State Forestry University. — 2002. — 112 p. [in Russian]
4. Ivanyusheva G.I. Tehnologicheskoe obespechenie rabot po lesovosstanovleniju [Technological support of forest restoration works] / G.I. Ivanyusheva, V.I. Kazakov, A.B. Kalyakin et. al. — Pushkino: VNIILM. — 2012. — 212 p. [in Russian]
5. Luganskaya S. N. Izmenchivost' massy, jenerгии prorastaniya i vshozhesti semjan sosny obyknovnoj po Sverdlovskoj oblasti [Variability of mass, germination energy and viability of Scots pine seeds in the Sverdlovsk region] / S. N. Luganskaya // Lesa Urala i hozjajstvo v nih [Ural forests and their management]. — 2001. — No. 21. — P. 227-236. [in Russian]
6. Zhigunov A. V. Lesnye kul'tury sosny i eli iz posadochnogo materiala, vyrashhennogo kombinirovannym metodom [Forest crops of pine and spruce from planting material grown by a combined method] / A. V. Zhigunov, S. V. Shevchuk // IVUZ. Lesnoj zhurnal [IVUZ. Forestry magazine]. — 2006. — No. 6. — P. 13-19. [in Russian]
7. Zhigunov A.V. Teoriya i praktika vyrashhivaniya posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoj [Theory and practice of growing planting material with a closed root system] / A.V. Zhigunov. — St. Petersburg. St. Petersburg Research Institute of Forestry. — 2000. — 293 p. [in Russian]
8. Zalesov S.V. Rost i produktivnost' sosnjakov iskusstvennogo i estestvennogo proishozhdenija [Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin] / S.V. Zalesov, A. N. Lobanov, N. A. Lugansky. — Yekaterinburg: Ural State Forestry University. — 2002. — 112 p. [in Russian]
9. Freiberg I. A. Opyt sozdaniya iskusstvennyh nasazhdenij v lesostepi Zaural'ja [Experience of creating artificial plantations in the forest-steppe of the Trans-Urals] / I. A. Freiberg, S. V. Zalesov, O. V. Tolkach. — Yekaterinburg: Ural State Forestry University. — 2012. — 121 p. [in Russian]
10. Freiberg I.A. Sovershenstvovanie tehnologii vosstanovlenija hvoynyh nasazhdenij [Improving the technology of restoration of coniferous plantations] / I.A. Freiberg, S.V. Zalesov, A.A. Terin // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. — 2013. — No. 5. — URL: www.science-education.ru/111-10263 (accesses: 18.11.2019). [in Russian]
11. Ananyev E.M. Prichiny nizkoj prizhivaemosti lesnyh kul'tur, sozdannyh sejancami s zakrytoj kornevoj sistemoj [Reasons for low survival rate of forest crops created by seedlings with a closed root system] / E.M. Ananyev // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex]. — 2017. — No. 49. — P. 58-62. [in Russian]
12. Opletaev A.S. Opyt mnogorotacionnogo vyrashhivaniya kontejnernogo posadochnogo materiala dlja iskusstvennogo lesovosstanovlenija v teplichah s reguliruемым mikroklimate [Experience of multi-rotation cultivation of container planting material for artificial reforestation in greenhouses with controlled microclimate] / A.S. Opletaev, E.V. Zhigulin, S.V. Zalesov // Hvoynye boreal'noj zony [Conifers of the boreal zone]. — 2023. — No. 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-mnogorotatsionnogo-vyrashchivaniya-konteynernogo-posadochnogo-materiala-dlya-iskusstvennogo-lesovosstanovleniya-v-teplisah-s> (accessed: 02.05.2024). [in Russian]
13. Opletaev A.S. Vliyanie sposoba poliva na rost i fitomassu sejancev listvennicy sukacheva [Effect of irrigation method on the growth and phytomass of larch seedlings] (Larix sukaczewii Dyl.) / A.S. Opletaev, S.V. Zalesov, K.A. Bashegurov et. al // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2021. — No. 11 (113). — URL: <https://research-journal.org/archive/11-113-2021-november/vliyanie-sposoba-poliva-na-rost-i-fitomassu-seyancev-listvennicy-sukacheva-larix-sukaczewii-dyl> (accessed: 02.05.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.030. [in Russian]
14. Mukhortov D. I. Vyrashhivanie sejancev sosny obyknovnoj i berjozy povisloy s zakrytoj kornevoj sistemoj na substratah s razlichnoj nasypnoj plotnost'ju [Growing Scots pine and silver birch seedlings with a closed root system on substrates with different bulk densities] / D. I. Mukhortov, A. V. Antropova, M. A. Okach et. al // Vestnik PGTU. Serija: Les. Jekologija. Prirodopol'zovanie [Bulletin of PSTU. Series: Forest. Ecology. Nature Management]. — 2022. — No. 1 (53). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyrashchivanie-seyantsev-sosny-obyknovnoj-i-berjozy-povisloy-s-zakrytoj-kornevoy-sistemoy-na-substratah-s-razlichnoj-nasypnoj> (accessed: 03.05.2024). [in Russian]
15. GOST 13056.4–67. Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredelenija massy 1000 shtuk semjan [GOST 13056.4–67. Seeds of trees and shrubs. Method for determination of mass of 1000 pieces of seeds]. — Replaces GOST 2937–55 in part VII. — Moscow — 1987. — 3 p. [in Russian]
16. Rossijskaja Federacija. O vnesenii izmenenij v prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii ot 18.08.2014 g. № 367 «Ob utverzhenii Perechnja lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i Perechnja lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii» [Russian Federation. On Amendments to the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated 18.08.2014 No. 367 "On Approval of the List of Forest Vegetation Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation"] : [approved. by Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of Russia dated 19.02.2019] — No.105. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/542643290> (accessed: 18.11.2019). [in Russian]