

УДК 630:232.22

DOI: 10.18522/2308-9709-2026-56-26

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Старцев А.В.^{1*} Рубцов А.А.¹ Свиркова С.В.¹

¹ФГБОУ «Кемеровский государственный университет» (КемГУ)

г. Кемерово, Россия

startsev-tony@ya.ru, alex.rub@bk.ru, svsvirkova@yandex.ru

ORCID:0000-0001-5234-9624, 0009-0008-5989-8165, 0000-0001-5707-4746

ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR GROWING SEEDLINGS WITH A
CLOSED ROOT SYSTEM

Startsev A.V., Rubtsov A.A., Svirnova S.V.

Kemerovo State university, Kemerovo, Russia

Аннотация. В Кемеровской области–Кузбассе ежегодно востребованы саженцы с закрытой корневой системой для лесовосстановления и рекультивации. Разработаны элементы технологии, позволяющие повысить всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели сибирской (*Picea obovata*), улучшить морфометрические параметры сеянцев регуляторами роста: НВ-101, Росток и применением жидкого органического удобрения БИО-Р.

Ключевые слова: лесовосстановление, рекультивация, саженцы, всхожесть, регуляторы роста, почвогрунт, фитопатогены.

Abstract. In the Kemerovo Region and Kuzbass, seedlings with closed root systems are in annual demand for reforestation and restoration. Technological elements have been developed to increase the germination of Scots pine and Siberian spruce seeds and improve the morphometric parameters of seedlings using growth regulators: NV-101, Rostok, and the use of liquid organic fertilizer BIO-R.

Key words: reforestation, reclamation, seedlings, germination, growth regulators, soil, phytopathogens.

Введение

Облесение поверхности техногенных ландшафтов является наиболее перспективным способом биологической рекультивации, с точки зрения затрат на её проведение и рекреационного значения. Основной трудностью, с которой сталкиваются лесоводы России, является дефицит качественного районированного посадочного материала, соответствующего Государственным стандартам и нормативам для лесовосстановления, рекультивации нарушенных земель и озеленения населенных пунктов (Авдеев, 2022). Он обусловлен быстрой потерей всхожести семян из-за развития окислительных процессов и накопление токсичных метаболитов в зародыше семени в результате процессов дыхания и брожения восприимчивости сеянцев к поражению фитопатогенами, когда возбудители инфекции способны накапливаться в почве до критического уровня и при благоприятном сочетании тепла и влаги поражать сеянцы (Ананьев, 2018 Железнов, 2021). Исследователями данного процесса установлено, что «...грибница патогенов проникает в молодые неокрепшие растения, когда механические и покровные ткани сформированы слабо» (Астафьев, 2015). В этом случае отпад биоматериала может составлять от 20-30% до 100%. Другой причиной гибели всходов являются представители рода *Verticillium* Nees. У корневой шейки сеянцев закупоривается сосудистая система, образуется кольцевая перетяжка, блокируется поступление воды. Из-за её недостатка растение погибает (Осипенко, 2017, Прокопьев, 2017, Прохоренко, 2017, Сахнов, 2023). Перечисленные факторы ведут к значительному снижению всхожести семян уже на второй год после их сбора (Братилова, 2024). Одним из путей сохранения или увеличения данного показателя может быть использование стимуляторов и регуляторов роста синтетического и органического происхождения (Воложанинов, 2021).

Стимуляторами роста растений являются «природные и синтетические соединения, усиливающие процессы роста у растений. К природным стимуляторам роста относятся фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины, а также некоторые витамины».

В качестве стимуляторов можно использовать вещества, получаемые синтетическим путем, или вещества, вырабатываемые самим растением, но взятые в повышенных количествах, не свойственных требованиям организма.

Под термином «регуляторы роста» растений нужно понимать «... природные и синтетические соединения, стимулирующие или тормозящие процессы роста и развития растений (природные вещества и синтетические

препараты, применяемые при обработке семян и посадочного материала). При этом ауксины активируют рост стеблей, стимулируют образование корней у черенков растений». После выявления в растениях ауксинов ученым удалось установить внутренние причины ряда ростовых процессов (Воронкова, Николаева, 2021).

Механизмы регуляции многих форм роста, в частности роста стебля, цветения розеточных растений, нарушения покоя и более активного по сравнению с контрольным вариантом позеленения листьев выявлены только после открытия гиббереллинов и цитокининов. Гиббереллины индуцируют или активируют рост стеблей растений, вызывают прорастание семян и образование партенокарпических плодов, а также нарушают период покоя у ряда растений. Цитокинины стимулируют клеточное деление (цитокинез), заложение и рост стеблевых почек, как у целых растений, так и у недифференцированных каллусов, а также продлевают жизнь и поддерживают нормальный обмен веществ у изолированных листьев, вызывают их вторичное позеленение. Из природных ингибиторов роста известны кумарин и его производные, абсцизовая кислота и др. Они тормозят рост растений при переходе их в состояние покоя, не приводя их к гибели». Поиск надёжных регуляторов роста и технологий выращивания саженцев с закрытой корневой системой продолжается (Андреев, 2016).

В настоящее время не менее 20 % площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления до 2025 г. уже выполняется посадкой сеянцев и саженцев с закрытой корневой системой с последующим увеличением их доли. Тем не менее, до сих пор в основе искусственного лесовосстановления стоит посадочный материал с открытой корневой системой. Даже при оптимальных условиях хранения семян всхожесть снижается на 20 % на 3-4-й год хранения. Низкая всхожесть семян хвойных вынуждает завышать нормы посева, что обуславливает неэффективное использование ресурса. Поэтому одной из актуальных задач современного лесного хозяйства является поиск методов повышения посевных качеств семян (Наими, 2018).

В научной литературе имеются сведения об успешных результатах, финских и шведских лесоводов, которые за счет механизации тепличного комплекса, оптимизации состава почвогрунтов под сеянцы и использования технологий закрытой корневой системы, смогли обеспечить Скандинавские страны в полной мере качественным посадочным материалом (Ben Mrid R, 2021, Ghatas, 2021). Преимущество выращивания посадочного материала в

теплицах заключается в том, что здесь легче создать оптимальные условия для прорастания семян и развития проростков. Теплица позволяет высаживать семена на месяц раньше, чем в условиях открытого грунта и получить за один год посадочный материал близкий по размерам к стандартным двухлетним сеянцам. Одной из ведущих технологий в данном направлении является «Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе в зоне Арктики (Носников, 2018).

На территории лесного семеноводческого центра республики Татарстан имеются четыре тепличных комплекса с потенциальным выходом сеянцев, рассчитанного на 1 миллион экземпляров. Положительные результаты достигаются автоматическими системами орошения и полива. Процесс выращивания состоит из отдельных этапов или ротаций. В лесном семеноводческом центре благодаря этому получают в общей сумме 12 миллионов сеянцев за год. На территории Управления зелёного строительства Красноярского края также имеются тепличные комплексы для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Достижение положительных результатов связано с развитием научно-обоснованных технологий и автоматической системой регулирования необходимых абиотических факторов (Сахнов, 2023). В научной литературе описаны аналогичные технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в тепличных комплексах других регионов Российской Федерации (Мерзленко, 2017; Галдина, 2017; Демидова, 2020).

В условиях Ленинградской области под руководством А. В. Жигунова разработаны надежные методические рекомендации для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Помимо необходимых режимов освещения, полива, подкормки удобрениями, представлены характеристики оптимальных агрокассет для выращивания сеянцев (марки «Плантек»). При этом большое внимание уделяется тому, чтобы под конкретные древесные породы почвогрунт разрабатывался или подбирался индивидуально.

В Сибири в отличие от европейской территории России климатические условия гораздо жёстче. В Кемеровской области почвенные условия неоднозначны в том, что большая часть из них подвержена техногенному разрушению и требует восстановления до приемлемого экологического уровня путем рекультивации. Саженьцы, выращенные в стандартных (типичных) полевых питомниках, не могут иметь хорошую приживаемость на техногенном субстрате с ярко выраженными механическими угловато-острыми, по большей

части засоленными, крупными агрегатами. В связи с этим, выращивание саженцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), пихты сибирской (*Abies sibirica*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) с ЗКС чрезвычайно актуально. При этом актуальны разработки стимуляторов роста не оставляющих побочных эффектов для окружающей среды (Кожевников, 2017; Коновалова, 2024; Зоткина, 2023,).

Нами проведены исследования по выращиванию сосны сибирской (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovata*) по технологии закрытой корневой системы с использованием стимуляторов роста и жидкого органического удобрения марки БИО-Р. В научной литературе имеются результаты применения стимуляторов роста на основе тритерпеновых кислот пихты сибирской (*Abies sibirica*). Наиболее известные среди них «Вэрва» и «Вэрва – ель» в состав которых входят эмульсионный экстракт пихты сибирской (*Abies sibirica*), способствующий активации физиологических процессов и выработки иммунитета. Так же за счёт содержания минорных соединений эти препараты обладают фунгицидной активностью. В лесоводстве так же пользуется спросом «Циркон», – препарат на основе эфиров кофейной кислоты, которую добывают из листьев эхинацеи. Положительное действие этого стимулятора роста заключается в активации прорастания семян и укоренения. Также актуален препарат «Эпин-экстра», который разработан московскими учёными и апробирован на умышленно заражённых бактериями растениях. Эти бактерии представляли из себя условно-патогенные штаммы *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*. Были получены положительные иммунные эффекты у разных растений в том числе и на хвойных актуально также применение препарата НВ-101 на основе экстрактов кедра гималайского и сосны обыкновенной, удачно зарекомендовавшего себя в технологиях выращивания посадочного материала. Благодаря этому препарату достигается активация всхожести семян и лучшая сцепляемость корней с почвой (Фроленкова, 2016, Степанов, 2018).

В настоящее время появился спрос на применение жидкого органического удобрения марки БИО-Р, созданного по патенту на основе отходов крупного рогатого скота. Благодаря минеральным солям, органическим соединениям, гуминовым кислотам и богатой микрофлоре, находящимся в его составе обеспечивается активация почвенных физиологических процессов, сцепляемость подземной части растений с субстратом и транспортировка влаги по растению (Рубцов, 2024).

Важно оценить всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovata*) в условиях Кемеровской области и развитие растений на первых этапах органогенеза (Николаева, 2021).

Цель исследования: Оценка всхожести семян после их обработки регуляторами роста и жидким органическим удобрением марки БИО-Р влияния на морфометрические параметры сеянцев.

Объекты и методы Всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovate*) исследовали в 2020–2022 гг. в соответствии с Линейные параметры посадочного материала исследовали в 2021–2023 гг. Для этого модифицировали торфосубстраты, составленные в соответствии с практическими рекомендациями А.В. Жигунова и др. путем введения в верховой сфагновый торф, содержащий природные биологически активные вещества, которые сдерживают распространение болезней и способствуют здоровому росту сеянцев (Бондаренко, 2023).

Для исключения отрицательного действия патогенных грибов семенной материал хранился в герметично упакованной таре в условиях морозильной камеры и температурах + 4°C, +20°C и - 18°C, а так же на семенной материал воздействовали парами азота (–182°C).

Динамика естественного падения всхожести определялась по годам указанных видов хвойных деревьев и её регулирования после обработки стимуляторами роста: НВ-101, Росток, а также внесением в почвогрунт жидкого органического удобрения БИО-Р.

Препарат НВ-101 содержит натуральные компоненты органического происхождения и комплекс микроэлементов. В его состав включены экстракты на основе биологически активных веществ хвойных пород с высоким стимулирующим, противомикробным, адаптогенным действием в условиях почвенного и климатического стресса.

Росток приготовлен из низинного торфа и является гуминовым удобрением. Он стимулирует рост и развитие растений, усиливает адаптацию к природным и техногенным воздействиям, ускоряет прохождение фенологических фаз в процессе онтогенеза, активно влияет на белковый обмен и ограничивает поступление токсикантов в растение.

Жидкое органическое удобрение БИО-Р получено в процессе анаэробного сбраживания отходов животноводства. Использование его на практике показывает улучшение физико-химических свойств почвы,

активизирует её микрофлору, восстанавливает структуру и плодородие, повышает коэффициент использования минеральных удобрений. За счет этого увеличивается энергия прорастания и всхожесть семян, лучше и сильнее развивается корневая система и формируется стабильно высокая продуктивность растений (Kabanova, 2015, Астафьева, 2015, Nardi, 2016, Фроленкова, 2016, Осипенко, 2017 Волотович, 2018, Степанов, 2018).

Схема опыта отражена в таблице 1. Предварительно семена барботировали в снеговой воде в течение 6 часов. Затем сеяли в кассету с торфом и вводили исследуемые препараты.

Таблица 1. Варианты опытов с торфосубстратами

Варианты опыта	Состав торфосубстрата	Код варианта
Контроль	Торфосубстрат + вода (до 90% влагоемкости субстрата)	К
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	Торфосубстрат + НВ-101 (аналогично внесли маточный раствор (1-2 капли на 1 л воды).	ТС+НВ-101
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	Торфосубстрат + Росток (аналогично внесли маточный раствор (5% раствор).	ТС+ Р
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	Торфосубстрат + ТОР-органик (аналогично внесли маточный раствор (1% раствор)	ТС+ТОР
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	Торфосубстрат + НВ-101 (аналогично внесли маточный раствор (1-2 капли на 1 л воды).	ТСЕ+НВ-101
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	Торфосубстрат + Росток (аналогично внесли маточный раствор (5% раствор).	ТСЕ+Р
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	Торфосубстрат + ТОР-органик (аналогично внесли маточный раствор (1-2 капли на 1 л воды).	ТСЕ+ТОР

Результаты исследования.

Как отмечалось выше, показатель всхожести семян характеризует популяцию видов в границах жизненности, то есть способности к естественному возобновлению и выживанию в лесах или пригодность для выращивания лесных культур. Всхожесть семян в России определяют по единой общепринятой методике. В условиях Западной Сибири выделяют классы качества тоже по единой шкале, что позволяет сопоставить относительное качество семян по регионам и целесообразность их

использования в лесовосстановлении. Семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) могут быть отнесены по всхожести к 1-2 классу в случае, если она достигнет 85-95%, потому, что данный вид отнесен к 5 зоне выращивания, куда отнесена и Кемеровская область. Следовательно, высоко качественными семена могут быть при всхожести 95%.

Для ели сибирской (*Picea obovata*) установлено 3 зоны, требования которых находятся на уровне 40% (1 класс), 25% (2 класс), 10% (3 класс).

Согласно источникам научной литературы, для успешной адаптации и развития посадочного материала хвойных пород необходимы максимально хорошие условия хранения семян. На 3-4 год независимо от этого всхожесть семян падает. По данным специалистов лесного хозяйства они часто сталкиваются с проблемой низкой грунтовой всхожести. Известно, что семена сосны и ели сохраняют биологическую жизнеспособность до 5–6 лет.

Испытание различных температурных режимов хранения (+20°C, +4°C, –18°C, –182°C) ортодоксальных семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea abies*) в течение восьми лет (2011–2019) показало существенное преимущество отрицательных температур по сравнению с положительными.

Установлено, что хранение семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovata*) в герметично упакованной таре и при влажности семян 4,2–4,4% в условиях морозильной камеры (–18°C) и в парах жидкого азота (–182°C) блокировало распространение и не допускало развитие патогенной микобиоты, что позволило сохранить качество и жизнеспособность семян на уровне начала опыта. Температура хранения семян +20°C, несмотря на герметичность упаковки и низкую влажность семян, способствовала ускорению темпов распространения болезней; хранение при +4°C, в сравнении с +20°C, до некоторой степени его сдерживало.

Температура хранения семян должна быть тем ниже, чем дольше планируемый срок хранения. Абсолютное сохранение посевных качеств семян возможно при полном отсутствии заражённости их грибами перед закладкой на хранение, как это наблюдается в одной из партий семян, ели.

В большинстве случаев прослежена закономерная зависимость: чем меньше семена заражены патогенными грибами, тем выше энергия прорастания и всхожесть семян, что в свою очередь связано с температурным режимом хранения. Видовое разнообразие патогенной микобиоты на семенах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovata*) (за

исключением семян ели 2009 года закладки) представлено, в первую очередь, апроотрофными представителями родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Scorulariopsis*; реже встречались *Cladosporium*, *Oedocephalum*, *Mucor*, единично – грибы рода *Alternaria*. В некоторых партиях отмечены виды рода *Thamnidium*, вызывающие загнивание семян в результате антисанитарных условий при сборе. Грибы рода *Botrytis* отмечены только на семенах сосны, сапротроф *Spicaria elegans* – только на семенах ели.

Снять проблему слабой всхожести семян возможно исследованием стимуляторов и регуляторов роста, но работы в этом направлении пока не многочисленны. Нами получены положительные результаты решения соответствующей проблемы с использованием удобрения на основе органических соединений «БИО-Р» (табл.2) (Осипенко, 2017, Осипенко, 2018, Гофф, 2020, Гладинов, 2021, Еросланова, 2022, Коновалова, 2024).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на всхожесть семян сосны обыкновенной (Pinus sylvestris) и ели обыкновенной (Picea obovate) %

Варианты опыта	Код варианта	2020 г. (исходные данные)	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Контроль	Кс*	94	90±1,5	80±1,87	74±2,46
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+НВ-101	95	92±1,33	86±1,54	76±1,53
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+ Р	95	93±1,47	86±1,55	77±1,41
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+БИО-Р	95	93±1,31	88±1,31	78±1,37
Контроль	Ке**	92	87	81	75
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+НВ-101	93	87±1,38	81±1,45	71±1,42
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+Р	93	90±1,31	83±1,41	75±1,42
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+БИО-Р	93	91±1,32	86±1,44	77±3,33

Ке*- сосна обыкновенная; Ке**- ель обыкновенная.

По показателям представленным в таблице видно, что применение органического удобрения «БИО-Р» даёт положительные результаты для всхожести семян. Полученные результаты показывают, что у семян, которые теряют проценты всхожести, из-за механических повреждений, длительного хранения при воздействии на них препарата БИО-Р увеличивается энергия прорастания и всхожесть на 3-10%.

Линейные параметры посадочного материала Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели обыкновенной (*Picea obovata*) исследовались, так же сравнением эффективности известных регуляторов роста с органическим удобрением «БИО-Р» внесением их в почвогрунт (табл.3).

Таблица 3. Влияние регуляторов роста на длину растения с закрытой корневой системой, см

Варианты опыта	Код варианта	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Контроль (сосна)	Кс	7,5±0,55	6,6 ± 0,44	7,2±0,62	7,2±0,62
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+НВ-101	7,9±0,56	7,8±0,55	7,8±0,55	7,9±0,56
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+ Р	7,9±0,55	7,8±0,54	7,8±0,54	7,9±0,55
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	ТС+БИО-Р	8,3±0,52	8,5±0,55	8,2±0,51	8,4±0,53
Контроль (ель)	Ке	7,8±0,54	7,5±0,53	7,7±0,54	7,6±0,54
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+НВ-101	8,6±0,57	8,4±0,55	7,8±0,54	7,8±0,54
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+Р	8,4±0,57	8,5±0,57	7,6±0,54	7,6±0,54
Ель обыкновенная (<i>Picea obovata</i>)	ТСЕ+БИО-Р	8,8±0,58	8,8±0,58	9,0±0,62	8,6±0,57

Линейные параметры, наиболее соответствующие стандартам Гост Р 59370-2021 достигались во вариантах с органическим удобрением «БИО-Р». Такие результаты объясняются тем, что в состав, исследуемого органического удобрения входят переработанные отходы животноводства, активируя гумусовые и фульвокислоты, что положительно отражается на биохимических процессах. Положительный эффект заключается в стимуляции гидрорежима, защите от неблагоприятных климатических факторов, усилением защиты от болезней и вредителей.

Заключение

Таким образом нам удалось оценить всхожесть семян после их хранения в герметичных условиях и пониженных температурах в условиях морозильной камеры, что минимизировало развитие патогенных грибов на семенном материале. Нами проведена оценка всхожести семенного материала после обработки регуляторами роста и разработанными жидкими органическими удобрениями.

Варианты с внесением «БИО-Р» улучшают показатели качества семенного материала, от которого зависит качество посадочного материала. Нами достигнуты положительные результаты, связанные с соответствием линейных параметров стандарту. За счёт разработанного нами почвогрунта активируются защитные механизмы у посадочного материала к климатическим изменениям, фитопатогенными развитию болезней.

Литература

1. Авдеева Е.В. Российский и мировой опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой* /Е. В. Авдеева, Н. Л. Ровных, Д. В. Иванов, Н. В. Сухенко, И. В. Кухар, М. Д. Калинин / Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XL, № 4. С. 250–258;

2. Ананьев, Е.М. Рост искусственных сосновых насаждений различной густоты посадки [Электронный ресурс] / Е.М. Ананьев, А.Е. Осипенко, А.А. Гоф, М.А. Косов, Е.С. Залесова // Вестник биотехнологии. – 2018. – № 1. – Режим доступа: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2018/1/136>.

3. Андреева Е. М., Стеценко С. К., Кучин А. В., Терехов Г. Г., Хуршкайнен Т. В. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотех. журн. 2016. № 3. С. 10–19

4. Астафьева О.В. и др. /О.В. Астафьева, Д.Д. Вилкова, Ю.В. Батаева, Д.К. Магзанова, М.А. Егоров // Исследование антибактериальных свойств стимулятора роста растений «Эпин-экстра» с целью получения экологически чистой продукции/ – Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 8 (130), 2015. С. 81-85.

5. Бондаренко, А.С. Сравнительная оценка плюсовых деревьев ели европейской на основе анализа динамики рангового положения их семенного потомства в испытательных культурах. // А.С Бондаренко., А.В Жигунов / Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023.:(243):68-85.

6. Братилова, Н. П. Влияние длины семядолей всходов на накопление фитомассы однолетних сеянцев сосны кедровой сибирской / Н. П. Братилова, Д. А. Коновалова, А. В. Мантулина // Генофонд и селекция растений. Материалы 7-й Международной конференции, посвященной 95-летию академика РАН П.Л. Гончарова. – 2024. С. 69-71

7. Воложанинов С.С. и др. Получение и подготовка к хранению семян хвойных растений в устройстве инфракрасной сушки /С.С. Воложанинов, А.А. Завалий, В.В. Разумный, Д.Д. Волобуев, В.С. Воложанинова // Агропромышленная инженерия 2021. № 27 (190). С. 87-112.]

8. Вологович А.А., Поплавская Л.Ф., Ребко С.В., Тупик П.В. Сравнительные показатели роста сортовых сеянцев сосны обыкновенной с ЗКС // Лесное хозяйство: Тез. 82-й науч.-техн. конф. с междунар. участием, Минск, 01–14 февраля 2018 г. Минск: Изд-во БГТУ, 2018. С. 56

9. Воронкова Н.А. и др. Эффективность препарата НВ-101 для некорневой подкормки яровой пшеницы на лугово-черноземной почве Западной Сибири / А.Н. Воронкова, Н.Ф. Балабанова, В.А. Волкова, Н.А. Цыганова // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7. С. 11–17

10. Галдина Т.Е., Самошин С.Е. Влияние нетрадиционных удобрений на выращивание посадочного материала в лесных питомниках // Успехи современного естествознания, 2018. № 11. С. 24–29.

11. 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.

12. Гоф А.А. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной сеянцами с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая. /А.АГоф//Екатеринбург, 2020. 169 с.

13. Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г. Изменчивость биометрических показателей сеянцев сосныскрученной широкохвойной с закрытой корневой системой на севере Архангельской области // Лесоведение, 2020. № 5. С. 466–473.

14. Железнов Я. А. Зонирование территории Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки с учетом экологического фактора // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 35. С. 19–32.

15. Еросланова А.В., Заболотских П.В. Влияние биометрических показателей сеянцев сосны (*Pinus sylvestris* L.)с закрытой корневой системой на рост лесных культур //Инженерные кадры — будущее инновационной экономики России, 2022. № 1. С. 271–274.

16. Кожевников Н. В., Заушинцена А. В. Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 43 – 47.]

Старцев А. В., Рубцов А. А., Свиркова С. В., Элементы технологии выращивания саженцев с закрытой корневой системой // «Живые и биокосные системы». – 2026. – № 56; URL: <https://jbks.ru/archive/issue-56/article-26>; DOI: 10.18522/2308-9709-2026-56-26

17. Коновалова Д.А., Братилова Н.П., Мантулина А.В., Коротков А.А. Рост сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на экспериментальных субстратах // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 55–67. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-55-67

18. Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Мельник П.Г. Результаты выращивания провениенций сосны обыкновенной в географических посадках Серебряноборского опытного лесничества // Лесоведение, 2017. № 3. С. 176–182.

19. Наими О. И. Гуминовые препараты: свойства, источники и промышленное получение (обзор) // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 8 (24). С. 276–282

20. Николаева М.А., Варенцова Е.Ю., Сафина Г.Ф. Влияние температурных режимов хранения семян сосны и ели на всхожесть и зараженность патогенными грибами. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(1):157-167.

21. Носников, В. ЗКС: за и против / В. В. Носников // Лесное и охотничье хозяйство. - 2018. - № 4. - С. 13-17

22. Осипенко, А.Е. Ход роста по запасу искусственных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 2. – С. 34-41

23. Осипенко, А.Е. Динамика роста искусственных сосняков в высоту и по диаметру на юге Алтайского края / А.Е. Осипенко, Е.М. Ананьев, Д.А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – 2017. – № 3 (48). – С. 61-69.

24. Осипенко, А.Е. История искусственного лесовосстановления в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, Е.М. Ананьев, А.А. Гоф,

Старцев А. В., Рубцов А. А., Свиркова С. В., Элементы технологии выращивания саженцев с закрытой корневой системой // «Живые и биокосные системы». – 2026. – № 56; URL: <https://jbks.ru/archive/issue-56/article-26>; DOI: 10.18522/2308-9709-2026-56-26

В.В. Савин, Д.А. Шубин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (66). – С. 98-101.

25. Осипенко, А.Е. Густота искусственных сосняков на юго-западе Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №2 (156). – С. 51-58.

26. Осипенко, А.Е. Строение по диаметру искусственных и естественных сосновых древостоев в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2018. – № 1 (50). – С 85-91.

27. Прокопьев А.П. Лесокультурное направление исследований Восточно-европейской лесной опытной станции // Лесохозяйственная информация, 2016. № 4.С. 22–30.

28. Прохоренко Н.Б., Глушко С.Г. Характеристика сосняков сложных на волжских террасах Татарстана // Сибирский лесной журнал, 2017. № 2. С. 40–51

29. Рубцов А.А., Заушинцена А.В. Состав и структура архей в биопрепарате «ТОР-органик» // *Высокопроизводительное секвенирование в геномике (HSG-2022): Сборник тезисов III Всероссийской конференции, Новосибирск, 19–24 июня 2022 г.* Новосибирск: Академиздат; 2022. С. 64

30. Сахнов В.В., Прокопьев А.П., Галиуллин И.Р., Глушко С.Г. Рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой, в различных условиях Республики Татарстан // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 2. С. 38–48. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-38-48

31. Степанов А. А., Шульга П. С., Госс Д. Д., Смирнова М. Е. Применение природных гуматов для ремедиации загрязненных городских

почв и стимулирования роста растений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2018. № 2. С. 30–34

32. Тишков А.С., Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Рост и производительность культур ели разной густоты посадки в условиях северо-западного Подмосковья // Лесное хозяйство. Материалы докл. 84-й науч.-техн. конф., посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием), Минск, 03–14 февраля 2020 г. Минск: Изд-во Белорусского государственного технологического университета, 2020. С. 150–151.

33. Усов, М.В. Обеспеченность подростом спелых и перестойных насаждений Западно-Сибирского подтаежного лесостепного лесного района [Электронный ресурс] / М.В. Усов, А.Ю. Толстиков, В.В. Савин, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин, В.И. Крюк // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://aon.urgau.ru/ru/issues/17/articles/323>.

34. Фроленкова М. С., Волкович А. П. Влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и ели европейской на их всхожесть и энергию прорастания // Тр.БГТУ. Лесное хозяйство. 2016. № 1 (183). С. 148–152

35. Ben Mrid R., Benmrid B., Hafsa J., Boukcim H., Sobeh M., Yasri A. Secondary metabolites as biostimulant and bioprotectant agents: A review // Sci. Total Environ. 2021.V. 777. N. 1. Article number: 146204

36. Ghatas Y., Ali M., Elsadek M., Yousry M. Enhancing growth, productivity and artemisinin content of *Artemisia annua* L. Plant using seaweed extract and micronutrients // Industr. Crops Products. 2021. V. 161. N. 164. Article number: 113202.

37. Kabanova S. A., Musoni W., Zenkova Z. N., Danchenko M. A., Scott S. A., Kabanov A. N. Selection of Scots pine seedling growth stimulants in extreme conditions of the Northern Kazakhstan steppe zone // IOP Conf. Ser.: Earth Environ.Sci. 2020. V. 611. N. 012039. P. 1–11

38. Kim, K.H. A review on the human health impact of airborne particulate matter / K.H. Kim, E. Kabir, S. Kabir // Environ Int, 2015. - V.74. - P. 136–143.

39. Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: Physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism // Sci. Agr. 2016. V. 73. N. 1. P. 18–23.

40. Ventilation-associated particulate matter is a potential reservoir of multidrug-resistant organisms in health facilities / E.A. Chezganova [et al.] // Life, 2021. - V. 11. - № 7. - P. 639.

Статья поступила в редакцию 10 июня 2026 г.

Поступила после доработки 24 июня 2026 г.

Принята к печати 28 июня 2026 г.

Received 10, June, 2026

Revised 24, June, 2026

Accepted 28, June, 2026