

УДК 630*232.3

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Горбунова, А. О. Сеньков, Д. Х. Файзулин

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства
163062, Архангельск, ул. Никитова, 13

E-mail: svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru, senkov@sevniilh-arh.ru, forestry@sevniilh-arh.ru

Поступила в редакцию 03.09.2021 г.

Для своевременного снабжения лесопользователей качественным посадочным материалом по приемлемой стоимости в сельском хозяйстве широко применяются экологически безопасные стимуляторы роста – гуматы. Целью настоящего исследования стало изучение степени стимулирующего действия гуминового препарата на рост и развитие сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой. В процессе работы проанализировано влияние растворов различных концентраций гуминового препарата «Экорост» в качестве подкормок на рост сеянцев сосны (*Pinus L.*) и ели (*Picea A. Dietr.*) в контейнерах в лесопитомнике Архангельской области в течение 2 лет. Кроме того, рассмотрен вопрос действия препарата на семена ели европейской при подготовке их к посеву. Полученные результаты подтвердили возможность и перспективность применения гуминового вещества при производстве посадочного материала хвойных пород. При поливах сеянцев сосны и ели в течение сезона раствором препарата в концентрации 10 мл на 10 л воды выход стандартных растений для Двинско-Вычегодского лесного района увеличился на 36.9 и 34.6 % соответственно, в опытных вариантах возросла масса сеянцев по сравнению с контролем, проявилась более высокая устойчивость кома субстрата. При замачивании семян ели перед посевом энергия прорастания увеличилась на 10.0–13.0 % по сравнению с контролем, всхожесть – на 9.3–12.3 %, продолжительность прорастания семян сократилась с 8 до 6 дней. Учитывая положительный эффект гуминового препарата на сеянцы сосны и ели, следует продолжить исследования в области применения таких стимуляторов для лесовыращивания.

Ключевые слова: посадочный материал с закрытой корневой системой (ПМЗК), гуматы, стимуляторы, сеянцы, ель европейская (*Picea abies (L.) H. Karst.*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*).

DOI: 10.15372/SJFS20220104

ВВЕДЕНИЕ

В России все большей популярностью пользуется посадочный материал с закрытой корневой (ПМЗК) системой, обладающий рядом преимуществ перед традиционными сеянцами. Но, как известно, затраты на его производство значительно выше, чем на выращивание сеянцев с оголенной корневой системой. В связи с этим требуется разработать эффективные приемы снижения расходов на выращивание ПМЗК без потери качества. В современных экологиче-

ских условиях при производстве посадочного материала одним из таких приемов может стать использование природных стимуляторов роста.

Исследованиями доказано, что такие вещества 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 (Пентелькина, 2003; Хамитов, 2006; Андреева и др., 2016; Фроленкова, Волкович, 2016; Кабанова и др., 2017; Kabanova et al.,

2020). Отмечено, что экономические выгоды от использования стимуляторов роста многократно превышают затраты на их приобретение (Неганова, 2011).

В настоящее время существует большое количество различных препаратов с ростостимулирующим действием, но предпочтение отдают экологически безопасным. К таким стимуляторам относятся гуматы (Немков, Грехова, 2015; Андреева и др., 2016; Наими, 2018; Левченкова, 2020; Ghatas et al., 2021).

Во всем мире наблюдается повышенный интерес к гуминовым веществам, получившим широкое применение в сельском хозяйстве (Якименко, Терехова, 2011; Yakimenko, Terekhova, 2011; Nardi et al., 2016; Левченкова, 2020; Ven Mrid et al., 2021; и др.) Имеются данные об опыте применения их для детоксикации и рекультивации почв, загрязненных различными поллютантами (Степанов и др., 2018). Исследователями установлено стимулирующее действие гуминовых соединений на рост и развитие растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, кроме того, такие препараты улучшают структуру и плодородие почвы, а также влияют на поглощение питательных веществ и структуру корней (Trevisan et al., 2010; Неганова, 2011).

Гуматы – биопродукты, которые являются солями гуминовых кислот. В природных условиях они образуются в результате гумификации, гидролиза и жизнедеятельности микроорганизмов почвы. Гуматы представляют особую группу экологически чистых универсальных регуляторов роста растений и стрессовых адаптогенов. Они стимулируют выработку самим растением естественных регуляторов роста (фитогормонов) и активизируют их функциональную деятельность, поддерживая ее на оптимально высоком уровне (Экорост, 2021).

Ограниченное использование указанных веществ при выращивании посадочного материала хвойных пород обусловлено низкой информированностью производителей, а также недостатком исследований в этом направлении. Отмечено, что любые биологически активные вещества, регуляторы роста требуют осторожного обращения с ними. Передозировка этих соединений опасна: можно не только не получить ожидаемого эффекта, но и столкнуться с прямо противоположным результатом (Соркина и др., 2010; Устинова, Зуров, 2010; Неганова, 2011), поэтому велика значимость исследований в этом направлении.

Актуальность темы также подтверждается необходимостью ускоренного выращивания качественного посадочного материала с закрытой корневой системой. В связи с введенными в 2018–2019 гг. требованиями нормативно-правовой базы по увеличению доли искусственного лесовосстановления с использованием растений с комом субстрата, потребность в таком посадочном материале заметно возрастает. Объем выращивания сеянцев на имеющихся инфраструктурных объектах не соответствует производственной потребности (Распоряжение..., 2021).

Цель настоящей работы – изучить степень стимулирующего действия гуминового препарата на рост и развитие сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой.

Новизна исследований заключается в том, что впервые на Европейском Севере испытан гуминовый препарат для стимулирования роста сеянцев сосны (*Pinus L.*) и ели (*Picea A. Dietr.*) в контейнерах.

Практическая значимость состоит в возможности подобрать необходимые дозы и концентрации растворов гуминового вещества с последующей рекомендацией использования их в тепличных комплексах региона для стимулирования роста сеянцев хвойных пород и получения качественного стандартного посадочного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследования – сеянцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) и ели европейской (*Picea abies (L.) H. Karst.*), выращиваемые в контейнерах. Исследования проводились в лесопитомнике Архангельской области.

Испытывали препарат «Экорост» (2021) на основе гуминовых кислот, который, как отмечают производители, применяется в качестве удобрения для корневых и внекорневых подкормок, замачивания семян, при укоренении черенков. Препарат увеличивает всхожесть семян, приживаемость лукович, черенков и растений после пересадки, обеспечивает мощную корневую систему, увеличивает урожайность, повышает сопротивляемость растений грибковым и бактериальным заболеваниям.

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.

В нашей работе гуминовый препарат использовался в качестве корневой подкормки сеянцев ели и сосны, а также для замачивания семян ели европейской перед посевом. Остальные агротехнические приемы (поливы, удобрения, прополки, определения химических элементов почв и т. п.) выполнялись по принятой в питомнике технологии (Методические указания..., 1985; ГОСТ 26483-85..., 1985; ГОСТ 27784-88..., 1988; ГОСТ Р 54650-2011..., 2019).

Число обработанных сеянцев для обеспечения необходимой точности опыта (в пределах 5 %) составило около 240 шт. для каждого варианта ели, 360 шт. для каждого варианта сосны.

Изучение действия препарата на основе гуминовой кислоты «Экорост» на семена проводили непосредственно в лабораторных условиях в разных вариантах. Часть семян перед раскладкой для проращивания замачивали на 12, 20 и 24 ч в концентрации 1 мл/л воды. Другую часть семян проращивали в растворах различной концентрации: 0.5; 1.0; 1.5 мл/л, постоянно добавляя вместо воды по мере необходимости. Для каждого варианта использовали четыре пробы по 100 семян. В качестве контроля послужили необработанные препаратом семена, намоченные в воде.

В исследованиях по использованию различных концентраций препарата и влиянию его на растения в качестве подкормок в условиях питомника, определяли биометрические параметры сеянцев, массу хвои, стволика и корней в абсолютно-сухом состоянии, а также оценивали развитие корневой системы и устойчивость кома субстрата при выемке сеянцев из кассет весовым методом.

Устойчивость кома субстрата определялась в трех вариантах: 1 – выемка сеянца из кассеты, 2 – имитация перевозки путем одного падения растения с комом с высоты 70 см, 3 – более жесткая имитация путем трех падений. Устойчивость кома субстрата определялась как отношение массы субстрата, оставшегося на корнях, к общей массе субстрата в ячейке, выраженное в процентах.

В связи с тем что выращенные сеянцы могут использоваться 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 не менее 2 мм (Приказ..., 2020) и Двинско-Вычегодского лесного района (высота не менее 12 см, диаметр не менее 2 мм (Приказ..., 2020).

Для определения содержания сухого вещества сеянцев корни отделяли от субстрата, отмывали. Сеянцы делили на хвою, ствол, мелкие и крупные корни и сушили в сушильном шкафу (Тип 2В-151) при температуре 105 °С до постоянной массы и взвешивали с точностью до 0,001 г на весах МЛ 0.2-II ВЖА «Ньютон 1». Расчет проводился по формуле

$$DMC = \frac{Weight_{dry}}{Weight_{fresh}} \times 100,$$

где DMC – содержание сухого вещества, %; $Weight_{dry}$ – масса в абсолютно сухом состоянии, г; $Weight_{fresh}$ – масса живого сеянца, г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Испытание гуминового препарата в качестве стимулятора для подготовки семян к посеву. Для оценки качества посевного материала использованы семена ели европейской, заготовленные в декабре 2018 г. Внешне семена (цвет, запах, отсутствие плесени) соответствовали предъявляемым требованиям. Масса 1000 шт. семян составила 6.18 г.

Действие препарата оценивали по энергии прорастания на 10-е сутки и по всхожести на 15-е сутки. Наблюдалось изменение. Энергия прорастания изменялась от 6.2 до 13.0 % по сравнению с контрольными показателями, всхожесть – от 7.3 до 12.3 %. Наилучший эффект стимуляции проявился при замачивании семян в течение 12 и 24 ч. Энергия прорастания в среднем увеличилась на 10.0 и 13.0 % по сравнению с контролем, а всхожесть – на 9.3 и 12.3 % соответственно (табл. 1).

В. В. Сахнов (2007) отмечал, что замачивание семян при любой концентрации должно быть не более 12 ч, считая такую продолжительность наиболее эффективной.

При более длительном замачивании препарат оказывает угнетающее действие на всхожесть. Данный факт нашими исследованиями не подтвердился.

Проращивание семян в растворах разной концентрации тоже показало увеличение энергии прорастания на 4–7 %, а всхожести – на 3–6.5 %. Лучше всего семена проросли в растворе при концентрации препарата 0,5 мл на 1 л воды (табл. 2).

Данные ежедневного учета всхожести показали, что основная масса жизнеспособных семян проросла на 7–8-й день. Продолжительность прорастания семян ели в контроле со-

Таблица 1. Результаты проращивания семян ели в лабораторных условиях, %

Вариант опыта	Семена		
	проросшие	непроросшие	загнившие
Обработанные семена в растворе 1 мл/1 л воды, в течение, ч:			
12	77.8	19.7	2.5
20	75.8	20.0	4.2
24	80.8	16.3	3.0
Пророщенные семена в растворах разной концентрации, мл/л воды:			
0.5	75.0	21.0	4.0
1.0	73.5	21.0	5.5
1.5	71.5	23.3	5.2
0 (контроль)	68.5	25.2	6.3

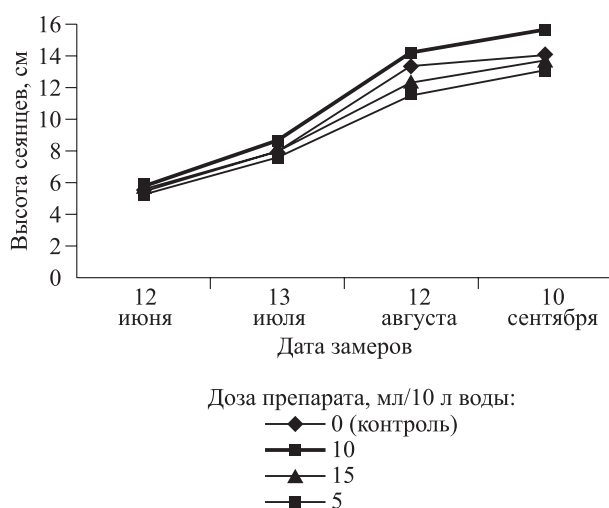
Таблица 2. Проращивание семян ели по дням наблюдения

Вариант опыта	Количество проросших семян ели (%) по дням наблюдения				Продолжительность прорастания семян, дней
	5	7	10	15	
Обработанные семена в растворе 1 мл/1 л воды в течение, ч:					
12	18.2	57.2	77.0	77.8	7.4
20	12.8	54.2	73.2	75.8	7.7
24	41.8	70.3	80.0	80.8	6.4
Пророщенные семена в растворах разной концентрации, мл/л воды:					
0,5	20.5	59.5	74.0	75.0	7.1
1,0	4.8	51.0	71.0	73.5	7.9
1,5	5.0	42.5	67.0	71.5	8.4
0 (контроль)	5.5	43.2	67.0	68.5	8.1

ставила 8 дней. При предпосевной обработке «Экоростом» наблюдалось ее сокращение. Наилучший результат показал вариант с замачиванием семян в течение 24 ч (продолжительность прорастания – 6 дней).

Испытание гуминового препарата в качестве удобрения посевов ели. В питомнике при использовании двухротационной схемы выращивания посадочного материала первый посев (семян ели) проводится в начале апреля, в июне кассеты с сеянцами выносят на открытую площадку для доращивания, а в теплицу устанавливают контейнеры с посевами сосны, которые находятся там до сентября.

Сеянцы ели, находившиеся на площадке доращивания с 9 июня, в течение сезона с периодом около 3 нед поливали растворами препарата «Экорост» в дозах 5, 10 и 15 мл/10 л воды с расходом 1.5 л на кассету. В 2019 г. проведено четыре обработки. Динамику изменения высоты сеянцев демонстрирует рис. 1.

**Рис. 1.** Динамика роста сеянцев ели с подкормкой препаратом «Экорост» в различных дозах в лесопитомнике в 2019 г.

Лучшие биометрические показатели получены в варианте с использованием 10 мл препарата на 10 л воды (табл. 3).

Таблица 3. Биометрические параметры сеянцев ели и выход стандартного посадочного материала (10 сентября 2019 г.)

Доза препарата, мл/10 л воды	Высота, см	Диаметр, мм	Выход стандартных сеянцев, %		
			по высоте, см		по диаметру, ≥ 2 мм
			≥ 10	≥ 12	
0	14.0 \pm 0.23	2.2 \pm 0.05	92.5	70.3	72.5
5	13.0 \pm 0.19	2.0 \pm 0.04	87.6	66.4	56.8
10	15.5 \pm 0.24	2.3 \pm 0.04	94.6	84.2	80.0
15	13.6 \pm 0.19	2.1 \pm 0.04	91.1	73.4	68.4

Таблица 4. Абсолютно сухая масса сеянцев ели и их частей по вариантам опытов (в расчете на 1 сеянец) в лесопитомнике на II декаду сентября 2019 г., г (%)

Доза препарата, мл/10 л воды	Хвоя	Тонкие корни	Главный корень	Ствол	Сеянец	М. н. ч./м. т. к.
10	0.497 (39.3)	0.228 (18.0)	0.133 (10.5)	0.408 (32.3)	1.266 (100)	4.0
0 (контроль)	0.432 (39.8)	0.224 (20.7)	0.111 (10.2)	0.318 (29.3)	1.086 (100)	3.3

Примечание. М. н. ч./м. т. к. – отношение массы надземной части сеянцев к массе тонких корней.

По высоте они превышают контрольный вариант на 10.7 %, различие достоверно ($t_{st} = 4.5$), по диаметру – на 4.5 % (различие недостоверно $t_{st} = 1.5$). Кроме того, наибольший выход стандартного посадочного материала по высоте (84.2 %) и диаметру (80 %) также наблюдался в этом варианте.

Удобрение растений препаратом «Экорост» в дозах 5 и 15 мл на 10 л воды не проявило положительного влияния. При поливе препаратом в дозе 5 мл средняя высота сеянцев оказалась меньше контрольных на 7.1 % с достоверным различием.

Установлено, что при подкормке гуминовым препаратом у сеянцев ели увеличилась масса всех частей по сравнению с контролем, за исключением тонких корней, за счет чего отношение массы надземной части к массе физиологически активных корней в контроле меньше (табл. 4), но в целом в обоих вариантах – в пределах оптимального. Средняя масса сеянца в варианте с подкормкой на 14.2 % превысила массу сеянца в контроле.

На рис. 2 показана более высокая устойчивость кома субстрата в варианте с подкормкой препаратом «Экорост».

Различие невелико, вероятно, в связи с тем, что сеянцы ели первой ротации на обоих вариантах уже имели хорошо развитую густую мочковатую корневую систему, которая полностью скрепила субстрат в ячейке. В опыте 2020 г. посе́вы ели обрабатывали гуминовым препаратом

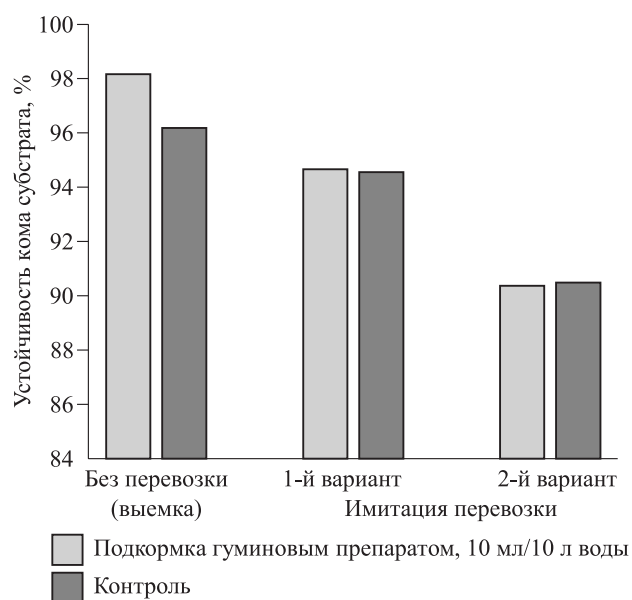


Рис. 2. Устойчивость кома субстрата сеянцев ели в теплице лесопитомника с учетом подкормки гуминовым препаратом (по данным на II декаду сентября 2019 г.).

с тем же расходом и концентрацией, начиная с 15 мая (когда сеянцы еще были в теплице) по 8 августа с периодичностью 2–3 нед, всего 5 раз.

В отличие от результатов предыдущего года, растения на всех вариантах с использованием гуминового препарата превзошли сеянцы по высоте в контроле на 12.0–17.1 % с достоверным различием ($t_{st} = 4.3–7.3$) (рис. 3).

По диаметру различие достигает 7.3 %, но оно не доказано ($t_{st} = 1.8–2.8$) (табл. 5).

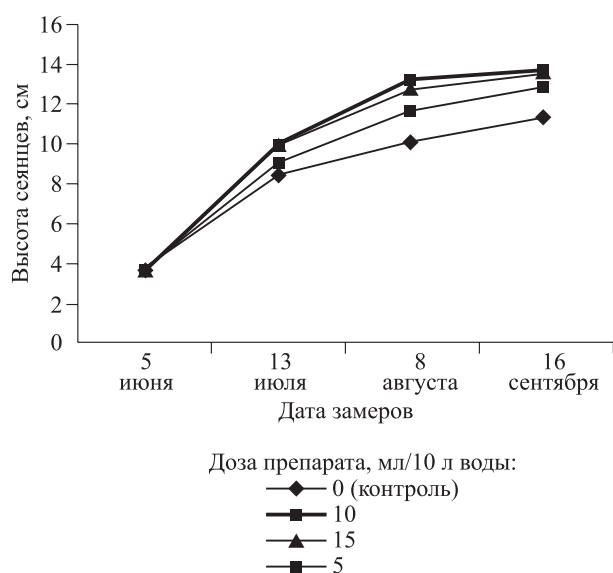


Рис. 3. Динамика роста сеянцев ели в вариантах с подкормкой препаратом «Экорост» в различных дозах в лесопитомнике в 2020 г.

Устойчивость кома в контроле и с использованием гуминового препарата в дозе 10 мл/10 л воды составила 90.6 и 94.5 % соответственно, что свидетельствует о положительном влиянии препарата на качество посадочного материала с закрытой корневой системой, как и в предыдущем году.

Выход стандартного посадочного материала в посевах 2020 г. свидетельствует о наибольшем влиянии на рост сеянцев в высоту концентрации 10 и 15 мл на 10 л воды (табл. 6).

Таким образом, более раннее начало серии обработок гуминовым препаратом сеянцев ели, соответственно с увеличением их количества, дает более значительный эффект.

Испытание гуминового препарата в качестве удобрения посевов сосны. В 2019 г. при удобрении сеянцев сосны в теплице «Экорост» использовали в тех же дозах, что и для ели. С периодом около 3 нед в течение сезона проведено три обработки, последняя – 8 августа. Результаты замеров представлены в табл. 7.

Таблица 5. Параметры сеянцев ели в вариантах с использованием гуминового препарата «Экорост» в качестве подкормки в разных дозах (16 сентября 2020 г.)

Доза препарата, мл/10 л воды	Высота, см			Диаметр, мм		
	$H \pm m$	Различие, %	$t_{\text{факт}}$	$D \pm m$	Различие, %	$t_{\text{факт}}$
0 (контроль)	11.3 ± 0.13	–	–	1.8 ± 0.04	–	–
5	12.9 ± 0.17	12.0	7.2	1.9 ± 0.03	7.3	2.8
10	13.5 ± 0.17	16.1	10.2	1.9 ± 0.03	4.3	1.6
15	13.7 ± 0.16	17.1	11.3	1.9 ± 0.04	5.3	1.8

Таблица 6. Выход стандартных сеянцев ели в вариантах с использованием препарата «Экорост» в качестве подкормки в разных дозах (16 сентября 2020 г.)

Доза препарата, мл/10 л воды	Выход стандартных сеянцев, %			
	по высоте, см		по диаметру	
	≥ 10	≥ 12		
0 (контроль)	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	

Таблица 7. Биометрические параметры сеянцев сосны (посев 12 июня) в конце сезона (10 сентября 2019 г.)

Доза препарата, мл/10 л воды	Высота, см	Диаметр, мм	Выход стандартных сеянцев, %		
			по высоте, см		по диаметру
			≥ 10	≥ 12	
0	9.8 ± 0.11	1.6 ± 0.03	48.3	15.7	11.2
5	10.1 ± 0.12	1.6 ± 0.03	54.7	19.6	42.4
10	11.7 ± 0.12	1.8 ± 0.03	82.7	52.6	38.1
15	11.5 ± 0.12	1.8 ± 0.03	78.8	44.7	14.3

Таблица 8. Абсолютно сухая масса сеянцев сосны (посев 13 июня) и их частей по вариантам опытов с препаратом «Экорост» (в расчете на 1 сеянец) в лесопитомнике на II декаду сентября 2019 г., г (%)

Доза гуминового препарата, мл/10 л воды	Хвоя	Тонкие корни	Главный корень	Ствол	Сеянец	М. н. ч./м. т. к.
10	0.272 (51.7)	0.087 (16,6)	0.033 (6.4)	0.133 (25.3)	0.525 (100)	4.6
15	0.219 (48.9)	0.085 (18.9)	0.030 (6.6)	0.115 (25.6)	0.449 (100)	3.9
0 (контроль)	0.204 (51.1)	0.073 (18.2)	0.026 (6.4)	0.097 (24.3)	0.400 (100)	4.1

Примечание. М. н. ч./м. т. к. – отношение массы надземной части сеянцев к массе тонких корней.

В посевах сосны испытываемое удобрение показало наибольший положительный эффект, нежели в посевах ели первой ротации. При дозе препарата 10 и 15 мл на 10 л воды высота сеянцев превышала контрольный вариант на 19.4 и 17.3 % соответственно (различие достоверно для обоих вариантов $t_{st} = 11.7$ и 10.4), а диаметр – на 12.5 % (при достоверном различии $t_{st} = 4.7$). В варианте с удобрением в дозе 5 мл/10 л воды средняя высота сеянцев была больше всего на 3.1 % и различие оказалось недостоверно ($t_{st} = 1.8$).

Наибольшая доля выхода стандартного посадочного материала (табл. 7) отмечена в варианте с использованием препарата «Экорост» в дозе 10 мл на 10 л воды (82.7 % по высоте и 52.6 % по диаметру для северо-таежного лесного района Европейской части РФ). Несколько меньшие показатели – в варианте с дозой удобрения 15 мл/10 л воды.

Наименьшая доля выхода стандартных сеянцев наблюдается в контроле – 48.3 % для северо-таежного района Европейской части РФ и 15.7 % для Двинско-Вычегодского лесного района по высоте и 11.2 % по диаметру.

Изучение фракционного состава сеянцев сосны в вариантах показало, что подкормка гуминовым препаратом способствует увеличению массы всех частей по сравнению с контролем (табл. 8).

У сеянцев сосны наблюдалось наибольшее относительное значение тонких физиологически активных корней при подкормке раствором гуминового препарата 15 мл/10 л воды. Соответственно при этой концентрации у сеянцев сосны отмечен наименьший показатель соотношения массы надземной части к массе тонких корней (3.9), но на всех вариантах этот показатель находился в оптимальных пределах.

Результаты определения устойчивости кома субстрата показали положительное влияние подкормок препаратом «Экорост» и в посевах сосны (рис. 4).

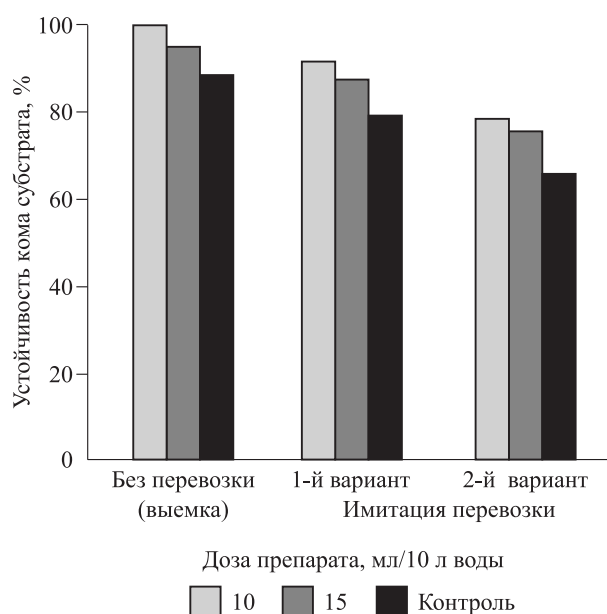


Рис. 4. Устойчивость кома субстрата сеянцев сосны в теплице лесопитомника в зависимости от различных доз подкормки гуминовым препаратом (II декада сентября 2019 г.).

У сосны наибольшая устойчивость установлена при подкормках с концентрацией гуминового раствора 10 мл/10 л воды 100–91–78 %, при концентрации 15 мл/10 л устойчивость кома несколько снижалась и составляла в среднем 95–87–75 %, в контроле она самая низкая – 88–79–65 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных можно с уверенностью утверждать, что гуминовый препарат «Экорост» в определенных концентрациях и способах применения оказал благоприятный эффект на рост сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой.

Опытным путем доказано, что обработка семян составом «Экорост» положительно влияет на их посевные качества: способствует стимуляции энергии прорастания и всхожести. Наи-

лучший эффект стимулирования показало замачивание семян в растворе в течение 12 и 24 ч. Энергия прорастания в среднем увеличилась на 10.0 и 13.0 % по сравнению с контролем, а всхожесть – на 9.3 и 12.3 %. Лучше всего семена прорастали в растворе при концентрации препарата 0.5 мл на 1 л воды. При предпосевной обработке «Экоростом» наблюдалось сокращение продолжительности прорастания семян. Так, в варианте с замачиванием семян в течение 24 ч продолжительность прорастания – 6 дней, в то время как в контроле она составляла 8 дней.

Результаты по испытанию стимулятора при подкормках сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой в лесопитомнике Архангельской области подтверждают перспективность его применения в качестве приема ускорения роста. При поливе сеянцев ели раствором гуминового препарата в концентрации 10 и 15 мл на 10 л воды увеличилась его масса, в том числе корневой системы, что обусловило более высокую устойчивость кома субстрата. Высота сеянцев на опытных вариантах на 10.7–17.1 % превышала высоту растений в контроле, увеличивая тем самым к концу сезона выход стандартного посадочного материала.

На сеянцы сосны гуминовый препарат оказал большее влияние, чем на сеянцы ели: при дозе удобрения 10 и 15 мл на 10 л воды высота растений превышала контрольный вариант на 19.4 и 17.3 % соответственно. Наибольший выход посадочного материала сосны дала подкормка сеянцев удобрением в концентрации 10 мл на 10 л воды.

Учитывая повышенный интерес к биостимуляторам роста и их увеличивающееся разнообразие, следует продолжить изучение действия гуминовых препаратов на рост сеянцев в контейнерах в различных дозах, сроках и способах обработки.

Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: АААА-А19-119012590152-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Андреева Е. М., Стеценко С. К., Кучин А. В., Терехов Г. Г., Хуришкяйнен Т. В. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотех. журн. 2016. № 3. С. 10–19 [Andreeva E. M., Stetsenko S. K., Kuchin A. V., Terexhov G. G., Khurshkaynen T. V. Vliyanie stimulyatorov rosta prirodnoho proiskhozhdeniya na prorostki khvoynykh porod (The influence of growth-promoting factors obtained from natural material on softwood germs) // Lesotekh. zhurn. (For. Engineer. J.). 2016. N. 3. P. 10–19 (in Russian with English abstract)].
- ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1985. 5 с. [ГОСТ 26483-85. Pochvy. Prigotovlenie solevoy vytyazhki i opredeleniye ee rN po metodu TsINAО (Soils. Preparation of a salt extract and determination of its pH by the CINAО method). Moscow: Izdatelstvo standartov (Standards Publ. House), 1985. 5 p. (in Russian)].
- ГОСТ 27784-88. Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв. М.: Изд-во стандартов, 1988. 7 с. [ГОСТ 27784-88. Pochvy. Metod opredeleniya zol'nosti torfyanykh i otorfovannykh gorizontov pochv (Soils. Method for determination of ash content of peat and peat-containing soil horizons). Moscow: Izdatelstvo standartov (Standards Publ. House), 1988. 7 p. (in Russian)].
- ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартиформ, 2019. 14 с. [ГОСТ Р 54650-2011. Pochvy. Opredelenie podvizhnykh soedineniy fosfora i kaliya po metodu Kirsanova v modifikatsii TsINAО (Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINAО). Moscow: Standartinform, 2019. 14 p. (in Russian)].
- Кабанова С. А., Данченко М. А., Борцов В. А., Кочерганов И. С. Результаты предпосевной обработки семян сосны обыкновенной стимуляторами роста // Лесотех. журн. 2017. № 2 (26). С. 75–83 [Kabanova S. A., Danchenko M. A., Bortsov V. A., Kocherganov I. S. Rezultaty predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy stimulyatorami rosta (Results of pre-sowing treatment of seeds of Scots pine with growth stimulants) // Lesotekh. zhurn. (For. Engineer. J.). 2017. N. 2 (26). P. 75–83 (in Russian with English abstract)].
- Левченко А. Н. Гуминовые препараты как инструмент перехода к экологически безопасным технологиям в сельском хозяйстве // Перспективные направления взаимодействия науки и общества как основа инновационного развития. Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Стерлитамак, 25 сент. 2020 г. Уфа: Аэтерна, 2020. С. 29–33 [Levchenko A. N. Guminovye preparaty kak instrument perekhoda k ekologicheski bezopasnym tekhnologiyam v sel'skom khozyaystve (Humic preparations as a tool for the transition to environmentally friendly technologies in agriculture) // Perspektivnyye napravleniya vzaimodeystviya nauki i obshchestva kak osnova innovatsionnogo razvitiya. Sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. conf., Sterlitamak, 25 sent. 2020 g. (Perspective directions of interaction between science and society as the basis for innovative development. Coll. of articles of the Int. Sci.-Pract. Conf., Sterlitamak, 25 Sept., 2020). Ufa: Aeterna, 2020. P. 29–33 (in Russian)].
- Методические указания по определению щелочногидролизующего азота в почве по методу Корнфилда. М.: ЦИНАО, 1985. 9 с. [Metodicheskie ukazaniya po opre-

- deleniye shchelochnogidrolizuyemogo azota v pochve po metodu Kornfilda (Guidelines for the determination of alkaline hydrolysable nitrogen in soil by the Kornfield method). Moscow: CINAO (Central Inst. Agrochem. Serv.), 1985. 9 p. (in Russian).
- Наими О. И. Гуминовые препараты: свойства, источники и промышленное получение (обзор) // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 8 (24). С. 276–282 [Naimi O. I. Guminovye preparaty: svoystva, istochniki i promyshlennoe polucheniye (obzor) (Humic preparations: properties, sources and industrial production (review) // Alleya nauki (Alley Sci.). 2018. V. 1. N. 8 (24). P. 276–282 (in Russian)].
- Неганова Н. М. Гуминовые удобрения как фактор оптимизации условий роста и развития декоративных растений // Науч. мысль Кавказа. 2011. № 3. С. 96–99 [Neganova N. M. Guminovye udobreniya kak faktor optimizatsii usloviy rosta i razvitiya dekorativnykh rasteniy (Humic fertilizers as a factor in optimizing the conditions for the growth and development of ornamental plants) // Nauch. mysl' Kavkaza (Sci. thought of the Caucasus). 2011. N. 3. P. 96–99 (in Russian)].
- Немков П. С., Грехова И. В. Влияние гуминового препарата на сеянцы хвойных пород // Теор. и прикл. экол. 2015. № 1. С. 96–99 [Nemkov P. S., Grekhova I. V. Vliyanie guminovogo preparata na seyantsy khvoynykh porod (Influence of a humic preparation on coniferous seedlings) // Teor. prikl. ecol. (Theor. Appl. Ecol.). 2015. N. 1. P. 96–99 (in Russian with English abstract)].
- Пентелькина Ю. С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. М.: Моск. гос. ун-т леса, 2003. 24 с. [Pentel'kina Yu. S. Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev khvoynykh vidov: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.01 (Effect of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous species: Cand. agr. sci. (PhD) thesis: Forest crops, selection, seed growing). Moscow: Mosk. gos. un-t lesa (Moscow St. Univ. For.), 2003. 24 p. (in Russian)].
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2020 г. № 1014 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений». Зарег. в Минюсте РФ 18 декабря 2020 г. № 61556. М.: Мин-во природ. ресурсов и экол. РФ, 2020 [Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov i ekologii Rossyskoy Federatsii ot 04.12.2020 g. № 1014 «Ob utverzhdenii Pravil lesvosstanovleniya, sostava proekta lesvosstanovleniya, poryadka razrabotki proekta lesvosstanovleniya i vnoseniya v nego izmeneniy». Zareg v Minyuste RF 18 dekabrya 2020 g. N. 61556. (Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation of 04.12.2020 N. 1014 «On the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and amending it». Reg. Min. Justice Rus. Fed. 18 December 2020 N. 61556.). Moscow: Min-vo prirod. resursov i ecol. RF (Ministry Nat. Res. Ecol. Rus. Fed.), 2020 (in Russian)].
- Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». М.: Правительство РФ, 2021 [Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 11.02.2021 N. 312-r «Ob utverzhdenii Strategii razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda» (Order of the Government of the Russian Federation of 11.02.2021 N. 312-p «On approval of the Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030»). Moscow: Pravitelstvo RF (Government of the Russian Federation), 2021 (in Russian)].
- Сахнов В. В. Особенности развития сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) при использовании препарата «Гумирал» в лесных питомниках Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Уфа: Ин-т биол. Уфим. науч. центра РАН, 2007. 21 с. [Sakhnov V. V. Osobennosti razvitiya seyantsev sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) i listvennitsy Sukacheva (*Larix sukaczewii* Dyl.) pri ispol'zovanii preparata «Gumiral» v lesnykh pitomnikakh Srednego Povolzhya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16. (Features of development of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Sukachev larch (*Larix sukaczewii* Dyl.) seedlings with the use of «Gumiral» drug in forest nurseries of the Middle Volga region): Cand. biol. sci. (PhD) thesis: Ecology). Ufa: In-t biol. Ufim. nauch. centra RAN (Inst. Biol. Ufa Sci. Center Rus. Acad. Sci.), 2007. 21 p. (in Russian)].
- Соркина Т. А., Куликова Н. А., Филиппова О. И., Панкратов Д. А., Перминова И. В., Петросян В. С. Корректоры железодефицитного состояния растений на основе гуминовых веществ угля: получение и применение // Экология и промышленность России. 2010. № 2. С. 33–36 [Sorkina T. A., Kulikova N. A., Filippova O. I., Pankratov D. A., Perminova I. V., Petrosyan V. S. Korrektory zhelezodefitsitnogo sostoyaniya rasteniy na osnove guminovykh veshchestv uglya: polucheniye i primeneniye (Compensators of iron-deficient conditions of plants on the basis of humic substances of coal: manufacture and application) // Ekologiya i promyshlennost' Rossii (Ecol. Industry Rus.). 2010. N. 2. P. 33–36 (in Russian with English abstract)].
- Степанов А. А., Шульга П. С., Госсе Д. Д., Смирнова М. Е. Применение природных гуматов для ремедиации загрязненных городских почв и стимулирования роста растений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2018. № 2. С. 30–34 [Stepanov A. A., Shul'ga P. S., Gosse D. D., Smirnova M. E. Primeneniye prirodnykh gumatov dlya remediatsii zagryaznennykh gorodskikh pochv i stimulirovaniya rosta rasteniy (Natural humates application for remediation of contaminated urban soils and stimulation of plant growth) // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 17. Pochvovedeniye (Bull. Moscow Univ. Ser. 17. Soil Sci.). 2018. N. 2. P. 30–34 (in Russian with English abstract)].
- Устинова Т. С., Зуров П. Н. Влияние препарата Гумат+7 на ростовые процессы хвойных пород // Актуал. пробл. лесн. комплекса. 2010. № 26. С. 115–118 [Ustinova T. S., Zurov P. N. Vliyanie preparata Gumat+7 na rostovye protsessy khvoynykh porod (The effect of the Gumat+7 drug on the growth processes of conifers) // Aktual. Probl. lesn. kompleksa (Actual probl. of the forest complex). 2010. N. 26. P. 115–118 (in Russian with English abstract)].

- Фроленкова М. С., Волкович А. П. Влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и ели европейской на их всхожесть и энергию прорастания // Тр. БГТУ. Лесное хозяйство. 2016. № 1 (183). С. 148–152 [Frolenkova M. S., Volkovich A. P. Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovennoy i eli evropeyskoy na ikh vskhozhest' i energiyu prorstaniya (Influence of pre-sowing treatment of Scots pine and European spruce seeds on their germination and germination energy) // Tr. BGTU. Lesnoe hozyajstvo (Proc. Belarus. St. Univ. Technol. For.). 2016. N. 1 (183). P. 148–152 (in Russian with English abstract)].
- Хамитов Р. С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Архангельск: Арханг. гос. тех. ун-т, 2006. 18 с. [Khamitov R. S. Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev sosny kedrovoy sibirskoy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.01 (Effect of stimulants on seed germination and growth of Siberian cedar pine seedlings: Cand. Agr. Sci. (PhD) thesis: For. crops, selection, seed growing). Arkhangelsk: Arhang. gos. tekhn. un-t (Arkhangelsk St. Engineer. Univ.), 2006. 18 p. (in Russian)].
- Экорост, 2021 [Ekorost (Ecol. growth), 2021]. <https://ekorost.ru/>
- Якименко О. С., Терехова В. А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343 [Yakimenko O. S., Terekhova V. A. Guminovye preparaty i otsenka ikh biologicheskoy aktivnosti dlya tseyey sertifikatsii (Humic preparations and the assessment of their biological activity for certification purposes) // Pochvovedenie (Soil Sci.) 2011. N. 11. P. 1334–1343 (in Russian with English abstract)].
- Ben Mrid R., Benmrid B., Hafsa J., Boukcim H., Sobeh M., Yasri A. Secondary metabolites as biostimulant and bio-protectant agents: A review // Sci. Total Environ. 2021. V. 777. N. 1. Article number: 146204.
- Ghataf Y., Ali M., Elsadek M., Yousry M. Enhancing growth, productivity and artemisinin content of *Artemisia annua* L. Plant using seaweed extract and micronutrients // Industr. Crops Products. 2021. V. 161. N. 164. Article number: 113202.
- Kabanova S. A., Musoni W., Zenkova Z. N., Danchenko M. A., Scott S. A., Kabanov A. N. Selection of Scots pine seedling growth stimulants in extreme conditions of the Northern Kazakhstan steppe zone // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. V. 611. N. 012039. P. 1–11.
- Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: Physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism // Sci. Agr. 2016. V. 73. N. 1. P. 18–23.
- Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., Nardi S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors // Plant Signal. Behav. 2010. V. 5. N. 6. P. 635–643.
- Yakimenko O. S., Terekhova V. A. Humic preparations and the assessment of their biological activity for certification purposes // Euras. Soil Sci. 2011. V. 44. Iss. 11. P. 1222–1230 (Original Rus. Text © O. S. Yakimenko, V. A. Terekhova, 2011, publ. in Pochvovedenie. 2011. N. 11. P. 1334–1343).

THE EXPERIENCE OF USING A HUMIC PREPARATION FOR GROWING CONIFEROUS BALL-ROOTED SEEDLINGS IN THE CONDITIONS OF ARKHANGELSK OBLAST

S. V. Gorbunova, A. O. Sen'kov, D. H. Fayzulin

*Northern Research Institute of Forestry
Nikitov str., 13, Arkhangelsk, 163062 Russian Federation*

E-mail: svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru, senkov@sevniilh-arh.ru, forestry@sevniilh-arh.ru

The use of environmentally-friendly stimulants (humates) is one way to realization of the principle that the annual area of reforestation is equal to the area of fellings carried out, as well as the timely supply of quality planting stock to forest users at an acceptable cost. The purpose of the research is to study the extent to which the humic specimen stimulates growth and development of softwood ball-rooted seedlings. The influence of solutions of various concentrations of humic preparation «Ecorost» as a plant food on growth of pine (*Pinus* L.) and spruce (*Picea* L.) seedlings in containers in the forest nursery of the Arkhangelsk Oblast for 2 years was analyzed. In addition, the Norway spruce seed preparation product was considered. The results of the work confirmed the possibility and prospects of using humic preparations in the production of softwood planting stock. The yield of standard plants for the Dvinsko-Vychegodskiy forest district increased by 36.9 and 34.6 % respectively for pine and spruce with a 10 ml by 10 l water solution for watering. The weight of seedlings increased on experimental versions as compared to control, and the substrate became more resistant. The germinating energy increased by 10.0–13.0 % by virtue of pre-plant soaking of spruce seeds compared to control, the germinability increased by 9.3–12.3 %, seed germination reduced from 8 to 6 days. Further research on the use of such stimulants in forest production is recommended, considering the positive effect of humic specimen on pine and spruce seedlings.

Keywords: *planting material with closed root system, humates, stimulant, seedlings, Norway spruce (Picea abies (L.) H. Karst.), Scots pine (Pinus sylvestris L.).*

How to cite: *Gorbunova S. V., Sen'kov A. O., Fayzulin D. H. The experience of using a humic preparation for growing coniferous ball-rooted seedlings in the conditions of Arkhangelsk Oblast // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2022. N. 1. P. 41–51 (in Russian with English abstract and references).*