

DOI 10.31509/2658-607x-2020-3-4-1-16

УДК 630\*232.32

## ПРАКТИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕПЛИЧНЫМ КОМПЛЕКСАМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2020 г.

С.В. Бобушкина\*, А.О. Сеньков, Д.Х. Файзулин

*ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»**Россия, 163062 Архангельск, ул. Никитова, 13**\*E-mail: svetlana-bobushkina@rambler.ru*

Поступила в редакцию: 25.02.2020

Принята в печать: 24.04.2020

Необходимость разработки и внедрения инновационных форм лесовосстановления для получения высокопродуктивных насаждений актуализируют тему статьи. Цель работы – изучение и анализ зарубежного опыта и исследований по производству посадочного материала хвойных пород с комом субстрата для лесовосстановления и сравнение с практикой тепличных комплексов Архангельской области. Изучение мирового опыта и результатов исследований по выращиванию лесного посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК), в частности, Финляндии, Швеции, Норвегии, стран, близких по условиям произрастания древесной растительности и ассортименту древесных пород к условиям европейского севера России, позволили выделить актуальные направления исследований. К ним относятся способы повышения плодородия растительной среды и улучшение условий выращивания посадочного материала; влияние удобрений, компостов и добавок на рост и развитие сеянцев в контейнерах; использование различных режимов и продолжительности освещения; обработка сеянцев коротким или длинным световым днем; морозостойкость и заморозкоустойчивость посадочного материала; влияние засухи, избыточного увлажнения; вопросы хранения сеянцев; болезни, вредители сеянцев и борьба с ними, а также вопросы селекции и семеноводства; качество семян и их влияние на рост растений; влияние технологии выращивания и видов посадочного материала на эффективность посадок. Использование зарубежных комплексов по выращиванию ПМЗК предполагает схожую технологию производства лесных сеянцев в нашем регионе. Но климатические особенности и доступность различных расходных материалов, таких как торф, удобрения, пестициды и др., обуславливает необходимость адаптации скандинавских технологий к местным условиям и разработки дополнительных приемов. Одной из основных производственных задач является достижение сеянцами стандартных показателей. Однако в суровых таежных условиях не всегда удается достигнуть желаемых результатов, поэтому необходимо использовать зарубежный опыт выращивания ПМЗК, позволяющий увеличивать производство стандартных сеянцев без ущерба их качеству. Это целый комплекс мероприятий, затрагивающих работы по селекции и семеноводству, формированию растительного субстрата, освещения, увлажнения, соблюдения температурного режима, хранения сеянцев, борьбы с болезнями и вредителями и прочее, что в конечном итоге является составляющими факторами успешности искусственного лесовосстановления.

**Ключевые слова:** *посадочный материал с закрытой корневой системой (ПМЗК), субстрат, лесовосстановление, семена, технология выращивания, тепличный комплекс, семеноводство.*

В настоящее время особенно актуальна необходимость внедрения инновационных

форм лесовосстановления, направленных на получение качественных лесных

насаждений в более короткие сроки. Использование посадочного материала с закрытыми корнями (ПМЗК) при восстановлении насаждений и в защитном лесоразведении является перспективным направлением, о чем свидетельствует большой интерес к нему как научных исследователей, так и производителей. Целью федерального проекта «Сохранение лесов» (Паспорт..., 2019) является обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100% к 2024 году. Одним из показателей федерального проекта обозначено количество выращенного посадочного материала лесных растений. В Правилах лесовосстановления (Приказ..., 2019) запланировано постепенное увеличение площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой (к 01.01.2030 г. не менее 45% площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления). Таким образом, доля искусственного лесовосстановления с использованием посадочного материала ЗКС должна постепенно возрастать.

Анализ мирового опыта производства ПМЗК позволяет выделить наиболее актуальные направления в области производства сеянцев в контейнерах, определить менее изученные вопросы, отметить лучшие практики. Данная статья является одним из этапов исследований в области производства лесного посадочного материала с закрытой корневой системой. **Целью** работы было изучение и анализ зарубежного (в частности, скандинавского) опыта исследований по производству посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой для лесовосстановления и сравнение с практикой тепличных комплексов Архангельской области. В задачи исследования входил поиск информации,

анализ, выделение ключевых моментов с ориентировкой на применение к тепличным комплексам в Архангельской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для поиска научных данных были использованы международные библиографические и реферативные базы данных. Обзор публикаций выполнен более чем за 20-летний период (с 1999 по 2019 гг.). Были отобраны работы, которые непосредственно касаются вопросов выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. При поиске были использованы запросы по терминам «seedling», «container», «forest», «nursery» по Финляндии, Норвегии и Швеции.

Проанализирован опыт выращивания ПМЗК ели европейской (*Picea abies* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Архангельской области. В настоящее время в регионе функционируют три предприятия по производству сеянцев в контейнерах: Вельский тепличный комплекс, Устьянский селекционно-семеноводческий центр и Шенкурский лесопитомник.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные направления исследований по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой рассмотрены ниже.

**1. Повышение плодородия растительной среды и улучшение условий выращивания посадочного материала. Влияние удобрений, компостов и добавок на рост и развитие сеянцев в контейнерах.**

Основой субстрата, как правило, служит сфагновый торф. При этом, одной из задач большинства современных производств является их экологизация. Сюда входит замкнутый цикл производства по отношению к утилизации отходов, а также консервация углекислого газа. Поэтому, при выращивании посадочного материала

широкое применение нашли различные виды компостов (Veijalainen et al., 2008), отходов промышленности и разного рода субстратов взамен торфу, который в последнее время относят к невозобновляемому или медленно возобновляемому ресурсу (Riikonen, Luoranen, 2018). Примером субстрата может служить богатый углеродом «Биочар» (Dumgoose et al., 2011).

В нашем регионе существует опыт использования компостированной еловой коры в качестве добавок и непосредственно самого субстрата в условиях лесного питомника для выращивания сеянцев хвойных пород в сезонных теплицах с полиэтиленовым покрытием (Синников, 1977; Синников, Калугина, 1984; Варфоломеев, Мочалов, 1986). На субстратах из чистого корового компоста и в смеси его с торфом увеличивается энергия прорастания и грунтовая всхожесть семян. Однако рост сеянцев на чистом компосте хуже, чем на торфе, а добавление в компост свежего или использованного торфа значительно улучшает рост сеянцев. В то же время в зарубежных (Heiskanen, 2013) и отечественных исследованиях (Жигунов и др., 2016), в том числе проведенных нами (Отчет о НИР..., 2013) отмечается, что лучше всего себя проявил именно торфяной субстрат.

Следует отметить, что в Скандинавских странах компосты и добавки для утилизации отходов деятельности промышленного производства используются в большей мере с целью повышения его экологичности, в то время как российские производители в первую очередь пока ориентированы на получение качественного продукта.

В практике выращивания ПМЗК в Архангельской области широко использовался торф низинных болот. Подготовка субстрата производилась непосредственно в питомнике. В последнее время торфоперерабатывающие предприятия предла-

гают уже готовый субстрат с необходимой заправкой питательными элементами. Так, например, в Шенкурском питомнике используют финский субстрат из верхового торфа Kekkilä, в Вельском тепличном комплексе – субстрат производителя Вологодской области (АО «Соколагрохимия», г. Кадников).

## **2. Использование различных режимов и продолжительности освещения. Обработка сеянцев коротким или длинным световым днем.**

Наличие искусственного освещения или затенения важно при выращивании нескольких ротаций сеянцев для формирования лучших биометрических показателей в сочетании с подготовкой к зимовке (Kohmann, Johnsen, 2007; Fløistad, Granhus, 2013; Wallin et al., 2017).

Для закаливания может использоваться изменение фотопериода (Konttinen et al., 2003; Konttinen et al., 2007; Luoranen et al., 2007). По данным исследований Г.И. Редько с соавторами (Редько и др., 1983) независимо от сроков снятия покрытия с теплицы рост однолетних сеянцев прекращается при длине светового дня около 14-15 ч.

В Финляндии исследовали влияние дополнительного освещения разной продолжительности (Riikonen, Lappi, 2016), длинноволновым красным светом (De La Rosa et al., 1999; Riikonen, 2018), различными световыми спектрами (Riikonen, Lappi, 2016). Изучали влияние обработки коротким световым днем на заморозкоустойчивость (Luoranen, Sutinen, 2017). Установлено, что комбинация светодиодов, которые генерировали волны красного спектра (пик при 660 нм и пик при 735 нм) с достаточной интенсивностью и продолжительностью света подходит для прерывания ночного покоя сеянцев ели обыкновенной. Результаты показывают, что используя различные комбинации длин волн при

освещении во время роста можно улучшить параметры сеянцев, и повысить производительность питомника.

Другими исследованиями установлено, что обработка коротким днем улучшает выход корня сеянцев ели в летних посадках в сухих условиях (Zhang et al., 2007; Luoranen et al., 2007; Luoranen, Rikala, 2012; Luoranen, Rikala, 2015).

В Норвегии также исследовали влияние обработки коротким днем на рост побега и тонких корней сеянцев ели (Fløistad, Eldhuset, 2017). Установлено, что для данной породы можно добиться закладки верхушечной почки с помощью обработки «длинной ночью», что стало стандартной процедурой с момента появления в норвежских питомниках в начале 1970-х годов сеянцев, выращиваемых в контейнерах. Растения обрабатывают «длинной ночью» (12–15 ч) в течение 2 недель в июле-августе. Такой прием останавливает рост центрального побега, и сеянцы лучше и раньше переходят в состояние покоя, но это также приводит к прекращению камбиального роста. Критическая длина ночи для роста по диаметру примерно на 2 часа больше, чем для апикального. Поэтому, должна быть возможность обработки сеянцев «длинной ночью», которая разделяет камбиальный и апикальный рост.

Процедура «длинной ночи» проводится следующим образом. Растения покрывают ламинированной полиэтиленом фольгой, которая состоит из белого внешнего слоя и черного внутреннего. Она натянута на каркас из железных трубок – метод, который обычно используется для наружных процедур в ночное время в питомниках Норвегии. Так, с целью расширения сроков посадки была проведена такая обработка на второй год выращивания для получения сеянцев ели обыкновенной с заложенной верхушечной почкой, готовых к летней посадке с июля.

Ранняя процедура «длинной ночи» способствовала предотвращению повторного прорастания новообразованных верхушечных почек и прекращению роста, но немного снижала устойчивость к неблагоприятным внешним воздействиям в почках и хвое (Kohmann, Johnsen, 2007). У сеянцев, произрастающих в северных условиях (64° 30' с.ш.) длинного светового дня возобновлялся рост и наблюдался второй прирост.

Обработка коротким днем может увеличить устойчивость сеянцев ели к отрицательным температурам во время роста побегов на следующий год. Отмечено, что такая процедура (8 ч на свету и 16 ч в темноте) визуальное сократила повреждение побегов. В опыте более поздние сроки обработки (с конца июля и в августе) дали лучшие результаты. В совокупности, данные исследований демонстрируют важность правильного выбора сроков обработки коротким днем в связи с естественным ритмом роста сеянцев. Отмечено, что благодаря такой операции сеянцы меньше повреждаются морозом осенью. Эта процедура является хорошей и достаточной мерой для прекращения роста, без нарушения развития тонких корней у сеянцев ели (Rostad et al., 2006).

Ранняя обработка коротким днем привела к улучшению морозостойкости хвои первого года и большему диаметру корневой шейки по сравнению с более поздней обработкой коротким днем. Во избежание повторного прироста сеянцев важно, чтобы к сроку окончания обработки коротким днем достигалась критически необходимая продолжительность ночи. Низкие температурные режимы после обработки коротким днем привели к увеличению выносливости хвои и снижению выносливости побегов (Fløistad, 2002; Fløistad, Patil, 2002; Rostad et al., 2006; Kohmann, Johnsen, 2007; Fløistad,

Granhus, 2010; Fløistad, Granhus, 2013; Fløistad, Eldhuset, 2017).

В Вельском тепличном комплексе по выращиванию ПМЗК по финской технологии в Архангельской области не применяется многоротационное выращивание. В связи с этим нет необходимости регулирования фотопериода. Для лигнификации и закалки семян кассеты выставляют на открытый полигон. В Устьянском лесном селекционно-семеноводческом центре и Шенкурском лесопитомнике практикуют несколько ротаций, но без искусственного изменения фотопериода.

Потребность инновационных методов в производстве лесного посадочного материала и переход на многоротационное выращивание потребует внедрение новых, более интенсивных технологий, что может повлечь необходимость исследования их в местных условиях.

### **3. Изучение морозостойкости и заморозкоустойчивости посадочного материала. Влияние засухи, избыточного увлажнения. Некоторые вопросы хранения семян.**

Согласно финской технологии в зимний период семена хранят на полигонах доращивания, в специальных холодильных камерах и ледниках. При отсутствии снежного покрова и наступлении морозов для создания снежного укрытия применяют снежные пушки (искусственный снег). Для краткосрочного хранения (от 2 недель до 2 месяцев) семена помещают в ледники или холодные склады с температурой от 0 до +2 °C и относительной влажностью воздуха от 80 до 100%. При длительном хранении (до 8 месяцев) семена содержат в морозильных камерах, в ламинированных картонных ящиках или пластиковых мешках при температуре –4 –5 °C (Fundamentals..., 2011).

В отечественной практике лесные семена хранили либо в ледниках, либо в естественных условиях произрастания, на открытых полигонах. В современных условиях ПМЗК содержат также в специальных помещениях с контролируемой температурой и влажностью воздуха, что позволяет повысить сохранность недостаточно подготовленного к перезимовке посадочного материала, что актуально при нескольких ротациях выращивания посадочного материала.

В тепличных комплексах и питомниках региона семена в контейнерах в зимнее время находятся на открытом полигоне под снегом.

В отечественной практике рекомендуется определять способность посадочного материала к зимнему хранению на основании содержания сухого вещества (у ели и сосны больше 33-36%) (Жигунов и др., 2016). В зарубежной практике наиболее точным показателем является индекс морозостойкости ( $It \leq 5\%$ ), определяемый на основании измерения утечки электролита из поврежденных мембран в стеблях семян (Colombo, 1990; Lindström et al., 2014).

### **4. Болезни, вредители семян и борьба с ними.**

Практика показывает, что тепличные условия произрастания благоприятны для появления большого спектра вредителей, сорняков и болезней. Для предотвращения этого процесса требуется протравка семян, изоляция питомника, использование гербицидов, пестицидов, инсектицидов, борьба с грызунами. Отмечено, что верховой торф является более предпочтительным по сравнению с низинным (Fundamentals..., 2011).

Основными заболеваниями на сеянцах хвойных деревьев являются склеродерриоз, или побеговый рак *Gremmeniella abietina*, гниль *Sirococcus* и язвы *Sirococcus conigenum*, формирующиеся под снегом

*Herpotrichia juniperi* и *Phacidium infestans*, и вызывающие опадение хвои *Lophodermium seditiosum* и *Meria laricis*. Кроме того, серая плесень *Botrytis cinerea* и березовая ржавчина *Melampsoridium betulinum* относятся к числу заболеваний, которые необходимо контролировать с помощью фунгицидов. Производителям рекомендуется использовать культурные и комплексные методы борьбы с вредителями, такие как улучшение гигиены в питомнике, в том числе удаление растительного мусора в питомниках и промывка контейнеров горячей водой, а также удаление пораженных спорами семян и деревьев вокруг питомника (Lilja et al., 2010).

Большое внимание в исследованиях уделено защите, предупреждению и эффективности борьбы с сосновым долгоносиком. Описан метод защиты от объедания семян этим насекомым: использование покрытия нижней части стебля песочным составом Conniflex. Полевые испытания в 11 районах коммерческих насаждений показали, что покрытие Conniflex было столь же эффективным в защите семян, как и обработка инсектицидом имидаклопридом. Новый метод покрытия семян хвойных пород мелким песком обеспечивает эффективную и экологически безопасную альтернативу обработке инсектицидами (Nordlander et al., 2009).

В отечественном производстве для борьбы с вредителями и болезнями используют промывку кассет, обследование теплиц и прилегающей территории с целью выявления очагов болезней, удаление больных семян, сорняков, опрыскивание посевов фунгицидами и пр.

##### **5. Вопросы селекции и семеноводства. Оценка качества семян и их влияние на рост растений. Сортировка семян.**

Скандинавские исследователи обладают большим спектром оборудования для оценки качества и сортировки семян.

Например, комбинированные методы с техникой гиперспектральной визуализации и техникой инфракрасной визуализации на практике представляют собой высокопроизводительные быстрые и неразрушающие методы скрининга семян (Dumon et al., 2015). Финские исследования по влиянию сортировки замачиванием семян ели обыкновенной на всхожесть, развитие и качество сеянцев в контейнерах в двух коммерческих партиях семян (Himanen, Nygren, 2014; Himanen, Nygren, 2015) показали эффективность этого метода.

В СевНИИЛХ были подготовлены рационализаторские предложения повышения точности оценки качества семян ели и сосны при их проращивании с использованием флотационного метода (удостоверение на рацпредложение № 73-90 от 27.11.90 г.).

Наибольший интерес представляют методы ранней диагностики, отличающиеся доступностью, объективностью и высокой производительностью. К их числу относится метод ранней диагностики по числу семядолей, разработанный СевНИИЛХ (Попов, Жариков, 1973; Попов, Жариков, 1977). Метод ранней диагностики по числу семядолей был разработан на основании выявленных закономерностей расщепления потомства отдельных деревьев и популяций по числу семядолей у всходов и роста этого потомства в течение первых 10 лет жизни растений. Изучение особенностей роста и развития разносемядольных особей сосны обыкновенной позволяет судить о потенциальных возможностях разносемядольных растений и получать объективную информацию о генетических свойствах плюсовых деревьев.

Проведенные исследования показали, что лучшей энергией роста обладают хвойные деревья многосемядольных линий (Попов и др., 1998; Попов и др., 2003). Данная тенденция наблюдается на всех

этапах онтогенеза. В среднем многосемядольные растения превосходят деревья малосемядольных линий по росту в высоту и по диаметру на 8-10%, по объему ствола – на 20-25%.

Деревья сосны с большим числом семядолей являются генетически более ценными, что делает актуальным использованием данного признака в ранней диагностике деревьев и популяций. (Попов и др., 1998; Попов и др., 2003).

Наибольшее количество многосемядольных растений образуется на объектах постоянной лесосеменной базы (Попов и др., 1998; Попов и др., 2003), поэтому заготовку семян следует проводить, в первую очередь, на этих объектах.

В общем комплексе селекционных работ, направленных на ускоренное лесовыращивание и на повышение продуктивности искусственно создаваемых лесных насаждений, рекомендуется проводить отбор по признаку семядолей уже на стадии всходов.

Разработанные механизмы для точечного высева семян в современных тепличных комплексах позволяют снизить расход семенного материала, что создает условия для использования семян с улучшенными наследственными свойствами. Однако в тепличных комплексах региона используют посевной материал массового сбора из-за отсутствия улучшенного.

Обычной практикой является высев нескольких семян в ячейку с последующей пикировкой сеянцев. Однако это один из самых трудоемких процессов в питомнике, поэтому представляется экономически целесообразным использование высококачественных семян с высевом по одному в ячейку без последующих операций по прореживанию и дополнению всходов.

**6. Влияние технологии выращивания и видов посадочного материала на эффективность посадок.**

В отечественной и зарубежной практике имеются схожие проблемы выращивания лесных культур с использованием ПМЗК. Часто отмечается искривление ствола (Rune, Warensjö, 2002; Warensjö, Rune, 2004; Мочалов, Бобушкина, 2013). Это происходит по ряду причин, связанных с особенностью конструкции ячейки для выращивания ПМЗК, завала травой, хемотропизма, неправильного выбора места посадки или подготовки почвы.

Отмечено, что с совершенствованием технологии выращивания посадочного материала наблюдается снижение количества искривленных растений (Rune et al., 2003). С возрастом внешняя деформация основания стволиков снижается в связи с нарастанием комлевой части, однако внутренняя деформация может сохраниться (Lindström, Rune, 1999). Откомлевка в процессе заготовки древесины решает эту проблему.

Несмотря на то, что исследователи отмечают высокую приживаемость и хорошую адаптацию сеянцев с закрытой корневой системой в культурах, на сильно зарастающих вырубках и при необходимости переноса лесоводственных и агротехнических уходов из леса в питомник, целесообразно выращивание крупномерного посадочного материала (саженцев).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование скандинавских комплексов по выращиванию ПМЗК предполагает схожую технологию производства лесных сеянцев. Однако климатические особенности и доступность различных расходных материалов, таких как торф, удобрения, пестициды и прочего обуславливает необходимость адаптации зарубежных технологий к местным условиям и разработки дополнительных приемов. Одной из основных производственных задач является достижение сеянцами стандартных показателей,

которые способствуют хорошей приживаемости и успешному росту на лесокультурной площади. Однако в суровых таежных условиях не всегда удастся достигнуть желаемых результатов. Дальнейшая работа будет направлена на совершенствование агротехнических приемов выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях таежной зоны севера европейской части России, оценке перспективности многоротационного выращивания и др.

Необходимо использовать зарубежный опыт выращивания ПМЗК, позволяющий увеличивать производство стандартных сеянцев без ущерба их качеству. Это целый комплекс мероприятий, затрагивающих работы по селекции и семеноводству, формированию растительного субстрата, освещения, увлажнения, соблюдения температурного режима, хранения сеянцев, борьбы с болезнями и вредителями и прочее, что в конечном итоге является составляющими факторами успешности искусственного лесовосстановления.

Анализ научных исследований по вопросам выращивания сеянцев ученых Скандинавских стран – лидеров по производству качественного контейнеризованного посадочного материала, позволяет акцентировать внимание на отдельных направлениях и проводить дальнейшие изыскания с учетом местной специфики и особенностей производства.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Варфоломеев Л.А., Мочалов Б.А. К применению в лесопитомниках удобрений, приготовляемых на основе древесной коры // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве». Архангельск, 12-13 августа Архангельск. 1986. С.52-53.
- Жигунов А.В., Соколов А.И., Харитонов В.А. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе. Практические рекомендации. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 43 с.
- 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.
- Отчет о НИР По теме 5 государственного задания на осуществление научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов «Использование древесных отходов в производстве компостов для повышения плодородия почв лесных плантаций: от инноваций к применению». Архангельск, 2013. 98с.
- Паспорт федерального проекта «Сохранение лесов». URL: [http://майскийуказ.рф/upload/iblock/3d1/Sokhranenie-lesov\\_obnov.-red\\_.pdf](http://майскийуказ.рф/upload/iblock/3d1/Sokhranenie-lesov_obnov.-red_.pdf) (дата обращения 19.09.2019).
- Попов В.Я., Жариков В.М. Методы отбора и ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели (Методические рекомендации). Архангельск: АИЛиЛХ, 1973. 40 с.
- Попов В.Я., Жариков В.М. Ранняя диагностика наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели по числу семян. Архангельск, 1977. 6 с.



- Попов В.Я., Файзулин Д.Х., Тучин П.В., Жариков В.М. Влияние числа семян сосны на рост и развитие деревьев сосны обыкновенной // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). 18-22 мая 1998 г. Красноярск, 1998. С. 37-39.
- Попов В.Я., Файзулин Д.Х., Тучин П.В., Жариков В.М. Динамика роста и развития разносемядольных деревьев сосны обыкновенной на Европейском Севере России // Экологические проблемы севера. Межвузовский сборник научных трудов. 2003. Выпуск 16. С. 52-65.
- Приказ Минприроды России от 25.03.2019 № 188 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений». URL: <http://docs.cntd.ru/document/554151577/> (дата обращения 16.05.2019).
- Редько Г.И., Огиевский Д.В., Наквасина Е.Н., Романов Е.М. Биологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках. М.: Лесная промышленность, 1983. 64 с.
- Синников А.С. Использование коровых компостов для выращивания сеянцев в питомниках // Использование древесных отходов и побочных продуктов леса: сборник трудов АИЛиЛХ, Архангельск. 1977. С. 61-66.
- Синников А.С., Калугина З.С. Рекомендации по использованию древесной коры в качестве тепличного грунта в лесном и сельском хозяйствах. Архангельский институт леса и лесохимии, 1984. 12 с.
- Aldentun Y. Life cycle inventory of forest seedling production – From seed to regeneration site // Journal of Cleaner Production. 2002. Vol. 10. No. 1. P. 47-55.
- Colombo S.J. Bud dormancy status, frost hardiness, shoot moisture content, and readiness of black spruce container seedlings for frozen storage // Journal of the American Society for Horticultural Science. 1990. Vol. 115. P. 302-307.
- De La Rosa T.M., Lehto T., Aphalo P.J. Does far-red light affect growth and mycorrhizas of Scots pine seedlings grown in forest soil? // Plant and Soil. 1999. Vol. 211. No. 2. P. 259-268.
- Dumont J., Hirvonen T., Heikkinen V., Mistretta M., Granlund L., Himanen K., Fauch L., Porali I., Hiltunen J., Keski-Saari S., Nygren M., Oksanen E., Hauta-Kasari M., Keinänen M. Thermal and hyperspectral imaging for Norway spruce (*Picea abies*) seeds screening // Computers and Electronics in Agriculture. 2015. Vol. 116. P. 118-124.
- Dumroese R.K., Heiskanen J., Englund K., Tervahauta A. Pelleted biochar: Chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries // Biomass and Bioenergy. 2011. Vol. 35. No. 5. P. 2018-2027.  
DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.01.053
- Fløistad I.S. Effects of excessive nutrient supply and short day treatment on autumn frost hardiness and time of bud break in *Picea abies* seedlings // Scandinavian Journal of Forest Research. 2002. Vol. 17. No. 4. pp. 295-303.  
DOI: 10.1080/02827580260138053
- Fløistad I.S., Eldhuset T.D. Effect of photoperiod and fertilization on shoot and fine root growth in *Picea abies* seedlings // Silva Fennica. 2017. Vol. 51. No. 1. Article № 1704. DOI: 10.14214/sf.1704
- Fløistad I.S., Granhus A. Bud break and spring frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod and temperature treatments // Canadian Journal of Forest Research. 2010. Vol. 40. No. 5. P. 968-976. DOI: 10.1139/X10-050

- Fløistad I.S., Granhus A.* Timing and duration of short-day treatment influence morphology and second bud flush in *Picea abies* seedlings // *Silva Fennica*. 2013. Vol. 47. No. 3. Article № 1009. DOI: 10.14214/sf.1009
- Fløistad I.S., Patil G.G.* Growth and terminal bud formation in *Picea abies* seedlings grown with alternating diurnal temperature and different light qualities // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2002. Vol. 17. No. 1. P. 15-27. DOI: 10.1080/028275802317221046
- Fundamentals of container tree seedling production. St. Petersburg, Suonenjoki: St. Petersburg Forestry Research Institute, METLA. 2011. 28 p.
- Heiskanen J.* Effects of compost additive in sphagnum peat growing medium on Norway spruce container seedlings // *New Forests*. 2013. Vol. 44. No. 1. P. 101-118. DOI: 10.1007/s11056-011-9304-6
- Himanen K., Nygren M.* Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings // *New Forests*. 2014. Vol. 45. No. 1. P. 71-82. DOI: 10.1007/s11056-013-9392-6
- Himanen K., Nygren M.* Seed soak-sorting prior to sowing affects the size and quality of 1.5-year-old containerized *Picea abies* seedlings // *Silva Fennica*. 2015. Vol. 49. No. 3. P. 1-15. DOI: 10.14214/sf.1056
- Kohmann K., Johnsen Ø.* Effects of early long-night treatment on diameter and height growth, second flush and frost tolerance in two-year-old *Picea abies* container seedlings // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2007. Vol. 22. No. 5. P. 375-383. DOI: 10.1080/02827580701520486
- Konttinen K., Rikala R., Luoranen J.* Growth and Frost Hardening of *Picea abies* seedlings after various night length treatments // *Baltic Forestry*. 2007. Vol. 13. No. 2. P. 140-148.
- Konttinen K., Rikala R., Luoranen J.* Timing and duration of short-day treatment of *Picea abies* seedlings // *Baltic Forestry*. 2003. Vol. 9. No. 2. P. 2-9.
- Lilja A., Poteri M., Petäistö R.-L., Rikala R., Kurkela T., Kasanen R.* Fungal diseases in forest nurseries in Finland // *Silva Fennica*. 2010. Vol. 44. Vol. 3. P. 525-545.
- Lindström A., Rune G.* Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: Effects on root growth, tree stability and stem straightness // *Plant and Soil*. 1999. Vol. 217. No. 1-2. P. 29-37.
- Lindström A., Stattin E., Gräns D., Wallin E.* Storability measures of Norway spruce and Scots pine seedlings and assessment of post-storage vitality by measuring shoot electrolyte leakage // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2014. Vol. 29. No. 8. P. 717-724. DOI: 10.1080/02827581.2014.977340
- Luoranen J., Helenius P., Huttunen L., Rikala R.* Short-day treatment enhances root egress of summer-planted *Picea abies* seedlings under dry conditions // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2007. Vol. 22. No. 5. P. 384-389. DOI: 10.1080/02827580701551382
- Luoranen J., Rikala R.* Early season short-day treatment did not affect the field performance of *Pinus sylvestris* container seedlings in summer planting // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2012. Vol. 27. No. 5. P. 420-423. DOI: 10.1080/02827581.2012.670728
- Luoranen J., Rikala R.* Post-Planting effects of early-season short-day treatment and summer planting on Norway spruce seedlings // *Silva Fennica*. 2015. Vol. 49. No. 1. Article № 1300. P. 1-9. DOI: 10.14214/sf.1300
- Luoranen J., Sutinen S.* Reduced height of short day induced bud scale complex may partly explain early bud burst in Norway spruce seedlings // *Silva Fennica*. 2017.

- Vol. 51. No. 5. Article № 7759. P. 1-16. DOI: 10.14214/sf.7759
- Nordlander G., Nordenhem H., Hellqvist C.* A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the pine weevil *Hylobius abietis* // *Agricultural and Forest Entomology*. 2009. Vol. 11. No. 1. P. 91-100. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2008.00413.x
- Riikonen J.* Efficiency of night interruption treatments with red and far-red light-emitting diodes (LEDs) in preventing bud set in norway spruce seedlings // *Canadian Journal of Forest Research*. 2018. Vol. 48. No. 9. P. 1001-1006. DOI: 10.1139/cjfr-2018-0170
- Riikonen J., Kettunen N., Gritsevich M., Hakala T., Särkkä L., Tahvonon R.* Growth and development of Norway spruce and Scots pine seedlings under different light spectra // *Environmental and Experimental Botany*. 2016. Vol. 121. P. 112-120. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2015.06.006
- Riikonen J., Lappi J.* Responses of Norway spruce seedlings to different night interruption treatments in autumn // *Canadian Journal of Forest Research*. 2016. Vol. 46. No. 4. P. 478-484. DOI: 10.1139/cjfr-2015-0355
- Riikonen J., Luoranen J.* Seedling production and the field performance of seedlings // *Forests*. 2018. Vol. 9. No. 12. Article № 740. DOI: 10.3390/f9120740
- Rostad H., Granhus A., Fløistad I.S., Morgenlie S.* Early summer frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod treatment // *Canadian Journal of Forest Research*. 2006. Vol. 36. No. 11. P. 2966-2973. DOI: 10.1139/X06-167
- Rune G.* Slits in container wall improve root structure and stem straightness of outplanted Scots pine seedlings // *Silva Fennica*. 2003. Vol. 37. No. 3. P. 333-342.
- Rune G., Warensjö M.* Basal sweep and compression wood in young Scots pine trees // *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2002. Vol. 17. No. 6. P. 529-537. DOI: 10.1080/02827580260417189
- Veijalainen A.-M., Heiskanen J., Juntunen M.-L., Lilja A.* Tree-seedling compost as a component in sphagnum peat-based growing media for conifer seedlings: Physical and chemical properties // *Acta Horticulturae*. 2008. Vol. 779. P. 431-438. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.779.54
- Wallin E., Gräns D., Jacobs D.F., Lindström A., Verhoef N.* Short-day photoperiods affect expression of genes related to dormancy and freezing tolerance in Norway spruce seedlings // *Annals of Forest Science*. 2017. Vol. 74. No. 3. Article № 59. DOI: 10.1007/s13595-017-0655-9.
- Warensjö M., Rune G.* Stem straightness and compression wood in a 22-year-old stand of container-grown Scots pine trees // *Silva Fennica*. 2004. Vol. 38. No. 2. P. 143-153.
- Zhang G., Luoranen J., Smolander H.* Short-day treatment during the growing period limits shoot growth and increases frost hardiness of hybrid aspen plants in the nursery // *Forestry Studies in China*. 2007. Vol. 9. No. 4. P. 262-266. DOI: 10.1007/s11632-007-0041-z

## REFERENCES

- Aldentun Y.*, Life cycle inventory of forest seedling production - From seed to regeneration site, *Journal of Cleaner Production*, 2002, Vol. 10, No 1, pp. 47-55, DOI: 10.1016/S0959-6526(01)00012-9
- Colombo S.J.*, Bud dormancy status, frost hardiness, shoot moisture content, and readiness of black spruce container seedlings for frozen storage, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1990, Vol. 115, pp. 302-307.
- De La Rosa T.M., Lehto T., Aphalo P.J.*, Does far-red light affect growth and mycorrhizas of Scots pine seedlings grown in forest soil? *Plant and Soil*, 1999, Vol.

- 211, No 2, pp. 259-268, DOI: 10.1023/A:1004630524168
- Dumont J., Hirvonen T., Heikkinen V., Mistretta M., Granlund L., Himanen K., Fauch L., Porali I., Hiltunen J., Keski-Saari S., Nygren M., Oksanen E., Hauta-Kasari M., Keinänen M., Thermal and hyperspectral imaging for Norway spruce (*Picea abies*) seeds screening, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2015, Vol. 116, pp. 118-124, DOI: 10.1016/j.compag.2015.06.010
- Dumroese R.K., Heiskanen J., Englund K., Tervahauta A., Pelleted biochar: Chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries, *Biomass and Bioenergy*, 2011, Vol. 35, No 5, pp. 2018-2027, DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.01.053
- Fløistad I.S., Effects of excessive nutrient supply and short day treatment on autumn frost hardiness and time of bud break in *Picea abies* seedlings, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2002, Vol. 17, No 4, pp. 295-303, DOI: 10.1080/02827580260138053
- Fløistad I.S., Eldhuset T.D., Effect of photoperiod and fertilization on shoot and fine root growth in *Picea abies* seedlings, *Silva Fennica*, 2017, Vol. 51, No 1, Article № 1704, DOI: 10.14214/sf.1704
- Fløistad I.S., Granhus A., Bud break and spring frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod and temperature treatments, *Canadian Journal of Forest Research*, 2010, Vol. 40, No. 5, pp. 968-976, DOI: 10.1139/X10-050
- Fløistad I.S., Granhus A., Timing and duration of short-day treatment influence morphology and second bud flush in *Picea abies* seedlings, *Silva Fennica*, 2013, Vol. 47, No 3, Article № 1009, DOI: 10.14214/sf.1009
- Fløistad I.S., Patil G.G., Growth and terminal bud formation in *Picea abies* seedlings grown with alternating diurnal temperature and different light qualities, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2002, Vol. 17, No 1, pp. 15-27, DOI: 10.1080/028275802317221046
- Fundamentals of container tree seedling production*, St. Petersburg, Suonenjoki: St. Petersburg Forestry Research Institute, METLA, 2011, 28 p.
- Heiskanen J., Effects of compost additive in sphagnum peat growing medium on Norway spruce container seedlings, *New Forests*, 2013, Vol. 44, No 1, pp. 101-118, DOI: 10.1007/s11056-011-9304-6
- Himanen K., Nygren M., Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings, *New Forests*, 2014, Vol. 45, No 1, pp. 71-82, DOI: 10.1007/s11056-013-9392-6
- Himanen K., Nygren M., Seed soak-sorting prior to sowing affects the size and quality of 1.5-year-old containerized *Picea abies* seedlings, *Silva Fennica*, 2015, Vol. 49, No 3, 15 p., DOI: 10.14214/sf.1056 <http://docs.cntd.ru/document/554151577/> (2019, 16 May)
- [http://майскийуказ.рф/upload/iblock/3d1/So\\_khranenie-lesov-\\_obnov.-red\\_.pdf](http://майскийуказ.рф/upload/iblock/3d1/So_khranenie-lesov-_obnov.-red_.pdf) (2019, 19 September)
- Kohmann K., Johnsen Ø., Effects of early long-night treatment on diameter and height growth, second flush and frost tolerance in two-year-old *Picea abies* container seedlings, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2007, Vol. 22, No 5, pp. 375-383,
- Konttinen K., Rikala R., Luoranen J., Growth and Frost Hardening of *Picea abies* seedlings after various night length treatments, *Baltic Forestry*, 2007, Vol. 13, No 2, pp. 140-148.
- Konttinen, K., Rikala R., Luoranen J., Timing and duration of short-day treatment of *Picea abies* seedlings, *Baltic Forestry*, 2003, Vol. 9, No 2, pp. 2-9.

- Lilja A., Poteri M., Petäistö R.-L., Rikala R., Kurkela T., Kasanen R., Fungal diseases in forest nurseries in Finland, *Silva Fennica*, 2010, Vol. 44, No 3, pp. 525-545.
- Lindström A., Rune G., Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: Effects on root growth, tree stability and stem straightness, *Plant and Soil*, 1999, Vol. 217, No 1-2, pp. 29-37.
- Lindström A., Stattin E., Gräns D., Wallin E. Storability measures of Norway spruce and Scots pine seedlings and assessment of post-storage vitality by measuring shoot electrolyte leakage, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2014, Vol. 29, No 8, pp. 717-724.  
DOI: 10.1080/02827581.2014.977340
- Luoranen J., Helenius P., Huttunen L., Rikala R., Short-day treatment enhances root egress of summer-planted *Picea abies* seedlings under dry conditions, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2007, Vol. 22, No 5, pp. 384-389, DOI: 10.1080/02827580701551382
- Luoranen J., Rikala R., Early season short-day treatment did not affect the field performance of *Pinus sylvestris* container seedlings in summer planting, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2012, Vol. 27, No 5, pp. 420-423, DOI: 10.1080/02827581.2012.670728
- Luoranen J., Rikala R., Post-Planting effects of early-season short-day treatment and summer planting on Norway spruce seedlings, *Silva Fennica*, 2015, Vol. 49, No 1, Article № 1300, 9 p., DOI: 10.14214/sf.1300
- Luoranen J., Sutinen S., Reduced height of short day induced bud scale complex may partly explain early bud burst in Norway spruce seedlings, *Silva Fennica*, 2017, Vol. 51, iss. 5, Article № 7759, 16 p., DOI: 10.14214/sf.7759
- Mochalov B.A., Bobushkina S.V., Vlijanie vida kasset na razmery sejancev sosny s zakrytymi kornjami i ih rost v kul'turah na severe (The influence of the type of cassettes on the size of pine containerized seedlings and their growth in crops in the north), *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal*, 2013, No. 5 (335), pp. 65-70.
- Nordlander G., Nordenhem H., Hellqvist C., A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the pine weevil *Hylobius abietis*, *Agricultural and Forest Entomology*, 2009, Vol. 11, No 1, pp. 91-100, DOI: 10.1111/j.1461-9563.2008.00413.x
- Otchet o NIR Po teme 5 gosudarstvennogo zadaniya na osushhestvlenie nauchno-issledovatel'skih, opytно-konstruktorskih i tehnologicheskikh rabot na 2012 god i na planovyy period 2013 i 2014 godov "Ispol'zovanie drevesnyh othodov v proizvodstve kompostov dlja povysheniya plodorodija pochv lesnyh plantacij: ot innovacij k primeneniju" (The use of wood waste in the production of composts to improve soil fertility in forest plantations: from innovation to use), Arkhangel'sk: SevNIILH, 2013, 98 p.
- Popov V.Ja., Fajzulin D.H., Tuchin P.V., Zharikov V.M., Dinamika rosta i razvitiya raznosemjadol'nyh derev'ev sosny obyknovennoj na Evropejskom Severe Rossii (The dynamics of growth and development of heterocotyledonous pine trees in the European North of Russia), *Jekologicheskie problemy severa. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov*, 2003, No 16, pp. 52-65.
- Popov V.Ja., Fajzulin D.H., Tuchin P.V., Zharikov V.M., Vlijanie chisla semjadolej na rost i razvitie derev'ev sosny obyknovennoj (The influence of the number of cotyledons on the growth and development of common pine trees) *Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij. Materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*

- (s mezhduнародnym uchastiem) 18-22 May 1998, Krasnoyarsk, 1998. pp. 37-39.
- Popov V.Ja., Zharikov V.M., *Metody otbora i rannej diagnostiki nasledstvennyh svojstv pljusovyh derev'ev sosny i eli (Metodicheskie rekomendacii)* (Methods of selection and early diagnosis of the hereditary properties of plus trees of pine and spruce), Arkhangelsk: AILiLH, 1973, 40 p.
- Popov V.Ja., Zharikov V.M., *Rannjaja diagnostika nasledstvennyh svojstv pljusovyh derev'ev sosny i eli po chislu semjadolej (Tezisy doklada)* (Early diagnosis of the hereditary properties of plus trees of pine and spruce by the number of cotyledons (Abstracts), Arkhangelsk: AILiLH, 1977, 6p.
- Red'ko G.I., Ogievskij D.V., Nakvasina E.N., Romanov E.M., *Biologicheskie osnovy vyrashhivaniya sejancev sosny i eli v pitomnikah* (The biological basis of the cultivation of pine and spruce seedlings in nurseries), Moscow: Lesnaja prom-st', 1983, 64 p.
- Riikonen J., Efficiency of night interruption treatments with red and far-red light-emitting diodes (LEDs) in preventing bud set in Norway spruce seedlings, *Canadian Journal of Forest Research*, 2018, Vol. 48, iss. 9, pp. 1001-1006, DOI: 10.1139/cjfr-2018-0170
- Riikonen J., Kettunen N., Gritsevich M., Hakala T., Särkkä L., Tahvonen R., Growth and development of Norway spruce and Scots pine seedlings under different light spectra, *Environmental and Experimental Botany*, 2016, Vol. 121, pp. 112-120, DOI: 10.1016/j.envexpbot.2015.06.006
- Riikonen J., Lappi J., Responses of Norway spruce seedlings to different night interruption treatments in autumn, *Canadian Journal of Forest Research*, 2016, Vol. 46, No 4, pp. 478-484, DOI: 10.1139/cjfr-2015-0355
- Riikonen J., Luoranen J., Seedling production and the field performance of seedlings, *Forests*, 2018, Vol. 9, No 12, Article № 740, DOI: 10.3390/f9120740
- Rostad H., Granhus A., Fløistad I.S., Morgenlie S., Early summer frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod treatment, *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, Vol. 36, No 11, pp. 2966-2973, DOI: 10.1139/X06-167
- Rune G., Slits in container wall improve root structure and stem straightness of outplanted Scots pine seedlings, *Silva Fennica*, 2003, Vol. 37, No 3, pp. 333-342.
- Rune G., Warensjö M., Basal sweep and compression wood in young Scots pine trees, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2002, Vol. 17, No 6, pp. 529-537, DOI: 10.1080/02827580260417189
- Sinnikov A.S. Ispol'zovanie korovyh kompostov dlja vyrashhivaniya sejancev v pitomnikah (The use of bark composts for growing seedlings in nurseries), In: *Ispol'zovanie drevesnyh othodov i pobochnykh produktov lesa: sbornik trudov AILiLH* (Use of wood waste and by-products of the forest: AILiLH proceedings), Arkhangelsk: AILiLH, 1977, pp. 61-66.
- Sinnikov A.S., Kalugina Z.S. *Rekomendacii po ispol'zovaniju drevesnoj kory v kachestve teplichnogo grunta v lesnom i sel'skom hozjajstvah* (Recommendations on the use of tree bark as greenhouse soil in forestry and agriculture), Arkhangelsk: Arhangel'skij institut lesa i lesohimii, 1984, 12 p.
- Varfolomeev L.A., Mochalov B.A., K primeneniju v lesopitomnikah udobrenij, prigotovljaemyh na osnove drevesnoj kory (On the use of fertilizers prepared on the basis of wood bark in nurseries) In: *Tezisy dokladov Vsesojuznogo soveshhanija "Primenenie mineral'nyh udobrenij v lesnom hozjajstve"* Arkhangelsk, 12-13

- August (Abstracts of the All-Union meeting “Application of mineral fertilizers in forestry”), Arkhangelsk: AILiH, 1986. pp. 52-53.
- Veijalainen A.-M., Heiskanen J., Juntunen M.-L., Lilja A., Tree-seedling compost as a component in sphagnum peat-based growing media for conifer seedlings: Physical and chemical properties, *Acta Horticulturae*, 2008, Vol. 779, pp. 431-438, DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.779.54
- Wallin E., Gräns D., Jacobs D.F., Lindström A., Verhoef N., Short-day photoperiods affect expression of genes related to dormancy and freezing tolerance in Norway spruce seedlings, *Annals of Forest Science*, 2017, Vol. 74, No 3, Article № 59, DOI: 10.1007/s13595-017-0655-9.
- Warensjö M., Rune G., Stem straightness and compression wood in a 22-year-old stand of container-grown Scots pine trees, *Silva Fennica*, 2004, Vol. 38, No 2, pp. 143-153.
- Zhang G., Luoranen J., Smolander H., Short-day treatment during the growing period limits shoot growth and increases frost hardiness of hybrid aspen plants in the nursery, *Forestry Studies in China*, 2007, Vol. 9, iss. 4, pp. 262-266, DOI: 10.1007/s11632-007-0041-z
- Zhigunov A.V., Sokolov A.I., Haritonov V.A., *Vyrashhivanie posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoj v Ust'janskom teplichnom komplekse. Prakticheskie rekomendacii* (Growing containerized planting material in the Ustyansky greenhouse complex. Practical recommendations), Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2016, 43 p.

## PRACTICE ON GROWING OF FOREST CONTAINERIZED SEEDLINGS APPLICABLE TO THE GREENHOUSE COMPLEXES OF THE ARKHANGELSK REGION

S.V. Bobushkina \*, A.O. Senkov, D.H. Fayzulin

“Northern Research Institute of Forestry”  
Russia, 163062 Arkhangelsk, Nikitova St., 13  
\* E-mail: [svetlana-bobushkina@rambler.ru](mailto:svetlana-bobushkina@rambler.ru)

Received 25.02.2020

Accepted 24.04.2020

The need to develop and implement innovative forms of reforestation to obtain highly productive tree stands actualize the topic of the article. The purpose of the work is to study and analyze foreign experience and research on the production of softwood containerized planting stock for reforestation and compare it with the practice of greenhouse complexes in the Arkhangelsk region. We used the international bibliographic and abstract database «Scopus», which indexes scientific journals, materials from conferences and publications to search for information. A review of publications has been completed over more than a 20-year period (1999-2019). The world experience study and the results of studies on the cultivation of forest containerized seedlings, in particular, Finland, Sweden, Norway, countries similar in terms of the growth of woody vegetation and the range of tree species to the conditions of the European north of Russia made it possible to highlight current research directions. The treatment of seedlings with a short or long light day; frost resistance of the seedlings; influence of drought, excessive moisture; issues of seedling storage; diseases, pests of seedlings and control of them, as well as problems of selection and seed

production; seed quality and their impact on plant growth; influence of cultivation technology and types of planting stock on the effectiveness of planting refers to them. The use of foreign plants for growing ball-rooted planting stock implies a similar technology for the production of forest seedlings in our region. However, climatic features and the availability of various consumables, such as peat, fertilizers, pesticides, etc., necessitate the adaptation of Scandinavian technologies to local conditions and the development of additional techniques. One of the main production tasks is the achievement of standard indicators by seedlings. It is not always possible to achieve the desired results in harsh taiga conditions, therefore it is necessary to use foreign experience in growing ball-rooted planting stock, which allows to increase the production of standard seedlings without compromising their quality. This is a whole range of measures, including work on breeding and seed production, the formation of a plant substrate, lighting, moisture, observing the temperature regime, storage of seedlings, combating diseases and pests, etc., which ultimately are the components of the success of artificial reforestation

**Key words:** container tree seedlings, substrate, reforestation, seeds, growing technology, greenhouse complex, seed growing.

**Рецензент:** к.б.н., н.с. Ручинская Е.В.