

Оригинальная статья

УДК 630*232.32

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-135-142>



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Е.М. Рунова¹, А.В. Денисенко²

^{1,2} Братский государственный университет – БрГУ; г. Братск, Российская Федерация

¹ runova0710@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6178-4038

² anneta-anneta20@mail.ru, ORCID: 0009-0002-7999-1726

Аннотация. Цель работы – исследование влияния технологического процесса выращивания сосны обыкновенной в лесных питомниках на качество посадочного материала, а также рост и развитие сеянцев. Рассмотрены две технологии выращивания сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой в двух питомниках Республики Бурятия, в АУ РБ «Лесресурс» и ООО «Леса Сибири». Питомники имеют разную оснащенность, материалы покрытия теплиц, территориальность места нахождения, степень набивки торфяного кома, поливные системы, температурный режим, площади самих питомников; применяются кассеты разного типа, а также разным является подход по внесению минеральных удобрений. Были изучены способы и сроки подготовки семян к посеву семян *Pinus sylvestris* L., воздействие разных минеральных удобрений в вегетативный период развития сеянцев сосны обыкновенной, оборудование для внесения удобрений, агротехнические уходы, мероприятия по борьбе с вредителями и болезнями. По общепринятым методикам проведено определение качества семян, энергии их прорастания. Установлено, что семена обладают высокой энергией прорастания: за 7 дней прорастание составило 87-94%. Для сравнения эффективности технологий выращивания сеянцев в каждой теплице были определены морфометрические показатели 200 сеянцев и определены основные статистические показатели замеров. Проведенный сравнительный анализ морфометрических параметров сеянцев *Pinus sylvestris* L. в различных тепличных комплексах выявил статистически значимые различия в структуре биомассы и в показателях роста. Сеянцы ООО «Леса Сибири» характеризуются повышенной морфометрической однородностью ($CV < 11\%$), что свидетельствует о стабильных условиях культивирования и отработанной агротехнике. В отличие от них сеянцы АУ РБ «Лесресурс» демонстрируют существенное превосходство в развитии корневой системы при меньшем объеме ячеек посадочных кассет. Данное свойство можно объяснить комплексом агротехнических факторов: применением стимуляторов роста, оптимизацией сроков посева и более плотной набивкой кассет.

Ключевые слова: сеянцы, закрытая корневая система, сосна обыкновенная, удобрения, торф, семена

Формат цитирования: Рунова Е.М., Денисенко А.А. Сравнительный анализ различных технологий выращивания сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой. Природообустройство. 2026;Т.19(4):135-142. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-135-142>

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TECHNOLOGIES FOR GROWING THE COMMON PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) WITH A CLOSED ROOT SYSTEM

Е.М. Runova^{1✉}, A.A. Denisenko²

^{1,2} Bratsk State University – BrSU; Bratsk, Russian Federation

¹ runova0710@mail.ru; ORCID: 0000-0001-6178-4038

² anneta-anneta20@mail.ru; ORCID: 0009-0002-7999-1726

Abstract. The article discusses two technologies for growing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) with a closed root system in two nurseries in the Republic of Buryatia: Lesresurs and Lesa Sibiri. The nurseries have different equipment, greenhouse cover materials, location, peat ball size, irrigation systems, temperature conditions, nursery area, use of different types of cassettes, and approaches to applying mineral fertilizers. The methods and timing of seed preparation for sowing *Pinus sylvestris* L. seeds, the effect of various mineral

fertilizers on the vegetative development of Scots pine seedlings, the equipment for applying fertilizers, agricultural practices, and measures to control pests and diseases were studied. The quality of the seeds and their germination energy were determined using standard methods. It was found that the seeds have a high germination energy, with a 7-day germination rate of 87-94%. To compare the effectiveness of seedling cultivation technologies, the morphometric indicators of 200 seedlings were determined in each greenhouse, and the main statistical indicators of the measurements were identified. A comparative analysis of the morphometric parameters of *Pinus sylvestris* L. seedlings in various greenhouse complexes revealed statistically significant differences in the biomass structure and growth indicators. The seedlings of Lesa Sibiri LLC are characterized by increased morphometric uniformity ($CV < 11\%$), which indicates stable cultivation conditions and well-established agricultural practices. In contrast, the seedlings of Lesresurs AU RB demonstrate a significant advantage in the development of the root system with a smaller volume of planting cassettes. This property can be explained by a complex of agrotechnical factors: the use of growth stimulants, the optimization of sowing dates, and the denser packing of cassettes.

Keywords: seedlings, closed root system, Scots pine, fertilizers, peat, seeds

Citation format: Runova E.M., Denisenko A.A. Comparative analysis of different technologies for growing the common pine (*Pinus sylvestris* L.) with a closed root system. *Prirodoobustrojstvo*. 2026;19(4):135-142. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-4-135-142>

Введение. В современных условиях интенсификации лесного хозяйства и возрастающих требований к эффективности лесовосстановления, особенно на фоне деградации лесов и климатических изменений, традиционные технологии с использованием посадочного материала с открытой корневой системой (ОКС) зачастую демонстрируют свою недостаточную эффективность. Высокий уровень технологий выращивания сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС) является одним из ключевых факторов обеспечения устойчивого лесовосстановления и повышения продуктивности лесных экосистем. Многочисленные исследования подтверждают эффективность и преимущества сеянцев с ЗКС [1-19].

В рамках федерального проекта «Сохранение лесов», в соответствии Государственной программой Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» и национального проекта «Экология», во всех регионах нашей страны актуальными являются сохранение и воспроизводство леса. Вместе с тем возникает необходимость в создании новых интенсивных методов выращивания посадочного материала в самых разных климатических условиях.

Цель исследований: изучение влияния технологического процесса выращивания сосны обыкновенной в лесных питомниках на качество посадочного материала, рост и развитие сеянцев.

Материалы и методы исследований. Исследования и сравнительная характеристика технологических процессов выращивания сеянцев сосны обыкновенной выполнялись одновременно в двух питомниках Республики Бурятия: АУ РБ «Лесресурс» и ООО «Леса Сибири». Исследования проводились в течение вегетационного периода 2025 г. и включали в себя сравнительный анализ

посевого материала, субстратов для выращивания сеянцев, комплекса удобрений и других химикатов, а также технологических особенностей выращивания сеянцев: от предварительной подготовки теплиц до выхода готового посадочного материала. Для подтверждения влияния технологических особенностей на рост и развитие сеянцев в каждой теплице был произведен замер морфометрических показателей по 200 сеянцев с применением общепринятых методик и статистической обработкой полученных результатов при использовании пакета программ Excel 2013 и STATISTICA. Объектом исследований явились сеянцы сосны обыкновенной в различных тепличных комплексах Республики Бурятия, а также технологический процесс их выращивания.

Результаты и их обсуждение. Исследования проводились в теплицах различной конструкции и оснащения. В АУ РБ «Лесресурс» каркас теплицы – металлический, покрытие – сотовый поликарбонат толщиной 10 мм, фундамент – бетон, крыша двухскатная. Размер первой теплицы: длина – 31,2 м, ширина – 8,8 м (274,56 м²); размер второй теплицы больше: длина – 31,8 м, ширина – 9,6 м (305,28 м²). В теплицах АУ РБ «Лесресурс» для проветривания сделаны оконные проемы распашного типа. До 15 июня включительно в ночное время суток все теплицы закрываются во избежание перепада температуры и стресса сеянцев.

В тепличном комплексе ООО «Леса Сибири» теплицы – туннельного типа, каркас металлический, покрытие пленочное, проветривание – боковое рулонного типа, фундамент отсутствует. Полив тепличного комплекса осуществляется из реки Селенга. Предварительно наполняются



а)



б)

Рис. 1. Теплицы АУ РБ «Лесресурс»:

а) – внешний вид теплицы; б) – рамочное размещение кассет в тепличном комплексе

Fig. 1. Greenhouses of the Lesresurs AU RB:

а) – appearance of the greenhouse, б) – frame placement of the cassettes in the greenhouse complex of the Lesresurs AU RB

емкости объемом 25000 л при помощи насосной станции, происходит распределение воды в подвесную поливную рельсовую поливочная рампу «Mosa». Размеры теплиц: ширина – 9,6 м, длина – 50 м (1440 м²). Кассеты размещались

на металлических поддонах, в каждый поддон входило по 20 кассет; сверху кассет в качестве мульчирования использовался вермикулит вспученный марки ВВТ-100, ГОСТ 12865-67 (рис. 2).

В тепличном комплексе АУ РБ «Лесресурс» использовались кассеты РКЛ-81 (параметры кассет представлены в таблице 1). В двух теплицах размещалось 233 рамки, на каждой – 15 кассет; общее количество сеянцев сосны обыкновенной составляет 283095 тыс. шт. Затенение выполнено затеняющей сеткой, полив теплиц осуществляется распылителями форсуночного типа, расположенными на металлических балках. Поливные форсунки расположены на каждом ряду, где расставлены рамки. Распыление – капельное («имитация дождя»); в качестве мульчирования использовался вермикулит мелкой фракции 0-10 мм.

В таблице 1 представлена характеристика семенного материала, использованного в исследованиях. Методика предусматривала проращивание в нейтральной среде без применения

**Рис. 2. Теплица туннельного типа
ООО «Леса Сибири»****Fig. 2. Tunnel-type greenhouse of 'Lesa Sibiri' LLC**

**Таблица 1. Характеристики кассет и семенного материала
для выращивания сосны обыкновенной с закрытой корневой системой**

Table 1. Specifications of cassettes and seed material for growing Scots pine with a closed root system

№	Характеристики кассет	Тепличный комплекс	Семенной материал	Технологический процесс
1	Внешние габариты: 38,5 × 38,5 × 7,3 см. Размер ячейки: 4,1 × 4,1 × 7,3. Количество ячеек – 81. Объем ячейки – 85 см ³ . Количество сеянцев на 1 м ² – 549 шт.	АУ РБ «Лесресурс»	Республика Бурятия, Джидинское лесничество, Джидинское участковое лесничество, лесосеменной район, 21; семена 1 класса.	Ручной способ. Кассеты наполняют торфом, проливают водой и уплотняют утаптыванием на специальных поддонах.
2	К-100 Air Block. Внешние габариты: 38,5 × 38,5 × 10,0 см, количество ячеек – 100 Объем ячейки – 85 см ³ . Количество сеянцев на 1 м ² – 676 шт.	ООО «Леса Сибири»	Иркутская область, Голоустненское лесничество, Малоголустненское участковое лесничество, Булунчукская дача, лесосеменной район, 21, семена 1 класса.	Автоматическая линия высевы семян сосны обыкновенной.

стимуляторов роста с использованием обычной воды. Такой подход позволил получить объективные данные о физиологических характеристиках семян и исключить влияние внешних факторов на показатели прорастания. Энергия прорастания характеризует дружность всходов, что крайне важно для получения выровненного посадочного материала в теплице. В АУ РБ «Лесресурс» после 7 дней энергия прорастания составила 87%. В тепличном комплексе ООО «Леса Сибири» семена были заложены на проращивание 27 апреля с последующим контролем 3 мая. Финальная всхожесть достигла 94%. В таблице 1 приведена характеристика кассет и семенного материала.

В таблице 2 представлены рецепты торфяного субстрата, используемые в лесных питомниках.

По выбору торфяного субстрата есть различия начиная от диапазона кислотности, наличия агроперлита, а также состава макро- и микроэлементов в торфе.

В торфе, используемом в АУБ «Лесресурс», отсутствует агроперлит, но содержится комплексное удобрение Pg Mix, в состав которого входят: N общий – 12%, нитратный N-NO₃ – 7%, аммиачный N-NH₄ – 5%, P₂O₅ – 14%, K₂O – 24%, Mg – 1,3%, MgO – 2%; микроэлементы S – 5,6%, SO₃ – 14%, B – 0,03%, Cu – 0,15%, Fe – 0,09%, Mn – 0,16%, Mo – 0,2%, Zn – 0,04%; кислотность составляет 4,0-4,5 pH (несколько высока). Полив сеянцев сосны обыкновенной осуществляется из скважины, и даже после оттаивания воды кислотность – pH 11,66, то есть вода имеет щелочную реакцию, вследствие чего кислотность торфяного субстрата понижается при поливе.

В ООО «Леса Сибири» использовали торфяной субстрат верховой низкой степени разложения до 15%, рецепт – 9КМУ/1/0,25, фракции – 0-10 мм, в состав которого входила известковая мука, КМУС-1 – комплексное порошкообразное минеральное удобрение с микроэлементами, предназначенное для заправки субстратов, в состав которого входят: N – 12%, P₂O₅ – 14%,

K₂O – 23%, MgO – 2%, S – 4,5%; микроэлементы: Fe (ЭДТА) – 0,09%, Zn – 0,04%, Cu – 0,15%, Mn – 0,16%, Mo – 0,2%, B – 0,03%; агроперлит составляет 10%, кислотность торфа – pH 4,2-4,8 (немного ниже, чем в АУ РБ «Лесресурс», но это объясняется тем, что кислотность воды в реке Селенга по замерам составляет 7,64 pH, то есть она практически нейтральная).

В технологическом процессе ручной набивки кассет для уплотнения использовали метод штабелирования с установкой пустых кассет сверху в качестве дополнительной нагрузки, затем повторно засыпали торфом. Далее набитые кассеты перемещали на деревянные поддоны, проводили первичное увлажнение методом поверхностного полива, а затем выполняли повторное дозированное добавление торфа с последующим формированием посадочных лунок пресс-маркером. На завершающем этапе осуществляли ручной высев семян сосны обыкновенной в лунки с последующей засыпкой торфяно-вермикулитной смесью и перемещением в теплицы (рис. 3а).

Посев сосны в тепличном комплексе ООО «Леса Сибири» осуществлялся с помощью автоматической линии по высеву семян хвойных пород (рис. 3б). Автоматическая линия посева семян сосны обыкновенной включает в себя подготовку субстратов, а именно разрыхление спрессованных торфяных или почвенных брикетов большого объема в модуле «Распаковщик». Разрыхленная смесь автоматически транспортируется из распаковщика в миксер, затем происходит смешивание торфа и смачивающего реагента, готовая смесь выгружается в приемные бункеры основных модулей линии. Заполнение кассет происходит при помощи подачи торфяного субстрата в ячейки кассет K-100 Air Block, затем происходит формирование лунок с помощью специального валика путем создания углублений в заполненных ячейках для последующего посева. Высев семян осуществляется с помощью точечного высевающего барабана, который захватывает семена и размещает их в лунках. Нанесение укрывного

Таблица 2. Рецепты торфяного субстрата, используемые для выращивания

Table 2. Peat substrate recipes used for cultivation

№	Тепличный комплекс	Рецептура состава	Фасовка
1	АУ РБ «Лесресурс»	Торфяной питательный субстрат фракции 0-10 мм, рецепт 4с/1/5,2 ГОСТ Р 51661.4-2000, верховой нейтрализованный торф резной и фрезерный, кислотность pH – 4,0-4,5, содержание комплексного удобрения Pg Mix – не более 1 кг/м ³ , смачивающий реагент – 0,1 л/м ³ , без добавления агроперлита.	Биг-бэйл, 5,2 м ³
2	ООО «Леса Сибири»	Торфяной питательный субстрат фракции 0-10 мм, рецепт 9КМУ/1/0,25, верховой низкой степени разложения до 15%, резной и фрезерный, кислотность pH – 4,2-4,8, смачивающий реагент – 0,1 л/м ³ , перлит – 10%.	Кипа, 250 л



а)



б)

Рис. 3. Технологический процесс посева сосны обыкновенной:

- а) – ручная набивка кассет в тепличном комплексе «Лесресурс»;
б) – автоматическая линия для посева семян сосны обыкновенной в ООО «Леса Сибири»

Fig. 3. The technological process of sowing Scots pine:

- а) - Manual filling of cassettes in the greenhouse complex of the «Lesresurs»;
б) - automatic line for sowing Scots pine seeds of «Lesa Sibiri» LLC

слоя торфа сверху семян происходит из специального бункера, вермикулит подается автоматически из модуля, находящегося у посевной линии наверху. Полив проводится путем орошения кассет из насосной станции, подключенной заранее к посевной линии.

В ходе эксплуатации автоматической линии посева хвойных пород выявлены системные недочеты: неэффективная система полива; вода распределяется поверхностно; отсутствует полное промачивание субстрата. Одним из недостатков автоматической линии является также недостаточное уплотнение торфяного кома в ячейке кассеты, в связи с чем создается нарушение однородности водно-воздушного режима.

В таблице 3 приведены сведения об удобрениях, которые использовались в течение вегетационного периода.

В тепличном комплексе АУ РБ «Лесресурс» применялась технология фертигации с соблюдением 14-дневного интервала, при которой предварительный полив чистой водой предшествовал внесению удобрений через форсунки поливной системы в соответствии с агротехническими нормативами.

В конце вегетационного сезона были произведены морфометрические замеры сеянцев сосны обыкновенной, исследованы были 200 экз., взятых с разных мест тепличного комплекса. Статистический анализ морфометрических показателей сеянцев *Pinus sylvestris* выявил следующие средние значения: высота надземной части – $16,1 \pm 3,2$ см ($CV = 19,9\%$); длина корневой системы – $10,6 \pm 1,7$ см ($CV = 16,0\%$); диаметр

корневой шейки – $2,46 \pm 0,4$ мм ($CV = 16,3\%$); масса сеянца – $57,8 \pm 9,1$ г ($CV = 15,7\%$).

Выявлено, что соотношение надземной части сеянцев к подземной составляет 1,5 : 1 и соответствует оптимальным параметрам для посадочного материала, умеренный коэффициент вариации (15-20%) свидетельствует о стабильных условиях культивирования. Наблюдается положительная корреляция: между высотой сеянца и диаметром корневой шейки ($r = 0,82$); между массой растения и длиной корневой системы ($r = 0,79$).

Полученные статистические параметры подтверждают эффективность применяемой агротехники и соответствие сеянцев стандартам качества для лесовосстановительных работ. Относительно низкие показатели вариабельности морфометрических характеристик указывают на однородность партии и оптимальные условия выращивания.

В тепличном комплексе ООО «Леса Сибири» применялась иная система удобрений по сравнению с технологией, используемой в питомнике АУ РБ «Лесресурс». В таблице 4 приведена характеристика удобрений, применяемых в ООО «Леса Сибири».

В конце периода выращивания были сделаны замеры 200 сеянцев сосны обыкновенной (табл. 5). Средние значения сеянцев ООО «Леса Сибири»: высота – $10,88 \pm 1,15$ см (надземная часть); $10,34 \pm 0,82$ см (корневая система); $2,09 \pm 0,15$ мм (корневая шейка); $53,4 \pm 2,8$ г (биомасса). В таблице 5 представлены статистические данные двух тепличных комплексах.

Таблица 3. Удобрения, используемые в тепличном комплексе АУ РБ «Лесресурс» в 2025 г.

Table 3. Fertilizers used in the greenhouse complex of the AU RB «Lesresurs» in 2025

Наименование	Квалификация	Состав	Норма внесения
Калия перманганат	Антисептическое средство	KMnO ₄	1 мл/10 л
Карбамид	минеральное удобрение	N – 46%, P – 0%, K – 0%	20 г/м ²
Акварин 5	минеральное удобрение	N – 18%, P ₂ O ₅ 1-8%, K ₂ O – 18%, Mg – 1,5%, Сера, S + микроэлементы: Fe (ДТПА) – 0,054%, Zn (ЭДТА) – 0,014%, Cu (ЭДТА) – 0,01%, Mn (ЭДТА) – 0,042%, Mo – 0,004%, B – 0,02%.	1 кг/1000 л
Акварин 13	минеральное удобрение	N – 13%, P ₂ O ₅ 41%, K ₂ O – 13%; микроэлементы: Fe (ДТПА) – 0,054%, Zn (ЭДТА) – 0,014%, Cu (ЭДТА) – 0,01%, Mn (ЭДТА) – 0,042%, Mo – 0,004%, B – 0,02%.	1 кг/1000 л
Акварин 16	минеральное удобрение	N – 6%, P ₂ O ₅ 12%, K ₂ O – 36%, MgO – 2%, S – 4%; микроэлементы: Fe (ДТПА) – 0,054%, Zn (ЭДТА) – 0,014%, Cu (ЭДТА) – 0,01%, Mn (ЭДТА) – 0,042%, Mo – 0,004%, B – 0,02%.	1 кг/1000 л
Сульфат калия	минеральное удобрение	N – 0%, P – 0%, K – 52%	34 г/м ²
Биомикариза	биофунгицид	живые споры, мицелий и споры штаммов эндомикоризного гриба	4кг/800 л

Таблица 4. Система удобрений и средств защиты в тепличном комплексе «Леса Сибири»

Table 4. Fertilizer and pesticide system in the greenhouse complex of «Lesa Sibiri»

Наименование	Квалификация	Состав	Норма внесения
Калия перманганат	Антисептическое средство	KMnO ₄	1 мл/10 л
Акварин 5	Минеральное удобрение	N – 18%, P ₂ O ₅ – 18%, K ₂ O – 18%, Mg – 1,5%, S + микроэлементы Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, B	1 кг/1000 л
Фитоспорин-М	Биофунгицид	Живые бактерии <i>Bacillus subtilis</i>	100 г/10 л
Суперфосфат	Минеральное удобрение	Азот – 6%, фосфор – 26%	34 г/м ²
Ракус	Фунгицид	Эпоксиконазол, ципрконазол	10 мл/10 л
Акварин 16	Минеральное удобрение	N – 6%, P ₂ O ₅ – 12%, K ₂ O – 36%, MgO – 2%, S – 4% + микроэлементы Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, B	1 кг/1000 л
Сульфат калия	Минеральное удобрение	N – 0%, P – 0%, K – 52%	34 г/м ²
Биомикориза	Биофунгицид	Живые споры и мицелий <i>Glomus intradices</i>	8 кг/1600 л

Таблица 5. Сравнительный статистический анализ
морфометрических показателей сеянцев

Table 5. Comparative statistical analysis of morphometric indicators of seedlings

Показатель	ООО «Леса Сибири»	АУ РБ «Лесресурс»
Высота надземной части, см	10,88 ± 1,15	16,08 ± 3,20
Длина корневой системы, см	10,34 ± 0,82	10,63 ± 1,70
Диаметр корневой шейки, мм	2,09 ± 0,15	2,46 ± 0,40
Масса, г	53,4 ± 2,8	57,8 ± 9,1
Коэффициент вариации, %	8,9-10,6	15,7-19,9

Проведенный сравнительный анализ морфометрических параметров семян *Pinus sylvestris* в различных тепличных комплексах выявил статистически значимые различия в структуре биомассы и показателях роста. Сеянцы ООО «Леса Сибири» характеризуются повышенной морфометрической однородностью ($CV < 11\%$), что свидетельствует о стабильных условиях культивирования и отработанной агротехнике. В отличие от этого сеянцы АУ РБ «Лесресурс» демонстрируют существенное превосходство в развитии корневой системы при меньшем объеме ячеек посадочных кассет. Данное свойство можно объяснить комплексом агротехнических факторов: применением стимуляторов роста, оптимизацией сроков посева, дифференцированным внесением стартовых доз азотных удобрений.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

В результате анализа установлено, что в АУ РБ «Лесресурс», несмотря на меньшую

глубину посадочной емкости (7,3 см против 10 см) и меньшую степень автоматизации производственного процесса, сеянцы демонстрируют превосходство по ключевым морфометрическим показателям: высота больше высоты сеянцев ООО «Леса Сибири» на 47,8%; толщина стволика больше на 17,8%; масса сеянцев больше на 8,2%. Данное отличие можно объяснить особенностями состава торфа, системой удобрений с оптимальным соотношением макро- и микроэлементов и особенностями агротехнических приемов в разных тепличных комплексах, а также технологией наполнения кассет с большей плотностью торфяного кома.

Автоматизированное наполнение (ООО «Леса Сибири») кассет вследствие погрешностей настройки оборудования привело к недостаточным плотности и объему торфяного субстрата. В дальнейшем в тепличном комплексе было закуплено дополнительное оборудование – смеситель для торфа SIDLOV CM10-2100X970, который обеспечил более высокую плотность торфа за счет его перемешивания и смачивания.

Список использованных источников

1. Якимов Н.И., Поплавская Л.Ф., Сероглазова Л.М. Влияние состава субстрата на рост и развитие сеянцев сосны с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. № 1. Лесное хозяйство, 2004. С. 189-192
2. Якимов Н.И. Агротехника выращивания лесного посадочного материала с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. № 1. Лесное хозяйство, 2006. С. 207-210.
3. Носников В.В., Селищева О.А., Юренин А.В. [и др.] Опыт применения гумата калия в составе торфяного субстрата при выращивании сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой // Лесное хозяйство: материалы 89-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 3-18 февраля 2025 г. Минск: БГТУ, 2025. С. 360-365.
4. Сеньков А.О. Адаптация сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на сплошных вырубках средней подзоны тайги: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2005. 19 с.
5. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Клишина Л.И. [и др.] Морфометрические параметры сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. Т. 4. С. 52-67.
6. Сахнов В.В., Пурыев А.С. Совершенствование технологий выращивания посадочного материала хвойных пород для целей лесовосстановления и лесоразведения в различных почвенно-климатических условиях // Проблемы воспроизводства лесов в Российской Федерации. Пушкино: ВНИИЛМ, 2015. С. 135-142.
7. Казаков В.И., Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Чукарина А.В. Влияние росторегулирующих препаратов на рост сеянцев сосны в степной зоне // Развитие идей Г.Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесопользованию: матер. междунар. науч.-техн. юбилейной конф. (20-21 апреля 2017, ВГЛТУ). Воронеж, 2017 С. 160-162. DOI: 10.24419/LHL.2304-3083.2019.3.03 EDN: UUFUGS
8. Родин А.Р., Грибков В.В., Никитина А.В. Оптимальные соотношения надземной биомассы посадочного материала и корневых систем хвойных пород // Лесохозяйственная информация. 1974. № 15. С. 13-14.

References

1. Yakimov N.I. Influence of the substrate composition on the growth and development of pine seedlings with a closed root system / N.I. Yakimov, L.F. Poplavskaya, L.M. Seroglazova // Proceedings of BSTU. No. 1. Forestry, 2004. P. 189-192
2. Yakimov N.I. Agrotechnics of Growing Forest Planting Material with a Closed Root System / N.I. Yakimov // Proceedings of BSTU. No. 1. Forestry, 2006, P. 207-210.
3. V.V. Nosnikov, O.A. Selishcheva, A.V. Yurenin [et al.] The experience of using potassium humate as part of a peat substrate in the cultivation of pine and spruce seedlings with a closed root system // Forestry: materials of the 89th Scientific-technical conference of the faculty, researchers and postgraduates (with international participation), Minsk, February 3-18, 2025. Minsk: BSTU, 2025. P. 360-365.
4. Senkov A.O. Adaptation of seedlings of Scots pine with a closed root system on continuous cuttings of the middle taiga subzone: Abstract of the dissertation. ... Candidate of Agricultural Sciences. Arkhangelsk, 2005. 19 p.
5. Sakhnov V.V., Puryaev A.S. Improving the technologies of growing coniferous planting material for reforestation and afforestation purposes in various soil and climatic conditions // Problems of Forest Reproduction in the Russian Federation. Pushkino: VNIILM, 2015. P. 135-142.
6. Kazakov V.I., Prokazin N.E., Lobanova E.N., Chukarina A.V. Influence of growth-regulating preparations on the growth of pine seedlings in the steppe zone // Development of G.F. Morozov's ideas in the transition to sustainable forest management: materials of the international scientific and technical conference. anniversary conf. (April 20-21, 2017, VGLTU). Voronezh, 2017 P. 160-162. DOI: 10.24419/LHL.2304-3083.2019.3.03 EDN: UUFUGS
7. Rodin A.R., Gribov V.V., Nikitina A.V. Optimal ratios of above-ground biomass of planting material and root systems of coniferous species // Lesokhozyaystvennaya informatsiya. 1974. No. 15. P. 13-14.
8. Gof A.A., Zhigulin E.V., Zalesov S.V., and Opletayev A.S. The experience of creating forest crops with seedlings with a closed root system on the burnt areas of the Altai Territory

9. Гоф А.А., Жигулин Е.В., Залесов С.В., Оплетев А.С. Опыт создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой на гарях Алтайского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 12-2 (90). С. 125-130. DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073 EDN: ZMBMPW
10. Залесов С.В., Лобанов А.Н., Луганский Н.А. Рост и производительность сосняков искусственного и естественного происхождения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 112 с.
11. Грибов С.Е., Ганжа Н.В. Лесоводственно-экономическая оценка лесных культур, созданных различным видом посадочного материала // Молочно хозяйственный вестник. 2015. 1(17). С. 14-22. EDN: TNZYWL
12. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Эффективность выращивания лесных культур крупномерным посадочным материалом в Восточном Забайкалье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). EDN: VVRYAB
13. Рунова Е.М., Денисенко А.В. Технологические аспекты выращивания сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой // Леса России хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 53-61. DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.006 EDN: PFGJKG
14. Проказин Н.Е., Бартевев И.М., Казаков В.И., Лобанова Е.Н. Особенности роста сеянцев сосны при лесовосстановлении горельников в лесостепной зоне // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 2(26). С. 91-96. DOI: 10.12737/article_5967e9ddbc1144.25242725 EDN: PFGJKG
15. Маленко А.А., Чичкарев А.С., Завалишин С.И., Маленовских А.А., Курсикова Е.С. Выращивание лесных культур сосны с закрытой корневой системой в условиях степи на юге Западной Сибири. Текст: электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 103-116. DOI: Ю.24419/1III.2304-3083.2023.3.08 EDN: SXRAQR
16. Проказин Н.Е., Бартевев И.М., Родин С.А., Казаков В.И., Лобанова Е.Н. Динамика приживаемости и роста культур сосны обыкновенной на горельнике в лесостепной зоне // Современная лесная наука: проблемы и перспективы: матер. Всероссийской научно-практической конференции (20-22 декабря 2017). Воронеж: Истоки, 2017. С. 335-339
17. Родин С.А., Суворов В.И., Казаков В.И. Эколого- и ресурсосберегающая технология и комплекс машин для создания лесных культур // Результаты опытных и научно-исследовательских работ в ОЛХ «Русский лес». Серпухов: 1999. С. 17-19.
18. Граник А.М., Крук Н.К. Рост лесных культур сосны обыкновенной в зависимости от сроков посадки и вида посадочного материала // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. Минск: БГТУ, 2018. № 2 (210). С. 85-90
19. Мочалов Б.А., Бобушкина С.В. Влияние вида кассет на размеры сеянцев сосны с закрытыми корнями и их рост в культурах на Севере // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2013. № 5 (335). С. 65-70. EDN: RFKXTZ
- International Research Journal. 2019. No. 12-2 (90). P. 125-130. DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.073
10. Zalesov S.V., Lobanov A.N., Lugansky N.A. Growth and Productivity of Artificial and Natural Pine Forests. Ekaterinburg: Ural State Forestry University, 2002. 112 p.
11. Gribov S.E., Ganja N.V. Forestry and Economic Assessment of Forest Cultures Created by Different Types of Planting Material // Dairy Farming Bulletin. 2015. 1(17). C. 14-22. EDN: TNZYWL
12. Bobrinev V.P., Pak L.N. Efficiency of Growing Forest Crops with Large-sized Planting Material in Eastern Transbaikalia // Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 2 (58). EDN: VVRYAB
13. Runova E.M., Denisenko A.V. Technological Aspects of Growing Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings with a Closed Root System // Forests of Russia, their forestries. 2025. No. 1 (92). P. 53-61. DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.006 EDN: PFGJKG
14. N.E. Prokazin, I.M. Bartenev, V.I. Kazakov, E.N. Lobanova Peculiarities of the growth of pine seedlings in the reforestation of burn areas in the forest-steppe zone // Forestry engineering journal. 2017. Vol. 7, No. 2(26). P. 91-96. DOI: 10.12737/article_5967e9ddbc1144.25242725 EDN: PFGJKG
15. A.A. Malenko, A.S. Chichkarev, S.I. Zavalishin, A.A. Malenovskikh, and E.S. Kursikova. Growing Pine Forest Crops with a Closed Root System in the Steppe Conditions of Southern Western Siberia. Text: electronic // Forestry Information. 2023. No. 3. P. 103-116. DOI: Ю.24419/1III.2304-3083.2023.3.08 EDN: SXRAQR
16. N.E. Prokazin, I.M. Bartenev, S.A. Rodin, V.I. Kazakov, and E.N. Lobanova. Dynamics of the Survival and Growth of Scots Pine Cultures on Burned Lands in the Forest-Steppe Zone // Modern Forest Science: Problems and Prospects: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (December 20-22, 2017). Voronezh: Istoki, 2017, P. 335-339
17. Rodin S.A. Environmental and resource-saving technology and a set of machines for creating forest crops / S.A. Rodin, V.I. Suvorov, and V.I. Kazakov // Results of experimental and research work at the Russian Forest Research Institute. Serpukhov, 1999. P. 17-19.
18. Granik A.M. Growth of Scots pine forest crops depending on the planting time and type of planting material / A.M. Granik, N.K. Kruk // Proceedings of BSTU. Ser. 1, Forestry, environmental management and processing of renewable resources. Minsk: BSTU, 2018. No. 2 (210). P. 85-90
19. Mochalov B.A., Bobushkina S.V. Influence of the type of cassettes on the size of pine seedlings with closed roots and their growth in cultures in the North // Bulletin of higher educational institutions. Forest journal. 2013. No. 5 (335). P. 65-70. EDN: RFKXTZ

Информация об авторах

Елена Михайловна Рунова, д-р с.-х. наук, профессор; ORCID: 0000-0001-6178-4038; SPIN-код: 5662-5260, AuthorID: 423869, runova0710@mail.ru

Анна Викторовна Денисенко, аспирант; SPIN-код: 8793-4969, AuthorID: 1253626; anneta-anneta20@mail.ru

Information about the authors

Elena M. Runova, DSs (Agro), Professor; ORCID: 0000-0001-6178-4038; SPIN-код: 5662-5260, AuthorID: 423869, runova0710@mail.ru

Anna V. Denisenko, Postgraduate Student; anneta-anneta20@mail.ru

Критерии авторства

Рунова Е.М., Денисенко А.В. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare no conflicts of interest

Статья поступила в редакцию / Received 22.11.2025

Одобрена после рецензирования / Received 23.08.2026

Принята к публикации / Accepted 07.09.2026

Authorship criteria

Runova E.M., Denisenko A.V. performed theoretical and experimental research, on the basis of which they summarized and wrote a manuscript, have copyright for the article and are responsible for plagiarism.