

Минобороны России
Федеральное государственное бюджетное учреждение
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

На правах рукописи

НЕЛАЕВА КАРИНА ГЕННАДЬЕВНА

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах научно-квалификационной работы на тему:

**АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ДВУХРОТАЦИОННОГО
РЕЖИМА ВЫРАЩИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ В КАРЕЛИИ**

Подготовленный в соответствии с требованиями Федерального государственного
образовательного стандарта высшего образования по направлению **35.06.02 Лесное
хозяйство**

(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

профиль обучения: Лесные культуры, селекция, семеноводство

Научный руководитель:
доктор биологических наук, доцент
Чернобровкина Н.П.

Петрозаводск

2025

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ДВУХРОТАЦИОННОГО РЕЖИМА ВЫРАЩИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В КАРЕЛИИ

Леса Карелии ежегодно подвергаются рубкам и лесным пожарам. Необходима разработка мер по ускоренному их лесовосстановлению. Одним из приоритетных направлений в лесном хозяйстве является развитие качественно новых технологий воспроизводства лесов. Основным и наиболее действенным способом формирования искусственных насаждений (лесных культур) является посадка, которая в настоящее время составляет более 80%. Создание системы устойчивых и практически целесообразных мероприятий по воспроизводству лесов в кратчайшие сроки является актуальным.

Современная агротехника выращивания ПМ вышла за пределы стандартного набора механических приемов и включает в себя использование новейших биологических методов и средств. В мировой практике внедряется двухротационное выращивание контейнерных сеянцев хвойных пород, что позволяет увеличить объемы выращивания сеянцев за один сезон. В лесных питомниках Карелии также начинается внедрение двухротационного выращивания контейнерных сеянцев. Необходимым условием успешного внедрения этого режима выращивания в Карелии является разработка агротехнических приемов повышения качества ПМ хвойных пород с учетом особенностей экологии и климата края. По предварительно полученным данным, в условиях Карелии устойчивость к низким температурам у сеянцев сосны при двухротационном выращивании по сравнению с сеянцами одной ротации оказалась пониженной.

Значимым критерием оценки качества сеянцев является устойчивость их к неблагоприятным условиям среды, которую определяют различными методами. Наиболее признанным считается кондуктометрический метод, основанный на анализе выхода электролитов из поврежденных тканей. Главный критерий устойчивости сеянцев к факторам среды – процент приживаемости их при пересадке на лесокультурные площади.

При позднем сроке посева семян, который проводится при выращивании сеянцев второй ротации (2rot) в третьей декаде июня, период вегетации для растений сокращается до 2,5 месяцев. В этих условиях сеянцы продолжают расти даже в октябре. В результате процессы формирования механизмов устойчивости к низким температурам могут быть заторможены, и они могут не успеть подготовиться к условиям осенне-зимнего периода. Во избежание этого в зарубежной практике двухротационного выращивания сеянцев хвойных применяется регулирование светового режима путем затенения ПМ в определенные сроки. В условиях северных широт применение этого приема затрудняется, поскольку при этом небольшая продолжительность периода роста сеянцев в северных широтах еще более снижается.

Цель работы – разработка агротехнических приёмов при внедрении двухротационного режима выращивания контейнерных сеянцев сосны обыкновенной в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах, в частности Карелии.

Задачи исследования:

1. Поиск критериев качества сеянцев и разработка методов их количественной оценки для оптимизации режима выращивания в регионе исследования.
2. Проведение сравнительного анализа однолетних контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* L. по морфометрическим показателям при двухротационном режиме выращивания в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах.
3. Исследование формирования морозоустойчивости контейнерных сеянцев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. двухротационного выращивания в условиях высоких широт с использованием кондуктометрического метода.
4. Выявление влияния внекорневой обработки контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* L. второй ротации стимуляторами роста при двухротационном режиме выращивания в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах.
5. Испытание сроков посева семян сосны при выращивании контейнерных сеянцев второй ротации.
6. Влияние инокуляции семян *Pinus sylvestris* L. эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* (штаммы 10-4) на показатели морфометрии и морозоустойчивости сеянцев.

Научная новизна. Впервые в результате производственного испытания режима двухротационного выращивания однолетних контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* в условиях высоких широт в зоне среднетаёжных лесов России представлены и проанализированы морфометрические характеристики сеянцев с применением корреляционного и регрессионного анализов. Использовали широко применяемые в мировой практике интегральные показатели качества сеянцев: отношение сухой массы побега к сухой массе корня; коэффициент выносливости и индекс качества Диксона, позволяющие прогнозировать приживаемость и рост после высадки. Показано, что режим выращивания сеянцев без ротаций обеспечивает получение качественного стандартного посадочного материала. Отсутствие значительной корреляции между линейными размерами надземной части и интегральными показателями качества сеянцев 1rot и 2rot указывает на разбалансированность их морфометрических показателей. Сеянцы этих вариантов не соответствовали показателям стандартного посадочного материала. Показали, что пребывания в теплице было достаточно во всех вариантах эксперимента, однако общая продолжительность выращивания в варианте 2rot должна быть увеличена для получения посадочного материала с высоким индексом качества Диксона. Отсутствие значительной корреляции между линейными

размерами надземной части и интегральными показателями качества семян в двух вариантах указывает на недостаточность неповреждающих методов оценки, традиционно проводимых в условиях питомника, для получения объективной информации об их качестве. Для более точной оценки целесообразно определять также массу органов семян. Сравнительная оценка морфометрических показателей семян сосны при двухротационном выращивании, включая использование интегральных коэффициентов качества, показала, что для получения качественного стандартного посадочного материала необходима корректировка временного режима и применение дополнительных агроприемов. Впервые показано формирование морозоустойчивости хвои контейнерных семян сосны обыкновенной в осенний период при безротационном, а также при внедряемом в условиях высоких широт двухротационном режиме выращивания. Сеянцы 2rot отличались пониженной морозоустойчивостью.

Результаты исследований позволили расширить знания по формированию морозоустойчивости контейнерных семян *Pinus sylvestris* L. при двухротационном режиме выращивания в условиях короткого вегетационного периода, характерного для высоких широт зоны среднетаежных лесов России. Получен уникальный набор данных, характеризующих посадочный материал хвойных пород на примере сосны обыкновенной по значимым морфометрическим и физиологическим показателям. Впервые выявлены и научно обоснованы эффекты воздействия предложенных и исследованных в данной работе агротехнических мероприятий (сроки посева, эффект применения защитной сетки, воздействие стимуляторами роста и эндофитными бактериями) с использованием усовершенствованных методов оценки качества семян на рост и формирование морозоустойчивости контейнерных семян сосны.

Практическая значимость. По результатам испытаний инновационных агротехнических приемов составлены практические рекомендации по агротехнике двухротационного выращивания контейнерных семян сосны обыкновенной в лесных питомниках зоны среднетаежных лесов России. Основные положения рекомендаций заключаются в том, что при выращивании семян сосны второй ротации рекомендуется проводить посев семян в кассеты в открытом грунте за три недели до помещения в теплицу, проводить их обработку стимуляторами роста, семена перед посевом по схеме 2 ротации обрабатывать эндофитными бактериями. Рекомендовали, применяя затеняющую сетку (ООО Рассадатара, Россия), создающую тепличный эффект и обеспечивающую максимальный рост в высоту семян первой ротации, контролировать соотношение надземной и подземной частей семянца, используя кассеты с большим объемом ячеек для роста корней или снятием защитной сетки после достижения высоты семянца стандартных размеров.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. При двухротационном режиме выращивания однолетних контейнерных семян *Pinus sylvestris* в условиях короткого вегетационного периода зоны среднетаежных лесов России сеянцы 2rot к

осеннему периоду не достигают стандартных размеров и отстают по формированию морозоустойчивости от сеянцев безротационного выращивания.

2. Для повышения морфометрических показателей и морозоустойчивости сеянцев сосны 2rot, а также для повышения интенсивности их роста при высадке на лесокультурную площадь эффективно применение внекорневой обработки стимуляторами роста.

3. С целью удлинения сроков выращивания контейнерных сеянцев сосны 2rot рекомендуется проводить посев семян в кассеты в открытом грунте за три недели до помещения в теплицу.

4. Инокуляция семян *Pinus sylvestris* эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* (штаммы 10-4) положительно повлияла на рост при дефиците ЭМП и морозоустойчивость контейнерных сеянцев.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Анализ литературных данных показал, в литературе отсутствуют сведения, характеризующие успешность применения двухротационного режима выращивания контейнерных сеянцев хвойных, в частности сосны обыкновенной, в условиях короткого вегетационного периода в северных широтах, а также по использованию современных агротехнических приёмов в процессе двухротационного выращивания в этих условиях.

1.1 Программа исследования

В соответствии с целью и задачами исследований были поставлены и решены следующие программные вопросы. Выявление приемлемых критериев оценки качества сеянцев для оптимизации режима выращивания. Проведение сравнительного анализа однолетних контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* по морфометрическим показателям при двухротационном режиме выращивания в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах. Исследование формирования морозоустойчивости контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* двухротационного режима выращивания в условиях высоких широт с использованием кондуктометрического метода. Определение влияния внекорневой обработки контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* второй ротации стимуляторами роста. Испытание сроков посева семян сосны при выращивании контейнерных сеянцев второй ротации. Исследование влияния инокуляции семян *Pinus sylvestris* эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* (штаммы 10-4) на показатели морфометрии и морозоустойчивости сеянцев.

ГЛАВА 2. РАЙОН, ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований, условия эксперимента. Двухротационное выращивание однолетних контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* L. проводили в лесопитомнике в течение вегетационного сезона 2020г. При разделении вегетационного сезона на периоды, соответствующие посевам разных ротаций.

2.1. Морфологические и аналитические методы

Для определения морфологических и химических показателей 24 сентября в каждом варианте случайным образом отбирали по 30 семян, у которых после извлечения из контейнеров промывали корневую систему. У семян измеряли длину надземной части от корневой шейки до кончика терминальной почки (Lap), корня (Lr), гипокотыля (Lh), эпикотыля (Le), почки (Lb) и диаметр корневой шейки (RCD). Каждый сеянец разделяли на органы, определяли гравиметрическим методом сырую массу органов, определяли влажность органов (в %), рассчитывали сухую массу: сеянца (DMs); надземной части (DMap); корней (DMr); хвои (DMn); эпикотыля (DMe); гипокотыля (DMh); почек (DMb). Рассчитывали интегральные показатели качества: отношение сухой массы побега к сухой массе корня $SRR = SDM/RDM$, коэффициент выносливости – отношение высоты сеянца к диаметру стволика $SQ = SH(см)/RCD(мм)$ и индекс качества Диксона $DQI = TDM/(SH/RCD + SRR)$.

При анализе степени повреждаемости (КП) низкими температурами хвои семян разных вариантов их выращивания хвою семян одного варианта выдерживали при различных температурах: -5, -10, -20, -30, -40°C и принимали эти семена за стрессовые (опытные). Контрольными были растения этого же варианта выращивания, хвоя которых не подвергалась температурному воздействию.

2.2 Испытание сроков посева семян сосны при выращивании контейнерных семян сосны второй ротации

Объекты исследований, условия эксперимента. В 2024 г. в ТК «Вилга» проводили испытание различных сроков посева семян 2rot в условиях открытого грунта с последующим перемещением кассет в теплицу, что позволило увеличить общую продолжительность периода вегетации при сохранении продолжительности тепличного периода.

Проводили посев двух дополнительных вариантов: 21rot и 22rot (15 мая и 3 июня, соответственно) с установкой кассет на открытой площадке, использовали покрытие защитной сеткой (ООО Рассадатара, Россия), которую снимали 10.06. Когда семена 1rot были перемещены в открытый грунт и теплицы были освобождены, кассеты вариантов 21rot и 22rot помещали в теплицу вместе с кассетами 2rot (посев 25 июня). Дата посева варианта 22rot была выбрана таким образом, чтобы к моменту перемещения в теплицу проростки находились в фазе окончания линейного роста гипокотыля и временной остановки роста [Редько, 1983], с целью минимизации стресса от резкого изменения условий роста.

Уходы проводили по стандартной технологии. Во второй декаде октября 2024г. проводили замеры морфометрических показателей семян по указанной выше методике (2.4.2). Определение морозоустойчивости хвои семян проводили во второй декаде октября 2024г. выше изложенным кондуктометрическим методом (2.4.3). Результаты обрабатывали статистически, представляли в виде таблиц и графически.

2.3 Влияние стимуляторов роста на показатели качества сеянцев сосны второй ротации

Объекты исследований, условия эксперимента. Эксперимент по двухротационному режиму выращивания контейнерных сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях короткого вегетационного периода проводили в 2023г. на территории Республики Карелия на базе тепличного комплекса (ТК) «Вилга».

2.4 Влияние инокуляции семян *Pinus sylvestris* L. эндофитными бактериями

***Bacillus subtilis* (штаммы 10-4) на показатели морфометрии и морозоустойчивости сеянцев**

В 2024г. проводили эксперимент с инокуляцией семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* (штаммы 10-4,) в условиях ТК «Вилга», на территории Республика Карелия, Россия (61°82' с.ш., 34°16' в.д.). Использовали семена 1 класса качества, заготовленные в Медвежьегорском центральном лесничестве (62°55' с.ш.). Посев семян проводили по схеме без ротаций 17.05.2024 (0rot) и в варианте второй ротации 25.06.2024 (2rot) при двухротационной схеме. Уход при выращивании сеянцев проводили по стандартной технологии [Степанов, Зайцева, 2016].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Выращивание контейнерных сеянцев сосны обыкновенной в две ротации

1. Высокая корреляция морфометрических показателей и индекса качества Диксона сеянцев сосны режима без ротаций (0rot) свидетельствовала о хорошей сбалансированности органов сеянца по массе и линейным размерам. Режим выращивания сеянцев без ротаций обеспечивает получение качественного стандартного посадочного материала. Отсутствие значительной корреляции между линейными размерами надземной части и интегральными показателями качества сеянцев 1rot и 2rot указывает на разбалансированность их морфометрических показателей. Сеянцы этих вариантов не соответствовали показателям стандартного посадочного материала.
2. Для выявления зависимости морфометрических показателей от режима выращивания формализовали временные показатели и построили модели множественной регрессии с двумя объясняющими переменными. Показали, что пребывания в теплице было достаточно во всех вариантах эксперимента, однако общая продолжительность выращивания в варианте 2rot должна быть увеличена для получения посадочного материала с высоким индексом качества Диксона.
3. Отсутствие значительной корреляции между линейными размерами надземной части и интегральными показателями качества сеянцев в двух вариантах указывает на недостаточность неповреждающих методов оценки, традиционно проводимых в условиях питомника, для получения объективной информации об их качестве. Для более точной оценки целесообразно определять также массу органов сеянцев.
4. Сравнительная оценка морфометрических показателей сеянцев сосны при двухротационном выращивании, включая использование интегральных коэффициентов качества, показала, что для

получения качественного стандартного посадочного материала необходима корректировка временного режима и применение дополнительных агроприёмов.

3.2 Формирование морозоустойчивости контейнерных сеянцев сосны обыкновенной

1. В результате исследования формирования морозоустойчивости хвои контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* в осенний период в условиях высоких широт при двухротационном режиме выращивания установлено, что хвоя сеянцев всех режимов выращивания в первой декаде сентября была устойчива к низким температурам лишь до -4°C. Морозоустойчивость хвои сеянцев повышалась и в третьей декаде октября во всех вариантах, кроме 2rot, хвоя не повреждалась даже при -25°C.
2. Сеянцы 2rot по сравнению с другими вариантами отличались пониженной морозоустойчивостью хвои в период исследования со второй декады сентября. Учитывая возможность заморозков в осенний период возможен риск повреждения сеянцев 2rot.
3. Непродолжительный период выращивания сеянцев 2rot отразился на химическом составе органов – хвоя и стебли отличались от всех вариантов повышенным уровнем азота и калия, а также фосфора в стеблях по сравнению с вариантами 0rot и 1rotT. Хвоя сеянцев второй ротации имела ярко-зеленую окраску без характерного для сформировавшихся морозоустойчивость сеянцев пурпурного оттенка, у них не была сформирована верхушечная почка. Данные указывают на то, что сеянцы 2rot в отличие от других вариантов не закончили свой рост и развитие с окончанием вегетационного периода.

3.4 Агротехнические приемы при двухротационном выращивании контейнерных сеянцев сосны в условиях высоких широт

1. Испытание модифицированного временного режима выращивания контейнерных сеянцев *Pinus sylvestris* 2rot, позволяющего увеличить общую продолжительность вегетации при сохранении тепличного периода, показало, что сроки посева – 15.05 и 03.06 благоприятно отразились на морфометрических показателях и морозоустойчивости контейнерных сеянцев.

2. В практику лесных питомников для выращивания сеянцев 2rot можно рекомендовать срок высева семян – 03.06, обеспечивающий максимальное повышение морфометрических показателей сеянцев.

3. Испытанные стимуляторы роста растений – Экорост, Циркон, Эпин-экстра в определённых концентрациях эффективны при выращивании контейнерных сеянцев второй ротации в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах.

4. Экорост и Эпин-экстра повышали морозоустойчивость сеянцев второй ротации при -15°C. Стимуляторы роста положительно повлияли на высоту сеянцев – до 23% по сравнению с контролем. Препараты повышали массу сеянцев (до 68%) и особенно – корней (до 97%). Стимуляторы роста

повышали прирост высоты саженцев при выращивании в условиях школьного отделения. Положительное влияние испытанных стимуляторов роста в определенных концентрациях на морозоустойчивость хвои, биометрические показатели сеянцев и на прирост в высоту саженцев сосны указывает на их значимость для успешного создания лесных культур.

5. Препараты рекомендуются к применению для совершенствования агроприемов при выращивании посадочного материала хвойных пород при двухротационном выращивании в условиях высоких широт.

6. Предпосевная обработка семян *Pinus sylvestris* эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* 10^4 , проведенная в мае, при дефиците минерального питания положительно повлияла на морфометрические показатели однолетних контейнерных сеянцев. По сравнению с контролем (без обработки) показатели массы надземной части повышались до 303%, массы корней – до 291%. Для повышения массы надземной части наиболее эффективной концентрацией была 10^7 КОЕ/мл, массы корней – 10^5 КОЕ/мл. Для индекса качества Диксона, позволяющего прогнозировать успех при высадке сеянцев на лесокультурную площадь, наилучшие результаты получены при концентрации 10^5 КОЕ/мл (297% от контроля).

7. Обработка семян бактериями положительно сказалась на морозоустойчивости сеянцев сосны в независимости от сроков посева. Для повышения морозоустойчивости наиболее эффективными оказались бактерии в концентрациях 10^4 и 10^6 КОЕ/мл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пригодность критериев качества посадочного материала определяют по эффективности прогнозирования с их помощью уровня приживаемости (%) и роста после высадки на лесокультурную площадь. Несмотря на успехи в тестировании качества сеянцев и прогнозировании полевых показателей, ни один тест не является универсальным для всех видов и условий окружающей среды. В соответствии с концепцией целевых сеянцев, использование приведенных в данном обзоре морфометрических критериев оценки качества сеянцев в практике лесных питомников необходимо для прогнозирования успешности высадки посадочного материала и достижения максимальной предсказуемости результатов при создании высокопродуктивных лесных культур.

Проведено производственное испытание в лесном питомнике режима двухротационного выращивания однолетних контейнеризированных сеянцев *Pinus sylvestris* L в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах. Получены и проанализированы морфометрические характеристики сеянцев, оценена возможность внедрения в практику лесных питомников испытанного режима без адаптации к данным климатическим условиям.

Отсутствие значительной корреляции между линейными размерами надземной части и индексом качества Диксона и другими интегральными индексами в двух вариантах эксперимента указывает на недостаточность неповреждающих методов оценки для получения объективной

информации о качестве семян. Для более точной оценки целесообразно определять массу органов семян и их физиологические показатели.

Сравнительная оценка морфометрических показателей семян сосны трех вариантов выращивания, включая использование интегральных коэффициентов качества, показала, что для получения качественного стандартного посадочного материала в условиях северных широт необходима адаптация двухротационного режима выращивания путем корректировки временного режима и применения дополнительных агроприёмов.

Показано формирование морозоустойчивости хвои контейнерных семян сосны обыкновенной в осенний период при безротационном, а также при внедряемом в условиях высоких широт двухротационном режиме выращивания. Результаты исследований показателей роста, элементного состава и устойчивости к низким температурам контейнерных семян выявили проблему, которая связана с преимущественно низкими морфометрическими показателями семян 2rot, не соответствующими стандартному посадочному материалу и с пониженной морозоустойчивостью. Непродолжительный период выращивания отразился и на химическом составе органов – хвоя и стебли семян 2rot отличались от всех вариантов повышенным уровнем азота и калия, а также фосфора в стеблях по сравнению с вариантами 0rot и 1rotT. Хвоя семян 2rot имела ярко-зеленую окраску без характерного для сформировавшихся морозоустойчивых семян пурпурного оттенка, у них не была сформирована верхушечная почка. Данные указывают на то, что семена 2rot в отличие от других вариантов не закончили свой рост и развитие с окончанием вегетационного периода. С целью повышения показателей качества семян 2rot целесообразно испытание при их выращивании определённых регуляторов роста, стимулирующих рост в высоту и устойчивость к низким температурам. Как вариант устранения проблемы при выращивании семян 2rot может быть испытание различных сроков посева семян 2rot, удлинение периода вегетации и урегулирования обеспечения элементами питания. Предлагается также испытать морозоустойчивость семян 2rot не только по показателю I_t мембран клеток хвои, но и интактного растения в условиях климатокamеры. Исследования в этом направлении необходимы для успешного лесовосстановления, а также для прогнозирования выживания хвойных растений на ювенильной стадии развития в условиях меняющегося климата.

Испытание модифицированного временного режима выращивания контейнерных семян *Pinus sylvestris* 2rot, позволяющего увеличить общую продолжительность вегетации при сохранении тепличного периода, показало, что сроки посева – 15.05 и 03.06 благоприятно отразились на морфометрических показателях и морозоустойчивости контейнерных семян. В практику лесных питомников для выращивания семян 2rot можно рекомендовать срок посева семян – 03.06, обеспечивающий максимальное повышение морфометрических показателей семян.

Испытанные стимуляторы роста растений – Экорост, Циркон, Эпин-экстра в определённых концентрациях эффективны при выращивании контейнерных сеянцев второй ротации в условиях короткого вегетационного периода в высоких широтах. 4.Экорост и Эпин-экстра повышали морозоустойчивость сеянцев второй ротации при -15°C. Стимуляторы роста положительно повлияли на высоту сеянцев – до 23% по сравнению с контролем. Препараты повышали массу сеянцев (до 68%) и особенно – корней (до 97%).Стимуляторы роста повышали прирост высоты саженцев при выращивании в условиях школьного отделения. Положительное влияние испытанных стимуляторов роста в определенных концентрациях на морозоустойчивость хвои, биометрические показатели сеянцев и на прирост в высоту саженцев сосны указывает на их значимость для успешного создания лесных культур. Препараты рекомендуются к применению для совершенствования агроприемов при выращивании посадочного материала хвойных пород при двухротационном выращивании в условиях высоких широт.

Предпосевная обработка семян *Pinus sylvestris* эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* 10-4, проведенная в мае, при дефиците минерального питания положительно повлияла на морфометрические показатели однолетних контейнерных сеянцев. По сравнению с контролем (без обработки) показатели массы надземной части повышались до 303%, массы корней – до 291%. Для повышения массы надземной части наиболее эффективной концентрацией была 107 КОЕ/мл, массы корней – 105 КОЕ/мл. Для индекса качества Диксона, позволяющего прогнозировать успех при посадке сеянцев на лесокультурную площадь, наилучшие результаты получены при концентрации 105 КОЕ/мл (297% от контроля). Обработка семян бактериями положительно сказалась на морозоустойчивости сеянцев сосны в независимости от сроков посева. Для повышения морозоустойчивости наиболее эффективными оказались бактерии в концентрациях 10⁴ и 10⁶.