

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Бобушкина

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13

svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

На примере трех питомников Архангельской области проведен сравнительный анализ некоторых технологических операций при производстве сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой, отмечены сходные проблемы и предложены решения для повышения эффективности производства и снижения затрат. Установлено, что элементы каркаса и навесного оборудования в теплицах сокращают освещенность сеянцев на 40...45 %, что снижает интенсивность фотосинтеза. Поэтому рекомендована ротация кассет по расположению их в теплице. Для увеличения освещенности указано своевременно очищать тепличное покрытие от налета и загрязнений. При планировании и строительстве теплиц рекомендовано исключить их затенение другими объектами инфраструктуры. Отмечено, что субстрат для выращивания сеянцев в контейнерах желательно приобретать на специализированных предприятиях и контролировать его состав перед посевом путем проведения химических анализов. С целью повышения выхода сеянцев с единицы площади рекомендовано использовать схему двух ротаций, при этом, обязательным условием на севере является обогрев теплиц весной и летом в периоды похолоданий и заморозков. Указано, что семена ели необходимо высевать в первую очередь, сосны — во вторую, так обе породы достигнут стандартных параметров к началу следующего вегетационного периода. Для сокращения разницы в количестве жидкости, поступающей к сеянцам во время полива и удобрений, рекомендованы постоянный контроль этих процессов, своевременная прочистка фильтров, устранение поломок, регулирование количества жидкости при поливе с помощью форсунок или ротацией кассет. Выявлено, что ускорить прорастание семян и рост сеянцев можно путем использования стимуляторов — экологически безопасных гуминовых препаратов. Замачивание семян ели в растворе препарата «Экорост» способствовало повышению всхожести и энергии прорастания до 13 %. Установлено, что полив раствором данного препарата позволил увеличить выход стандартных сеянцев ели на 40,6 %, а сосны — на 36,9 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: посадочный материал с закрытой корневой системой, сеянцы, питомник, технология выращивания, лесовосстановление, сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель (*Picea abies*)

Ссылка для цитирования: Бобушкина С.В. Приемы повышения эффективности производства посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой в Архангельской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 45–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-45-54

По мере повышения спроса на посадочный материал с закрытой корневой системой (ПМЗКС) для лесовосстановления в последнее десятилетие активно проектируются и строятся питомники, тепличные комплексы и селекционно-семеноводческие центры. Рост спроса обусловлен, как рядом преимуществ данного вида посадочного материала, так и принятыми в 2018–2019 гг. нормами по увеличению доли ПМЗКС при искусственном лесовосстановлении.

Как известно, успех выращивания сеянцев хвойных пород в контейнерах определяется значительным количеством факторов: наличием качественных семян, температурным режимом, условиями полива, влажностью субстрата и его качеством, сроками выращивания, типом контейнеров, своевременностью проведения всех технологических операций и др. [1].

Несмотря на то, что некоторые расчеты [2] подтверждают, что создание лесных культур с помощью ПМЗКС является экономически выгодным для лесопользователей и государственных органов управления лесами, тем не менее, себестоимость растений с комом выше, чем традиционных сеянцев в 2–3 раза [3]. Высокие

затраты на выращивание ПМЗКС обусловлены дорогостоящим зарубежным оборудованием, необходимостью приобретения торфа или готового субстрата, контейнеров и др. Для достижения максимальной эффективности указанной технологии в конкретных условиях необходимо стремиться к снижению затрат, повышению качества посадочного материала, ускорению его роста.

Цель работы

Цель работы — выявить улучшенные методы организации процесса выращивания сеянцев хвойных пород в контейнерах в условиях таежной зоны севера Европейской части России для повышения эффективности производства.

Для достижения поставленной цели необходимо решить некоторые задачи:

- осуществить информационный поиск по теме исследования, провести анализ найденной информации;

- изучить технологические процессы и операции, проводимые в тепличных комплексах и лесных питомниках Архангельской обл., специализирующихся на выращивании ПМЗКС;

– проанализировать полученные материалы, дать сравнительную характеристику им и опыту, достигнутому другими исследователями, сформулировать выводы и предложения.

Объекты исследования — питомники и тепличные комплексы Архангельской обл., специализирующиеся на выращивании посадочного материала хвойных пород с комом субстрата для лесовосстановления, в том числе применяемые в них технологии.

Материалы и методы

В ходе работы были изучены литературные источники в области производства сеянцев в контейнерах в России и за рубежом [4–8], а также нормативные акты. Экспериментальные исследования проводились в Шенкурском лесопитомнике, Вельском тепличном комплексе и Устьянском лесном селекционно-семеноводческом центре. При общности целей и основных технологических операций предприятия различаются мощностью, размерами теплиц, количеством ротаций, комплектами оборудования, используемыми контейнерами, субстратами, применяемыми удобрениями и многим другим.

Опытные варианты закладывались с различными сроками посева семян и выноса кассет на площадку дорастивания, испытывались субстраты различных производителей и составов, а также экологически безопасные стимуляторы роста.

Исследованиями по использованию различных добавок, по подбору оптимальных сроков посева и выноса кассет на площадку дорастивания и других технологических приемов установлено их влияние на развитие корней и устойчивость кома субстрата при выемке сеянцев из кассет. Устойчивость кома определена в конце вегетации в два-три срока путем взвешивания сеянца с комом и без кома. У субстрата определяли фракционный состав и химические характеристики по общепринятым методикам. У сеянцев измеряли высоту и диаметр 3–4 раза за сезон, определяли массу хвои, стволика и корней в абсолютно-сухом состоянии. Все материалы замеров были обработаны статистически.

В связи с тем, что выращенные в исследуемых питомниках сеянцы можно использовать для посадки на лесокультурную площадь в двух таежных районах РФ, устанавливали долю выхода стандартного посадочного материала для северо-таежного лесного района европейской части РФ (высота не менее 10 см, диаметр стволика у корневой шейки не менее 2 мм) и Двинско-Вычегодского лесного района (высота не менее 12 см, диаметр стволика у корневой шейки не менее 2 мм).

Микроклимат в теплицах и на площадке дорастивания определяли метеостанцией, которая

фиксирует показатели температуры и влажности воздуха, а также освещенности с интервалом 30 мин. Освещенность в разных частях теплицы и на открытом месте определяли с помощью люксметра Ю-116.

Результаты и обсуждение

При производстве ПМЗКС в северо-западных регионах РФ за основу принята скандинавская технология, на предприятиях установлено импортное оборудование. Правда, как показывает практика, механический перенос зарубежной технологии в российские условия не гарантирует 100%-го успеха.

При всей прогрессивности и высокой автоматизации выращивание ПМЗКС является многофакторным и многозвеньевым, поскольку в этом процессе задействовано большое количество технических устройств и автоматизированных этапов. В связи с чем, в первую очередь необходимо изначально технически грамотно спланировать производство. Этап планирования при строительстве тепличного комплекса — один из основных в функциональном цикле предприятия по производству ПМЗКС [9].

Перед созданием питомника проводится оценка современного рынка подобных предприятий. Если выращивание сеянцев планируется не только для собственных нужд, то важно изучить спрос на продукцию и местоположение потребителей. Эти данные наряду с характеристикой рынков определяют мощность создающегося питомника и ассортимент пород. Определив тип и размер питомника, приступают к расчету срока окупаемости проекта — будут ли оправданы планируемые расходы. Следует учесть, что большинство современных комплектующих поступает из-за границы, поэтому в расчет включается время на доставку оборудования, изучаются возможные таможенные ограничения в целях исключения задержки начала подготовительных и посевных работ [10, 11].

При подборе места производства сеянцев основное внимание уделяется выбору участка с ровной поверхностью и дренируемой почвой, с беспрепятственной освещенностью теплиц солнцем, наличием качественной воды для полива в течение всего периода выращивания растений. Необходима надежная система электроснабжения, также учитываются вопросы экологии. К второстепенным факторам автор работы [12] относит наличие необходимой рабочей силы, наличие и состояние дорог, обеспечивающих круглогодичной подъезд к питомнику, приемлемое расстояние до потребителя.

По результатам проведенных нами исследований, тепличные комплексы региона соответствуют практически всем перечисленным выше

требованиям. Исключение составляет то обстоятельство, что в определенные часы солнечных дней вся теплица или ее часть находится в тени. Причиной этому является слишком близкое размещение теплиц к другим постройкам, друг к другу, или к лесу.

Например, в Вельском тепличном комплексе, когда одна из теплиц уже полностью освещена солнцем, другая, располагаясь достаточно близко к стене леса, находится в тени, а средняя высота сеянцев в ней почти на 10 % ниже, чем в первой [13].

В Шенкурском лесопитомнике отмечена неравномерность освещения в пределах одной теплицы. Результаты измерения освещенности в течение сезона на одних и тех же точках поперек теплицы наглядно это демонстрируют (рис. 1).

Между высотой сеянцев на контрольных точках и значением освещенности установлена достаточно тесная связь, которая увеличивается к концу сезона. В середине сентября в восточной половине теплицы корреляция составляет 0,70, в западной — 0,94 с достоверной значимостью (при уровне вероятности безошибочного заключения $P = 0,95$). При этом различие между средней высотой сеянцев в центре теплицы и у ее стенки достигает 30 %.

На сокращение поступления солнечного света к растениям в данном случае влияет навесное оборудование и металлические конструкции теплицы, а также объекты инфраструктуры, расположенные с западной стороны теплицы. Вероятно, снижение освещенности у стенок теплиц еще связано с их загрязнением в процессе эксплуатации.

Для покрытия теплиц используется два слоя пленки. На небольших теплицах допускается использование поликарбоната. Результаты исследований показали, что эти материалы пригодны для проникновения физиологически активных солнечных лучей в течение светового дня в условиях Архангельской обл.

При наличии оборудования для приготовления субстрата для выращивания сеянцев на всех предприятиях используют торфяной субстрат промышленного производства российских (Pindstrup, Велторф и др.) или зарубежных производителей (Kekkiila). Как показала практика, подготовка питательной среды из торфа в условиях питомника не обеспечивает ее надлежащие качественные характеристики, в том числе равномерное распределение удобрений по всему объему. При приобретении готового субстрата заказчик может сам задать его необходимый состав, а торфопредприятие будет нести ответственность за качество продукции.

В Финляндии были проведены масштабные исследования химических и физических свойств торфа и разработана система интенсивного кон-

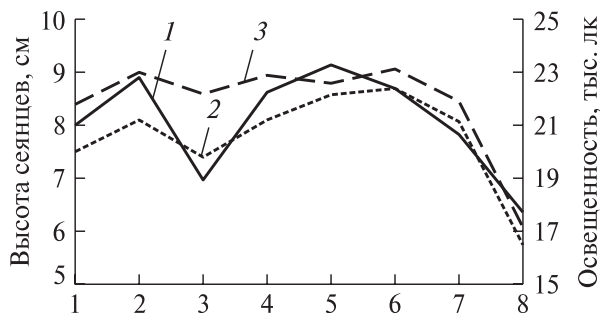


Рис. 1. Высота сеянцев сосны на контрольных участках с учетом освещенности в теплице Шенкурского лесопитомника к концу первого сезона выращивания: 1 — высота сеянцев, см; 2 — освещенность в июне-июле; 3 — освещенность в июне-августе

Fig. 1. Height of pine seedlings on the control plots, taking into account the illumination in the greenhouse of the Shenkur tree nursery by the end of the first growing season: 1 — seedling height, cm; 2 — illumination in June-July; 3 — illumination in June-August

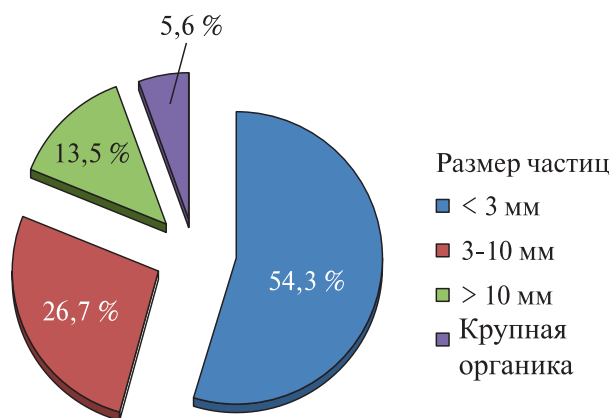


Рис. 2. Фракционный состав субстрата российского производства, %

Fig. 2. Fractional composition of the Russian-made substrate, %

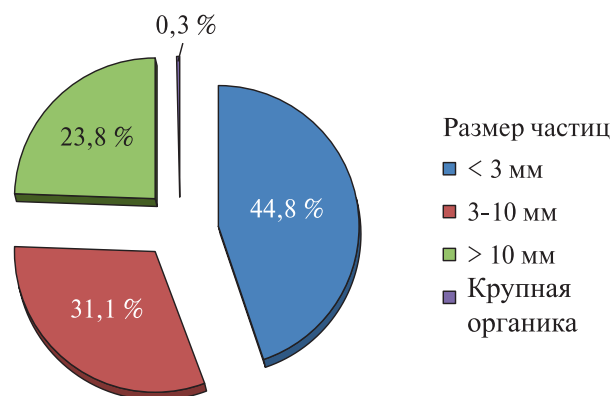


Рис. 3. Фракционный состав субстрата финского производства, %

Fig. 3. Fractional composition of the Finnish-made substrate, %

тейнерного выращивания посадочного материала на субстратах из верхового торфа с комплексом минеральных удобрений [14], признанными в течение нескольких десятилетий лучшими для

выращивания хвойных. В то же время существуют достойные отечественные разработки и производители.

Так, в одном из тепличных комплексов нами были проведены эксперименты по испытанию субстратов различных производителей: финского Kekkila FPM 420 F-6 R 8036 и российского «Велторф» 4с/2/0,25. Фракционный состав субстратов представлен на рис. 2, 3.

Р. Nogueira, М. Abad и др. [15] отмечают, что наиболее оптимальным является субстрат фракции 0,125...0,25 мм. В то же время согласно ГОСТ 33162–2014 [16] существуют ограничения на содержание частиц размером менее 3 мм — не более 30 % в верховом торфе низкой степени разложения.

В образцах субстрата «Велторф» фракция с частицами менее 3 мм составляет больше поло-

вины (54,3 %), от 3 до 10 мм — 26,7 %, доля крупной органики — 5,6 %. Последняя может препятствовать полному заполнению ячейки торфом. В субстрате финского производства крупной органики, препятствующей заполнению ячеек, практически нет, фракция менее 3 мм составляет 44,8 % объема.

Показатель кислотности субстрата российского производителя находится в пределах рекомендуемой для выращивания сеянцев сосны и ели (рН 5,0...5,4). Финский субстрат имеет более кислую среду (рН 3,7...3,8). Содержание элементов питания в субстрате Kekkila выше, азота — практически в 2 раза, фосфора и калия в 1,4 и 1,3 раза соответственно. Различия содержания азота, фосфора и калия между индивидуальными образцами в субстрате российского производства находится в пределах 5,2...9,1 %, финского — 5,4...13,0 %.

Поливы и подкормки сеянцев сосны и ели, выращиваемых на рассматриваемых питательных средах, проводили одинаково. Интересная тенденция прослеживается по влиянию субстратов различных производителей на рост сеянцев двух пород в течение сезона (рис. 4, 5).

На начальном этапе и в период активного роста более благоприятным для сеянцев обеих пород признается субстрат российского производства с достоверным различием по высоте. Однако к завершению сезона средняя высота у сеянцев ели практически выравнивается: различие по высоте в сентябре составляет всего 0,6 % и не доказано, по диаметру различие также недостоверно.

У сеянцев сосны к концу периода выращивания сеянцы на финском субстрате по высоте и диаметру начинают обгонять растения на российском субстрате на 10,0 и 11,7 % соответственно с достоверным различием.

Выход стандартных сеянцев сосны на финском субстрате Kekkila в сентябре по высоте в 2 раза больше, чем на российском Велторф, по диаметру стволика этот показатель выше в 5 раз (табл. 1).

У ели доля стандартных сеянцев на различных субстратах различается незначительно: 2,7...3,0 % по высоте и 7,0 % по диаметру.

Результаты исследования устойчивости кома различных субстратов свидетельствуют о более высоких показателях в случае с торфом российского производства (78,3...90,3 % для сосны и 96,2...99,8 % для ели). На финском субстрате этот показатель составляет 53,1...75,6 % и 90,4...99,5 % для сосны и ели соответственно.

Как правило, теплицы поставляются изготовителем в комплекте с системами обогрева и автоматической вентиляцией. Однако на одном из предприятий Архангельской обл. отопительные установки не используются. В таких усло-

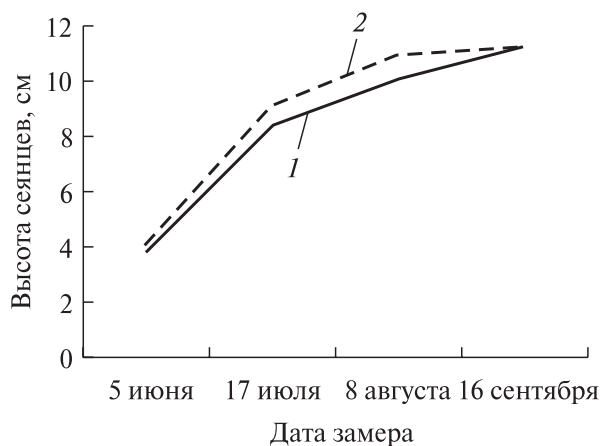


Рис. 4. Рост сеянцев ели на субстратах различных производителей (здесь и далее): 1 — финский субстрат; 2 — российский субстрат

Fig. 4. Growth of spruce seedlings on substrates of various producers (hereinafter): 1 — Finnish substrate; 2 — Russian substrate

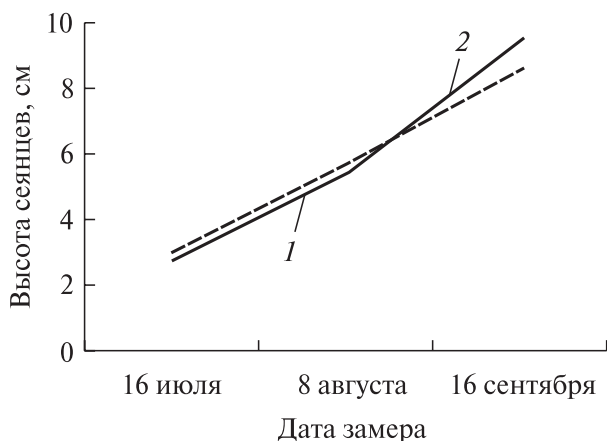


Рис. 5. Рост сеянцев сосны на субстратах различных производителей

Fig. 5. Growth of pine seedlings on the substrates of various producers

виях при соблюдении всех остальных требований (к семенному материалу, микроклимату и качеству выполнения технологических операций) за 1 год можно получить только один урожай стандартных сеянцев (табл. 2). К концу вегетационного периода первого года выращивания стандартные сеянцы сосны составили около 21 %, ели — всего лишь 1 %, что свидетельствует о необходимости доразрастания посадочного материала ели на открытом участке в течение второго года.

Наличие обогрева теплиц позволяет начать посевные работы раньше практически на месяц и использовать систему двух ротаций. При этом ель следует выращивать в первую ротацию как медленно растущую породу, а сосну — во вторую. По нашим данным, доля стандартных сеянцев ели, семена которой посеяны в начале апреля, к концу сезона составляет более 70 %, а сосны (посев в середине июня) — 15...20 %. Весной, в начале лета следующего года посадочный материал готов к реализации.

Основной способ вентиляции в теплицах предусматривается автоматическим открыванием фрамуг в крыше теплиц при достижении критических показателей температуры под пленкой. Однако в жаркие периоды данное проветривание не обеспечивает снижения экстремально высоких температур до оптимальных значений. Поэтому в современных теплицах устанавливают дополнительное оборудование с целью принудительной вентиляции.

Для полива посевов в тепличных комплексах Архангельской обл. используется вода из артезианских скважин. В теплицах установлены передвижные поливные установки, оснащенные распылителями. Через них проводятся подкормки сеянцев минеральными удобрениями.

По результатам наблюдений все тепличные комплексы региона характеризуются неравномерным попаданием жидкости сеянцам по ходу поливной установки, что является одной из причин дифференциации растений по размерам, усиливающейся к концу периода выращивания. А в некоторых случаях это приводит к полному угнетению растений в результате недостаточного количества воды в определенных рядах. Различия в количестве жидкости за один цикл полива на единицу площади может достигать 270 %. Причинами такого недостатка могут служить засорение форсунок, непостоянный напор воды и т. п. В связи с этим при существующей автоматизации процесса важно постоянно контролировать качество полива, своевременно обнаруживать и устранять засоры в распылителях, что будет способствовать сокращению процента нестандартных сеянцев. Современные поливные установки оснащены

Т а б л и ц а 1

Выход стандартных однолетних сеянцев сосны и ели, выращиваемых на субстратах различных производителей

Yield of standard annual pine and spruce seedlings grown on the substrates of various producers

Субстрат	Стандартные сеянцы по высоте, %		Стандартные сеянцы по диаметру стволика, %
	≥10 см	≥12 см	
Сосна			
Финский	43,6	8,8	10,1
Российский	20,4	3,6	2,0
Ель			
Финский	78,5	37,6	27,5
Российский	75,5	34,9	20,0

Т а б л и ц а 2

Биометрические параметры сеянцев к концу первого года выращивания в теплицах с обогревом и без обогрева

Biometric parameters of seedlings by the end of the first year of cultivation in greenhouses with and without heating

Порода	Дата посева	Количество дней		Высота	Диаметр
		в теплице	всего		
Теплица с обогревом					
Ель	03.04	165	68	14,0 ± 0,23	2,2 ± 0,05
Сосна	13.06	94	94	9,8 ± 0,11	1,6 ± 0,03
Теплица без обогрева					
Ель	26.04	141	141	6,8 ± 0,13	1,3 ± 0,03
Сосна	26.04	141	141	10,2 ± 0,14	1,8 ± 0,14

форсунками, распыл которых можно регулировать. При необходимости часть их закрывают, и ирригационная установка совершает еще необходимое количество проходов, поливая лишь те кассеты, которые были недостаточно увлажнены за первый цикл. Хотя данный процесс еще не полностью отработан в питомниках региона, он приносит положительный результат.

Одним из приемов повышения качества сеянцев и увеличения их биометрических параметров является применение стимуляторов. Исследованиями доказано, что такие препараты ускоряют прорастание семян, увеличивают всхожесть, положительно влияют на развитие наземной части и корневой системы сеянцев, повышают приживаемость при пересадке и способствуют лучшему выживанию в экстремальных условиях [17–20]. Отмечено, что экономическая выгода от использования стимуляторов роста многократно превышает затраты на их приобретение [21].

Т а б л и ц а 3

Выход стандартных сеянцев ели к концу первого вегетационного периода с использованием препарата «Экорост» в качестве подкормки в различных дозах
Yield of standard spruce seedlings by the end of the first growing season using the «Ekorost» preparation as fertilizer in different doses

Количество препарата, мл на 10 л воды	Сеянцы стандартные, %		
	по высоте		по диаметру стволика
	≥10	≥12	
Ель — первая ротация			
0 (контрольный вариант)	78,5	37,6	27,5
5	88,6	66,2	55,1
10	90,5	72,2	44,4
15	91,6	78,2	51,9
Сосна — вторая ротация			
0 (контрольный вариант)	48,3	15,7	11,2
5	82,7	52,6	42,4
10	78,8	44,7	38,1
15	54,7	19,6	14,3

В настоящее время существует большое количество различных препаратов с ростостимулирующим действием, но предпочтение отдают экологически безопасным [19, 22, 23], в частности, гуматам.

В отличие от аналогичных синтетических регуляторов роста гуминовые препараты влияют не только на обмен веществ растений. Их систематическое использование улучшает агрофизические и агрохимические свойства почв (структуру, буферные и ионообменные свойства), повышает активность почвенных микроорганизмов и адаптогенные свойства растений: способность противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносить повышенные дозы солей азота в почве. Преимущество гуминовых препаратов заключается также в том, что они повышают усваивание питательных веществ, благодаря чему можно сократить потребность в дорогостоящих минеральных удобрениях [24–26].

Гуминовые препараты широко применяются в сельском хозяйстве. При выращивании посадочного материала хвойных пород их применение ограничено, что обусловлено низкой информированностью производителей, недостатком исследований в этом направлении. Поэтому только в одном из тепличных комплексов региона был проведен эксперимент применения гуминового препарата для подкормки сеянцев.

Нами был испытан гуминовый препарат «Экорост» в качестве корневой подкормки сеянцев ели и сосны, а также для замачивания семян ели европейской. Состав препарата: азот — 2,8 г/л, фосфор — 0,02 г/л, калий — 5,91 г/л, гуминовые кислоты — не менее 30 г/л; микроэлементы: медь, цинк, марганец, железо, селен. Во всех дозах препарат оказал положительное влияние на рост сеянцев сосны и ели (табл. 3). При поливе раствором препарата сеянцев ели первой ротации с концентрацией 10...15 мл на 10 л воды средняя высота растений превышала высоту опытных сеянцев по сравнению с контрольными на 16,0...17,0 %. Доля стандартных сеянцев ели также была выше при использовании препарата «Экорост».

В посевах сосны препарат «Экорост» показал наибольший эффект при его внесении в дозе 10 и 15 мл на 10 л воды, что показало превышение высоты сеянцев относительно контрольного варианта на 19,4 и 17,3 % соответственно.

На основании полученных данных можно утверждать, что гуминовый препарат «Экорост» в определенных концентрациях оказывает благоприятный эффект на рост сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой и рекомендовать его к применению.

На предприятиях Архангельской обл. используют семена хвойных пород массового сбора и практикуют посев по два семени в ячейку, в связи с чем через 2–3 недели требуется прореживание и пикировка всходов. Операция по пикировке очень трудоемкая и может оказать негативное влияние на качество сеянцев. Исключения этого приема можно добиться повышением качественных характеристик семян путем их предпосевной подготовки: барботации, замачивания в растворах стимуляторов, в том числе природного происхождения, сортировки по массе и размеру для более точного высева.

В Устьянском лесном селекционно-семеноводческом центре имеется установка для очистки и сортировки семян по размеру для повышения эффективности сортировки их по массе. Такое разделение семян способствует увеличению точности засева.

С помощью гравитационного сепаратора отделяются пустые и полупустые семена, происходит их окончательная очистка, удаляется более легкий мусор. Установка «Превак» служит для удаления механически поврежденных семян, например, насекомыми.

После всех перечисленных операций, семена на предприятии замачивают в растворе перманганата калия (марганцовки), промывают и перемещают в раствор стимулятора, доводя общую продолжительность замачивания до 24 ч.

В двух других рассматриваемых питомниках подобного оборудования нет, поэтому работу с семенным материалом начинают со снегования или барботирования.

По результатам проведенных нами исследований предпосевная обработка семян ели раствором препарата «Экорост» положительно влияет на их качество, наблюдается изменение энергии прорастания в сторону ее увеличения — от 6,2 до 13,0 %, всхожести — от 7,3 до 13,0 % по сравнению с показателями контрольных семян. Наилучший эффект стимуляции проявился при замачивании семян в течение 12 и 24 ч.

Выводы

Тепличные комплексы Архангельской обл. выращивают ПМЗКС для собственных нужд, реализуют другим предприятиям региона и соседних областей. Имея общую конечную цель, питомники значительно различаются между собой по мощности, комплектам оборудования, перечню технологических операций и срокам их проведения. Тем не менее, существуют сходные вопросы по совершенствованию технологии для получения улучшенного результата. Таким образом, подводя итог проведенным исследованиям, можно дать следующие рекомендации:

- при планировании и строительстве теплиц и площадок дорастивания необходимо выбирать участок с ровной поверхностью, на тяжелых почвах обеспечить дополнительный дренаж, исключить затенение теплиц другими объектами инфраструктуры;

- для повышения освещенности сеянцев следует своевременно очищать тепличное покрытие от налета и загрязнений.

Элементы каркаса и навесного оборудования сокращают среднюю освещенность до 40...45 % относительно освещенности на открытом месте, что снижает интенсивность фотосинтеза. В связи с этим целесообразно проводить ротацию кассет по расположению их в теплице, что будет способствовать получению более однородной по биометрическим показателям партии сеянцев;

- субстрат для выращивания сеянцев в контейнерах следует приобретать на специализированных предприятиях, отдавая предпочтение надежным производителям, а также контролировать состав субстрата перед посевом;

- для увеличения выхода сеянцев с единицы площади следует использовать схему двух ротаций, при этом семена ели высевать в первую очередь, сосны — во вторую.

Обязательным условием в Архангельской обл. является обогрев теплиц весной, а также летом в периоды похолоданий и заморозков. Использование третьей ротации в условиях Архангельской обл. нецелесообразно;

- для благоприятного водного режима необходимы постоянный контроль процесса полива, своевременная прочистка фильтров, устранение поломок, регулирование количества жидкости, поступающей к сеянцам с помощью форсунок или ротации кассет;

- для выращивания лесного ПМЗКС при односемянном посеве качество семян должно быть высоким (всхожесть более 95 %).

Повысить качество семян можно путем их замачивания в растворе гуминовых препаратов. При посеве использовать сеялку точного высева, которая обеспечивает точность посева 95 %. Есть возможность достичь точности более 98 %, если для засева использовать семена, прошедшие сортировку по массе и размеру.

В целом для достижения максимально возможных результатов требуется строгое соблюдение сроков и качества проведения операций на каждом этапе производства.

Научные данные, полученные в результате проведения лабораторных и полевых опытов, показывают, что применение гуминовых препаратов не только способствует укреплению иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды, но и повышению качества получаемой продукции.

Замачивание семян перед посевом повышает всхожесть и энергию прорастания, повышает класс качества семян, что особенно важно при точном односемянном посеве кассет. Полив сеянцев хвойных пород раствором препарата «Экорост» оказывает положительное влияние на их биометрические параметры.

Учитывая изложенные выше факторы и полученный положительный результат опытов использования гуминового препарата в проведенных нами исследованиях, можно рекомендовать его использование при производстве лесного посадочного материала с закрытой корневой системой.

Работа выполнена по результатам исследований, проведенных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: АААА-А19-119012590182-1.

Список литературы

- [1] Бобушкина С.В., Мочалов Б.А. Некоторые особенности технологии выращивания сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой // Леса Евразии — Брянский лес: Материалы XI Междунар. конференции молодых ученых, посвященной 80-летию Брянской государственной инженерно-технологической академии и профессору В.П. Тимофееву, Москва, 12–18 сентября 2011 г. М.: МГУЛ, 2011. С. 117–118.
- [2] Белякова А.В. Сравнение затрат на лесовосстановление с закрытой и открытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы V науч.-техн. конф.-вебинара / под ред. В.М. Гедьо. СПб: Изд-во СПбГЛТУ, 2020. С. 32–35.

- [3] Корчагов С.А., Грибов С.Е., Обрядина О.Ю. Экономическая оценка создания лесных культур различным видом посадочного материала // ИВУЗ Лесной журнал, 2017. № 5. С. 92–102.
- [4] Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Лесные культуры. СПб.: Изд-во СПбГЛТА, 2005. 556 с.
- [5] Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика искусственного лесовосстановления. Архангельск: Изд-во САФУ, 2011. 239 с.
- [6] Мерзленко М.Д. Актуальные аспекты искусственного лесовосстановления // ИВУЗ Лесной журнал, 2017. № 3. С. 22–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.22
- [7] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в леса Клинско-Дмитровской гряды. М.: МГУЛ, 2002. 93 с.
- [8] Вологович А.А., Поплавская Л.Ф., Ребко С.В., Тупик П.В. Сравнительные показатели роста сортовых семян сосны обыкновенной с ЗКС // Лесное хозяйство: тез. 82-й науч.-техн. конф. с международным участием, Минск, 01–14 февраля 2018 г. Минск: Изд-во БГТУ, 2018. С. 56.
- [9] Васильев О.И. Технологические и экономические аспекты производства посадочного материала с закрытой корневой системой // Тр. Санкт-Петербургского науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства, 2018. № 2. С. 53–63.
- [10] Quayle S., Gunn B.V.W. Tree Nursery Manual for Namibia. Canberra: CSIRO Forestry and Forest Products, 1998, 121 p.
- [11] Landis T.D. Nursery planning, development, and management // The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 1–26.
- [12] Landis T.D. Nursery planning, development, and management // The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 27–46.
- [13] Бобушкина С.В., Сеньков А.О., Поташева Ю.И. Изучение освещенности в тепличных комплексах Архангельской области при выращивании семян хвойных пород // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф., Вологда, 1 декабря 2020 г. Вологда: Изд-во ВоГУ, 2020. С. 3–7.
- [14] Bunt AC. Media and Mixes for Container-Grown Plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. Loam or loamless media?, 1988. pp. 1–5.
- [15] Noguera P., Abad M., Puchades R., Maquieira A., Noguera V. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium // J. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, v. 34, iss. 3–4, pp. 593–605.
- [16] Торф низкой степени разложения. Технические условия. ГОСТ 33162-2014. М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
- [17] Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Москва, 2003. 24 с.
- [18] Хамитов Р.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Архангельск, 2006. 18 с.
- [19] Андреева Е.М., Стеценко С.К., Кучин А.В., Терехов Г.Г., Хуршкайнен Т.В. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотехнический журнал, 2016. № 3. С. 10–19.
- [20] Кабанова С.А., Данченко М.А., Борцов В.А., Кочерганов И.С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотехнический журнал, 2017. № 2. С. 75–83.
- [21] Неганова Н.М. Гуминовые удобрения как фактор оптимизации условий роста и развития декоративных растений // Научная мысль Кавказа, 2011. № 3. С. 96–99.
- [22] Немков П.С., Грехова И.В. Влияние гуминового препарата на сеянцы хвойных пород. // Теоретическая и прикладная экология, 2015. № 1. С. 96–99.
- [23] Ладвищенко В.В., Терехов С.Н., Мороз М.Н. Применение стимуляторов роста при выращивании посадочного материала ели европейской // Леса Евразии — Северный Кавказ: Материалы VIII Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 270-летию со дня рождения лесовода А.Т. Болотова, Сочи, 6–12 октября 2008 г. Т. 1. М.: МГУЛ, 2008. С. 154–157.
- [24] Митрофанов С.В., Гапеева Н.Н., Мочалова Е.Н. Влияние гуминовых удобрений на посевные качества Ели европейской // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения, 2018. С. 177–181.
- [25] Гуминовые препараты и их применение в растениеводстве и животноводстве: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Рязань, 17–19 мая 2005 г. Рязань: Изд-во РГСХА им. А.П. Костычева, 2005. 104 с.
- [26] Орлов Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. С. 16–27.

Сведения об авторе

Бобушкина Светлана Валентиновна — канд. с.-х. наук, науч. сотр. ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

Поступила в редакцию 15.08.2021.

Принята к публикации 19.10.2021.

EFFICIENCY PRODUCTION METHODS OF CONIFERS BALL-ROOTED PLANTING STOCK IN ARKHANGELSK REGION

S.V. Bobushkina

Northern Research Institute of Forestry, 13, Nikitova st., 163062, Arkhangel'sk, Russia

svetlana.bobushkina@sevniih-arh.ru

By comparing three nurseries in the Arkhangelsk region, a comparative analysis of some technological operations in the production of ball-rooted coniferous seedlings was carried out, similar problems were noted and solutions were proposed to increase production efficiency and reduce costs. Frame elements and attachments in greenhouses reduce the amount of light entering the seedlings by 40...45 %, which reduces the rate of photosynthesis. Therefore, it is recommended to rotate the cassettes according to their location in the greenhouse. To increase the illumination, the greenhouse covering should be promptly cleaned from residues and dirt. When planning and building greenhouses, it is necessary to exclude their shading by other infrastructure objects. Substrate for growing seedlings in containers should preferably be purchased from specialized companies and its composition should be controlled before sowing by chemical analysis. In order to increase the yield of seedlings per unit area, the scheme of 2 rotations should be used, while a prerequisite in the north is heating greenhouses in spring, as well as in summer during periods of cold snaps and frosts. Spruce seeds must be sown first, while pines follow second. In this case, both breeds will reach standard parameters by the beginning of the next growing season. To reduce the difference in the amount of liquid to the seedlings during irrigation and fertilization, which reaches 270 %, it is necessary to constantly control these processes, timely cleaning of filters, elimination of breakages, regulation of the amount of liquid coming to the seedlings by means of nozzles or rotation of cassettes. It is possible to accelerate the seed germination and the seedling growth by using stimulants — environmentally safe humic preparations. Soaking the spruce seeds in the solution of the «Ekorost» preparation helped to increase germination and germination energy up to 13 %. Irrigation with a solution of this preparation increased the yield of standard seedlings of spruce by 40,6 % and pine by 36,9 % compared with control.

Keywords: ball-rooted planting stock, seedlings, reforestation, technologies of growing, nursery, pine (*Pinus sylvestris* L.), spruce (*Picea abies*)

Suggested citation: Bobushkina S.V. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy evropejskoy za predelami areala pri minimal'nom kolichestve semennikov* [Efficiency production methods of conifers ball-rooted planting stock in Arkhangelsk region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 45–54.
DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-45-54

References

- [1] Bobushkina S.V., Mochalov B.A. *Nekotorye osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya seyantsev khvoynykh porod s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Some features of technology of growing ball-rooted coniferous seedlings]. *Lesa Evrazii — Bryanskiy les: Materialy XI Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 80-letiyu Bryanskoy gosudarstvennoy inzhenerno-tekhnologicheskoy akademii i professoru V.P. Timofeevu* [Forests of Eurasia — Bryansk forest: Proceedings of XI International Conference of young scientists, dedicated to the 80th anniversary of Bryansk State Engineering and Technology Academy and Professor V P Timofeev]. Moscow: MSFU, 2011, pp. 117–118.
- [2] Belyakova A.V. *Sravnienie zatrat na lesovosstanovlenie s zakrytoy i otkrytoy kornevoy sistemoy* [Comparison of costs of reforestation with closed and open root systems]. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie / materialy pyatoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii-vebinara* [Forests of Russia: policy, industry, science, education / materials of the fifth scientific and technical conference-webinar]. Ed V.M. Red'ko. SPb: SPbGLTU, 2020, p. 309.
- [3] Korchagov S.A., Gribov S.E., Obryadina O.Y. *Ekonomicheskaya otsenka sozdaniya lesnykh kul'tur razlichnym vidom posadochnogo materiala* [Economic assessment of the creation of forest cultures with different types of planting stock]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2017, no. 5, pp. 92–102.
- [4] Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A. *Lesnye kul'tury* [Forest crops]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2005, 556 p.
- [5] Merzlenko M.D., Babich N.A. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya sosny i eli v kul'turakh* [Theory and practice of artificial reforestation]. Arkhangel'sk: SAFU, 2011, 239 p.
- [6] Merzlenko M.D. *Aktual'nye aspekty iskusstvennogo lesovosstanovleniya* [Relevant Aspects of Artificial Reforestation]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2017, no. 3, pp. 22–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.22
- [7] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Lesovodstvennaya ekskursiya v lesa Klinko-Dmitrovskoy gryady* [A forest excursion to the forests of the Klin-Dmitrov ridge]. Moscow: MGUL, 2002, 93 p.
- [8] Volotovich A.A., Poplavskaya L.F., Rebko S.V., Tupik P.V. *Sravnitel'nye pokazateli rosta sortovykh seyantsev sosny obyknovennoy s ZKS* [Comparative growth rates of varietal seedlings of Scots pine with ball-rooted planting stock]. *Lesnoe khozyaystvo. Tezisy 82 nauch.-tehn. konf. (s mezhdunarodnym uchastiem)* [Forestry. Thesis of the 82 scientific technical conference (with international participation)], Minsk, 01–14 February 2018. Minsk: Belarusian State Technological University, 2020, pp. 56.
- [9] Vasiliev O.I. *Tekhnologicheskie i ekonomicheskie aspekty proizvodstva posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Technological and economic aspects of the production of ball-rooted planting stock]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2018, no. 2, pp. 53–63.
- [10] Quayle S., Gunn B.V.W. *Tree Nursery Manual for Namibia*. Canberra: CSIRO Forestry and Forest Products, 1998, 121 p.
- [11] Landis T.D. *Nursery planning, development, and management. The container tree nursery manual*. U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 1–26.

- [12] Landis T.D. Nursery planning, development, and management. The container tree nursery manual: U.S. Department of agriculture. Forest service. Agriculture handbook, 1995, v. 1, chapter 1, pp. 27–46.
- [13] Bobushkina S.V., Senkov A.O., Potasheva Y.I. *Izuchenie osveshchennosti v teplichnykh kompleksakh Arkhangel'skoy oblasti pri vyrashchivanii seyantsev khvoynykh porod* [Study of illumination in greenhouse complexes of the Arkhangelsk region when growing seedlings of conifers]. Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Vologda, 1 dekabrya 2020 g. [Actual problems of the development of the forestry complex: materials of the XVIII International Scientific and Technical Conference, Vologda, December 1, 2020]. Vologda: Vologda State University, 2020, pp. 3–7.
- [14] Bunt A.C. Media and Mixes for Container-Grown Plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. Loam or loamless media?, 1988. pp. 1–5.
- [15] Noguera P., Abad M., Puchades R., Maquieira A., Noguera V. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium J. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2003, v. 34, iss. 3–4, pp. 593–605.
- [16] *Torf nizkoy stepeni razlozheniya. Tekhnicheskie usloviya (Pereizdanie)* [Low decomposition peat. Technical conditions (Reissue)] GOST 33162–2014. Moscow: Standardinform, 2019, p. 15.
- [17] Pentelkina Y.S. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev khvoynykh vidov* [Influence of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous species]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Moscow, 2003, p. 24.
- [18] Khamitov R.S. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev sosny kedrovoy sibirskoy* [Influence of stimulants on seed germination and growth of seedlings of Siberian pine]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Arkhangelsk: 2006, p. 18.
- [19] Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Kuchin A.V., Terekhov G.G., Khurshkainen T.V. *Vliyanie stimulyatorov rosta prirodnoy proiskhozhdeniya na prorostki khvoynykh porod* [Influence of stimulants of natural origin on coniferous seedlings]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal], 2016, no. 3, p. 10–19.
- [20] Kabanova S.A., Danchenko M.A., Bortsov V.A., Kocherganov I.S. *Rezultaty predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy stimulyatorami rosta* [The results of pre-sowing treatment of pine seeds with growth stimulants]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal], 2017, no. 2, pp. 75–83.
- [21] Neganova N.M. *Guminovye udobreniya kak faktor optimizatsii usloviy rosta i razvitiya dekorativnykh rasteniy* [Humic fertilizers as a factor in optimizing conditions for growth and development of ornamental plants]. Nauchnaya mysl' Kavkaza [Scientific thought of the Caucasus], 2011, no. 3, pp. 96–99.
- [22] Nemkov P.S., Grekhova I.V. *Vliyanie guminovogo preparata na seyantsy khvoynykh porod* [Effect of humic preparation on seedlings of conifers] Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya [Theoretical and applied ecology], 2015, no. 1, pp. 96–99.
- [23] Ladvischenko V.V., Terekhov S.N., Moroz M.N. *Primenenie stimulyatorov rosta pri vyrashchivanii posadochnogo materiala eli evropeyskoy* [Application of growth stimulants when growing the planting stock of European Spruce]. Lesa Evrazii — Severnyy Kavkaz: Materialy VIII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 270-letiyu so dnya rozhdeniya lesovoda A.T. Bolotova: Tom 1 [Forests of Eurasia — North Caucasus: Proceedings of VIII International Conference of young scientists, dedicated to the 270th anniversary of the birth of forester Bolotov A.T., vol. 1]. Moscow, 2008, pp. 154–157.
- [24] Mitrofanov S.V., Gapeeva N.N., Mochalova E.N. *Vliyanie guminovykh udobreniy na posevnye kachestva Eli evropeyskoy* [The influence of humic fertilizers on the seeding qualities of European Spruce]. Ekologicheski ustoychivoe zemledelie: sostoyanie, problemy i puti ikh resheniya: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Ecologically sustainable agriculture: state, problems and ways of their solutions: Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation], 2018, pp. 177–181.
- [25] *Guminovye preparaty i ikh primenenie v rastenievodstve i zhivotnovodstve: materialy Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf.* [Humic preparations and their application in plant growing and animal farming: materials of the All-Russian scientific and practical conference, May 17–19, 2005]. Ryazan: Russian State Agricultural Academy named after A.P. Kostychev, 2005, p. 104.
- [26] Orlov D.S. *Svoystva i funktsii guminovykh veshchestv* [Properties and functions of humic substances]. Guminovye veshchestva v biosfere [Humic substances in biosphere], Moscow: Science, 1993, pp. 16–27.

Author's information

Bobushkina Svetlana Valentinovna — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of the Northern Research Institute of Forestry, svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

Received 15.08.2021.

Accepted for publication 19.10.2021.